ISSN 1728-7901

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті
Казахский национальный педагогический университет имени Абая
Abai Kazakh National Pedagogical University

ХАБАРШЫ

«Физика-математика ғылымдары» сериясы
Серия «Физико-математические науки»
Series of Physics & Mathematical Sciences
№1(69)

Алматы, 2020

Абай атындағы Қазақ ұлттық
педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ
«Физика-математика ғылымдары»
сериясы № 1 (69), 2020 ж.

Қазақстан Республикасының Ақпарат
министрлігінде тіркелген
№ 4824 – Ж - 15.03.2004
(Журнал бір жылда 4 рет шығады)
2000 жылдан бастап шығады

Басуға 10.03.2020 ж. қол қойылды
Пішімі 60x84 $^1/_8$. Көлемі 57,3 е.б.т.
Таралымы 300 дана. Тапсырыс 256.

050010, Алматы қаласы,
Достық даңғылы, 13
Абай атындағы ҚазҰПУ-ің“Ұлағат” баспасы

Мазмұны
Содержание

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Казахский национальный
педагогический университет
имени Абая

ВЕСТНИК
Серия «Физико-математические науки»
№ 1 (69), 2020 г.

Зарегистрирован в Министерстве
информации
Республики Казахстан,
№ 4824 - Ж - 15.03.2004
(периодичность – 4 номера в год)
Выходит с 2000 года

Подписано в печать 10.03.2020 г.
Формат 60x84 $^1/_8$. Об. 57,3 уч.-изд.л.
Тираж 300 экз. Заказ 256.

050010, г. Алматы, пр. Достык, 13,
Издательство «Ұлағат» КазНПУ им. Абая

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

ABAI UNIVERSITY

BULLETIN
Ser. Physics & Mathematical Sciences

№ 1 (69)
Editor-in-Chief
Dr. Sci. **Bektemesov M.A.**

Registered in the Ministry of Information of the Republic of Kazakhstan,
№ 4824 - Ж - 15.03.2004
(Periodicity: 4 issues per year)
Published since 2000

Signed to print 10.03.2020 г.
Format 60x84 $^{1}/_{8}$. Vol. 57,3 p.
Printing 300 copies. Order 256.

Publishing and Editorial:
050010, 13 Dostyk av.,
Almaty, Kazakhstan
Publisher "Ulagat"
Abai University

ИНФОРМАТИКА. ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ. БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ ИНФОРМАТИКА, МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

МРНТИ 27.27.15
УДК 517. 53

А.Қ. Абиров [1], Н.Қ. Шаждекеева [1], Т.Н. Ахмурзина [1]

[1]Х. Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Атырау қ., Қазақстан

ГИПЕРКОМПЛЕКС ЖҮЙЕДЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІ ШЕШУ

Аңдатпа

Мақалада гиперкомплекс жүйеде тұрақты коэффициентті гиперкомплекс айнымалының бірінші ретті біртексіз дифференциалдық теңдеуін шешу мәселесі қарастырылады. Дифференциалдық теңдеудің оң жағының әртүрлі жағдайларындағы шешімнің құрылымы анықталады. Нөлдің бөлгішінің пайда болу жағдайындағы теңдеудің шешуінің құрылымы көрсетіледі.

Гипрекомплекстік функцияның компоненті тәуелсіз айнымалының көпмүшелігі болғанда дифференциалдық теңдеу біртексіз нақты айнымалылардың n теңдеулер жүйесіне айналатыны және оның дифференциалды теңдеулер теориясының белгілі әдістерімен шешілетіні нақтыланады. Осылайша, гиперкомплекстік жүйеде біртексіз дифференциалдық теңдеулердің аналитикалық түрдегі шешімдерін алу ғылым мен техниканың әр түрлі салаларындағы процестерді моделдеудің өсуінің тиімділігіне әкеледі.

Түйін сөздер: гиперкомплекс жүйе, гиперкомплекс сан, гиперболалық сан, нөлдің бөлгіші, дифференциалдық теңдеу, жеке және жалпы шешім, экспоненциалды полином.

Аннотация

А.К. Абиров [1], Н. К.Шаждекеева [1], Т.Н.Ахмурзина [1]
[1] Атырауский государственный университет имени Х.Досмухамедова , г.Атырау, Казахстан

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЙ В ГИПЕРКОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЕ

В статье рассматривается задача решения неоднородного дифференциального уравнения первого порядка с переменной с постоянным коэффициентом в гиперкомплексной системе. Определена структура решения в разных случаях правой части дифференциального уравнения. Показана структура решения уравнения в случае появления делители нуля.

Выясняется, что, когда компонент гиперкомплексной функции является полиномом независимой переменной, дифференциальное уравнение превращается в неоднородную систему вещественных переменных из n уравнений и ее решение определяются определенными методами теории дифференциальных уравнений. Таким образом, получение аналитически однородных решений неоднородных дифференциальных уравнений в гиперкомплексной системе приводит к повышению эффективности моделирования процессов в различных областях науки и техники.

Ключевые слова: гиперкомплексная система, гиперкомплексное число, гиперболическое число, делители нуля, дифференциальное уравнения, частное и общее решение, экспоненциальный полином.

Abstract

DIFFERENTIAL EQUATIONS IN A HYPERCOMPLEX SYSTEM

AbirovA.K. [1], ShazhdekeevaN.K. [1], Akhmurzina T.N. [1]
[1] Atyrau State University named after Kh. Dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan

The article considers the problem of solving an inhomogeneous first-order differential equation with a variable with a constant coefficient in a hypercomplex system. The structure of the solution in different cases of the right-hand side of the differential equation is determined. The structure of solving the equation in the case of the appearance of zero divisors is shown.

It turns out that when the component of a hypercomplex function is a polynomial of an independent variable, the differential equation turns into an inhomogeneous system of real variables from n equations and its solution is determined by certain methods of the theory of differential equations. Thus, obtaining analytically homogeneous solutions of inhomogeneous differential equations in a hypercomplex system leads to an increase in the efficiency of modeling processes in various fields of science and technology.

Keywords: hypercomplex system, hypercomplex number, hyperbolic number, zero divisors, differential equations, partial and general solution, exponential polynomial.

Тұрақты коэффициентті гиперкомплекс айнымалының бірінші ретті біртексіз дифференциалдық теңдеуі деп

$$\dot{X} + AX = F(t), \tag{1}$$

түрдегі теңдеуді айтамыз. Мұндағы A – гиперкомплекс сан, ал $F(t)$ – нақты айнымалының гиперкомплекс функциясы. (1) теңдеудің жалпы шешімі біртекті

$$\dot{X} + AX = 0, \tag{2}$$

теңдеудің барлық шешімдерінің және қандайда бір (1) теңдеудің жеке шешімінің қосындысы екенін көрсетейік. $U(t)$– (1) теңдеудің жеке шешімі, ал $V(t)$– (2) теңдеуініңкез келген шешімі болсын. Сонда $\dot{V} + AV = 0$ және $\dot{U} + AU = F(t)$. Бұларды қоссақ, онда $\dot{U} + \dot{V} + AU + BU = F(t)$.

Бұдан $X = U + V$ (1) теңдеудің жалпы шешімі болатындығы шығады.

(1) теңдеудің оң жағы $F(t)$ біртектіемес сызықты гиперкомплекс функция, яғни мына түрде болсын:

$$F(t) = \sum_{i=1}^{n} f_i(t) e_i.$$

Мысалға, теңдеудің гиперболалық сандардың жүйесіндегі шешуін табуды қарастырайық. Гиперболалық сандардың [1–3] жүйесіндегі $\{e_1, e_2\}$ базисінде экспонента мына түрде анықталады:

$$e^{\alpha t} = f_1(t)e_1 + f_2(t)e_2;$$

$$f_1(t) = e^{\left(\alpha_1 + \frac{q}{2}\alpha_2\right)t}\left(\cosh(l\alpha_2 t) - \frac{q}{2l}\sinh(l\alpha_2 t)\right);$$

$$f_2(t) = e^{\left(\alpha_1 + \frac{q}{2}\alpha_2\right)t}\frac{1}{l}\sinh(l\alpha_2 t);$$

$$\alpha = \alpha_1 e_1 + \alpha_2 e_2;$$

$$j^2 = p + qj;$$

$$l = \sqrt{p + q^2/4}.$$

Гипрекомплекстік функцияның компоненті тәуелсіз айнымалының көпмүшелігі болса, онда (1) теңдеу біртексіз нақты айнымалылардың n теңдеулер жүйесіне айналады және оны дифференциалды теңдеулер теориясының белгілі әдістерімен шешіледі. (1) теңдеудің оң жағы экспонентті болатын кезін қарастырайық $\dot{X} + AX = Be^{Mt}$,мұндағы A, B және M гиперболалық сандар.

Шешімді $X_r = Ne^{Mt}$ түрдегі жеке жағдайды іздестірейік. Туындыны тауып $\dot{X_r} = NMe^{Mt}$ және оны теңдеуге қойып, аламыз:$NM + AN = B$. Егер $A + M$ саны нөлдік бөлгіші болмаса, онда $N = B/(A + M)$.

Сонымен жеке жағдайдағы шешім мына түрде болады: $X_r = B/(A + M)\, e^{Mt}$. Онда (1) теңдеудің жалпы шешімі мына түрде болады: $X = Ke^{-At} + B/(A + M)\, e^{Mt}$, мұндағы K – гиперболалық еркін тұрақты, ал $A + M \neq 0$ және $A + M$ нөлдік бөлгіш емес.

Енді теңдеудің оң жағы гиперболалық функция болсын:

$$\dot{X} + AX = B\sinh t;$$

$$\dot{X} + AX = B\cosh t$$

Теңдеудің жеке шешімін гиперсинус және гиперкосинустың сызықты комбинациясы түрінде іздейік:

$$X = R_1\sinh(Ct) + R_2\cosh(Ct);$$

$$\dot{X} = C(R_1\cosh(Ct) + R_2\sinh(Ct)).$$

Бұл теңдіктерді алдыңғы теңдіктерге қойып бірінші және екінші теңдеуге қатысты аламыз:

$$X_r = AB/(A^2 - C^2) \cdot \sinh(Ct) - BC/(A^2 - C^2) \cdot \cosh(Ct);$$

$$X_r = -BC/(A^2 - C^2) \cdot \sinh(Ct) + AB/(A^2 - C^2) \cdot \cosh(Ct).$$

$A^2 - C^2 \neq 0$ болуы шешімнің бар болуының негізгі шарты, сонымен қатар берілген теңдеудегі гиперкомплекстік сандар жүйесінде нөлдік бөлгіші болмауы керек.

Енді оң жағы – экспоненциалды полином болатын жағдайды қарастырайық. Экспоненциалды полином деп $F(t)e^{kt}$ өрнегін айтамыз, мұнда $F(t)$ – гиперкомплекстік полином.

$$F(t) = \sum_{i=1}^{n} f_i(t)\, e_i.$$

бұрынғыша n– гиперкомплекс сандар жүйесінің қатары. $f_i(t)$ – нақты t айнымалының полиномы, ал e_i гиперкомплекс сандар жүйесінің базистік элементі. (1) – біртексіз теңдеудің оң жағы экспоненциалды полиномы

$$\dot{X} + AX = F(t)e^{Bt}.$$

$F(t)$ өрнегінің сызықтылығынан, оның жеке шешімдерінің қосындысы да жеке шешім болады. Сондықтан $\dot{X} + AX = f_i(t)e_ie^{Bt}$,$i = 1,2, \dots, n$ түріндегі теңдеудің шешімін қарастырған жеткілікті.

Гиперкомплекстік сандар жүйесінің негізгі базистік элементтері тұрақты болғандықтан, ол шешімге тұрақты көбейгіш болып енеді. Сызықтық дифференциалдық теңдеулердің жалпы теориясына сәйкес мына түрдегі нақты шешімі бар

$$X_r = g(t)e_ie^{Bt},$$

мұндағы $g(t)$ фунуциясы $f(t)$–ның дәрежесіне сәйкес дәрежедегі полином. $f(t), g(t)$ функцияларының дәрежелері r болсын:

$$f_i(t) = a_it^i, i = 0,1, \dots, r; \;\; g(t) = \beta_it^i,$$

Мұндағы жоғарғы индекс i айнымалы t–ның дәрежелік көрсеткіші:

$$X_r = e_i\beta_it^ie^{Bt}.$$

Туынды алайық:

$$dX_r/dt = e_ie^{Bt}\left(i\beta_it^{i-1} + d\beta_it^i\right).$$

Сонда тендеуге қою және дәрежелерін теңестіру арқылы

$$\beta_1 + \beta_0(K + 1) = \alpha_0;$$

……………………..

$$j\beta_j + \beta_{j-1}(K + 1) = \alpha_j;$$

………………………………

$$\beta_r(K + 1) = \alpha_r.$$

жүйесін аламыз. Осы жүйені шешу үшін рекурентті формулалар қолданылады:

$$\beta_r = \alpha_r/(K + 1);$$

$$\beta_j = \left[a_j - (K + 1)\beta_{j-1}\right]/j.$$

Ал енді берілген теңдеудің оң жағы гиперкомплекс коэффициентті полином болатын болсын: $\dot{X} + AX = F(t)$, мұндағы

$$F(t) = \sum_{i=0}^{n} B_i t^i,$$

ал B_i гиперкомплекс сандар.

Бұл теңдеу сызықты болуына байланысты $F(t) = Bt^n$ жағдайды қарастыру жеткілікті.

g_i гиперкомплекс сан болғанда, теңдеудің шешімін бұрынғыша табамыз:

$$X = G(t) = \sum_{i=0}^{n} G_i t^i.$$

$$\frac{dX}{dt} = \sum_{i=1}^{n} iG_i t^{i-1}.$$

Бұларды берілген теңдеуге қойып аламыз:

$$\sum_{i=1}^{n} iG_i t^{i-1} + A \sum_{i=0}^{n} G_i t^i = Bt^n.$$

Бірдей t дәрежесіне сәйкес коэффициенттерді теңестіру арқылы, мына жүйені аламыз:

$$G_1 + AG_0 = 0,$$

$$2G_2 + AG_1 = 0,$$

…..........................

$$jG_j + AG_{j-1} = 0,$$

………………………

$$AG_n = B.$$

Бұл жүйенің шешімі

$$G_j = -(Bj!)/(n!\,A^{n-j+1}), j = 0,1,\dots,n.$$

Көріп отырғандай, коэффициенттердің нөлге тең еместігі немесе нөлдің бөлгіші болмауы бастапқы теңдеудің бір шешімінің бар болу шарты. Кейбір ерекше жағдайды қарастырайық. Жоғарыдағы табылған теңдеудің жеке шешімін қарастыралық: $X_r = B/(A + M)\, e^{Mt}$.

Егер $M = -A$ болса, онда бөлгіш нөлге айналады. Бұл жағдайда жеке шешімді мына түрде іздейміз: $X_r = Nte^{-At}$. Сонда

$$\dot{X_r} = Ne^{-At} - NAte^{-At}$$

және шешімді теңдеуге қойып, теңдеудің екі жағын e^{-At}-не бөліп аламыз:

$$N - NAt + NAt = B;\; N = B.$$

Онда жеке шешім $X_r = Bte^{-At}$ түрінде болады.

Бұл түрдегі жеке шешім өлшеміне қарамастан барлық коммутативті гиперкомплекс сандар жүйесіне қолайлы.

$A+M\neq 0$, бірақ $A+M$ нөлдік бөлгіш болғандағы ерекше жағдайды қарастырсақ. $B\neq 0$ және$(A+M)B=0$ болатын жүйеде B–гиперкомплекстік сан бар болса, онда шешімді дәрежелік қатардың қосындысы ретінде қарастырамыз:

$$X_r=\sum_{n=0}^{\infty}\alpha_n t^n,$$

мұндағы α_n - гиперкомплекс коэффициенттер. Осыдан

$$\frac{dX_r}{dt}=\sum_{n=1}^{\infty}n\alpha_n t^{n-1}.$$

Бұны теңдеуге қойып, тәуелсіз айнымалы t дәрежелерінің коэффициенттерін теңестірсек, онда аламыз:

$$\alpha_1=1-A\alpha_0;$$

$$\alpha_2=\frac{B}{2!}-\frac{M}{2!}(1-\alpha_0M);$$

…………………………….

$$\alpha_n=\frac{B^{n-1}}{n!}-\frac{MB^{n-2}}{n!}+\frac{M^2B^{n-3}}{n!}+\cdots+(-1)^n\frac{A^{n-1}}{n!}(1-\alpha_0M);$$

Әдетте бұл қатарды кішірейту мүмкін емес. Ал егер нақты нөлдік бөлгіші бар гиперкомплекстік сан алынса, онда сандық түрде шешімін құрастыруға болады.

Сонымен, әртүрлі коммутативті гиперкомплекстік жүйеде біртексіз дифференциалдық теңдеулердің аналитикалық түрдегі шешімдерін алуға мүмкін болады және бұл ғылым мен техниканың әр түрлі салаларындағы процестерді моделдеудің өсуінің тиімділігіне әкеледі.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *Кантор И.Л., Солодовников А.С. Гиперкомплексные числа. – М.: Наука, 1973. – 145с.*

2 *Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. – М.: Наука, 1977. – 416с.*

3 *Мәукеев Б. Дифференциалдық теңдеулерді шешу. –Мектеп,1989. - 232 б.*

МРНТИ 27.39.15
УДК 517.98

А.Ж. Адиева[1], *А.О. Байарыстанов*[1]

[1]*Евразийский национальный университет им. Л. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан*

ЗАМЫКАНИЕ ФИНИТНЫХ ФУНКЦИЙ В ОДНОМ ВЕСОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ ТИПА СОБОЛЕВА

Аннотация

Описание замыкания финитных или гладких финитных функций в функциональных пространствах являются классическими задачами теории функциональных пространств. Эта задача имеет важное место в гладких функциональных пространствах, таких как пространства Соболева, Никольского, Бесова и в их различных обобщениях. Обычно, в невесовом пространстве гладких функций множество финитных функций, вообще говоря, неплотно. Но в весовом пространстве гладких функций, например, в весовом пространстве Соболева, при сильном вырождении веса множество финитных функций может оказаться плотным.

Поэтому важным вопросом является задача о характеризации замыкания финитных функций в рассматриваемом весовом пространстве. Здесь рассматривается весовое пространство типа Соболева второго порядка с тремя весами и в нем описывается замыкание множества функции с компактными носителями.

Ключевые слова: финитная функция, пространство Соболева, замыкание, плотность, носитель функции, функционал.

Аңдатпа

А.Ж. Адиева[1], *А.О. Байарыстанов*[1]
[1]*Л.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

СОБОЛЕВ ТИПТЕС САЛМАҚТЫ КЕҢІСТІКТЕГІ ФИНИТТІ ФУНКЦИЯНЫҢ ТҰЙЫҚТАМАСЫ

Функционалдық кеңістіктердегі финитті немесе тегіс финитті функциялардың тұйықтамасының сипаттамасы функционалдық кеңістіктер теориясының классикалық есептері болып табылады. Бұл есеп Соболев, Никольский, Бесов кеңістіктері секілді тегіс функционалдық кеңістіктерде және олардың әртүрлі жалпыламаларында маңызды орын алады. Әдетте, тегіс функциялардың салмақсыз кеңістігінде финитті функциялар жиыны, жалпы алғанда, тығыз емес. Бірақ, тегіс функциялардың салмақты кеңістігінде, мысалы, Соболев салмақты кеңістігінде салмақтың қатты өзгешеленуіне байланысты финитті функциялар жиыны тығыз болуы мүмкін.

Сондықтан, қарастырылып отырған салмақты кеңістікте финитті функциялардың тұйықтамасының сипаттамасы туралы есеп маңызды мәселе болып табылады. Мұнда екінші ретті үш салмақты Соболев типті кеңістік қарастырылады және бұл кеңістікте компакт тұрағы бар функциялар жиынының тұйықтамасы сипатталады.

Түйін сөздер: финитті функция, Соболев кеңістігі, тұйықтама, тығыздық, функция тұрағы, функционал.

Abstract

CLOSURE OF FINITE FUNCTIONS IN ONE WEIGHT SOBOLEV TYPE SPACE

Adiyeva A.[1], *Baiarystanov A.*[1]
[1] *L. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

The description of the closure of finite or smooth finite functions in functional spaces are classical tasks of functional space theory. This task is important in smooth functional spaces such as those of Sobolev, Nikolski, Besov and in their various generalizations. Usually, in a weightless space of smooth functions, the set of compactly finite functions, generally speaking, is not dense. But in the weighted space of smooth functions, for example, in the Sobolev weighted space, with strong degeneracy of the weight, many compactly finite functions can be dense.

Therefore, an important issue is the problem of characterizing the closure of compactly finite functions in the weight space under consideration. Here we consider a weighted space of Sobolev type of the second order with three weights and it describes the closure of the set of functions with compact supports.

Keywords: finite function, Sobolev space, closure, density, support of a function, functional.

Пусть $u-$ непрерывная и неотрицательная функция на интервале $I=(0,\infty)$. Положительные функции v, r достаточно раз непрерывно дифференцируемы на интервале I и функции $v^{1-p'}, r^{-1}=\dfrac{1}{r}$ интегрируемы на интервале $(0,a)$ для любого для любого $a>0$, где $1<p'<\infty$ и $\dfrac{1}{p}+\dfrac{1}{p'}=1.$

Пусть $T\ge 0, 1<p<\infty, I_T=(T,\infty)$ и $W^2_{p,v}(r)\equiv W^2_{p,v}(r;I_T)$ пространство функции $f: I_T\to R$ локально абсолютно непрерывных на I_T вместе с функцией $D_r^1 f(t)\equiv r(t)\dfrac{df(t)}{dt}$ и для которых конечно норма

$$\|f\|_{W^2_{p,v}(r)}=\left\|D_r^2 f\right\|_{p,v}+\left|D_r^1 f(T)\right|+|f(T)|, \tag{1}$$

где $D_r^2 f(t)\equiv\dfrac{d}{dt}r(t)\dfrac{df(t)}{dt}$, $\|g\|_{p,v}=\left(\displaystyle\int_T^\infty v(t)|g(t)|^p dt\right)^{\frac{1}{p}}$ - норма весового пространства $L_{p,v}(I)\equiv L_{p,v}.$

Из полноты пространства $L_{p,v}(I_T)$ легко следует полнота пространства $W^2_{p,v}(r;I_T).$

Пусть $\overset{\circ}{M}{}_p(I_T)=\left\{f\in W^2_{p,v}(r): \operatorname{supp} f\subset I_T, \operatorname{supp} f \text{ is compact}\right\}.$

Обозначим через $\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r)=\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r,I_T)$ замыкание множества $\overset{\circ}{M}{}_p$ по норме (1). Имеются достаточно много работ (при $r=1$), посвященные вопросам плотности множества финитных функций в весовых пространствах типа Соболева (см., например, [1-7] и приведенные там ссылки).

В данной работе в зависимости от поведения весовых функций в окрестности бесконечности, подпространство $\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r)$ описывается в терминах элементов пространства $W^2_{p,v}(r).$

Описание пространства $\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r)\equiv\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r,I_T)$.

Лемма 1. Пусть $T\ge 0, 1<p<\infty.$ Тогда $f(T)=0, D_r^1 f(T)=0$ для любого $f\in\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r)$.

Доказательство леммы 1. Пусть $f\in\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r)$. Тогда существует последовательность финитных функций $\{f_n\}_{n=1}^\infty\subset\overset{\circ}{M}{}_p(I_T)\subset W^2_{p,v}(r)$ такая, что

$$\lim_{n\to\infty}\|f-f_n\|_{W^2_{p,v}(r)}=0. \tag{2}$$

Очевидно, что $f_n(T)=0,\quad D_r^1 f_n(T)=0,\quad \forall n\ge 1.$ Тогда из (2) следует $f(T)=0$, $D_r^1 f(T)=0.$

Лемма 1 доказана.

Теперь, рассмотрим поведение функции $f\in W^2_{p,v}(r)$ в окрестности бесконечности.

Лемма 2. Пусть $T\ge 0, 1<p<\infty$ и выполнено

$$S_T^{p'}\equiv\int_T^\infty v^{1-p'}(t)dt<\infty,\quad E_T^{p'}\equiv\int_T^\infty v^{1-p'}(t)\left(\int_T^t r^{-1}(x)dx\right)^{p'}dt<\infty. \tag{3}$$

Тогда для любого $f\in W^2_{p,v}(r)$ существуют конечные пределы $\lim\limits_{t\to\infty}D_r^1 f(t)\equiv D_r^1 f(\infty)$ и

$$\lim_{t\to\infty}\left[f(t)-\int_T^t r^{-1}(x)dx D_r^1 f(\infty)\right]\equiv d(f). \tag{4}$$

Доказательство леммы 2. Пусть $f\in W^2_{p,v}(r)$. Из условия $S_T<\infty$ и из (3), в силу неравенства Гельдера, имеем

$$\int_T^{\infty}\left|D_r^2 f(t)\right|dt \le S_T\left(\int_T^{\infty} v(t)\left|D_r^2 f(t)\right|^p dt\right)^{\frac{1}{p}} < \infty. \tag{5}$$

Следовательно, существует $D_r^1 f(\infty)$ и

$$D_r^1 f(\infty) = D_r^1 f(T) + \int_T^{\infty} D_r^2 f(t)dt. \tag{6}$$

На основании неравенства Гельдера и из $E_T < \infty$ (см.(3)), получим

$$\int_T^{\infty} r^{-1}(x)\int_x^{\infty}\left|D_r^2 f(t)\right|dtdx = \int_T^{\infty}\left|D_r^2 f(t)\right|\int_T^{t} r^{-1}(x)dxdt \le E_T\left(\int_T^{\infty} v(t)\left|D_r^2 f(t)\right|^p dt\right)^{\frac{1}{p}} < \infty. \tag{7}$$

Из (6) при $T = x > 0$ имеем

$$\frac{d}{dx}\left[f(x) - \int_T^{x} r^{-1}(s)dsD_r^1 f(\infty)\right] = -r^{-1}(x)\int_x^{\infty} D_r^2 f(t)dt.$$

Интегрируя обе части этого неравенства от $z,\, z \ge T$ до ∞ имеем

$$\lim_{x\to\infty}\left[f(x) - \int_T^{x} r^{-1}(s)dsD_r^1 f(\infty)\right] - \left[f(z) - \int_T^{z} r^{-1}(s)dsD_r^1 f(\infty)\right] = -\int_z^{\infty} r^{-1}(x)\int_x^{\infty} D_r^2 f(t)dtdx. \tag{8}$$

Откуда, в силу (7), имеем (4).
Лемма 2 доказана.

Следствие 1. Пусть $1 < p < \infty$ и выполнено (3). Тогда, $D_r^1 f(\infty) = 0,\ \lim\limits_{t\to\infty} f(t) = f(\infty) = 0$ для любого $f \in \overset{\circ}{W}{}^{2}_{p,v}(r)$.

Доказательство следствия 1. Пусть $f \in \overset{\circ}{W}{}^{2}_{p,v}(r)$ и $\{f_n\}_{n=1}^{\infty}$ - последовательность финитных функций из $\overset{\circ}{M}_p(I_T) \subset W_{p,v}^2(r)$ такая, что выполнено

$$\lim_{n\to\infty}\left\|f - f_n\right\|_{W_{p,v}^2(r)} = 0. \tag{9}$$

Из (5) и (6) для $f - f_n$ имеем $\left|D_r^1 f(\infty) - D_r^1 f_n(\infty)\right| \le C_1\left\|f - f_n\right\|_{W_{p,v}^2(r)}$.Откуда из (9) следует $D_r^1 f(\infty) = 0$. Тогда из (4) имеем $f(\infty) = d(f)$. И из (8) получим

$$\left|f(\infty)\right| \le \left|f(T)\right| + \int_T^{\infty} r^{-1}(x)\int_x^{\infty} D_r^2 f(t)dtdx. \tag{10}$$

Соотношение (10) и (7) для $f - f_n$ дает $\left|f(\infty) - f_n(\infty)\right| \le C_0\left\|f - f_n\right\|_{W_{p,v}^2(r)}$. Следовательно, в силу (9), $f(\infty) = 0$.

Следствие 1 доказано.

Положим $LRW_{p,v}^2(r) = \left\{f \in W_{p,v}^2(r) : f(T) = f(\infty) = 0,\, D_r^1 f(T) = D_r^1 f(\infty) = 0\right\}$. Из утверждения леммы 1 и следствия 1 имеем

Лемма 3. Пусть $1 < p < \infty$ и выполнено (3). Тогда $\overset{\circ}{W}{}^{2}_{p,v}(r) \subseteq LRW_{p,v}^2(r)$.

Теперь, рассмотрим еще случай

$$S_T^{p'} \equiv \int_T^{\infty} v^{1-p'}(t)dt < \infty, \quad \int_T^{\infty} v^{1-p'}(t)\left(\int_T^{t} r^{-1}(x)dx\right)^{p'} dt = \infty \tag{11}$$

и

$$\int_T^{\infty} v^{1-p'}(t)dt = \infty, \tag{12}$$

где $T > 0$.

Из леммы 2 и следствия 1 следует существование $D_r^1 f(\infty)$ для $f \in W_{p,v}^2(r)$ и $D_r^1 f(\infty) = 0$ для $f \in \overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r)$. Следовательно, имеем

Лемма 4. Пусть $1 < p < \infty$ и выполнено (11). Тогда для любого $f \in W_{p,v}^2(r)$ существует конечный $D_r^1 f(\infty)$ и $D_r^1 f(\infty) = 0$ для любого $f \in \overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r)$.

Положим

$$LR'W_{p,v}^2(r) = \left\{ f \in W_{p,v}^2(r) : f(T) = 0, D_r^1 f(T) = D_r^1 f(\infty) = 0 \right\},$$
$$LW_{p,v}^2(r) = \left\{ f \in W_{p,v}^2(r) : f(T) = 0, D_r^1 f(T) = 0 \right\}.$$

Теорема 1. Пусть $1 < p < \infty$. Тогда если выполнено (12), то

$$\overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r) \equiv LW_{p,v}^2(r); \tag{13}$$

(i) если выполнено (11), то

$$\overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r) \equiv LR'W_{p,v}^2(r); \tag{14}$$

(ii) если выполнено (3), то

$$\overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r) \equiv LRW_{p,v}^2(r). \tag{15}$$

Доказательство теоремы 1. Из леммы 1, 3 и 4 следует, что $LR'W_{p,v}^2(r) \supset \overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r)$, $LW_{p,v}^2(r) \supset \overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r)$ и $LRW_{p,v}^2(r) \supset \overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r)$.

Чтобы показать (13), (14) и (15) достаточно доказать

$$\overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r) \supset LW_{p,v}^2(r), \overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r) \supset LR'W_{p,v}^2(r), \overset{\circ}{W}{}_{p,v}^2(r) \supset LRW_{p,v}^2(r), \tag{16}$$

соответственно.

Рассмотрим пространство

$$L_{p,v} \times R^2 = \left\{ G = (g, \overline{\alpha}) : g \in L_{p,v}(I), \overline{\alpha} = (\alpha_0, \alpha_1) \in R^2 \right\}$$

с нормой

$$\|G\|_{L_{p,v} \times R^2} = \|g\|_{p,v} + |\alpha_0| + |\alpha_1|. \tag{17}$$

Каждому $f \in W_{p,v}^2(r)$, подставляя в соответствие

$$G = (g, \overline{\alpha}) : g = D_r^2 f, \alpha_0 = f(T), \alpha_1 = D_r^1 f(T)$$

получим, что $G \in L_{p,v} \times R^2$. Обратно, для каждого $G \in L_{p,v} \times R^2$, подставляя в соответствие функцию

$$f(t) = \int_T^t \left(\int_s^t r^{-1}(x)dx \right) g(s)ds + \alpha_0 + \alpha_1 \int_T^t r^{-1}(x)dx, \quad t \geq 0,$$

имеем $D_r^2 f(t) = g(t) \in L_{p,v}$, $f(T) = \alpha_0$, $D_r^1 f(T) = \alpha_1$, т.е. $f \in W_{p,v}^2(r)$. Откуда из (1) и (17) следует, что вышеустановленное соответствие между пространствами $L_{p,v} \times R^2$ и $W_{p,v}^2(r)$ изометрично. Поэтому, с точностью до изометрии, пространство $W_{p,v}^2(r)$ можно рассмотреть как пространство $L_{p,v} \times R^2$.

При $1 < p < \infty$ пространство $W_{p,v}^2(r)$ рефлексивно и для любого $F \in \left(W_{p,v}^2(r) \right)^*$ существует $h = h(F) \in L_{p',v^{1-p'}}$, $\overline{\alpha}(F) = (\alpha_0(F), \alpha_1(F)) \in R^2$ такие, что имеет место представление

$$F(f)=\int_T^{\infty} h(t)D_r^2 f(t)dt+\alpha_0 f(T)+\alpha_1 D_r^1 f(T), \quad \forall f\in W_{p,v}^2(r). \tag{18}$$

Положим $B=\left\{F\in\left(W_{p,v}^2(r)\right)^* : F(\varphi)=0,\ \forall\varphi\in\overset{\circ}{M}_p(I_T)\right\}$.

Тогда в силу рефлексивности $W_{p,v}^2(r)$ и плотности $\overset{\circ}{M}_p(I_T)$ в $\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r)$, имеем $\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r)=\left\{f\in W_{p,v}^2(r): F(f)=0,\ \forall F\in B\right\}$. Откуда, включение (16) равносильно условию $\left\{\forall F\in B,\ F(f)=0, \forall f\in LR'W_{p,v}^2(r)\right\}$, $\left\{\forall F\in B,\ F(f)=0, \forall f\in LW_{p,v}^2(r)\right\}$ и $\left\{\forall F\in B,\ F(f)=0, \forall f\in LRW_{p,v}^2(r)\right\}$, соответственно.

Рассмотрим множество $C_0^{\infty}(I_T)$ - функций бесконечно дифференцируемых и финитных на I_T. В силу наложенных условий на функции v и r, $C_0^{\infty}(I_T)\subset\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r)$. Поэтому, $F(\varphi)=0, \forall\varphi\in C_0^{\infty}(I_T), \forall F\in B.$ Тогда для $F\in B\subset\left(W_{p,v}^2(r)\right)^*$, в силу (18)

$$F(\varphi)=\int_T^{\infty} h(t)D_r^2\varphi(t)dt=0, \quad \forall\varphi\in C_0^{\infty}(I_T). \tag{19}$$

Следовательно, функция h является обобщенным решением уравнения

$$\left(D_r^2\right)^* h(t)=D_r^2 h(t)=0. \tag{20}$$

Общее решение уравнения (20) имеет вид

$$h(t)=\beta_0+\beta_1\int_T^t r^{-1}(x)dx, \tag{21}$$

где $\overline{\beta}=(\beta_0,\beta_1)\in R^2$.

В случае (12) из (21) следует, что $\beta_0=\beta_1=0$, так как в силу (12), постоянная функция и функция $\int_T^t r^{-1}(x)dx$ не принадлежат пространству $L_{p',v^{1-p'}}(I_T)$. Таким образом, $h\equiv 0$ и функционал $F\in B$ имеет вид $F(f)=\alpha_0 f(T)+\alpha_1 D_r^1 f(T)$ для $f\in W_{p,v}^2(r)$. Откуда $F(f)=0$ для $f\in LW_{p,v}^2(r)$. Следовательно, для всех, $F\in B,\ F(f)=0,\quad \forall f\in LW_{p,v}^2(r)$, т.е. $\overset{\circ}{W}{}^2_{p,v}(r)\supset LW_{p,v}^2(r)$ и выполнено (13).

Рассмотрим случай (11). Откуда следует, что функция $\int_T^t r^{-1}(x)dx$ не принадлежит пространству $L_{p',v^{1-p'}}(I_T)$. Так как $h\in L_{p',v^{1-p'}}(I_T)$, то в (21) $\beta_1=0$ и $h(t)=\beta_0$. Тогда, в силу (18), $F\in B$ имеет вид

$$F(f)=\beta_0\int_T^{\infty} D_r^2 f(t)dt+\alpha_0 f(T)+\alpha_1 D_r^1 f(T), \quad \forall f\in W_{p,v}^2(r).$$

Тогда

$$F(f)=\beta_0\int_T^{\infty} D_r^2 f(t)dt, \quad \forall f\in LR'W_{p,v}^2(r). \tag{22}$$

Но, для $f\in LR'W_{p,v}^2(r)$ $D_r^1 f(\infty)=D_r^1 f(T)=0$, т.е. $\int_T^{\infty} D_r^2 f(t)dt=D_r^1 f(\infty)-D_r^1 f(T)=0$, поэтому из (22) следует, что для любого $F\in B,\ F(f)=0,\quad \forall f\in LR'W_{p,v}^2(r).$

Тогда $\overset{\circ}{W}{}^{2}_{p,v}(r) \supset LR'W^{2}_{p,v}(r)$ и выполнено (14).

Пусть, теперь, выполнено (3). В этом случае функция (21) принадлежит пространству $L_{p',v^{1-p'}}(I)$ и функционал $F \in B$ имеет вид

$$F(f) = \beta_0 \int_T^\infty D_r^2 f(t)dt + \beta_1 \int_T^\infty \int_T^t r^{-1}(x)dxD_r^2 f(T)dt, \quad \forall f \in LRW^2_{p,v}(r). \tag{23}$$

Из условий $D_r^1 f(\infty) = D_r^1 f(T) = 0$, следует $\int_T^\infty D_r^2 f(t)dt = 0.$ $f \in W^2_{p,v}(r)$. Интегрируя второе слагаемое в (23) по частям и с учетом $f(T) = f(\infty) = D_r^1 f(\infty) = 0$ имеем

$$\int_T^\infty \int_T^t r^{-1}(x)dxD_r^2 f(T)dt = -\lim_{t\to\infty} \int_T^t r^{-1}(x)dx \int_t^\infty D_r^2 f(\tau)d\tau = 0. \tag{24}$$

Тогда из (23) следует, что для любого $F \in B,\ F(f) = 0, \quad \forall f \in LRW^2_{p,v}(r).$

Следовательно, $\overset{\circ}{W}{}^{2}_{p,v}(r) \supset LRW^{2}_{p,v}(r)$ и выполнено (15).

Обращение в нуль последнего предела в (24) следует из следующих соотношений.

$$\int_T^t r^{-1}(x)dx \int_t^\infty \left|D_r^2 f(\tau)\right| d\tau \le \int_T^t r^{-1}(x)dx \left(\int_t^\infty v^{1-p'}(t)dt \right)^{\frac{1}{p'}} \left\|D_r^2 f\right\|_{p,v},$$

$$0 = \lim_{z\to\infty} \left(\int_z^\infty v^{1-p'}(t) \left(\int_T^t r^{-1}(x)dx \right)^{p'} dt \right)^{\frac{1}{p'}} \ge \lim_{z\to\infty} \int_T^z r^{-1}(x)dx \left(\int_z^\infty v^{1-p'}(t)dt \right)^{\frac{1}{p'}}.$$

Теорема 1 доказана.

Список использованной литературы

1 *Мазья В.Г. Пространства С.Л.Соболева. Л.: Изд-во Ленингр.ун-та. 1985 . 416 с.*

2 *Бесов О.В. О плотности финитных функций в весовом пространстве С. Л. Соболева. Тр. МИАН СССР, 161, -1983. -С. 29–47.*

3 *Бесов О.В., Куфнер А. О плотности гладких функций в весовых пространствах. Чехосл. мат. журн. -1968, 18 (93), с. 178-188.*

4 *Кудрявцев Л. Д. О плотности финитных функций в весовых пространствах. ДАН СССР, -1978, 239, -№1, -с. 46-49.*

5 *Лизоркин П. И. О замыкании множества финитных функций в весовом пространстве $W^l_{p,\Phi}$. ДАН СССР, -1978, 239, -№ 4, -с. 789-792.*

6 *Домышева Л. Н. О плотности финитных функций в весовых пространствах. Тр. МИАН СССР, 161, -1983, -с. 106-111.*

7 *Ойнаров Р. О плотности финитных функций в весовых пространствах и весовые неравенства. Докл. АН СССР, 303:3 (1988), -с. 559–563.*

МРНТИ 14.25.09
УДК 372.851

А.Б. Акпаева[1]*, Л.А. Лебедева* [1]*, М.Ж. Мынжасарова*[1]
[1]*Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан*

О ПРОБЛЕМЕ ИЗУЧЕНИЯ ТРУДНЫХ ТЕМ В КУРСЕ МАТЕМАТИКИ 4 КЛАССА ОБНОВЛЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы изучения трудных тем в курсе математики 4 класса. Приведен анализ содержания программы и его реализации в УМК «Математика». Обновленное содержание математического образования начальной школы имеет существенные отличия от предыдущих поколений программ. Отличительной особенностью программы 4 класса является то, что материал не равномерно распределен по полугодиям, включены несколько трудных тем, ранее не изучаемые в начальной школе.

При разработке учебника 4 класса авторами была создана система упражнений, реализующая деятельностный подхода к обучению. Восприятие информации происходит в три этапа. На каждом уроке на этапе рефлексии предложены опоры для обмена мнениями, мотивации к приобретению нового знания, оценки процесса учения.

Ключевые слова: обновленное содержание, обучение математике, содержание курса математики, трудные темы, система упражнений.

Аңдатпа

А.Б. Ақпаева[1]*, Л.А. Лебедева*[1]*, М.Ж. Мынжасарова* [1]
[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЖАҢАРТЫЛҒАН БІЛІМ БЕРУ МАЗМҰНЫНЫҢ 4-СЫНЫП МАТЕМАТИКА КУРСЫНДАҒЫ ҚИЫН ТАҚЫРЫПТАРДЫ ОҚЫП ҮЙРЕНУ МӘСЕЛЕСІ ТУРАЛЫ

Бұл мақалада 4-сыныптың математика курсында қиын тақырыптарды оқып үйренудің кейбір мәселелері қарастырылған. Бағдарламаның мазмұны мен оның "Математика" ОӘК-де жүзеге асырылуына талдау жасалады. Бастауыш мектептегі математикалық білімнің жаңартылған мазмұнының алдыңғы бағдарламалардан айтарлықтай айырмашылықтары бар. 4-сынып бағдарламасының айрықша ерекшелігі – материал жарты жылдық бойынша біркелкі бөлінбеген, сондай-ақ бастауыш мектепте бұрын оқылмайтын бірнеше қиын тақырыптар енгізілген. 4-сынып оқулығын әзірлеу кезінде авторлармен оқытудың іс-әрекеттік тәсілдемесін жүзеге асыратын жаттығулар жүйесі жасалған.

Ақпаратты қабылдау үш кезеңнен тұрады. Әрбір сабақта рефлексия кезеңінде жаңа ақпарат туралы пікір алмасуға, жаңа білімді алуға ынталандыруға, жаңа ақпарат пен бар білімі арасында қатынас орнату, өзінің позициясын өңдеу, оқу үдерісін бағалауға екпін ұсынылған.

Түйін сөздер: жаңартылған мазмұн, математиканы оқыту, математика курсының мазмұны, қиын тақырыптар, жаттығулар жүйесі.

Abstract

ABOUT THE PROBLEM OF STUDYING DIFFICULT TOPICS IN THE COURSE OF MATHEMATICS 4 CLASSES OF UPDATED EDUCATION CONTENTS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

A. B. Akpaeva[1]*, L.A. Lebedeva*[1]*, Mynzhasarova M. Zh.* [1]
[1]*Abai Kazakh national pedagogical University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

It is considered some issues of studying sophisticated themes in the 4th grade mathematics course. The analysis of the content of the program and its implementation in the educational-methodical complex "Mathematics" is discussed. The updated content of the mathematical education of elementary schools has significant differences from previous generations of programs.

A distinctive feature of the 4th grade syllabus is that the material is not evenly distributed throughout the half-year periods, and several difficult themes not previously studied in elementary school are also included, and the authors created an exercise system that implements an activity-based approach to learning.

Keywords: updated content, teaching mathematics, the content of the mathematics course, sophisticated themes, exercise system.

Введение

Обновленное содержание образования, переход на которое осуществляется в Республике Казахстан с 2016 года, и его реализация в УМК является сейчас одной и самых обсуждаемых тем школьного образования. Обновленное содержание математического образования сориентировано на формирование культуры и самостоятельности мышления младших школьников, элементов учебной деятельности средствами и методами учебных предметов (в частности – математики). В ходе обучения учащиеся должны овладеть общим способам действий, осуществляя пошаговый контроль и самооценку деятельности (с целью установления соответствия своих действий намеченному плану).

Методология исследования

Методологической основой нашего исследования явилась теория поэтапного формирования умственных действий (Гальперин П.Я., Талызина Н.Ф.), психологическая теория развития личности в деятельности (Выготский Л.С., Леонтьев А.Н., Рубинштейн С.Л.) и основанная на этих идеях методика формирования предметных умений и навыков.

Результаты исследования

Изучение трудных тем в курсе математики 4 класса по обновленной программе [1] становится более результативным при реализации деятельностного подхода к обучению. Суть такого подхода состоит в формировании учебной деятельности учащихся при изучении учебного материала. Необходимо формировать у учащихся такие виды деятельности, которые с самого начала включают в себя заданную систему знаний, умений и способов действий и предусматривают их применение в при изучении взаимосвязанных тем.

Содержание учебного материала позволяет, на наш взгляд, внести небольшие (допустимые регламентирующими нормативными документами) изменения в последовательность изучения некоторых вопросов, входящих в программу курса. Это обусловлено логикой изложения учебного материала и методическими подходами к обучению математики младших школьников. При разработке учебника 4 класса нами разработана система упражнений, отражающая основные достижения психолого-педагогических и методических исследований. В частности, новые знания в нашей системе обучения вводятся не через подачу «готового материала», а через самостоятельно «открытие» этого знания детьми. Как показывает практика, такой подход позволяет существенно увеличить прочность и мобильность изученного, а также повысить темп изучения учебного материала без перегрузки детей и дополнительных затрат учебного времени.

Дискуссия

Как показывает практика, проблема прочности и мобильности математических знаний и способов деятельности является одной из наиболее важных в обучении младших школьников. Ученики, в большинстве случаев, не осознают уже сформированные умения и навыки как опорные для формирования новых. Не всегда формируются внутрипредметные и межпредметные связи. Остановимся на анализе содержания программы и его реализации в УМК «Математика» для 4 класса (авторы Акпаева А.Б., Лебедева Л.А., Мынжасарова М.Ж., Лихобабенко Т.В.) [2], [3], [4], [5]. Данный учебник является базовым, продолжает традиции УМК для 2-3 класса (авторы Акпаева А.Б., Лебедева Л.А., Мынжасарова М.Ж., Лихобабенко Т.В.), но имеет свои особенности. Рассмотрим некоторые вопросы содержания обучения в 4 классе, которые ранее не изучались в начальных классах, либо изучались в меньшем объеме.

Перспективный план типовой учебной программы «Математика» согласно обновленному содержанию дисциплины в 4 классе включает 8 лексических тем и 12 разделов в учебном году (таблица 1).

Отличительной особенностью программы 4 класса является то, что все вычислительные приемы (как устные, так и письменные) изучаются в первом полугодии: устные вычисления с многозначными числами; деление с остатком и без остатка на 10, 100, 1000; устное умножение и деление дву/трехзначных чисел на однозначное число; алгоритмы умножения и деления многозначных чисел, оканчивающихся нулями, на однозначное и двузначное числа; деление многозначных чисел на двузначное число с остатком и без; деление многозначных чисел на трехзначное число с остатком и без остатка; деление многозначных чисел на дву/трехзначное число, когда в записи частного есть нули и выполнение обратного действия – умножения.

Таблица 1. Перспективный план учебной программы «Математика» 4 класс

1-четверть	*2–четверть*	*3-четверть*	*4–четверть*
1. «Моя Родина – Казахстан!» *2. «Человеческие ценности»*	*3. «Культурное наследие»* *4. «Мир профессий»*	*5. «Природные явления»* *6. «Охрана окружающей среды»*	*7. «Путе шествие в космос»* *8. «Путе шествие в будущее»*
1А - Нумерация многозначных чисел и действия с ними.	*2А – Умножение и деление*	*3А - Решение задач на движение, урожайность.*	*4А - Уравнения и неравенства, выражения.*
1В - Умножение и деление на однозначное число	*2В - Решение задач*	*3В - Дроби и проценты. Задачи.*	*4В - Задачи.*
1С - Скорость, время, расстояние		*3С - Окружность, круг*	*4С - Треугольники. Симметрия.*
1D - Геометрические фигуры			

Такое наполнение программы создает определенные трудности, т.к. времени на отработку вычислительных приемов практически не остается. Все перечисленные приемы достаточно сложные и требуют времени на отработку и усвоение в различных видах деятельности.

Неравномерность распределения изучаемого материала по сложности вызывает затруднения у учащихся и педагогов. Поэтому в учебнике мы старались включать в течении года задания, позволяющие их повторять.

Мы исходили из того, что организация деятельности учащихся при работе с системой упражнений непосредственно связана с определенным уровнем мыслительной активности учащихся, на котором эта деятельность должна протекать. Уровень мыслительной активности регулируется с помощью заданий системы. В этом смысле сама система упражнений организует деятельность учащихся. При использовании в обучении разработанной нами системы упражнений нами были учтены и возможные формы организации деятельности учащихся.

Как известно, форма деятельности учащихся зависит от характера ее протекания и от степени самостоятельности (или от степени помощи учителя) учащихся. Деятельность учащихся может осуществляться в устной или письменной форме. Наличие (или отсутствие) помощи учителя определяет самостоятельную или несамостоятельную работу. Так как управление умственной деятельностью учащихся может осуществляться косвенными путями, прямыми путями или их сочетанием, мы при разработке системы упражнений, постепенно повышали уровень самостоятельности мышления и деятельности школьников.

В программе 4 класса имеется нарушение логической последовательности целей, связанных с решением уравнений и решением задач при помощи уравнения. Цель «4.5.1.9 решать арифметическим и алгебраическим способами задачи на встречное движение, движение в противоположных направлениях» дается во второй четверти, а знакомство с решением усложненных уравнений такого вида (нового для учащихся) – лишь в 4 четверти: «4.2.2.2 решать уравнения вида $39+490:k=46$, $230\cdot a+40=1000:2$». С точки зрения логики построения учебного материала, правильно было бы познакомить детей с решением усложненный уравнений разных видов, в том числе тех, на которых будет базироваться решение задач, а затем переходить к решению задач при помощи таких уравнения.

Особую сложность вызовут темы, ранее не изучаемые в начальных классах. Речь идет о таких темах, как сложение и вычитание обыкновенных дробей, сравнение дробей с равными числителями (равными знаменателями), смешанные числа, решение двойных неравенств, проценты, графики движения, множества, свойства множеств, признаки делимости натуральных чисел на 2, 5, 10. Все указанные темы дублируются в программе 5 класса, причем примерно в таком же объеме. Анализ учебников 5 класса показывает, что по 2-3 урока каждой из этих тем совпадает с 4 классом. Мы предполагаем, что изучение этих тем будет сложным и для учителей начальных классов, так как в педагогических ВУЗах методики изучения данных тем не изучались. В период обновления содержания образования данные темы вошли в курс методики обучения математике, однако для большей части учителей эти темы являются трудными.

Еще одна сложность, связанная с введением ранее не изучавщихся в начальной школе тем. При том же количестве часов в неделю объем учебного материала начальной школы не сократился, а увеличился, за счет введения указанных тем и еще большого количества геометрических тем (построение и изменение углов, окружностей, симметричных фигур и пр.). Все это занимает много времени и не позволяет как раньше в полной мере отработать знания и способы действий, которые должны быть автоматизированы, доведены до навыка, именно в начальной школе, как базовые, необходимые для дальнейшего обучения математике в последующих классах. Речь идет об автоматизации навыка устных и письменных вычислений, об умении решать задачи разных видов (в том числе и алгебраическим способом, задачи на движение двух тел в противоположных направлениях и в одном направлении, на совместую работу, на урожайность, производительность и т.д.).

В связи с этими новыми вопросами программы в УМК мы постарались найти досупные приемы и методы подачи материала, запланировали распределенное по всему году повторение и применение знаний. Рассмотрим некоторые вопросы, связанные с трудными темами и виды работы над матеариалом.

Известно, что арифметическим способами задачи на урожайность и движение дети решали и по старой программе. А алгебраический способ решения задач на движение вдогонку и с отставанием, на урожайность, на производительность вводятся впервые. Для этого в учебнике, согласно разработанной нами системе построения урока изучения нового материала, дети сначала составляют алгоритм решения такой задач уравнением, а затем предлагаются разнообразные виды работы над задачами: «одевание» схемы, чертежа; составление чертежа, задачи по чертежу, решение задач с лишними данными, объяснение смысла выражений, поиск неизвестного в задаче, творческие задания по составлению задач с данными. Причем задания даются как индивидуально, так и в паре, группе. Чтобы дети имели возможность объяснять ход своих мыслей, находиться в совместном поиске.

Примеры заданий из учебника [4, с.92] приведены на рисунках 1 и 2.

ТВОРЧЕСКАЯ РАБОТА

8 Составь задачи на встречное и противоположное движение, используя данные таблицы и схемы.

	v
Скоростной поезд	220 км/ч
Скорый поезд	140 км/ч
Товарный поезд	65 км/ч
Легковой автомобиль	85 км/ч
Автобус	65 км/ч
Грузовой автомобиль	58 км/ч

РАБОТА В ГРУППЕ

9 Прочитай условие. Есть ли в задаче лишние данные? Реши задачу.

Между городами расстояние 720 км. В 8 часов утра две группы туристов вышли из них одновременно навстречу друг другу и, двигаясь равномерно, встретились через 16 дней на расстоянии 320 км от первого города. Сколько километров в день проходила каждая группа?

Рисунок 1. Задания творческого поискового характера

На рисунке 2 приведен пример комплексного задания [4, с.51]. Его выполнение позволяет ребенку осознать и применить целый ряд усвоенных знаний, умений и способов деятельности: провести анализ задач определенного вида, по условию подобрать соответствующую схему, соотнести данные и искомое, составить уравнения, объяснить, в чем сходство и отличие решаемых задач.

РАБОТА В ПАРЕ

6 Найди к каждой задаче схему и подбери уравнение.

а) Расстояние между городом и посёлком – 210 км. Студент выехал из города в посёлок сначала на автобусе, который шёл со скоростью 50 км/ч. Затем на попутной машине он проехал оставшиеся 60 км. Сколько времени он ехал на автобусе?

50 · x – 60 = 210

50 · x + 60 = 210

б) Расстояние от города до посёлка – 210 км. Чтобы попасть из города в посёлок, студент ехал 3 часа на автобусе со скоростью 50 км/ч. Оставшийся путь он проехал на попутной машине. Какое расстояние проехал студент на попутной машине?

50 · 3 + x = 210

x – 50 · 3 = 210

Рисунок 2. Пример комплексного задания

Круговые диаграммы и графики - принципиально новая тема в программе 4 класса. Для реализации целей «4.5.1.1 моделировать задачу в виде чертежа, алгоритма, круговой диаграммы, графика» и «4.5.2.5 интерпретировать информацию, сравнивать и обобщать данные, строить графики движения, составлять чертеж к задачам на движение» мы разработали задания на чтение, составление, дополнение графиков и диаграмм. Следует отметить, что задания подобраны в последовательности, в соответствии с разработанной системой. На рисунке 3 – пример задания на чтения диаграммы [4, с.7].

4 Рассмотри диаграмму. Ответь на вопросы.

а) Каких дней в году больше всего?

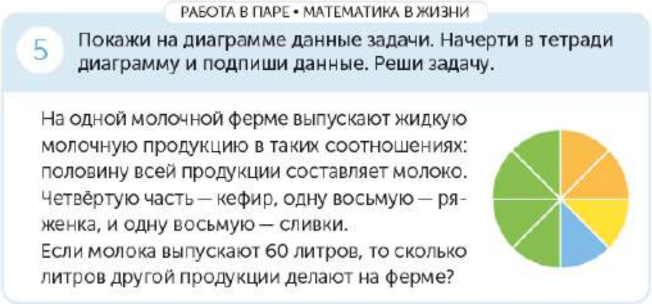
б) Какую долю от общего числа дней в году занимают солнечные дни? Облачные дни? Дни со снегом?

в) Сколько примерно дней в году стоит пасмурная погода?

г) Сравни количество дней в году с осадками (дождь, снег) и облачных дней без осадков.

Рисунок 3. Пример задания на чтение диаграммы

Далее – рисунке 4 на применение знаний в повседневной жизни, с опорой на изученный материал, в соответствии с лексической темой.



РАБОТА В ПАРЕ • МАТЕМАТИКА В ЖИЗНИ

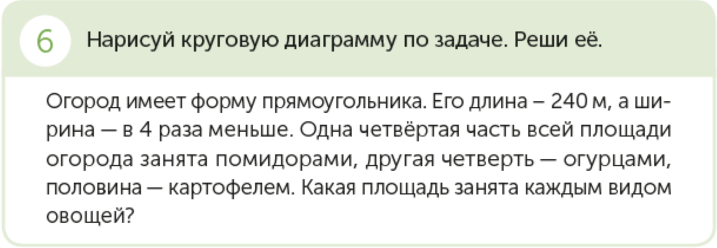
5 Покажи на диаграмме данные задачи. Начерти в тетради диаграмму и подпиши данные. Реши задачу.

На одной молочной ферме выпускают жидкую молочную продукцию в таких соотношениях: половину всей продукции составляет молоко. Четвёртую часть – кефир, одну восьмую – ряженка, и одну восьмую – сливки.

Если молока выпускают 60 литров, то сколько литров другой продукции делают на ферме?

Рисунок 4. Задание на применение знаний в повседневной жизни

И в завершении – ребенок самостоятельно составляет диаграмму по задаче, что является показателем усвоения темы, образец - рисунке №5.



6 **Нарисуй круговую диаграмму по задаче. Реши её.**

Огород имеет форму прямоугольника. Его длина – 240 м, а ширина — в 4 раза меньше. Одна четвёртая часть всей площади огорода занята помидорами, другая четверть — огурцами, половина — картофелем. Какая площадь занята каждым видом овощей?

Рисунок 5. Задание на самостоятельное применение изученного

Дроби и проценты – тема новая для начальной школы. Если работа с дробями в небольшой степени известна учителям, то работа с процентами еще не встречалась основной массе учителей. Цели программы очень обширны: «4.1.1.5 понимать, что процент – сотая часть целого»; «4.5.2.4** использовать для обозначения процента символ % (10 %, 20 %, 25 %, 50 %, 75%, 100 %)», «4.2.1.5 сравнивать обыкновенные дроби с одинаковыми числителями или с одинаковыми знаменателями, сравнивать на числовом луче»; «4.5.2.1 использовать части плоской фигуры и числовой луч для иллюстрации образования, сравнения, сложения и вычитания обыкновенных дробей»; «4.2.1.4 выполнять сложение и вычитание обыкновенных дробей с одинаковыми знаменателями»; «4.1.1.6 различать правильные, неправильные дроби, смешанные числа»; «4.5.1.3 анализировать и решать задачи: на нахождение части от целого, составлять и решать обратные задачи». Как видим, объем учебного материала очень велик, количество времени на его изучение – минимально. Для эффективного усвоения данных вопросов в учебнике нами выстроена система работы (согласно технологии деятельностного подхода), от практических примеров к составлению правила или алгоритма, и от него к практике. Например, такие темы как сравнение дробей и сложение и вычитание дробей с одинаковыми знаменателями, правильные и неправильные дроби, смешанные числа вводятся на наглядном материале (геометрических фигурах), в том числе на числовой прямой.

Еще одна новая для начальной школы тема: «Усложненные уравнения и двойные неравенства. Упрощение выражений». Этот материал предполагает опору на абстрактное мышление, которое еще только формируется в младшем школьном возрасте. Поэтому мы старались дать детям не сразу «сухую» теорию, а через жизненный пример рассмотреть понятие и вывести правило. Далее – система упражнений тренировочного характера, в разнообразных видах и формах деятельности.

В учебнике 4 класса большое внимание уделено общему и математическому развитию учащихся, активизации их познавательной деятельности, укреплению связи обучения с жизнью. «В учебный материал каждого урока включены задания развивающего, систематизирующего, обобщающего, творческого характера. Усилена практическая направленность курса, представлена серия заданий «Математика в жизни». Такое конструирование заданий помогает ребенку применять знания в обыденной жизни, показывает ценность математических знаний» [6].

Отметим, что наш коллектив старался максимально облегчить работу учителя по работе со сложными темами за счет подбора материала, за счет разработки наполнения УМК: электронная платформы Opiq, рабочая тетрадь, электронное наборное полотно, презентации к урокам, которые вместе с подробными поурочными планами вышли на дисках.

Заключение

Для формирования полноценных знаний, умений, навыков и способов действий в УМК для 4 класса нами предложена специальная система упражнений. Данная система предполагает активное, осознанное усвоение учебного материала. Представленные упражнения соответствуют целям каждого из этапов формирования умений и навыков, обеспечивают необходимую познавательную активность учащихся при их выполнении, а также необходимый уровень самостоятельности. В процессе выполнения упражнений учащиеся решают учебные задачи и одновременно овладевают общими приемами учебной деятельности. А также учатся применять изученный материал в повседневной жизни (благодаря внедрению лексических тем в учебный материал). При этом каждая новая тема курса требует активного использования ранее изученного материала, что позволяет выстроить знания, умения и навыки в определенную систему.

Список использованной литературы:

1 Типовая учебная программа по учебному предмету "Математика 1-4", утвержденная приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 20 сентября 2018 года № 469 «О внесении изменений в приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 3 апреля 2013 года № 115

2 Математика. Учебник. Для 4 класса 11-летн.школы. 1 часть Алматы: Алматыкітап баспасы, 2019. - 152 с.

3 Математика. Учебник. Для 4 класса 11-летн.школы. 2 часть Алматы: Алматыкітап баспасы, 2019. - 152 с.

4 Математика. Учебник. Для 4 класса 11-летн.школы. 3 часть Алматы: Алматыкітап баспасы, 2019. - 152 с.

5 Математика. Учебник. Для 4 класса 11-летн.школы. 4 часть Алматы: Алматыкітап баспасы, 2019. - 152 с.

6 Акпаева А.Б Особенности учебно-методического комплекса "Математика 4 класс" издательства "Алматыкітап баспасы" для апробации по обновленной программе Республики Казахстан Научный журнал ГАОУ ВО МГПУ «Известия ИППО» № 2/2019 http://ippo.selfip.com:85/izvestia/akpaeva-a-b-osobennosti-uchebno-metodi/

МРНТИ 14.35.07
УДК 378.37

А.Б. Акпаева [1], Л.А. Лебедева [1], А.Д. Рыскулбекова [1]

[1]Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан

ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ОБНОВЛЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "МАТЕМАТИКА" В НАЧАЛЬНЫХ КЛАССАХ

Аннотация

В статье рассматривается образец планирования и описание организации практических занятий по дисциплине обязательного компонента образовательной программы КазНПУ им.Абая специальности 6В013001-подготовка учителей без предметной специализации (ПМНО). Приведены: академическая политика курса, опыт оценивания работ, последовательность изучения тем. Система практических работ позволяет усложнять формируемые умения от логико-дидактического анализа локальных единиц учебного материала до логико-дидактического анализа реализации линий в школьных учебниках. В содержании практических работ учитываются два фактора: раскрытие содержательной и организационной специфики содержания курса математики; сформированность учебных и методических умений к педагогическим практикам. Практические занятия направлены на то, чтобы студенты постоянно ощущали рост сложности выполняемых заданий, были заняты творческой работой, поисками точных решений.

Ключевые слова: подготовка учителя начальных классов, методика обучения математике, обновленное содержание обучения математике в начальных классах.

Аңдатпа

А.Б. Ақпаева [1], Л.А. Лебедева [1], А.Д. Рысқұлбекова [3]

[1] Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ЖАҢАРТЫЛҒАН МАЗМҰН БОЙЫНША БАСТАУЫШ СЫНЫПТАРДА "МАТЕМАТИКА" ПӘНІН ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ БОЙЫНША ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТАРДЫ ЖОСПАРЛАУ ЖӘНЕ ҰЙЫМДАСТЫРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақалада Абай атындағы ҚазҰПУ-дың 6В013001-пәндік мамандандырусыз мұғалімдерді дайындау (БОПӘ) мамандығының жаңа білім беру бағдарламасының міндетті компоненті бойынша пәннің практикалық сабақтарын ұйымдастыру ерекшеліктерін сипаттау мен жоспарлау үлгісі қарастырылады. Курстың академиялық саясаты, барлық жұмыс түрлерін бағалау тәжірибесі, тақырыптарды оқыту зерттеу реті келтіріледі. Математиканы оқыту әдістемесі бойынша практикалық жұмыстар жүйесі оқу материалының локальді бірліктеріне логикалық-дидактикалық талдаудан бастап барлық оқу кезеңдерінде мектеп оқулықтарындағы белгілі бір желілерді жүзеге асырудың логикалық-дидактикалық талдауына дейін қалыптасатын оқу және әдістемелік біліктерін біртіндеп күрделендіруге мүмкіндік береді. Практикалық жұмыстардың мазмұнында мынандай екі фактор ескеріледі: 1-4 сынып математикасы курсы мазмұнының мазмұндық және ұйымдастырушылық ерекшеліктерін ашу; педагогикалық практикаларға оқу және әдістемелік біліктердің қалыптасуы.

Түйін сөздер: Бастауыш сынып мұғалімдерін дайындау, математиканы оқыту әдістемесі, бастауыш сыныптардағы математика, бастауыш сыныптарда математиканы оқытудың жаңартылған мазмұны.

Abstract

FEATURES OF PLANNING AND ORGANIZING PRACTICAL CLASSES ON THE METHODOLOGY OF TEACHING THE UPDATED CONTENT OF THE DISCIPLINE "MATHEMATICS" IN PRIMARY SCHOOL

Akpaeva A.B. [1], *Lebedeva L.A.* [1], *RiskulbekovaA.D.*[1]

[1] *Abai Kazakh national pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The article considers a sample of planning and description of the features of organizing practical classes on the subject of the mandatory component of the new educational program of KazNPU Abai specialty 6V013001. Given: academic policy of the course, experience in evaluating all types of work, the sequence of studying topics. The system of practical works on the methodology of teaching mathematics allows you to gradually complicate the formed educational and methodological skills from the logical-didactic analysis of local units of educational material to the logical-didactic analysis of the implementation of certain lines in school textbooks throughout the entire period of training.

Keywords: Training of primary school teachers, methods of teaching mathematics, mathematics in primary school, updated content of teaching mathematics in primary school.

Введение

Практические занятия по методике преподавания математики направлены на систематизацию, расширение и углубление теоретических знаний. На этих занятиях формируются навыки профессиональной деятельности. Лабораторные и практические работы имеют цель – сформировать профессиональные умения учителя начальной школы, связанные с обучением младших школьников математике. При этом решаются такие задачи: выработать те методические умения, которые возможно сформировать в процессе аудиторных занятий (умение ставить цели темы, урока, изучения вопроса, решения задачи, и т.п.; умение подбирать учебный материал и средства обучения для достижения цели и разрабатывать методику реализации поставленной цели); научить разрабатывать конспекты и планы урока; сформировать умения проводить и анализировать уроки математики в начальной школе.

Для реализации этих задач необходима предшествующая подготовка студентов по математике, педагогике и психологии. Это непосредственно обусловлено и тем, что обновленная программа «ориентирована на одно из основных требований к процессу обучения на современном этапе организацию активной деятельности обучающегося по самостоятельному «добыванию» знаний. Такой подход способствует не только приобретению предметных знаний, социальных и коммуникативных навыков, но и личностных качеств, которые позволяют ему осознавать собственные интересы, перспективы и принимать конструктивные решения» [1]. Поскольку методические дисциплины изучаются после изучения вышеперечисленных курсов, практические и лабораторные занятия по методике позволяют актуализировать знания студентов по этим дисциплинам с учетом обновленного содержания начального математического образования.

Методология исследования

Теоретико-методологическую основу исследования составили: теории учебной деятельности (Л.С. Выготский, Д.Б. Эльконин, В.В. Давыдов и др.); теории формирования исследовательских умений (В.А. Сластенин, М.Г. Ярошевский); теоретические положения о научно-исследовательской деятельности (А.М. Новиков); этапы осуществления исследовательской деятельности (А.В. Леонтович); общие подходы к изучению и развитию учебной мотивации (Л.И. Божович, И.А. Зимняя); положение о полимотивированности научно-исследовательской деятельности (А.Н. Леонтьев); теоретические положения системного, компетентностного; аксиологического и интегративного подходов.

Для решения исследовательских задач были использованы следующие методы: метод теоретического анализа, индукции, дедукции философской, педагогической, психологической и методической литературы для определения объекта, предмета, гипотезы, задач исходных положений и основных направлений в разработке и организации исследования, моделирование.

Результаты исследования

Многолетний опыт преподавания методических дисциплин позволил определить этапы формирования методических умений и их содержание. На первом этапе студенты овладевают умением ориентироваться в предметном содержании методической деятельности. Для этого при изучении раздела программы «Начальный курс математики как учебный предмет и организация его изучения» проводятся практические занятия, цель которых – научить студентов отвечать на вопросы: какие математические понятия, законы, свойства и способы действий нашли отражение в начальном курсе математики; в каком виде они предлагаются детям; в какой последовательности изучаются.

Иначе говоря, происходит овладение умениями логико-математического анализа программы, учебного материала учебников математики начальной школы, дидактических пособий, подбора упражнений и задач как средства обучения конкретному содержанию, составления и оценивания контрольных работ для учащихся и анализа ее результатов. Прослеживается преемственная связь обучения математике в детском саду и в среднем звене школы. Вся названная группа умений может быть сформирована без выхода в школу.

Цель данного этапа научиться анализировать учебный материал с точки зрения развития содержания и форм организации учебного материала в УМК. Поскольку количество аудиторных часов, отведенных на изучение данной темы не велико, необходимо организовать самостоятельную работу студентов, направленную на овладение данным материалом. Самостоятельная работа должна проводится и при изучении других тем курса на всех этапах учебного процесса. Целенаправленное использование различных видов самостоятельной работы положительно влияет на совершенствование профессиональной подготовки учителя. Студент получает целостное представление о каждой теме.

Второй этап возвращает студента к логико-методическому анализу учебного материала, но уже с новой методической нагрузкой. Этот этап связан с формированием умений целеполагания, отбора учебного материала и средств обучения в соответствии с поставленными целями и сформулированными учебными задачами.

Второй этап наиболее сложный и трудный. Суть заключается в том, что на отдельных темах существенно значимых в содержании курса и в то же время локальных по организации формируются методические умения ставить цель и определять мотивы изучения темы. В соответствии с поставленными целями выполняется логико-дидактический анализ теоретического материала темы и типизация математических задач.

Умение выделять центральный (опорный) материал темы, ставить цели для его изучения и отбирать в соответствии с этим средства и методы обучения – это основные методические умения, которые требуются молодому педагогу. Второй этап включает в себя формирование умений выполнять логико-дидактический анализ учебного материала УМК, с целью выяснения реализации в учебнике какой-либо математической линии. Здесь принимаются во внимание цели, формы и методы реализации той или иной линии с учетом развития знаний учащихся и порядка изложения материала. Для анализа четко определяются цели и мотивы изучения выбранной линии, раскрываются сферы применения этого материала, подбираются средства формирования понятийного аппарата, разрабатывается система оценок достигнутых результатов.

Согласно программе курса на данном этапе студентами изучается система понятий, законов, свойств и способов действий, получившая отражение в начальном курсе математики I - IV классов, а также последовательность изучения учебного материала. Студенты должны научиться самостоятельно подбирать задания, иллюстрации, наглядные пособия, используемые при рассмотрении основных вопросов курса математики начальной школы, самостоятельно подбирать и составлять упражнения, связанные с подготовкой учащихся к изучению новых понятий и способов действий по всем вопросам курса.

На третьем этапе студенты овладевают умением организовывать деятельность учащихся, направленную на изучение математических понятий, свойств и способов действий. При этом ее результатом должно стать усвоение знаний, умений и навыков и математическое развитие детей. На этом этапе рассматриваются различные подходы к обучению школьников решению текстовых задач, овладение методическими приёмами организации деятельности, направленной на формирование умений решать текстовые задачи. Отметим, что практические занятия по методике обучения математике младших школьников должны ориентировать студентов на овладение умениями организовывать как репродуктивную, так и продуктивную деятельность учащихся. «Включение мыслительных операций в процесс усвоения математического содержания – одно из важных условий построения развивающего обучения, так как продуктивная (творческая деятельность) оказывает положительное влияние на развитие всех психических функций» [2, с.165].

Третий этап имеет цель - овладеть приемами методической деятельности, связанной с формированием дидактических и методических умений планировать, отбирать материал для урока и составлять развернутые фрагменты урока и целиком конспекты уроков, проводить и анализировать уроки математики, наблюдать уроки. На данном этапе методической подготовки проводятся занятия, которые позволяют поставить студента в ситуации, когда он выполняет роль учителя. В процессе подготовки к занятиям используются различные познавательно-практические задания. Например, задания, создающие ситуацию выбора и позволяющие развивать педагогическое мышление студентов. Данный этап направлен на овладение умениями: организовывать на уроке деятельность учащихся при подготовке к изучению новых понятий и способов действий, при знакомстве с новыми понятиями и способами действий, при закреплении знаний, умений и навыков, при проверке результатов обучения, при организация домашней работы; организации на уроке деятельности учащихся по развитию их познавательных способностей, творческой деятельности учащихся на уроках математики.

Такое построение программы курса, позволяет организовать деятельность студентов так, чтобы при подготовке и проведении каждого практического занятия обучающемуся необходимо было бы охватить все этапы организации деятельности детей по усвоению знаний, умений, навыков и способов деятельности. Таким образом, студент выполняет все функции учителя по подготовке к уроку и его проведению.

Важное место среди методических умений занимает формирование умения анализировать урок, фрагмент урока. Именно поэтому на каждом занятии студенты не только демонстрируют подготовленные ими фрагменты уроков, но и дают подробный анализ. В результате анализа могут быть предложены другие варианты решения задачи урока, фрагмента урока. Такая установка помогает развивать самостоятельность и инициативность студентов, позволяет проявить им свой личностный потенциал. В процессе подготовки, проведения и обсуждения проведенных уроков (фрагментов уроков) формируется правильное отношение к методической деятельности учителя на уроке как к деятельности, включающей в себя не только методический, но и математический и психолого-педагогический аспекты.

Поскольку организация реального наблюдения процесса обучения математике в школе в течение всего времени изучения курса методики преподавания математики затруднена, лабораторные занятия позволяют моделировать процесс обучения в вузовской аудитории, активизировать деятельность студентов направленную на овладение методическими умениями и навыками. Мы считаем, что эффективным средством профессиональной подготовки учителя начальных классов являются учебно-методические видеофильмы. Их использование на лабораторных занятиях по методике преподавания математике имеет большой потенциал.

Такое построение позволяет детально рассмотреть на занятиях процесс подготовки и организации деятельности детей на каждом этапе усвоения знаний, умений, навыков (этап подготовки, введения нового, закрепления, проверки знаний, развития познавательных и творческих возможностей учащихся).

Дискуссия

На основе длительного опыта преподавания дисциплины "Методика обучения математике" в КазНПУ имени Абая с учетом обновленного содержания программы для начальной школы РК нами предложена система заданий для освоения содержания курса, суммативного и формативного оценивания студентов на основе кредитной технологии обучения в соответствии с типовой программой дисциплины и требованиям современных образовательных программ бакалавриата. Правильность предлагаемого построения курса подтверждается аналогичными исследования ряда авторов: Калинченко А.В. [3], Кушнир М.П., Мендыгалиевой З.М. [4], Белошистой А.В. [5].

Курс разработан с целью обобщения теоретических знаний по основным вопросам методики обучения математике в начальной школе, формирования практических навыков самостоятельной работы по подбору необходимых заданий для учащихся при изучении вопросов программы, а также умений разрабатывать краткосрочное планирование урока математики, развития у студентов творческого поиска. Работа на занятиях может проводиться в индивидуальной, групповой форме, в парах. Это дает возможность студентам научиться решать проблемы коллективно, высказывать свое мнение, слышать мнение других, отстаивать и обосновывать свою точку зрения. Выполнение работ готовит студентов к различным видам учебной практики: к практике пробных уроков, производственной практике.

В содержание курса входят вопросы общей методики и частных вопросов. Мы сформулировали цели, предложили алгоритм работы, вариативность. Задания условно разделены на два уровня. Первый - обязательный уровень, второй - возможный. Однако отметим, что разбалловка для оценивания, приведенная в каждой работе (таблица 1) может быть скорректирована преподавателем индивидуально. Достижение студентами высокого (второго) уровня позволит сформировать профессиональные компетенции в области решения задач обучения математике младших школьников на более качественном уровне.

Приведем академическую политику курса.

Целью дисциплины "Методика преподавания обновленного содержания дисциплины "Математика"" (или как ранее она называлась "Методика обучения математике") является формирование компетенций студентов, необходимых для профессионального решения учебно-воспитательных задач, возникающих в реальном процессе обучения математике младших школьников.

Основные задачи дисциплины:

- способствовать овладению компетентностями необходимыми для профессиональной деятельности;
- способствовать овладению предметной компетентностью, включающей в себя знания, умения и навыки проектирования, реализации, управления и рефлексии процесса обучения математике младших школьников;
- способствовать овладению технологией проектирования и реализации диагностической и исследовательской деятельности.

Объект дисциплины - методико-математическое образование как компонент педагогического профессионального образования учителя начальных классов.

Предмет дисциплины - процесс формирования базовых и профессиональных компетенций у будущих учителей начальных классов в области обучения математике младших школьников.

Методы изучения дисциплины – получение, анализ, обобщение информации из различных источников, работа с научно-педагогической и специальной литературой; организация и проведение наблюдения; изучение и обобщение педагогического опыта; наблюдение, беседа, анкетирование, тестирование и др.

Академические ценности: Программа дисциплины построена по тематическому принципу. Каждая тема включает перечень основных проблем, которые раскрывают ее содержание, последовательно освещаются в лекционном курсе и изучаются студентами на практических занятиях, а также в процессе самостоятельной работы. Знание данных проблем позволяет студенту в процессе обучения, а преподавателю во время контрольных мероприятий определить степень усвоения отдельных тем дисциплины

Правила академического поведения:

К каждому аудиторному занятию студенты должны подготовиться заранее, согласно графику, приведенному ниже. Подготовка задания должна быть завершена до аудиторного занятия, на котором обсуждается тема.

Домашние задания (СРС) будут распределены в течение семестра, как показано в графике дисциплины, и должны быть отправлены или сданы до указанного педагогом срока. Портфолио по СРС может быть принято как на практических занятиях, так и на занятиях СРСП.

В плане предусмотрено 7 СРСП, на которых студент может не только получить консультацию, но и защитив портфолио повысить свои баллы рубежного контроля. Примерная разбалловка указана нами в таблице "Календарно-тематический план" ниже.

Таблица 1 Календарно-тематический план и система оценивания

Неделя	*Название темы (лекции, практического занятия, СРС)*	*Кол-во часов*	*Максимальный балл*
1	*2*	*3*	*4*
1	*Лекция 1. Методика обучения математике - наука и учебная дисциплина. Характеристика дисциплины как научно-методической основы математики начальной школы*	*2*	*1*
	Практическое занятие 1. Научные основы методики математики в начальных классах	*1*	*5*
	СРС 1 Изучение обновленного содержания дисциплины "Математика"	*3*	*6*
2	*Лекция 2. Содержательно-процессуальная характеристика математики как учебного предмета. Характеристика системы понятий и способов действий и общие подходы к изучению материалов содержательно-методических линий математики*	*2*	*1*
	Практическое занятие 2. Сравнение программ математики начальной школы и последующих за начальной школой классов, анализ перспективно-преемственных связей в обучении математике школьников.	*1*	*5*

	СРС 2 Технология оценивания учебных достижений по математике. Виды диагностики, проверки и контроля результатов обучения математике. ФО, СОР и СОЧ.	*3*	*6*
3	*Лекция 3 Характеристика системы методов, средств и организационных форм обучения математике в начальных классах*	*2*	*1*
	Практическое занятие 3 Технология проектирования и реализации на уроке деятельности младших школьников по формированию предметной и интегрированной компетенций.	*1*	*5*
	СРС 3 Учебно-методический комплекс по математике и назначение, функции, особенности каждого составляющего его компонента.	*3*	*6*
4	*Лекция 4 Научные основы проектирования и организации урока - основной формы обучения математике. Технология организации внеклассной работы по математике.*	*2*	*1*
	Практическое занятие 4 Технологическая карта, конспект и сценарий урока	*1*	*5*
	СРС 4 Технология организации внеклассной работы по математике.	*3*	*6*
	СРСП 1 Консультация и прием портфолио по СРС (за 1-4 недели).	*1*	*30*
5	*Лекция 5. Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Числа и величины» Натуральные числа и число 0. Дроби*	*2*	*1*
	Практическое занятие 5 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Числа и величины» Натуральные числа и число 0. Дроби	*1*	*5*
	СРС 5 Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии «Числа и величины» Натуральные числа и число 0. Дроби.	*3*	*6*
	СРСП 2 Консультация и прием портфолио по СРС (за 5ю неделю).	*1*	*10*
6	*Лекция 6 Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Числа и величины» Величины и их единицы измерения (длина, масса, время) (площадь, объем, емкость)*	*2*	*1*
	Практическое занятие 6 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Числа и величины» Величины и их единицы измерения (длина, масса, время) (площадь, объем, емкость)	*1*	*5*
	СРС 6 Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии линии «Числа и величины» Величины и их единицы измерения (длина, масса, время) (площадь, объем, емкость)	*3*	*6*
7	*Лекция 7 Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Числа и величины» Операции над числами (сложение и вычитание)*	*2*	*1*
	Практическое занятие 7 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Числа и величины» Операции над числами (сложение и вычитание)	*1*	*5*
	СРС 7 Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии«Числа и величины» Операции над числами (сложение и вычитание)	*3*	*6*
	СРСП 3 Консультация и прием портфолио по СРС (за 6-7недели).	*1*	*18*
	Итого 1 Рубежный контроль		*100*
8	*Лекция 8 Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Числа и величины» Операции над числами (умножение и деление)*	*2*	*1*
	Практическое занятие 8 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Числа и величины» Операции над числами (умножение и деление)	*1*	*5*
	СРС8 Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии«Числа и величины» Операции над числами (умножение и деление)	*3*	*6*
9	*Лекция 9 Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Элементы алгебры»*	*2*	*1*
	Практическое занятие 9 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Элементы алгебры»	*1*	*5*
	СРС 9 Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии«Элементы алгебры»	*3*	*6*

10	*Лекция 10 Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Элементы геометрии»*	*2*	*1*
	Практическое занятие 10 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Элементы геометрии»	*1*	*5*
	СРС 10 Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии «Элементы геометрии»	*3*	*6*
	СРСП 4 Консультация и прием портфолио СРС по (за8-10недели)	*1*	*18*
11	*Лекция 11 Технология изучения материалов содержательно-методической линии«Математическое моделирование» Задачи и математическая модель (простые задачи)*	*2*	*1*
	Практическое занятие 11 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Математическое моделирование» Задачи и математическая модель (простые задачи)	*1*	*5*
	СРС 11 Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии Математическое моделирование» Задачи и математическая модель (простые задачи)	*3*	*6*
12	*Лекция 12 Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Математическое моделирование» Задачи и математическая модель. (составные задачи)*	*2*	*1*
	Практическое занятие 12 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Математическое моделирование» Задачи и математическая модель. (составные задачи)	*1*	*5*
	СРС 12 Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии «Математическое моделирование» Задачи и математическая модель. (составные задачи)	*3*	*6*
	СРСП 5 Консультация и прием портфолио по СРС (за неделю12).		*12*
13	*Лекция 13. Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Математическое моделирование» Задачи и математическая модель. (задачи на взаимосвязь величин, на процессы, на проценты, пропорциональное деление и др.)*	*2*	*1*
	Практическое занятие 13 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Математическое моделирование» Задачи и математическая модель. (задачи на взаимосвязь величин, на процессы, на проценты, пропорциональное деление и др.)	*1*	*5*
	СРС13. Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии«Математическое моделирование» Задачи и математическая модель. (задачи на взаимосвязь величин, на процессы, на проценты, пропорциональное деление и др.)	*3*	*6*
	СРСП 6 Консультация и прием портфолио по СРС (за 13ю неделю).	*1*	*6*
14	*Лекция 14. Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Множества. Элементы логики»*	*2*	*1*
	Практическое занятие 14 Организация изучения материалов содержательно-методической линии «Множества. Элементы логики»	*1*	*5*
	СРС14 Логико-дидактический анализ, подбор заданий, обучающих материалов и разработка фрагментов уроков изучения содержательной линии «Множества. Элементы логики»	*3*	*6*
15	*Лекция 15 Технология изучения материалов содержательно-методической линии «Математическое моделирование» Математический язык.*	*2*	*1*
	Практическое занятие 15 Организация изучения материалов содержательно-методической линии«Математическое моделирование» Математический язык.	*1*	*5*
	СРС 15 Логико-дидактический анализ содержательной линии, составление справочника основных понтий, терминов и смоволов начального курса математики	*3*	*6*
	СРСП 7 Консультация и прием рубежного контроля (недели 14-15).	*1*	*16*
	Итого 2 Рубежный контроль		*100*

Большинство домашних заданий будет включать в себя несколько заданий, на которые можно ответить, выполнив анализ УМК, программ, по математике для начальной школы; вам потребуется выполнить анализ, и ответы, которые вы получили, использовать для следующей части домашней работы: подготовка фрагментов уроков, разработка собственных учебных материалов для обучения младших школьников математике.

Итоговая оценка будет рассчитываться по формуле: (РК1 + РК2) · 0,6 + экз · 0,4

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- цели, задачи, содержание, а также особенности построения начального курса математики по учебной программе, базовым и вариативным учебникам;
- основные подходы, методы, приемы, формы обучения и развития учащихся начальной школы, в т.ч. с ООП, в математической деятельности;
- предметное содержание предметной области «Математика» (математические понятия, законы, свойства и способы действий) и последовательность его преподавания в начальной школе.
- педагогические и методические идеи исследователей в области обучения учащихся математике;

уметь:

- анализировать различные программы обучения младших школьников математике, анализировать содержание раздела, темы, урока, выявлять их развивающие возможности;
- планировать свою методическую деятельность по организации уроков/ внеклассной работы по математике: формулировать цели, отбирать содержание, методы, формы, средства обучения с учетом требований ГОСНО и потребностей младших школьников;
- устанавливать оптимальное соотношение видов репродуктивной и творческой математической деятельности учащихся, отбирать приемы и методы обучения, обеспечивающие формирование учебной деятельности, активности, самостоятельности детей, способствующие их развитию;
- осуществлять индивидуальный подход к учащимся в процессе изучения математики на основе соответствующей диагностики;
- разрабатывать задания для формативного и суммативного оценивания;
- выявлять и анализировать результаты совместной познавательно-математической деятельности, определять перспективы дальнейшего обучения и развития учащихся, вносить соответствующие коррективы в процесс обучения;

владеть навыками:

- разработки календарно-тематического и краткосрочного планирования;
- конструирования урочной и внеурочной деятельности учителя и учащихся по математике в контексте обновления содержания среднего образования;
- построения урока с применением различных средств обучения, в т.ч. и ИКТ;
- анализа урока и внеклассной работы по математике;
- организации и проведения формативного и суммативного оценивания;

быть компетентным:

- в выборе оптимальных методических приёмов и средств для достижения ожидаемых результатов учебной программы «Математика» для уровня начального образования;
- в планировании и реализации учебно-воспитательной деятельности по математике с учетом современных педагогических подходов;
- в анализе результатов учебно-воспитательной деятельности и ее корректировке на основе сделанных выводов.

В содержании практических и лабораторных работ считаем необходимым учесть еще два фактора: раскрытие содержательной и организационной специфики содержания курса математики 1-4 класса (при этом важен учет уровней строгости изложения учебного материала); сформированность учебных и методических умений к педагогическим практикам (практике пробных уроков и производственной практике).

Заключение

Таким образом, система практических и лабораторных работ по методике преподавания математики позволяет постепенно усложнять формируемые учебные и методические умения от логико-дидактического анализа локальных единиц учебного материала до логико-дидактического анализа реализации определенных линий в УМК на протяжении всего периода обучения.

Преподавателю необходимо организовать практические работы так, чтобы студенты постоянно ощущали рост сложности выполняемых заданий, были заняты напряженной творческой работой, поисками точных и правильных решений.

Список использованной литературы:

1 *Типовая учебная программа по предмету «Математика» для 1-4 классов уровня начального образования. Приложение 6 к приказу Министра образования и науки Республики Казахстан от 10 мая 2018 года № 199. - http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1800016989*

2 *Истомина Н.Б. Методика обучения математике в начальных классах. Учеб.пособие для студентов сред. И высш.пед учеб.заведений.– 4-е изд., стереотип.–М.: Изд.центр»Академия»,2001.–288с.*

3 *Калинченко А.В. Методика преподавания начального курса математики. Учебное пособие. – М.:Академия, 2017. – 208 с*

4 *Активные методы обучения на уроках математики в начальной школе/ сост.: Кушнир М.П., Мендыгалиева З.М., Петрик Е.П. Астана: АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы», 2017. - 43 с.*

5 *Белошистая А.В. Методика обучения математике в начальной школе: курс лекций.- М.:Владос, 2016.- 352 с.*

МРНТИ 27.01.45
УДК 378.016 (574)

А.К. Алпысов[1], А.Б. Кокажаева[2]

[1]Павлодарский государственный педагогический университет, г. Павлодар, Республика Казахстан
[2]Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

РЕШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ НЕРАВЕНСТВ МЕТОДОМ ОБРАТНЫХ ДЕЙСТВИЙ

Аннотация

В статье рассмотрены примеры решения показательных неравенств методом обратных действий, а также метод рационализации, позволяющий упростить решение показательных неравенств. Целью рассмотрения данных методов является развитие логического мышления при решении математических задач. При решении задач необходимо хорошее знание теоретического материала и умение его использовать, владение общими подходами к решению задач, опыт в решении показательных неравенств.

Процесс решения показательных неравенств развивает творческую деятельность и формирует логическое мышление. Логическое мышление развивает у учащихся навыки критического восприятия окружающего мира, желание понять причины и суть самых разных понятий и явлений, способствует успехам в учебе.

Ключевые слова: рациональное выражение, методы обратных действий, решение показательных неравенств, стандартное неравенство.

Аңдатпа

А.К. Алпысов[1], А.Б. Кокажаева[2]
[1] Павлодар мемлекеттік педагогикалық университеті, Павлодар қ., Қазақстан
[2] Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

КӨРСЕТКІШТІК ТЕҢСІЗДІКТЕРДІ КЕРІ АМАЛ ӘДІСІМЕН ШЕШУ

Мақалада көрсеткіштік теңсіздіктерді кері амал әдісімен шешу, сонымен қатар көрсеткіштік теңсіздіктерді шешуді жеңілдетуге мүмкіндік беретін рационализация әдісі қарастырылған. Бұл әдістерді қарастырудың мақсаты математикалық есептерді шешу арқылы логикалық ойлауды дамыту болып табылады. Есептерді шешу үшін теориялық материалды жақсы меңгеру және оны қолдана білу, есептерді шешудің тәсілдерін көрсеткіштік теңсіздіктерді шешуде дұрыс пайдалана білу қажет. Көрсеткіштік теңсіздіктерді шешу процесі шығармашылықты дамытады және логикалық ойлауды қалыптастырады. Логикалық ойлау оқушылардың қоршаған ортаны сыни тұрғысынан қабылдау дағдыларын дамытады, әртүрлі ұғымдар мен құбылыстардың себептері мен мәнін түсінуге негіздейді, оқудағы жетістіктерге ықпал етеді.

Түйін сөздер: рационалды өрнек, кері амал әдістері, көрсеткіштік теңсіздіктерді шешу, стандартты теңсіздік.

Abstract

RESOLUTIONS OF INDICATIVE INEQUALITIES BY THE METHOD FEEDBACK

Alpusov A.K. [1], *Kokazhaeva A.B.* [2]
[1]*Pavlodar State Pedagogical University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan*
[2]*Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The article discusses examples of solving exponential inequalities by the inverse action method, as well as a rationalization method that simplifies the solution of exponential inequalities. The purpose of considering these methods is the development of logical thinking in solving mathematical problems. When solving problems, you need good knowledge of theoretical material and the ability to use it, mastery of general approaches to solving problems, and experience in solving exponential inequalities.

The process of solving significant inequalities develops creative activity and shapes logical thinking. Logical thinking develops in students the skills of critical perception of the world around them, the desire to understand the causes and essence of the most diverse concepts and phenomena, contributes to academic success.

Keywords: Rational expression, methods of inverse actions, solution of exponential inequalities, standard inequality.

Процесс решения начнем с двух стандартных показательных неравенств вида:

$$a^{\varphi(x)} > c \tag{1}$$

$$a^{\varphi(x)} < c \tag{2}$$

Будем считать, что $\varphi(x)$ рациональное выражение. Основания показательных функций могут быть больше или меньше единицы. С точки зрения эффективности труда, рассмотрим отдельно каждый случай [1].

Если $a > 1$, тогда решая неравенства (1), (2) методом обратных действий, получим:

$$a^{\varphi(x)} > c \;\Rightarrow\; \log_a a^{\varphi(x)} > \log_a c \;\Rightarrow\; \varphi(x) > \log_a c \tag{3}$$

$$a^{\varphi(x)} < c \;\Rightarrow\; \log_a a^{\varphi(x)} < \log_a c \;\Rightarrow\; \varphi(x) < \log_a c \tag{4}$$

Если сравнить знаки неравенств исходного и конечного выражений в каждом соотношении (3) и (4), то обнаруживаем, что знаки неравенств сохранились, так как $a > 1$.

Теперь проверим случай, когда $a < 1$. Пусть $a = \dfrac{1}{b}$, $b > 1$. Тогда $a^{\varphi(x)} > c \;\Rightarrow\; \left(\dfrac{1}{b}\right)^{\varphi(x)} > c \;\Rightarrow$ $b^{-\varphi(x)} > c \;\Rightarrow\; \log_b b^{-\varphi(x)} > \log_b c$

$$-\varphi(x) > \log_b c \;\Rightarrow\; \varphi(x) < -\log_b c.$$

Соединим между собой исходное и конечное равенства. Имеем

$$\left(\frac{1}{b}\right)^{\varphi(x)} > c \;\Rightarrow\; \varphi(x) < -\log_b c.$$

В выражениях, расположенных в обеих частях от знака следования «$\Rightarrow$», произошла смена знака в неравенствах. Причиной этого является то, что основание степени меньше единицы. В процессе решения неравенств все время надо следить за структурой оснований степеней и в соответствии с этим надо менять знаки неравенств. И если решаем неравенства с параметром в основании, то возникает необходимость рассмотреть два случая: $a < 1$ и $a > 1$.

В таких случаях происходит информационная перегрузка памяти.

Впредь, с целью разгрузки памяти будем считать, что основание степени больше единицы. Если основание степени в конкретных неравенствах будет меньше единицы, то изменив знаки в показателе, всегда можем добиться того, чтобы основание степени было больше единицы [2].

Например, неравенство $0,(3)^x > 9$ имеет в основании степени число, меньшее единицы.

$$0,(3)^x > 9 \;\Rightarrow\; \left(\frac{3}{9}\right)^x > 9 \;\Rightarrow\; \left(\frac{1}{3}\right)^x > 9$$

$$3^{-x} > 3^{2} \quad \Rightarrow \quad -x > 2 \quad \Rightarrow \quad x < -2.$$

В этом примере смена знаков неравенств происходит не на основании правила, а на основании информации, полученной зрительным каналом.

Рассмотрим примеры.

Пример 1. $4^{x} > 5 \quad \Rightarrow \quad x > a$?

Решение. Так как 4>1, то в требовании сохранили знак неравенства. Мы не знаем, каким числом будет ограничено х. Обозначим его буквой а. Решаем неравенство методом обратных действий.

$$4^{x} > 5 \quad \Rightarrow \quad \log_4 4^{x} > \log_4 5 \quad \Rightarrow \quad x > \log_4 5.$$

Числа 4 и 5 взаимно простые. Поэтому х ограничено снизу иррациональным числом, а сверху не ограничено. Эту мысль «сверху не ограничен» в математике обозначают знаком «∞», называемым бесконечностью. В слово «бесконечность» вложен смысл, что переменная величина х может двигаться в сторону увеличения сколько угодно. Это движение можем записать в виде неравенств так:

$$\log_4 5 < x < +\infty$$

Двойное неравенство можно рассматривать как множество чисел, заключенных между числами $\log_4 5$ и $+\infty$ и записать в виде $(\log_4 5,+\infty)$. Таким образом, решение неравенства записывается двояко:

$$\log_4 5 < x < +\infty \quad \Rightarrow \quad (\log_4 5,+\infty).$$

В математике знак «∞» открыто не называют числом. Однако используют его как число. Включим его в состав числа, назвав несобственным, которое, однако подчиняется другим правилам сложения и умножения.

Пример 2. $0,(6)^{x} \le \dfrac{8}{27} \quad \Rightarrow \quad x \ge a$?

Решение. Так как основание степени меньше единицы, то знак неравенства в требовании заменили на обратный. Для того, чтобы рассуждению придать логическую устойчивость, мы самом начале основание степеней переводим на число, большее единицы. Итак

$$0,(6)^{x} \le \frac{8}{27} \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{2}{3}\right)^{x} \le \frac{8}{27} \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{3}{2}\right)^{-x} \le \frac{8}{27},$$

$$\log_{\frac{3}{2}}\left(\frac{3}{2}\right)^{-x} \le \log_{\frac{3}{2}}\frac{8}{27} \quad \Rightarrow \quad -x \le \log_{\frac{3}{2}}\left(\frac{3}{2}\right)^{3} \le \log_{\frac{3}{2}}\frac{8}{27}$$

$$x \ge -\log_{\frac{3}{2}}\left(\frac{2}{3}\right)^{3} \quad \Rightarrow \quad x \ge \log_{\frac{3}{2}}\left(\frac{2}{3}\right)^{-3},$$

$$x \ge \log_{\frac{3}{2}}\left(\frac{3}{2}\right)^{3} \quad \Rightarrow \quad x \ge 3. \text{ Ответ: } x \in [3,+\infty)$$

Пример 3. $0{,}4^{2x} \cdot \left(\dfrac{125}{8}\right)^{x-1} \ge \dfrac{2}{5} \quad \Rightarrow \quad x \ge a$?

Решение. В предыдущих примерах в составе неравенства содержалась одна показательная функция, и при проведении преобразования руководствовались одной идеей – свести основание степени к числу, большему единицы. В структуре этого неравенства количество информации увеличилось. В таких случаях нужная информация извлекается из структуры ориентира [3].

Поскольку в каждой части неравенства содержится по одному члену, то в качестве ориентира возьмем неравенство:

$$a^{\varphi(x)} > c$$

Извлекаемая из ориентира первая информация такая, что каждый сомножитель данного неравенства надо представить в виде степени.

Итак,

$$0{,}4^{2x}\cdot\left(\frac{125}{8}\right)^{x-1}\geq\frac{2}{5}\quad\Rightarrow\quad\left(\frac{2}{5}\right)^{2x}\cdot\left(\frac{5}{2}\right)^{3x-3}\geq\frac{2}{5}$$

Сравнив основания степеней, принимаем решение о том, что нужно преобразовать основание $\frac{2}{5}$ к основанию $\frac{5}{2}$.

$$\left(\frac{5}{2}\right)^{-2x}\cdot\left(\frac{5}{2}\right)^{3x-3}\geq\frac{2}{5}\quad\Rightarrow\quad\left(\frac{5}{2}\right)^{-2x+3x-3}\geq\frac{2}{5},$$

$$\left(\frac{5}{2}\right)^{3x-3-2x}\geq\frac{2}{5}\quad\Rightarrow\quad\left(\frac{5}{2}\right)^{x-3}\geq\frac{2}{5}\quad\Rightarrow\quad\log_{\frac{5}{2}}\left(\frac{5}{2}\right)^{x-3}\geq\log_{\frac{5}{2}}\frac{2}{5}$$

$$x-3\geq\log_{\frac{5}{2}}\frac{2}{5}\quad\Rightarrow\quad x-3\geq\log_{\frac{5}{2}}\left(\frac{5}{2}\right)^{-1},$$

$x-3\geq-1\quad\Rightarrow\quad x\geq 2$. Ответ: $x\in[2,+\infty)$

Пример 4. $2^{\sqrt{x-1}}-10+16\cdot 2^{-\sqrt{x-1}}\geq 0\quad\Rightarrow\quad x\,\substack{\geq\\ \leq}\,a$?

Решение. Неравенство содержит одну показательную функцию. Обозначив ее через у, выделим из трехчленного показательного неравенства квадратное неравенство. Имеем:

$$y=2^{\sqrt{x-1}}\quad\Rightarrow\quad y-10+16\cdot y^{-1}\geq 0,$$

$$y^2-10y+16\geq 0\quad\Rightarrow\quad(y-2)(y-8)\geq 0.$$

$$1)\ \begin{cases}y-2\leq 0\\ y-8\leq 0\end{cases}\Rightarrow\ y\leq 2.\qquad 2)\ \begin{cases}y-2\geq 0\\ y-8\geq 0\end{cases}\Rightarrow\ y\geq 8.$$

Заменив у показательной функции, получим следующие два стандартных показательных неравенства. Имеем:

$$2^{\sqrt{x-1}}\leq 2,\quad(1)\qquad 2^{\sqrt{x-1}}\geq 8.\quad(2)$$

Так как основание степеней больше единицы, то эти неравенства решаются методом обратных действий, причем знаки неравенств сохраняются.

$$2^{\sqrt{x-1}}\leq 2\quad\Rightarrow\quad\log_2 2^{\sqrt{x-1}}\leq\log_2 2,$$

$$\sqrt{x-1}\leq 1\quad\Rightarrow\quad x-1\leq 1,\ \Rightarrow\ x\leq 2.$$

$$2^{\sqrt{x-1}}\geq 8\quad\Rightarrow\quad\log_2 2^{\sqrt{x-1}}\geq\log_2 8,$$

$$\log_2 2^{\sqrt{x-1}}\geq\log_2 2^3\quad\Rightarrow\quad\sqrt{x-1}\geq 3,$$

$$x-1\geq 9\quad\Rightarrow\quad x\geq 10.$$

Решение первого стандартного показательного неравенства ограничено сверху, а снизу неограниченно. Поэтому решение запишем в виде двойного неравенства $-\infty<x\leq 2$.

Решение второго стандартного показательного неравенства ограничено снизу, а сверху не ограничено, и решение имеет вид $4\leq x<\infty$. Ответ: $(-\infty;2]\cup[4;\infty)$

Пример 5. $2^{\sqrt{x-1}} - 10 + 16 \cdot 2^{-\sqrt{x-1}} \le 0 \quad \Rightarrow \ x \overset{\ge}{\underset{\le}{}} a$?

Решение. Мы специально взяли то же трехчленное неравенство с целью показать влияние знака неравенства на структуру стандартного показательного неравенства. Когда в структуру квадратного уравнения вводится показательная функция, тогда положительные части параболы отображаются в другую кривую с сохранением свойств каждой части [4].

При решении трехчленного уравнения, т.е. при обозначении показательной функции через новую переменную, мы выделяем одну часть стандартного уравнения и одновременно выделяем квадратное уравнение, из которого определяется другая часть стандартного уравнения.

То же самое происходит и с неравенством, только преобразуются граничные кривые с внутренностью вместе. Выясним, в связи с изменением знака трехчленного неравенства, какая часть параболы имеет положительные ординаты, и выясним структуру стандартного неравенства [5].

$y = 2^{\sqrt{x-1}}$. Тогда получим:

$$y^2 - 10y + 16 \le 0 \ \Rightarrow \ (y-2)(y-8) \le 0.$$

В этом случае имеет место:

$$\begin{cases} y-2 \ge 0 \\ y-8 \le 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y \ge 2 \\ y \le 8 \end{cases} \Rightarrow 2 \le y \le 8.$$

Итак, стандартное неравенство имеет вид: $2 \le 2^{\sqrt{x-1}} \le 8.$

Это неравенство решается методом обратных действий. Имеем:

$$2 \le 2^{\sqrt{x-1}} \le 8 \quad \Rightarrow \quad \log_2 2 \le \log_2 2^{\sqrt{x-1}} \le \log_2 8,$$

$$1 \le \sqrt{x-1} \le 3 \quad \Rightarrow \quad 1 \le x-1 \le 9 \quad \Rightarrow \ 2 \le x \le 10.$$

Пример 6. $3^{2x} - 6 \cdot 6^x + 8 \cdot 2^{2x} \le 0 \quad \Rightarrow \ a? \le x \le b?$

Решение. Квадратный трехчлен содержит степени с разными основаниями. Причем основания двух крайних степеней простые числа, а основание степени среднего члена является произведением этих простых чисел. На основании этой информации мы принимаем решение о том, что нужно делить обе части неравенства на 2^{2x}. Тогда получим:

$$\left(\frac{3}{2}\right)^{2x} - 6\left(\frac{3}{2}\right)^{x} + 8 \le 0$$

Структура показательной функции определилась.

Заменой $y = \left(\frac{3}{2}\right)^x$ данное неравенство сводим к квадратному:

$$y^2 - 6y + 8 \le 0 \ \Rightarrow \ \begin{cases} y-2 \ge 0 \\ y-4 \le 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y \ge 2 \\ y \le 4 \end{cases} \Rightarrow 2 \le y \le 4.$$

Составим стандартное показательное уравнение: $2 \le \left(\frac{3}{2}\right)^x \le 4.$

Будем решать его методом обратных действий. Прологарифмировав по основанию 3/2, имеем:

$$\log_{\frac{3}{2}} 2 \le \log_{\frac{3}{2}} \left(\frac{3}{2}\right)^x \le \log_{\frac{3}{2}} 4,$$

$$\log_{\frac{3}{2}} 2 \le x \le \log_{\frac{3}{2}} 4.$$

Ответ: $[\log_{\frac{3}{2}} 2; \log_{\frac{3}{2}} 4]$

Пример 7. $98 - 7^{x^2+5x-48} \ge 49^{x^2+5x-49} \ \Rightarrow b \le ? \ge x \le ? \ge c$

Решение. Перепишем это неравенство в следующем виде:

$$7^{2(x^2+5x-49)}+7^{x^2+5x-48}-98\le 0 \;\Rightarrow\; 7^{2(x^2+5x-48-1)}+7^{x^2+5x-48}-98\le 0,$$

$$7^{2(x^2+5x-48)}\cdot 7^{-2}+7^{x^2+5x-48}-98\le 0 \;\Rightarrow\; 7^{2(x^2+5x-48)}+49\cdot 7^{x^2+5x-48}-49\cdot 98\le 0$$

$$\left|7^{x^2+5x-48}=y\right| \;\Rightarrow\; y^2+49y-49\cdot 98\le 0$$

$$\left(y+\frac{49}{2}\right)^2-49\cdot 98-\left(\frac{49}{2}\right)^2\le 0 \;\Rightarrow\; \left(y+\frac{49}{2}\right)^2\le \frac{4\cdot 49\cdot 98+49^2}{4},$$

$$y+\frac{49}{2}\le\pm\frac{49\sqrt{4\cdot 2+1}}{2} \;\Rightarrow\; \left(y+\frac{49}{2}\right)_{1,2}\le\pm\left(\frac{49\cdot 3}{2}\right),$$

$$y_1+\frac{49}{2}\le-\frac{147}{2} \;\Rightarrow\; y_1\le-\frac{147}{2}-\frac{49}{2}=-98 \;\Rightarrow\; y_2\le 49.$$

$y>0$ удовлетворяет уравнение $\left|7^{x^2+5x-48}=y\right|$, поэтому

$$7^{x^2+5x-48}=49 \;\Rightarrow\; \log_7 7^{x^2+5x-48}=\log_7 49,$$

$$\log_7 7^{x^2+5x-48}=\log_7 7^2 \;\Rightarrow\; (x^2+5x-48)\log_7 7=2\log_7 7,$$

$$x^2+5x-48=2 \;\Rightarrow\; x_1=-10,\; x_2=5.$$

Решением уравнении является -10 и 5. Если вставим исходное неравенство, тогда получим 0 = 0. Эти числа удовлетворяет нестрогие неравенство: $x\in[-10,\;5]$

Выводы

Для формирования творческих способностей значение математики является особым. Математические задачи помогают в освоении законов и свойств, а также в улучшении процесса мышления. Основой процесса мышления являются математические выражения. Без получения информации о выражении мы не можем мыслить, а также решить задачу [6].

Информация в составе выражения при решении задачи приводит мыслительную деятельность в движение. Математика является абстрактной наукой, поэтому без обучения их мыслить абстрактно не можем сформировать их математические способности.

Среди математиков сформировано мнение о том, что чем больше будут решены математические задачи, тем самым и абстрактные мысли сами собой будут развиваться. На сегодняшний день замечается наличие отрицательного впечатления данного мнения. Разумеется, без решения задачи нельзя формировать абстрактное мышление. Это необходимое условие, но оно не является достаточным. Поэтому вместо того, чтобы решить три-четыре различных задачи, полезно решить одну задачу несколькими способами.

Список использованной литературы:

1 Алпысов А.К. Методика преподавания математики. Учебное пособие. Павлодар. 2012. 172 с.

2 Есмухан М.Е., Алпысов А.К. Показательные и логарифмические уравнения и неравенства. Учебное пособие. Кокшетау. 2002. 122 с.

3 Алпысов А.К. Математика. Уравнения и неравенства. Павлодар. 2013. 187с.

4 Бидосов А. Методика преподавания математики. –А. 2010. 287с

5 Мамиконов А.Г. Принятие решений и информация. –М. 1998.

6 Фройденталь Г. Математика как педагогическая задача. –М., 1997.

МРНТИ 14.25.07
УДК 37

TEACHING HIGH SCHOOL STUDENTS TO SOLVE DIFFERENTIAL EQUATIONS USING PYTHON AT MATH CLASS

Alkhan K.B.[1]*, Shaimova Z.E.*[1]

[1]*University of International Business, Almaty, Kazakhstan*

Abstract

The article discusses examples of the differential equation problem in Python with a graph for high school students. The basic characteristics of some tools for solving problems in mathematics using information technology are given. The difference between the two modern-known computer programs Python and Pascal is briefly explained. The article uses illustrative examples of built-in and manually entered functions that can be repeated by readers in Python to recreate graphs of trigonometric, differential, and other functions. In conclusion, it describes how the program can save time and energy for solving graphic problems in mathematics using the Python program. The article concludes that it is important for students to use logic to solve problems with improvised tools, where there are built-in functions, compared to remembering programming language algorithms for solving problems.

Keywords: Python, program language, importing, function, derivative, differential equation.

Аңдатпа

К.Б. Альхан[1]*, Ж.Е. Шаимова*[1]
[1] *Халықаралық Бизнес Университеті, Алматы, Қазақстан*

ЖОҒАРҒЫ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫН МАТЕМАТИКА САБАҒЫНДА ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУДІ PYTHON АРҚЫЛЫ ШЕШУДІ ҮЙРЕТУ

Мақалада орта мектепке арналған графигі бар Python-да дифференциалдық теңдеу есептерінің мысалдары қарастырылған. Ақпараттық технологияны қолдану арқылы математикада есептерді шығаруға арналған кейбір құралдардың негізгі сипаттамалары келтірілген. Екі Python және Pascal компьютерлік бағдарламаларының арасындағы айырмашылық қысқаша түсіндіріледі. Мақалада тригонометриялық, дифференциалдық және басқа функциялардың графиктерін қайта құру үшін Python-да оқырмандар қайталай алатын кіріктірілген және қолмен енгізілген функциялардың көрнекі мысалдары келтірілген. Қорытындылай келе, бұл программа Python бағдарламасын қолдана отырып, математикадағы графикалық есептерді шешуге уақыт пен күшті қалай үнемдейтінін сипаттайды. Мақала оқушыларға есептерді шешуге арналған бағдарламалау алгоритмдерін есте сақтаумен, кіріктірілген функциялар бар импровизацияланған құралдармен мәселелерді шешу үшін логиканы қолдану маңыздылығын тұжырымдайды.

Түйін сөздер: Python, программа тілі, импорттау, функция, туынды, дифференциалдық теңдеу.

Аннотация

К.Б. Альхан[1]*, Ж.Е. Шаимова*[1]
[1]*Университет Международного Бизнеса, Алматы, Казахстан*

ОБУЧЕНИЕ УЧЕНИКОВ СТАРШИХ КЛАССОВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ РЕШЕНИЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTHON

В статье рассматриваются примеры задачи дифференциального уравнения в Python с графиком для учащихся средней школы. Приводятся основные характеристики некоторых инструментов для решения задач математики с помощью информационных технологий. Кратко поясняется разница между двумя компьютерными программами, на языках Python и Pascal. В статье используются наглядные примеры встроенных и вручную вводимых функций, которые могут быть повторены учащимися в Python, чтобы воссоздать графики тригонометрических, дифференциальных и других функций. В статье сделан вывод о важности использования логики для решения задач подручными средствами, где есть встроенные функции, по сравнению с запоминанием алгоритмов языка программирования для решения задач для учащихся.

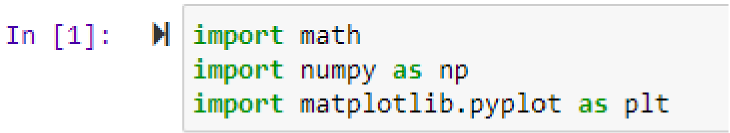
Ключевые слова: Python, программный язык, импорт, функция, производная, дифференциальное уравнение.

Computer science is currently the most changing educational field. Discipline, both among schools, and among subjects studied at schools and high education universities. It should be noted that in most schools Pascal or Basic is currently being studied as a programming language, which raises the logical question of whether there is a need for future computer science teachers studying at the university to learn the Python language, whether there is a need to master the basics of this language high school students [1]. Of course, schoolchildren learning Python, as the first programming language, may cause some legitimate fears: these will include, first, dynamic typing and high-level language. For example, replacing the concept of "array" with a high-level list does not give students a full-fledged opportunity to analyze the principles of the internal organization of the array. However, the undoubted advantages of learning Python as the first programming language at school. Programs in Python are much more concise than Pascal, which greatly simplifies the task of introducing the language to novice programmers, as finding errors and debugging requires significantly less time. For example, compare two elements of program code written in the Pascal and Python programming languages *(Picture 1)*:

```
a=[1]*1000 и
var a: array [1..1000] jf integer;
…
for i:=1 to 1000 do
a[i]:=1;
```

Picture 1. Difference between Python and Pascal program languages

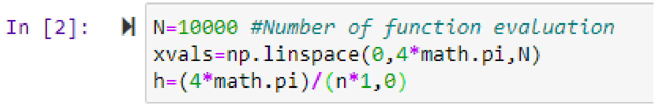
Based on the above code, we can see that in two programming languages equivalent operations are written, as a result of which we will get an array of 1000 elements filled with units. However, in Python this code takes 1 line, whereas in Pascal 3. Perhaps, from a methodological point of view, when studying this section and solving the above problem, the student needs to explain that the array is a continuous fragment of the allocated memory, and when creating it, we should reserve a place for it in memory, declaring it, and then initialize it. However, the line a = [1] * 1000, in our opinion, reflects the meaning of the action performed by the student (you need an array of 1 repeated 1000 times) is more complete and, ultimately, easier to write [2]. Considering the issues of teaching computer science in grades 7-9, we can note that these are the initial ideas about programming, perhaps there is a threshold at which the child stops, having a general idea of arrays, their declaration and processing. At the next stage of training, in specialized classes, the teacher and student will have at their disposal a universal, modern programming language that is used for software development [3-4]. Of course, many high-level routines built into the Python language, the wide functionality of the language will lead to the temptation for the student to use these features, instead of really studying the algorithms and principles of operation of these functional elements. To look more closer, there are given some examples using Python. First, in order to code off we need to import some of the necessary libraries which we will be use throughout the code *(Picture 2)*.



```
In [1]:  import math
          import numpy as np
          import matplotlib.pyplot as plt
```

Picture 2. Importing libraries in Python

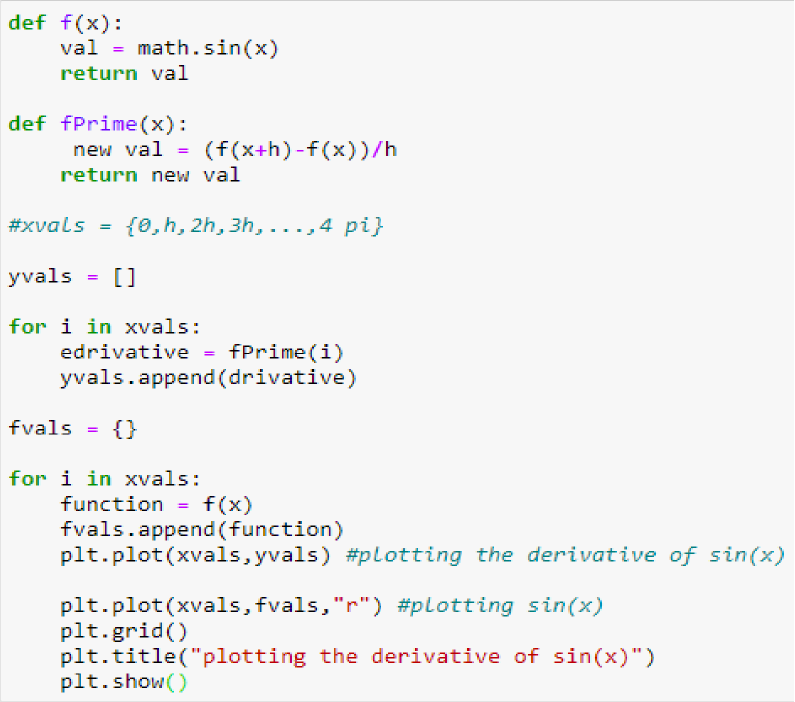
Then, we need want to take a derivative of some function f(x). To define what x values those are we create some array from 0 to 4 math.pi. we have to specify how many function evaluations we will be using. Before that we define what N is, we make it 10,000 points (number of function evaluation) *(Picture 3)*.



```
In [2]:  N=10000 #Number of function evaluation
          xvals=np.linspace(0,4*math.pi,N)
          h=(4*math.pi)/(n*1,0)
```

Picture 3. Number of function evaluation

Then to define function f(x) equals to Val equals math.sin(x) return Val. Next, define a function to evaluate what the derivative of f(x). Define fPrime(x) and we essentially use the same equation but without the limit as H goes zero because we use a specific H for choosing one that sufficiently close to zero [5] *(Picture 4).*



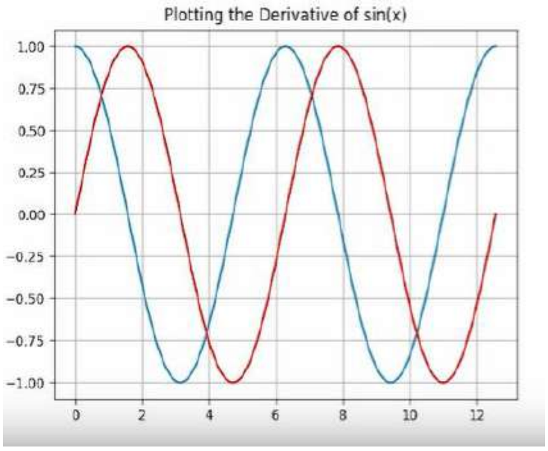
```
def f(x):
    val = math.sin(x)
    return val

def fPrime(x):
     new val = (f(x+h)-f(x))/h
    return new val

#xvals = {0,h,2h,3h,...,4 pi}

yvals = []

for i in xvals:
    edrivative = fPrime(i)
    yvals.append(drivative)

fvals = {}

for i in xvals:
    function = f(x)
    fvals.append(function)
    plt.plot(xvals,yvals) #plotting the derivative of sin(x)

    plt.plot(xvals,fvals,"r") #plotting sin(x)
    plt.grid()
    plt.title("plotting the derivative of sin(x)")
    plt.show()
```

Picture 4. Describing the process of function sin(x)

Val is equal to f(x+h)-f(x))/h. If we think about what our x values are we start from zero go to 4 pi 10,000 points. So the first point of that should be zero. The next point should be 0 + h and then the next point plus H of 2H, 3H so on until we get to 4 pi. There would be 10,000 points in that array [6].

Next we need to evaluate fPrime at all of these points. For I in xvals. We want to evaluate out fPrime at those X values we call it derivative is equal to Fprime evaluated at pi. So this is automatically is going to start evaluating the derivative. Create another list y vowels it will be an empty list. And we continuously add those evaluations to the list. yvals.append(derivative). So after each iteration of the loop finishes add what we have got to the list [7].

And we add another for loop. Fvals will correspond to the y values associated with just sin(x). We plot what all this looks like. So, plt.plot and add depended and independed x plt.plot(xvals,fvals, 'r') # plotting sin(x),   plt.grid(), plt.title("plotting the derivative of sin(x)"). *(Picture 5).*



Picture 5. Plotting the derivative of sin(x)

The next example, pic.6 shows differential equation solved in scipy.integrate package using ODIENT function, it requires inputs like:

y= odeint (model, y0, t)

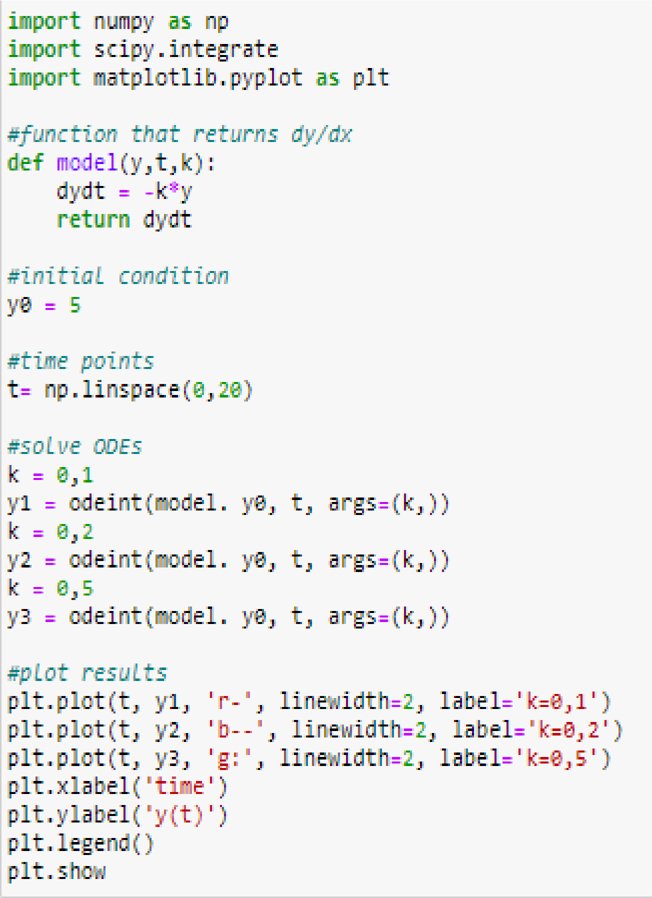
1. model: function name which returns derivative value y and dydt=model (y,t)
2. y0= initial conditions of derivative states
3. t: time points at which the solution should be reported.

$$\frac{dy(t)}{dt} = -ky(t)$$

We come up with numerical solution to integrate this differential equation and will use odeint package as it shows above.

First, we define function, where function returns the derivative dy/dt, as we give different t values and y values. The initial condition is equal to 5, time point is equal to three arguments the fourth one we add args=k. We record them as y1, y2, y3.

At the end we plot those three lines. We add labels in order to know which one those are *(Picture 6)*.



```
import numpy as np
import scipy.integrate
import matplotlib.pyplot as plt

#function that returns dy/dx
def model(y,t,k):
    dydt = -k*y
    return dydt

#initial condition
y0 = 5

#time points
t= np.linspace(0,20)

#solve ODEs
k = 0,1
y1 = odeint(model. y0, t, args=(k,))
k = 0,2
y2 = odeint(model. y0, t, args=(k,))
k = 0,5
y3 = odeint(model. y0, t, args=(k,))

#plot results
plt.plot(t, y1, 'r-', linewidth=2, label='k=0,1')
plt.plot(t, y2, 'b--', linewidth=2, label='k=0,2')
plt.plot(t, y3, 'g:', linewidth=2, label='k=0,5')
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('y(t)')
plt.legend()
plt.show
```

Picture 6. Differential equation in Python example #2

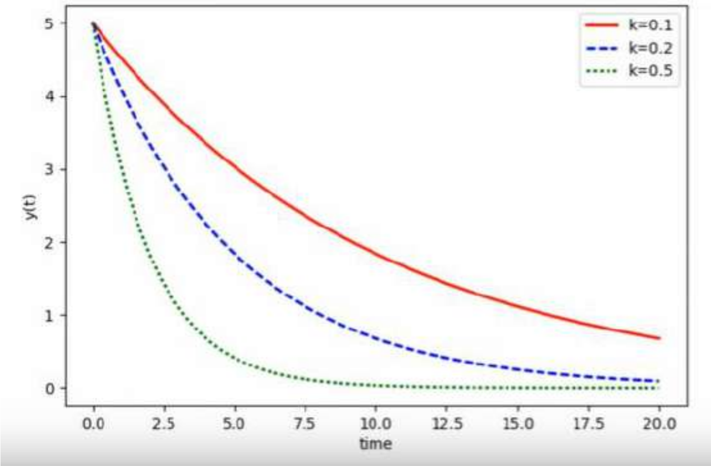
The solution of our odeint equation shows below. We can see that the higher the k value the more quickly it decays to the value of 0 [8]. Using this we can solve different and difficult differential equations like *(Picture 7)*:

1. $\frac{dy(t)}{dt} = -y(t) + 2; \quad y(0) = 0$
2. $4\frac{dy(t)}{dt} = -y(t) + u(t); \; y(0) = 1$
3. $\frac{dy(t)}{dt} = 3exp(-t); \quad y(0) = 0$

4. $\frac{dy(t)}{dt} = 3 - y(t); \quad ; \quad y(0) = 0$

5. $2\frac{dy(t)}{dt} = -z(t) + u(t);$

6. $5\frac{dy(t)}{dt} = -y(t) + x(t); \; u = 2S(t-5), \; x(0) = 0,$

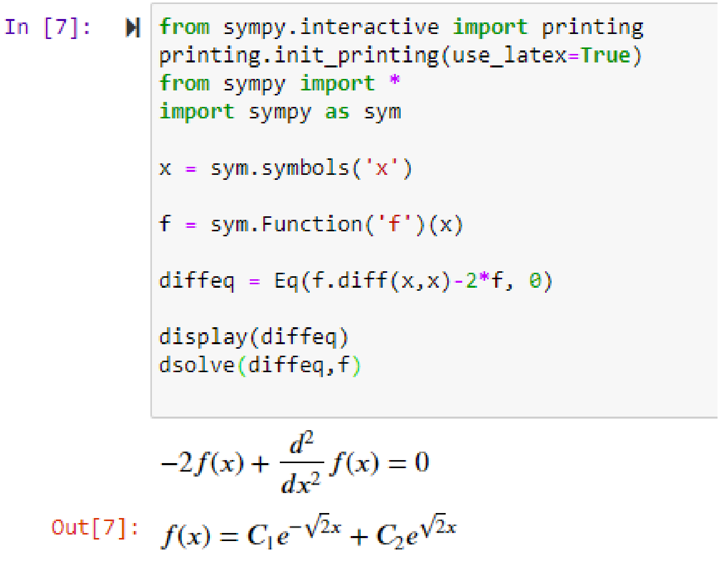


Picture 7. The solution of differential equation in Python example #2

The next example pic.8 describes differential equation which is in latex format and used sympy library. To solve an order differential equation we need to define the variables that our function depends on as well as function itself. X is independent variable, x = sp.symbols('x').

To define differential equation diffeq = Eq(f.diff(x,x)-2*f,0) $-2f(x) + \frac{d^2}{dx^2}f(x) = 0$.

To solve it we write dsolve(diffeq,f)$f(x) = C_1e^{-\sqrt{2}x} + C_2e^{\sqrt{2}x}$ *(Picture 8).*



```
In [7]:  from sympy.interactive import printing
         printing.init_printing(use_latex=True)
         from sympy import *
         import sympy as sym

         x = sym.symbols('x')

         f = sym.Function('f')(x)

         diffeq = Eq(f.diff(x,x)-2*f, 0)

         display(diffeq)
         dsolve(diffeq,f)
```

$$-2f(x) + \frac{d^2}{dx^2}f(x) = 0$$

Out[7]: $f(x) = C_1e^{-\sqrt{2}x} + C_2e^{\sqrt{2}x}$

Picture 8. Differential equation in Python example #3

Thus, the teacher can approach most of the tasks associated with sorting arrays, searching for elements, which ultimately at the profile stage of training will allow the student to solve a large number of various problems in a short time. Considering the intricacies of preparing for the exam in computer science, in the framework of the application of the functional elements of the language, in our opinion, students should not have difficulties in preparing for the exam [9]. The student can successfully overcome the ban on the use of built-in functions by understanding the intricacies of the operation of the algorithms if language learning takes place taking into account the methodological features of the awareness of the regularity and algorithm of the element's functions. As a result, it can be noted that not only is there no need to abandon the idea of studying high-level programming languages at school, but, on the contrary, learning Python, with the right approach and taking into account methodological features, will open up new horizons and opportunities for the student, as modern programming languages, improving, becoming more universal, flexible and simple, convenient for perception and debugging. Such an approach to the study of high-level languages will make it possible to train beginner programmers with versatile experience in writing programs at the school level.

References:

1 Amit, S., (2015). Doing math with Python. San Francisco, SF: No Strach Press, Inc.// http://index-of.es/Varios-2/Doing%20Math%20with%20Python.pdf

2 Thompson, P. W., & Silverman, J. (2008). The concept of accumulation in calculus. In M. P. Carlson & C. Rasmussen (Eds.), Making the connection: Research and teaching in undergraduate mathematics (pp. 43-52). Washington, DC: Mathematical Association of America // https://www.researchgate.net/publication/ 264119290_Introducing_the_derivative_via_calculus_triangles

3 Туркин А.В. Автоматическое дифференцирование в Python// https://cyberleninka.ru /article/n/avtomaticheskoe-differentsirovanie-v-python/viewer

4 Евтушенко Ю. Г. Оптимизация и быстрое автоматическое дифференцирование //М.: Научное издание ВЦ РАН. – 2013. http://www.ccas.ru/personal/evtush/p/198.pdf

5 Mortensen M., Langtangen H. P. High performance Python for direct numerical simulations of turbulent flows //Computer Physics Communications. – 2016. – Т. 203. – С. 53-65.

6 B. Stadie, Z. Xie, P. Moritz, J. Schulman, J. Ho. Computational graph toolkit: a library for evaluation and differentiation of functions of multidimensional arrays. https://github.com/joschu/cgt

7 Andersson J. A general-purpose software framework for dynamic optimization //Arenberg Doctoral School, KU Leuven. –2013.

8 Community Portal for Automatic Differentiation. http://www.autodiff.org/

9 Weinstein M. J., Rao A. V. A source transformation via operator overloading method for the automatic differentiation of mathematical functions in MATLAB //ACM Transactions on Mathematical Software (TOMS). – 2016. – Т. 42. – №. 2. – С. 11.

МРНТИ 27.39.29
УДК 517(075.8)

А.А. Джумабаева[1]*, А.Е. Жетписбаева*[1]

[1]*Евразийский национальный университет им.Л.Н. Гумилева, г.Нур-султан, Казахстан*

ПОРЯДОК НАИЛУЧШЕГО ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ ЛЕБЕГА

Аннотация

В статье рассматривается $L_p(T^2)$ пространство Лебега периодических функций двух переменных. Изучены вопросы приближения функций двух переменных тригонометрическими полиномами с “номерами” гармоник из ступенчатых гиперболических крестов. Величина $E_{Q_n^r}(f)_p = \inf_{t\in T(Q_n^r)} \| f - t \|_p, i \le p \le \infty$ -наилучшее приближение функции $f(x)$ тригонометрическими полиномами с "номерами" гармоник из ступенчатого гиперболического креста Q_n^r. Статья состоит из двух разделов. В первом разделе приведены некоторые известные утверждения, необходимые для доказательства основных результатов. Во втором разделе установлены точные по порядку оценки наилучших приближений некоторых функций. Эти оценки дают возможность оценить величины верхних граней наилучших приближений для определенных классов функций. Вопросы, рассмотренные в настоящей работе, относятся к кругу вопросов, изученных в работах К. И. Бабенко, С. А. Теляковского, Я . С. Бугрова, Н С. Никольской.

Ключевые слова: пространство Лебега, наилучшее приближение двумерным углом, ступенчатый крест, тригонометрический полином, производная Лиувилля-Вейля, общие монотонные последовательности.

Аңдатпа

А.А. Джумабаева [1], А.Е. Жетписбаева[1]

ЛЕБЕГ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ФУНКЦИЯЛАРДЫҢ ЕҢ ЖАҚЫН ЖУЫҚТАУ ТӘРТІБІ

[1]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразияқ ұлттық университеті, Нур-султан қ., Казахстан

Мақалада екі айнымалының пеиодтты функцияларының Лебег кеңістігі $L_p(T^2)$ қарастырылған. Сатылы гиперболалық кресттерден гармониканың «сандары» бар тригонометриялық көпмүшелері арқылы екі айнымвлы функцияның жуықтау мәселелері зерттелген.

$E_{Q_n^r}(f)_p = \inf\limits_{t\in T(Q_n^r)} \| f-t \|_p, i \le p \le \infty$ шамасы - $f(x)$ функциясының гиперболалық крест Q_n^r.-ң гармониканың «сандары» бар тригонометриялық көпмүшелерімен ең жақын жуықтауы. Мақала екі бөлімнен тұрады. Бірінші бөлімде негізгі нәтижелерді растауға қажетті белгілі мәлімдемелер бар. Екінші бөлімде белгілі бір функцияларды жақындастырудың нақты бағалауы келтірілген. Бұл бағалаулар белгілі бір функциялар кластары үшін ең жақсы жақындаудың жоғарғы шегін бағалауға мүмкіндік береді. Жақындау аппараттары ретінде сатылы гиперболалық кресттен спекторы бар тригонометриялық полиномдар қолданылады. Бұл жұмыста қарастырылған сұрақтары К. И. Бабенко, С. А. Теляковский, Я . С. Бугрова , Н.С. Никольский-ң жұмыстарында қарастырылған мәселелерге қатысты.

Түйін сөздер: Лебег кеңістігі, екі өлшемді бұрышпен ең жақын жуықтау, сатылы крест, тригонометриялық көпмүшелік, Лиувилл-Вейл туындысы, жалпы монотонды тізбек.

Abstract

THE ORDER OF THE BEST APPROXIMATION OF FUNCTIONS IN LEBESQUE SPACE

Jumabayeva A.A.[1] , Zhetpisbayeva A.E.[1]

[1]L.N. Gumilov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

The article considers the $L_p(T^2)$ Lebesque space of periodec functions of two variables. The problems of approximation of functions of two variables by trigonometric polynomials with “numbers” of harmonics from step hyperbolic crosses are stydied.

Value $E_{Q_n^r}(f)_p = \inf\limits_{t\in T(Q_n^r)} \| f-t \|_p, i \le p \le \infty$ the best approximation of the function $f(x)$ by trigonometric polynomials with “numbers” of harmonics from a step hyperbolic cross of Q_n^r. The article consists of two sections. The first section contains some well-known statements necessary to prove the main results. In the second section, exact estimates of the best approximations of certain functions are established. These estimates make it possible to estimate the upper bounds of the best approximations for certain classes of functions. As approximation apparatuses, trigonometric polynomials with a spector from a stepwise hyperbolic cross are used. The questions considered in this work belong to the circle of questions studied in the works of K. I. Babenko , S. A. Telyakovsky, I. S. Bugrova , N, S. Nikolskaya .

Keywords: Lebesgue space, best approximation by two-dimensional angle, step cross, trigonometric polynomial, Liouville-Weil derivative, general monotone sequences.

Введение

Пусть $L_p(T^2)$ $1 < p < \infty$ пространство измеримых функций двух переменных которые являются 2π периодическими по каждой переменной и такие, что

$$\| f \|_p = \left(\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} | f(x_1,x_2)|^p \, dx_1 dx_2 \right)^{1/p} < \infty.$$

L_p^0 - множество функций $f \in L_p$ такое, что $\int_0^{2\pi} f(x_1,x_2)dx_2 = 0$ и $\int_0^{2\pi} f(x_1,x_2)dx_1 = 0.$

Приближение полиномами с гармониками из гиперболических крестов было начато К.И. Бабенко [1, 2], первые важные результаты в этом направлении были получены, также С.А. Теляковским [3, 4], Я. С. Бугрова [5, 6], Н С. Никольской [7] и Б.С. Митягиным [8].

Недавние монографии В.Н. Темлякова [9], [10] дают детальное описание истории вопроса.

Пусть Q_n^r обозначает множество $Q_n^r = \bigcup\limits_{(\gamma,s)\le n} p(s), r = r\gamma$, множество k таких, что $|k| \in Q_n^r$, называем ступенчатым гиперболическим крестом, где $p(s) = k = (k_1,k_2) : 2^{s_j - 1} \le k_j < 2^{s_j}, j = 1,2.$

Пусть $\gamma = (\gamma_1, \gamma_2)$ γ_s-действительные числа. $1 < p < \infty$ и через $S_l^\gamma(f, x)$ будем обозначать частную сумму Фурье функции $f(x)$ вида $S_l^\gamma(f) = \sum_{(\gamma,s)\le l+1} \delta_s(f)$,которую называют ступенчатой гиперболической суммой Фурье. где $\delta_s(f, x) = \sum_{|k|\in p(s)} \hat{f}(k) e^{i(k,s)}$ $|k| = (|k_1, k_2|), s = (s_1, s_2)$, $\hat{f}(k) = (2\pi)^{-d} \int_{\pi_d} f(x) e^{-i(k,x)} dx$.

Для $f \in L^0{}_p$ определим величину $E_{Q_n^r}(f)_p = \inf_{t\in T(Q_n^r)} \| f - t \|_p, i \le p \le \infty$ - наилучшее приближение функции $f(x)$ тригонометрическими полиномами с "номерами" гармоник из ступенчатого гиперболического креста Q_n^r, где $\{T(Q_n^r) = t : t(x) = \sum_{|k|\in Q_n^r} c_k e^{i(k,x)}\}$.

Если $1 < p < \infty$, то имеем $E_{Q_n^r(f)_p \le \| f - S_{n-1}^\gamma(f) \|_p}$, то есть в этом случае частные суммы ряды Фурье дают порядок наилучших приближений.

Наилучшее приближение «углом» в пространствах Лебега определено М.К. Потаповым [11], Я.С. Бугровым [12].

Через $\sigma(f)$ будем обозначать ряд Фурье функции $f \in L_p(T^2)$, т.е

$$\sigma(f) := \sum_{n_1=0}^{\infty}\sum_{n_2=0}^{\infty} (a_{n_1n_2} \cos n_1x_1 \cos n_2x_2 + b_{n_1n_2} \cos n_1x_1 \sin n_2x_2 +$$

$$+ c_{n_1n_2} \sin n_1x_1 \cos n_2x_2 + d_{n_1n_2} \sin n_1x_1 \cos n_2x_2) = \sum_{n_1=0}^{\infty}\sum_{n_2=0}^{\infty} A_{n_1n_2}(x_1x_2), \tag{1}$$

Преобразованный ряд Фурье от $\sigma(f)$ даётся выражением:

$$\sigma(f, \lambda, \beta_1, \beta_2) \equiv \sum_{n_1=0}^{\infty}\sum_{n_2=0}^{\infty} \lambda_{n_1n_2} (a_{n_1n_2} \cos(n_1x_1 + \beta_1\pi/2)\cos(n_2x_2 + \beta_2\pi/2) +$$

$$+ b_{n_1n_2} \cos(n_1x_1 + \beta_1\pi/2 \sin(n_2x_2 + \beta_2\pi/2) + c_{n_1n_2} \sin(n_1x_1 + \beta_1\pi/2)\cos(n_2x_2 + \beta_2\pi/2) +$$

$$+ d_{n_1n_2} \sin(n_1x_1 + \beta_1\pi/2)\cos(n_2x_2 + \beta_2\pi/2)),$$

где $\beta_1, \beta_2 \in R$, $\lambda = \{\lambda_{n_1n_2}\}_{n_1n_2\in N}$ последовательность действительных чисел .

Пусть $\varphi(x_1x_2) \colon \sigma(f, \lambda, \beta_1, \beta_2)$ назовем $(\lambda, \beta_1, \beta_2)$ - смешанной производной функции f (или производная Лиувилля-Вейля) и обозначим её через $f^{(\lambda,\beta_1,\beta_2)}(x_1x_2)$. Например, если $\lambda_{n_1n_2} = n_1^{r_1} n_2^{r_2}, r_i \ge 0, \beta_i r_i (i = 1,2,...), \Rightarrow f^{(\lambda,\beta_1,\beta_2)} = f^{(r_1r_2)}$, где $f^{(r_1r_2)}$ - смешанная производная от f в смысле Вейля. Отметим, что для любых β_1, β_2, $\| f^{(\lambda,\beta_1,\beta_2)} \|_p \le \| f^{(\lambda,0,0)} \|_p$, $1 < p < \infty$.

Определение 1. Последовательность $\lambda := \{\lambda_n\}_{n=1}^{\infty}$ называется обобщенной монотонной, записанной как $\lambda \in GM^2$, если соотношение:

$$\sum_{k_1=n_1}^{2n_1} |\lambda_{k_1,n_2} - \lambda_{k+1,n_2}| \le C |\lambda_{n_1,n_2}|, \quad \sum_{k_2=n_2}^{2n_2} |\lambda_{n_1,k_2} - \lambda_{n_1k_2+1,}| \le C |\lambda_{n_1,n_2}|,$$

$$\sum_{k_1=n_1}^{2n_1}\sum_{k_2=n_2}^{2n_2} |\lambda_{k_1,k_2} - \lambda_{k+1,k_2} - \lambda_{k_1,k_2+1} + \lambda_{k_1+1,k_2+1}| \le C |\lambda_{n_1,n_2}|.$$

справедливо для всех целых чисел n_1, n_2, где константа С не зависит от n_1 и n_2.[13,14]

1. Вспомогательные утверждения.

Лемма 1.1. [14] $\{\lambda_n\} \in GM$ тогда и только тогда,когда существует $C > 0$, что

$(i)\,|\lambda_k| \le C|\lambda_n|$ для $n \le k \le 2n$

$(ii)\sum_{k=n}^{N}|\Delta\lambda_k| \le C(|\lambda_n| + \sum_{k=n+1}^{N}\frac{|\lambda_k|}{k})$ для любого $n < N$

Из [14] следует ,что если $\{\lambda_{n_1 n_2}\} \in GM^2$, то

$|\lambda_{k_1,k_2}| \le C|\lambda_{n_1,n_2}|$ для $n_1 \le k_1 \le 2n_1, n_2 \le k_2 \le 2n_2$

Это подразумевает ,что условие

$\sum_{k_1=n_1}^{2n_1}\sum_{k_2=n_2}^{2n_2}|\lambda_{k_1,k_2} - \lambda_{k_1+1,k_2} - \lambda_{k_1,k_2+1} + \lambda_{k_1+1,k_2+1}| \le C(|\lambda_{n_1,n_2}| + |\lambda_{2n_1,2n_2}|)$ эквивалентно условию

$\sum_{k_1=n_1}^{2n_1}\sum_{k_2=n_2}^{2n_2}|\lambda_{k_1,k_2} - \lambda_{k_1+1,k_2} - \lambda_{k_1,k_2+1} + \lambda_{k_1+1,k_2+1}| \le C|\lambda_{n_1,n_2}|$.

Лемма 1.2. [15]. Пусть $a_n \ge 0, 0 < \alpha \le \beta < \infty$.
Тогда

$$(\sum_{\nu=1}^{\infty} a_\nu^\beta)^{\frac{1}{\beta}} \le (\sum_{\nu=1}^{\infty} a_\nu^\alpha)^{\frac{1}{\alpha}}).$$

Лемма 1.3. (Неравенство Минковского,[15]) Пусть $1 \le p < \infty$ и $a_{\nu k} \ge 0$. Тогда

(a) $(\sum_{k=1}^{\infty}(\sum_{\nu=1}^{k} a_{\nu k})^p)^{\frac{1}{p}} \le \sum_{\nu=1}^{\infty}(\sum_{k=\nu}^{\infty} a_{\nu k}^p)^{\frac{1}{p}}$,

(b) $(\sum_{k=1}^{\infty}(\sum_{\nu=k}^{\infty} a_{\nu k})^p)^{\frac{1}{p}} \le \sum_{\nu=1}^{\infty}(\sum_{k=1}^{\nu} a_{\nu k}^p)^{\frac{1}{p}}$.

Лемма 1.4. [15] Для функции $f(u,y)$ определенной на измеримом множестве.
$E = E_1 \times E_2 \subset \mathrm{R}_n$, где
$x = (u,y), u = (x_1,..., x_m), y = (x_{m+1},..., x_n)$, следующее неравенство

$(\int_{E_1}|\int_{E_2} f(u,y)dy|^p\, du)^{\frac{1}{p}} \le \int_{E_2}(\int_{E_1}|f(u,y)|^p\, du)^{\frac{1}{p}} dy.$

Лемма 1.5. [15]
a).Пусть $1 < p < \infty$ и (4) ряд Фурье для $f \in L_p^0(\mathrm{T}^2)$. Тогда

$C_1(p)\| f \|_p \le (\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}(\sum_{m_1=1}^{\infty}\sum_{m_2=1}^{\infty}\Delta_{m_1 m_2}^2)^{\frac{p}{2}} dx_1 dx_2)^{\frac{1}{p}} \le C_2(p)\| f \|_p$.

b).Пусть $1 < p < \infty$. Если (4) удовлетворяет следующему неравенству

$I_p = (\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}(\sum_{m_1=1}^{\infty}\sum_{m_2=1}^{\infty}\Delta_{m_1 m_2}^2)^{\frac{p}{2}} dx_1 dx_2)^{\frac{1}{p}} < \infty$

Тогда (4) ряд Фурье функции $f = (x_1, x_2) \in L_p(\mathrm{T}^2)$ и $\| f \|_p \le C(p)I_p$.

Лемма 1.6. [15] Пусть $f \in L_p^0(\mathrm{T}^2), 1 < p < \infty$, и (6) ряд Фурье от f .

Если λ_{n_1,n_2} удовлетворяет следующее условие:

$$\text{(i)}|\lambda_{n_1,n_2}| \le M,$$

$$\text{(ii)} \sum_{m_1=2^{n_1-1}}^{2^{n_1}-1} |\lambda_{m_1,n_2}-\lambda_{m_1+1,n_2}| \le M,\ \sum_{m_2=2^{n_2-1}}^{2^{n_2}-1} |\lambda_{n_1,m_2}-\lambda_{n_1,m_2+1}| \le M,$$

$$\text{(iii)} \sum_{m_1=2^{n_1-1}}^{2^{n_1}-1}\sum_{m_2=2^{n_2-1}}^{2^{n_2}-1} |\lambda_{m_1,m_2}-\lambda_{m_1+1,m_2}-\lambda_{m_1,m_2+1}+\lambda_{m_1+1,m_2+1}| \le M,$$

для $n_1, n_2 = 1,2,....$ Тогда

$\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\lambda_{n_1,n_2}A_{n_1,n_2}(x_1,x_2),$ является рядом Фурье функции $\varphi(f,\lambda)\in L_p^0(\mathsf{T}^2)$ и $\|\ \varphi\ \|_p \le C\|\ f\ \|_p$,

где постоянная C не зависит от f.

2. Оценки наилучших приближений со ступенчатым крестом.

Теперь докажем один из основных результатов статьи – теорему 2.1.

Теорема 2.1. Пусть $1< p<\infty$, $1<\theta\le\min(p,2)$, $\lambda:=\{\lambda_n\}_{n=1}^{\infty}$ последовательность положительных чисел, такие что $\lambda\in GM^2$, $\alpha_i\in R_+$, $r_i\in R_+\bigcup 0$ и $\beta_i\in R$. Если для $f\in L_p^0(T^2)$ ряд:

$$\sum_{\nu_1=1}^{\infty}|\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},1}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},1}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1-1}}(f)_p+\sum_{\nu_2=1}^{\infty}|\lambda^{0\theta}_{1,2^{\nu_2}}-\lambda^{\theta}_{1,2^{\nu_2-1}}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_2-1}}(f)_p+$$
$$+\sum_{\nu_1=1}^{\infty}\sum_{\nu_2=1}^{\infty}|\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2}}|-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2-1}}+\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1+\nu_2-2}}(f)_p \qquad (2)$$

сходится, то существует $\varphi\in L_p^0(T^2)$ с рядами Фурье $\sigma(f,\lambda,\beta_1,\beta_2)$ и

$$\|\ \varphi\ \|_p\le(\lambda^{\theta}_{11}\|\ f\ \|^{\theta}_p+\sum_{\nu_1=1}^{\infty}|\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},1}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},1}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1-1}}(f)_p+\sum_{\nu_2=1}^{\infty}|\lambda^{0\theta}_{1,2^{\nu_2}}-\lambda^{\theta}_{1,2^{\nu_2-1}}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_2-1}}(f)_p+$$
$$+\sum_{\nu_1=1}^{\infty}\sum_{\nu_2=1}^{\infty}|\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2}}|-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2-1}}+\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1+\nu_2-2}}(f)_p)^{\frac{1}{\theta}}.$$

и

$$E_{Q^r_n}(\varphi)_p\le(\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{m_2-1}}E^{\theta}_{Q^r_{m_1+m_2}}(\varphi)_p+\sum_{\nu_1=1}^{\infty}|\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{m_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{m_2-1}}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1+m_2-1}}(\varphi)_p)+$$
$$+\sum_{\nu_2=m_2}^{\infty}|\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2}}-\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2-1}}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_2+m_1-1}}(\varphi)_p)+$$
$$+\sum_{\nu_1=m_1}^{\infty}\sum_{\nu_2=m_2}^{\infty}|\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2}}|-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2-1}}+\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1+\nu_2-2}}(f)_p)^{\frac{1}{\theta}}.$$

Доказательство: Пусть ряд (2) ряд сходится и $f\in L_p^0(T^2)$ используем следующее неравенство:

$$\lambda^{\theta}_{2^{n_1-1},2^{n_2-1}}\le\lambda^{\theta}_{11}+\sum_{m_2=2}^{n_2}|\lambda^{\theta}_{1,2^{m_2-1}}-\lambda^{\theta}_{1,2^{m_2-2}}|+\sum_{m_1=2}^{n_1}|\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},1}-\lambda^{\theta}_{2^{m_1-2},1}|$$
$$+\sum_{m_1=2}^{n_1}\sum_{m_2=2}^{n_2}|\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{m_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{m_1-2},2^{m_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{m_2-2}}+\lambda^{\theta}_{2^{m_1-2},2^{m_2-2}}| \qquad (3)$$

Обозначим

$$\Delta_{n_1,n_2}=\sum_{\nu_1=2^{n_1-1}}^{2^{n_1}-1}\ \sum_{\nu_2=2^{n_2-1}}^{2^{n_2}-1}A_{\nu_1,\nu_2}(f,x_1,x_2)(n_1,n_2=1,2...):см(14)$$

Используя (3) получим

$$I_1=\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\lambda^2_{2^{n_1-1},2^{n_2-1}}\Delta^2_{n_1,n_2}]^{p/2}dx_1,dx_2\}^{1/p}=\|\,[\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\lambda^2_{2^{n_1-1},2^{n_2-1}}\Delta^2_{n_1,n_2}]^{1/2}\,\|_p$$

$$=\|\,[\lambda^2_{11}\Delta^2_{11}+\sum_{n_1=2}^{\infty}\lambda^2_{2^{n_1-1},1}\Delta^2_{n_1,1}+\sum_{n_2=2}^{\infty}\lambda^2_{1,2^{n_2-1}}\Delta^2_{1,n_2}+\sum_{n_1=2}^{\infty}\sum_{n_2=2}^{\infty}\lambda^2_{2^{n_1-1},2^{n_2-1}}\Delta^2_{n_1,n_2}]^{1/2}]\,\|_p$$

$$\square\leq(\lambda_{11}\|\,[\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\Delta^2_{n_1,n_2}]^{1/2}\,\|_p+\|\,(\sum_{n_1=2}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\Delta^2_{n_1,n_2}[\sum_{\nu_1=2}^{n_1}|\,\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},1}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},1}\,|]^{2/\theta})^{1/1}\,\|_p$$

$$+\|\,(\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=2}^{\infty}\Delta^2_{n_1,n_2}[\sum_{\nu_2=2}^{n_2}|\,\lambda^{\theta}_{1,2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{1,2^{\nu_2-2}}\,|]^{2/\theta})^{1/2}\,\|_p$$

$$+\|\,(\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=2}^{\infty}\Delta^2_{n_1,n_2}[\sum_{\nu_1=2}^{n_1}\sum_{\nu_2=2}^{n_2}|\,\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-2}}+\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-2}}\,|]^{2/\theta})^{1/2}\,\|)$$

$$=:J_1+J_2+J_3+J_4.$$

Оценим J_1. Применяя лемму 1.5. Имеем $J_1\leq C\lambda_{11}\|\,f\,\|_p<\infty$.

Теперь оценим:

$$J_2=\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\sum_{n_1=2}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\Delta^2_{n_1,n_2}[\sum_{\nu_1=2}^{n_1}|\,\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},1}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},1}\,|]^{2/\theta}]^{p/2}dx_1,dx_2\}^{1/p}.$$

Используя неравенство Минковского и лемму 1.3 для $\frac{2}{\theta}\geq1$,получим

$$J_2\leq\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\{\sum_{\nu_1=2}^{\infty}|\,\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},1}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},1}\,|\,(\sum_{n_1=\nu_1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}|\,\Delta_{n_1,n_2}\,|^2)^{\theta/2}\}^{2/\theta}]^{p/2}dx_1,dx_2\}^{1/p}$$

$$=(\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}(\sum_{\nu_1=2}^{\infty}|\,\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},1}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},1}\,|\,(\sum_{n_1=\nu_1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}|\,\Delta_{n_1,n_2}\,|^2)^{\theta/2})^{p/\theta}dx_1,dx_2\}^{\theta/p})^{1/\theta}$$

Далее используем неравенство Минковского для $\frac{p}{\theta}\geq1$, леммы 1.5 и получим

$$J_2\square\leq(\sum_{\nu_1=2}^{\infty}|\,\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},1}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},1}\,|\,E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1-1}}(f)_p)^{\frac{1}{\theta}}.$$

Из (2) следует,что $J_2<\infty$, J_3 можно оценить аналогично J_2 и мы имеем:

$$J_3\square\leq(\sum_{\nu_2=1}^{\infty}|\,\lambda^{\theta}_{1,2^{\nu_2}}-\lambda^{\theta}_{1,2^{\nu_2-1}}\,|\,E^{\theta}_{Q^r_{\nu_2-1}}(f)_p)^{\frac{1}{\theta}}.$$

Применяя леммы 1.3 и 1.4 для $\frac{2}{\theta}\geq1$ и получим :

$$J_4=\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\sum_{n_1=2}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\Delta^2_{n_1,n_2}[\sum_{\nu_1=2}^{n_1}\sum_{\nu_2=2}^{n_2}|\,\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-1}}-$$

$$-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-2}}+\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-2}}\,|]^{\frac{2}{\theta}}]^{\frac{p}{2}}dx_1,dx_2\}^{\frac{1}{p}}=(\sum_{\nu_2=2}^{\infty}\sum_{\nu_1=2}^{\infty}|\,\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-2}}+$$

$$+\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-2}}\,|\,\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[(\sum_{n_1=\nu_1}^{\infty}\sum_{n_2=\nu_2}^{\infty}|\,\Delta_{n_1,n_2}\,|^2]^{\frac{p}{\theta}}dx_1,dx_2\}^{\frac{\theta}{p}})^{\frac{1}{\theta}}.$$

По леммам 1.5 получаем

$$J_4 \le (\sum_{\nu_2=1}^{\infty}\sum_{\nu_1=1}^{\infty} | \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2}} - \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2}} - \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2-1}} + \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}} | E^{\theta}_{Q_{\nu_1-1,\nu_2-1}}(f)_p)^{\frac{1}{\theta}} .$$

Из (2) получим $J_4 < \infty$.Собирая оценки J_1, J_2, J_3, J_4 мы получаем $I < \infty$. Следовательно по лемме 1.5 существует функция $g(x_1, x_2) \in L_p^0$ с рядом Фурье

$$\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty} \lambda_{2^{n_1-1},2^{n_2-1}} \Delta_{n_1,n_2} , \tag{4}$$

и

$$\| g \|_p \le C(p) I_1 \quad . \tag{5}$$

Перепишем ряд (4) в виде

$$\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty} \gamma_{n_1,n_2} A_{n_1,n_2}(x_1, x_2) ,$$

где

$$\gamma_{1,1} = \lambda_{1,1}, \gamma_{1,\nu_2} = \lambda_{1,2^{n_2-1}} for 2^{n_2-1} \le \nu_2 \le 2^{n_2} - 1, (n_2 = 2,3...),$$

$$\gamma_{\nu_1,1} = \lambda_{2^{n_1-1},1} for 2^{n_1-1} \le \nu_1 \le 2^{n_1} - 1, (n_2 = 2,3...),$$

$$\gamma_{\nu_1,\nu_2} = \lambda_{2^{n_1-1},2^{n_2-1}} for 2^{n_2-1} \le \nu_2 \le 2^{n_2} - 1, 2^{n_1-1} \le \nu_1 \le 2^{n_1} - 1, (n_1, n_2 = 2,3...) .$$

Теперь рассмотрим следующий ряд

$$\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty} \lambda_{n_1,n_2} A_{n_1,n_2}(x_1, x_2) = \sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty} \gamma_{n_1,n_2} \Lambda_{n_1,n_2} A_{n_1,n_2}(x_1, x_2) , \tag{6}$$

где

$$\Lambda_{1,1} = 1, \Lambda_{1,\nu_2} = \frac{\lambda_{1,\nu_2}}{\gamma_{1,\nu_2}} = \frac{\lambda_{1,\nu_2}}{\lambda_{1,2^{n_2-1}}} for 2^{n_2-1} \le \nu_2 \le 2^{n_2} - 1, (n_2 = 2,3...),$$

$$\Lambda_{\nu_1,1} = \frac{\lambda_{\nu_1,1}}{\gamma_{\nu_1,1}} = \frac{\lambda_{\nu_1,1}}{\lambda_{2^{n_1-1},1}} for 2^{n_1-1} \le \nu_1 \le 2^{n_1} - 1, (n_2 = 2,3...),$$

$$\Lambda_{\nu_1,\nu_2} = \frac{\lambda_{\nu_1,\nu_2}}{\gamma_{\nu_1,\nu_2}} = \frac{\lambda_{\nu_1,\nu_2}}{\lambda_{2^{n_1-1},2^{n_2-1}}} for 2^{n_1-1} \le \nu_1 \le 2^{n_1} - 1, 2^{n_2-1} \le \nu_2 \le 2^{n_2} - 1, (n_1, n_2 = 2,3...)$$

Поскольку по определению и свойству GM последовательность $\{\Lambda_{n_1=1,n_2=1}\}_{n_1=1,n_2=1}^{\infty,\infty}$ удовлетворяет условиям леммы 1.6 , то ряд (6) имеет вид функции $\varphi(x_1, x_2) \in L_p$ и $\| \varphi \|_p \le C(\rho, \lambda) \| g \|_p$.

Учитывая (5) и оценки J_1, J_2, J_3, J_4 будем иметь:

$$\| \varphi \|_p \le (\lambda^{\theta}_{1,1} \| f \|_p^{\theta} + \sum_{n_1=1}^{\infty} | \lambda^{\theta}_{n_1+1,1} - \lambda^{\theta}_{n_1,1} | E^{\theta}_{Q^r_{n_1}}(f)_p + \sum_{n_2=1}^{\infty} | \lambda^{\theta}_{1,n_2+1} - \lambda^{\theta}_{1,n_2} | E^{\theta}_{Q^r_{n_2}}(f)_p$$

$$+ \sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty} | \lambda^{\theta}_{n_1,n_2} - \lambda^{\theta}_{n_1+1,n_2} - \lambda^{\theta}_{n_1,n_2+1} + \lambda^{\theta}_{n_1+1,n_2+1} | E^{\theta}_{Q^r_{n_1,n_2}}(f)_p)^{\frac{1}{\theta}} .$$

Оценим $E_{Q^r_{m_1+m_2}}(\varphi)_p \le C \| \varphi - S_{\infty,2^{m_2}-1}(\varphi) - S_{2^{m_1}-1,\infty}(\varphi) + S_{2^{m_1}-1,2^{m_2}-1}(\varphi) \|_p$.

Рассмотрим ряд

$$\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\lambda_{n_1,n_2}A^*_{n_1,n_2}(x_1,x_2)=\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\gamma_{n_1,n_2}\Lambda_{n_1,n_2}A^*_{n_1,n_2}(x_1,x_2),$$

где $A^*_{n_1,n_2}(x_1,x_2)=0$,если $n_1\leq 2^{m_1}-1$ и $n_2\leq 2^{m_2}-1$, также $A^*_{n_1,n_2}(x_1,x_2)=A_{n_1,n_2}(x_1,x_2)$

Поскольку последовательность $\{\Lambda_{n_1=1,n_2=1}\}_{n_1=1,n_2=1}^{\infty,\infty}$ удовлетворяет условиям леммы 1.6 , то

$$\|\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\lambda_{n_1,n_2}A^*_{n_1,n_2}(x_1,x_2)\|_p\leq C\|\sum_{n_1=1}^{\infty}\sum_{n_2=1}^{\infty}\lambda_{2^{n_1-1},2^{n_2-1}}\Delta^*_{n_1n_2}\|_p,$$

где $\Delta^*_{n_1n_2}=0$, если $n_1\leq m_1$ и $n_2\leq m_2$, $\Delta^*_{n_1n_2}=\Delta_{n_1n_2}$ в другом случае.

Из леммы 1.5 получим:

$$E_{Q^r_{m_1+m_2}}(\varphi)_p\,\square\!\leq\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\sum_{k_1=m_1+1}^{\infty}\sum_{k_2=m_2+1}^{\infty}\lambda^2_{2^{k_1-1},2^{k_2-1}}\Delta^2_{k_1,k_2}]^{\frac{p}{2}}dx_1,dx_2\}^{\frac{1}{p}}\ . \tag{7}$$

Это легко увидеть

$$\lambda^{\theta}_{2^{k_1-1},2^{k_2-1}}=\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{m_2-1}}+\sum_{\nu_2=m_2+1}^{k_2}(\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2-2}})+\sum_{\nu_1=m_1+1}^{k_1}(\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{m_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{m_2-1}})$$
$$+\sum_{\nu_1=m_1+1}^{k_1}\sum_{\nu_2=m_2+1}^{k_2}[\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-2}}+\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-2}}]$$

Подставим эту оценку для (7) и получим:

$$E_{Q^r_{m_1+m_2}}(\varphi)_p\leq(\square\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{m_2-1}}\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\sum_{k_1=m_1+1}^{\infty}\sum_{k_2=m_2+1}^{\infty}\Delta^2_{k_1,k_2}]^{\frac{p}{2}}dx_1,dx_2\}^{\frac{1}{p}}$$
$$+\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\sum_{k_1=m_1+1}^{\infty}\sum_{k_2=m_2+1}^{\infty}\Delta^2_{k_1,k_2}(\sum_{\nu_1=m_1+1}^{k_1}|\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{m_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{m_2-1}}|)^{\frac{2}{\theta}}]^{\frac{p}{2}}dx_1,dx_2\}^{\frac{1}{p}}$$
$$+\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\sum_{k_1=m_1+1}^{\infty}\sum_{k_2=m_2+1}^{\infty}\Delta^2_{k_1,k_2}(\sum_{\nu_2=m_2+1}^{k_2}|\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2-2}}|)^{\frac{2}{\theta}}]^{\frac{p}{2}}dx_1,dx_2\}^{\frac{1}{p}}$$
$$+\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\sum_{k_1=m_1+1}^{\infty}\sum_{k_2=m_2+1}^{\infty}\Delta^2_{k_1,k_2}(\sum_{\nu_1=m_1+1}^{k_1}\sum_{\nu_2=m_2+1}^{k_2}|\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-1}}$$
$$-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-2}}+\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-2}}|)^{\frac{2}{\theta}}]^{\frac{p}{2}}dx_1,dx_2\}^{\frac{1}{p}})=:L_1+L_2+L_3+L_4\,.$$

Оценим L_1 как J_1

$$L_1\leq\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{m_2-1}}\{\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}[\sum_{k_1=m_1+1}^{\infty}\sum_{k_2=m_2+1}^{\infty}\Delta^2_{k_1,k_2}]^{\frac{p}{2}}dx_1,dx_2\}^{\frac{1}{p}}\square\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{m_2-1}}E_{Q^r_{m_1+m_2}}(f)_p\,.$$

У нас также есть

$$L_2\leq(\square\sum_{\nu_1=m_1+1}^{\infty}|\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{m_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{m_2-1}}|E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1+m_2-1}}(f)_p)^{\frac{1}{\theta}},$$

$$L_3\leq(\square\sum_{\nu_2=m_2+1}^{k_2}|\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2-1}}-\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2-2}}|E^{\theta}_{Q^r_{m_1+\nu_2-1}}(f)_p)^{\frac{1}{\theta}},$$

$$L_4 \le \Big(\sum_{\nu_1=m_1+1}^{\infty} \sum_{\nu_2=m_2+1}^{\infty} \big| \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}} - \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-1}} - \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-2}} + \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-2},2^{\nu_2-2}} \big| E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1+\nu_2-2}} (f)_p \Big)^{\frac{1}{\theta}}.$$

Принимая во внимание оценки для L_1, L_2, L_3, L_4 получаем

$$E_{Q^r_{m_1+m_2}} (\varphi)_p \le \Big(\lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{m_2-1}} E^{\theta}_{Q^r_{m_1+m_2}} (f)_p + \sum_{\nu_1=m_1}^{\infty} \big| \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{m_2-1}} - \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{m_2-1}} \big| E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1+m_2-1}} (f)_p$$

$$+ \sum_{\nu_2=m_2}^{\infty} \big| \lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2}} - \lambda^{\theta}_{2^{m_1-1},2^{\nu_2-1}} \big| E^{\theta}_{Q^r_{m_1+\nu_2-1}} (f)_p + \sum_{\nu_1=m_1}^{\infty} \sum_{\nu_2=m_2}^{\infty} \big| \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2}} - \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2}}$$

$$- \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1},2^{\nu_2-1}} + \lambda^{\theta}_{2^{\nu_1-1},2^{\nu_2-1}} \big| E^{\theta}_{Q^r_{\nu_1+\nu_2-2}} (f)_p \Big)^{\frac{1}{\theta}}.$$

Список использованной литературы:

1 *Бабенко К. И. Приближение тригонометрическими полиномами в некоторых классах периодических функций нескольких переменных. — ДАН СССР, 1960, 132, № 5,с. 982—985.*

2 *Бабенко К. Л. О приближении периодических функций многих переменных тригонометрическими многочленами. — ДАН СССР, 1960, 132, № 2, с. 247—250.*

3 *Теляковский С. А . Об оценках производных тригонометрических полиномов многих переменных // Сиб. мат. жур., 1963, 4, № 6, с 1404—1411.*

4 *Теляковский С. А . Некоторые оценки для тригонометрических рядов с квазивыпуклыми коэффициентами // Мат. сб., 1964, 63 (105), с. 426—444.*

5 *Бугров Я. С. Приближение класса функций с доминирующей производной// Матем.сб., 1964, 64 (106), с. 410-418.*

6 *Бугров Я. С. Конструктивная характеристика классов функций с доминирующей смешанной производной // Труды МИАН СССР, 1974, 131, с. 25—32.*

7 *Никольская Н. С. Приближение дифференцируемых функций многих переменных суммами Фурье в метрике* L_p *.*

8 *Митягин В .С . Приближение функций в пространствах Lν и С на торе // Матем. сб. 1962. Т. 58 (100). С. 379-414.*

9 *Темляков В.Н. Приближение функций с ограниченной смешанной производной // Труды МИАН. 1986. Т. 178.*

10 *Temlyakov V .N . Approximation of periodic functions. NY: Nova SciencePublishers, Inc., 1993.*

11 *Потапов М.К., Об одной теореме вложения, Mathematica, 14 (1972), 123–146.*

12 *Бугров Я.С., Приближение тригонометрическими полиномами функций многих переменных, Труды Научного Объединения Преподавателей Физико - математических Факультетов Педагогических Институтов Дальнего Востока, Хабаровск, 1962, 28–49.*

13 *Jumabayeva A., Liouville-Weyl derivatives, best approximations, and moduli of smoothness, Acta Math.Hungar., 145 (2) (2015), 369–391.*

14 *Tikhonov S., Trigonometric series with general monotone coefficients, J. Math. Anal. Appl., 326 (2007),721–735.*

15 *Nikolskii S.M., Approximation of Functions of Many Variables and Imbedding Theorems. Nauka, M., 1969. English translation: S.M. Nikolskii, Approximation of Functions of Several Variables and Imbedding Theorems, Springer-Verlag, New York, 1975.*

МРНТИ 14.35.09
УДК 378.02:37.016

А.Б. Дуйсебаева [1]

[1]*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан*

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПЕДВУЗА НА ОСНОВЕ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ И МУЛЬТИМЕДИА

Аннотация

В данной работе предпринята попытка исследования особенностей обучения будущих учителей математики компьютерной графике и мультимедиа в условиях информатизации образования и определения некоторых важных моментов, которые влияют на эффективность совершенствования их математической подготовки. На сегодняшний день несмотря на изобилие различных прикладных программных пакетов проблема обучения компьютерной анимации остается актуальной. Применение компьютерной графики в обучении не только позволяет увеличить скорость передачи информации и повысить уровень ее понимания, но и способствует развитию образного мышления. Большое образовательное и психологическое значение имеет и тот факт, что цвет графических изображений воздействует на мысли и чувства, стимулируя воображение. Грамотное применение технологии компьютерной графики позволяет обеспечить не только освоение учебного материла, но также создать все условия для эффективного процесса обучения в целом.

Ключевые слова: компьютерная графика, технологии компьютерной графики, мультимедийные обучающие технологии.

Аңдатпа

А.Б. Дүйсебаева [1]
[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық пелагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

КОМПЬЮТЕРЛІК ГРАФИКА ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ ЖӘНЕ МУЛЬТИМЕДИЯНЫ ОҚЫТУ НЕГІЗІНДЕ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ СТУДЕНТТЕРДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ДАЙЫНДЫҒЫН ЖЕТІЛДІРУ ТУРАЛЫ

Бұл жұмыста білім беруді ақпараттандыру жағдайында болашақ математика мұғалімдерін компьютерлік графика және мультимедиа пәндерінен оқытудың ерекшеліктерін зерттеуге және олардың математикалық дайындығын жетілдірудің тиімділігіне әсер ететін маңызды аспектілерді анықтау жолдары қарастырылды. Бүгінгі таңда әртүрлі бағдарламалық қосымшалардың пакеттерінің көптігіне қарамастан, компьютерлік анимацияны үйрену мәселесі өзекті болып қала береді. Оқу жүйелерінде компьютерлік графиканы қолдану ақпарат беру жылдамдығын арттыруға және оны түсіну деңгейін жоғарылатуға мүмкіндік беріп қана қоймай, қиялды ойлаудың дамуына да ықпал етеді. Графикалық кескіндердің түсі қиялды қоздыратын ойлар мен сезімдерге әсер ететіндігі тәрбиелік және психологиялық тұрғыдан маңызды. Компьютерлік графика технологиясын сауатты пайдалану оқу материалын жақсы игеруді қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен бірге оқу процесінің тиімділігі үшін барлық жағдайларды жасауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: компьютерлік графика, компьютерлік графика технологиялары, мультимедиялық оқыту технологиялары.

Abstract

ON IMPROVING THE MATHEMATICAL TRAINING OF PEDAGOGICAL STUDENTS BASED ON TEACHING COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA TECHNOLOGY

Duisebaeva A.B.[1]
[1]*Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan*

In this paper, an attempt is made to study the features of teaching future mathematics teachers in computer graphics and multimedia in the context of informatization of education and to identify some important points that affect the effectiveness of improving their mathematical training. Today, despite the abundance of various application software packages, the problem of learning computer animation remains relevant. The use of computer graphics in educational systems not only allows you to increase the speed of information transfer and increase its level of understanding, but also contributes to the development of imaginative thinking. Of great educational and psychological importance is the fact that the color of graphic images affects thoughts and feelings, stimulating the imagination. The competent use of computer graphics technology allows us to provide not only the best development of educational material, but also create all the conditions for a more effective learning process as a whole.

Keywords: computer graphics, computer graphics technology, multimedia of technologies, the multimedia training technologies.

Педагог современного образовательного учреждения должен использовать новые информационные технологии в своей профессиональной деятельности как в процессе обучения и воспитания, так и в педагогической диагностике, ибо известно, что «нельзя идти вперед с головой, повернутой назад».

Компьютерная графика и мультимедиа являются отделами информатики, необходимыми в сегодняшнем мире в творение материалов, которые предназначены для печати или визуальных презентаций. Эти визуализации могут быть созданы с нуля или с использованием фотографии, иллюстрации, оцифрованы с помощью сканера, цифровой камеры или видеокамеры. Цель обучения состоит в том, чтобы познакомить студентов с моделированиям 2D и 3D графики, поддержкой графических программ, графических приложений, а также видов средств массовой информации и области их применения.

Компьютерная графика представляет значительный интерес для научных исследований. В частности, она выступает как средство формирования научной документации с использованием специальной нотации – математических знаков, индексов, шрифтов и т. п. В последнее время ученые чаще стали обращаться к имитационному моделированию на компьютере, позволяющему воссоздать в видимой форме то, что иногда в принципе нельзя увидеть глазами: распределение поля температур на поверхности другой планеты, напряжений внутри слитка металла, строения сложной органической молекулы и т. д. Для этих целей используют специальные математические пакеты, например, Matlab, Mathcad, Maple, GeoGebra и т.д. оснащенные элементами компьютерной графики.

Приобретенные знания,а также полученные студентом умения, позволяют на интеграцию текста, звука, графики, анимации и секвенции видео при творении мультимедийных презентаций. В дальнейшем студент должен уметь применять эти технологии в будущей профессиональной деятельности.

Применение технологии компьютерной графики и мультимедиа учебных системах. не только увеличивает скорость восприятия информации обучающимся и повышает уровень ее понимания, но и способствует развитию таких важных для специалиста любой отрасли качеств, как интуиция, образное и логическое мышление. Многочисленными исследованиями в области психологии доказано, что зрительные анализаторы обладают значительно большей пропускной способностью, чем слуховые: слушая, человек запоминает только 15 % учебной информации, созерцая, 25 %.

У взрослого человека, который слушает монотонный доклад, уже через 20 минут начинает ослабляться внимание. Если же этот доклад сопровождается демонстрацией каких-то графических объектов, начинает работать зрительный анализатор. Появление наглядного образа активизирует внимание слушателей, и они лучше начинают воспринимать сообщения. Визуальная форма подачи информации является гораздо более продуктивной, поскольку пропускная способность зрительного канала восприятия информации намного выше пропускной способности слухового канала (примерно в 7,5 раз). Это объясняется тем, что с 4 млн. нервных окончаний (волокон), которые передают информацию в человеческом организме, около 2 млн. приходится на зрение и только 60 тыс. на слух. Глаз способен воспринимать миллионы бит информации в секунду, ухо только десятки тысяч. Отсюда следует необходимость использования в сфере образования технологий компьютерной графики. В настоящее время компьютерная графика это одно из наиболее бурно развивающихся направлений информационных технологий. Иллюстративные функции мультимедиа технологии реализуются в учебных системах при передаче обучащимся артикулируемой части знания, представленной в виде заранее подготовленной информации с графическими, анимационными, аудио- и видеоиллюстрациями.

Как показывает опыт, иногда студенты с неохотой встречают задания для самостоятельной работы, считая, что изученного на практическом занятии достаточно для усвоения учебного материала и приобретения навыков, решения прикладных задач. Однако, привлекая технологии компьютерной графики для выполнения домашней работы, индивидуального задания, преподаватель встречает более заинтересованные отклики студентов, изменяется мотивация такого вида деятельности у студентов, что позволяет активизировать самостоятельную работу будущих учителей математики.

Для этого можно начать с простой проверки домашнего задания с помощью компьютера или построения графиков изучаемых функций или изображения областей интегрирования. [1].

Системы компьютерной графики, например, математикам позволяют увидеть и осознать глубинные теоретико-числовые закономерности.

Использование мультимедиа технологий в образовании обладает следующими достоинствами по сравнению с традиционным обучением:

- допускает использование цветной графики, анимации, звукового сопровождения, гипертекста;
- допускает возможность постоянного обновления;
- допускает возможность размещения в нем интерактивных веб-элементов, например, тестов или рабочей тетради;
- допускает возможность нелинейность прохождения материала благодаря множеству гиперссылок [2].

С целью интенсификации обучения, наряду с ранее использовавшимися в обучении математике классическими формами обучения в вузе и в самостоятельной работе студентов всё чаще используются программное обеспечение учебных дисциплин:

- программы-учебники;
- программы-тренажёры;
- словари;
- справочники;
- энциклопедии, видеоуроки;
- библиотеки электронных наглядных пособий;
- тематические компьютерные игры.

Мультимедиа технологии могут быть использованы для обучения математике в различных форматах:

- самостоятельное обучение с отсутствием или отрицанием деятельности учителя;
- самостоятельное обучение с помощью учителя-консультанта;
- частичная замена (фрагментарное, выборочное использование дополнительного материала);
- использование тренинговых (тренировочных) программ;
- использование диагностических и контролирующих материалов;
- выполнение семестровых самостоятельных и творческих заданий;
- использование компьютера для вычислений, построения графиков;
- использование программ, имитирующих опыты и лабораторные работы;
- использование игровых и занимательных программ;
- использование информационно-справочных программ.

Мультимедиа технологии в процессе преподавания математики должны органично вписываться в учебный процесс, использоваться целесообразно. Для организации урока математики с использованием мультимедиа технологий можно выделить следующие этапы:

1. Выбор конкретного раздела учебной программы по математике, темы и отдельных уроков.
2. Анализ содержания, относящегося к выбранному фрагменту учебного материала, и методики его преподавания с целью обоснования необходимости проведения уроков с использованием информационных компьютерных технологий.
3. Разработка заданий для урока.
4. Выбор программных средств для подачи необходимого учебного материала.
5. Разработка материалов урока с использованием выбранных программных средств.
6. Проверка, апробация и редактирование разработанных материалов урока.
7. Разработка методических рекомендаций для преподавателя, использующего разработку, и указаний для студентов.
8. Самоанализ проведенного занятия и устранение выявленных недостатков.

Качество проведения учебных занятий зависит от изложения учебного материала и наглядности, от умения преподавателя сочетать устное изложение материала с наглядным материалом, используя разнообразные информационные технологии, в том числе и компьютерные. Информационные компьютерные технологии позволяют улучшить восприятие учебного материала обучащимися за счет возможности динамизации и улучшения наглядности демонстрируемых предметов, явлений, фактов. Мультимедиа облегчают труд преподавателя, повышают положительное эмоциональное отношение обучащихся к предмету «математика», благодаря возможности ярко и интересно преподнести учебный материал.

Можно выделить определенные дидактические особенности мультимедиа технологий.

- Информационная насыщенность.

Благодаря заранее подготовленным материалам и возможности последовательного воспроизведения необходимых элементов в нужный момент времени, преподаватель математики экономит время на аккуратном выполнении изображений геометрических фигур, графиков функций.

Это позволяет расширить содержание темы и облегчить труд преподавателя во время учебного занятия.

- Возможность преодолевать существующие временные и пространственные границы.

При использовании интернет ресурсов появляется возможность показать обучащимся явления и факты, ограниченные временем и пространством.

- Возможность глубокого проникновения в сущность изучаемых явлений и процессов.

Демонстрация обучащимся опытов, процессов, явлений, которые сложно продемонстрировать без использования информационных компьютерных технологий. Демонстрация свойств функций на графике, изменяющемся на экране в реальном времени, изменение стереометрических фигур и объектов на экране путем изменения их линейных параметров.

- Показ изучаемых явлений в развитии, динамике.

Демонстрация как исследование функции, наглядная демонстрация графиков функции, схем, таблиц, объема и площади поверхности стереометрических тел и так далее.

- Реальность отображения действительности.

Возможность динамически показать различные геометрические объекты с разных сторон в реальном времени.

- Выразительность, богатство изобразительных приемов, эмоциональная насыщенность.

Благодаря техническим возможностям информационных компьютерных технологий улучшается подача учебного материала с точки зрения наглядности.

Эффективность использования информационных компьютерных технологий в учебно-воспитательном процессе определяется их соответствием конкретным учебно-воспитательным целям, задачам, специфике учебного материала, материально-техническим условиям.

Используя графические программы для обработки навыков вычисления интегралов, выполняя лабораторные работы в математических пакетах, которые выполнены на основе использования компьютерных технологий в качестве инструмента познания, студенты повышают свой уровень усвоения знаний, умений и навыков [3].

Несмотря на большое количество преимуществ, *применение средств мультимедиа в образовательном процессе имеет и ряд недостатков:*

1. Отсутствует единая методология применения средств мультимедиа.

В образовательном учреждении имеются собственные разработки по созданию и применению мультимедиа, но единого подхода для всех нет. Нет также и единой большой сетевой системы, обеспечивающей мультимедийную связь образовательных технологий с доступом к информационным базам. Все имеющиеся мультимедийные технологии обучения – авторские. В связи с этим следует выполнить огромную работу, чтобы определить, как наилучшим образом организовать учебный процесс при взаимодействии с большой информационной системой.

2. Трудоемкость процесса по созданию элементов образовательного процесса с использованием средств мультимедиа.

Не каждый преподаватель может создать компьютерную программу с учетом особенностей дизайна, психологического восприятия. Создание средств мультимедиа требует много времени.

3. Грамотное использование готовых мультимедийных разработок.

Некоторые обучащиеся, а также и преподаватели, особенно в зрелом возрасте, не имеют навыков работы с различными средствами мультимедиа. Специальная команда дизайнеров, программистов и психологов не сможет создать продукт, который будет содержать необходимую информацию для осуществления образовательного процесса.

4. Рассеивание внимания из-за обилия материала.

5. Ограничение «обратной связи» с пользователем.

Обычно она представлена какими-либо формами контроля, не поддерживает возможности динамического выбора стратегий обучения. Такое средство обучения не в состоянии определить индивидуальные потребности и трудности обучаемому. Соответственно, мультимедиа не может стать единственным методом обучения ввиду своей ограниченности для изучения некоторых наук.

6. Технические сбои в работе.

7. Негативное воздействие на организм и психику человека.

Существует оптимальная информационная емкость восприятия, превышение которой неизбежно приведет к снижению качества усвоения учебного материала, и вследствие этого значительная часть информации останется неусвоенной. Поэтому беспредельно увеличивать информационную насыщенность педагогического процесса не стоит.

Разнообразные и неиссякаемые возможности мультимедиа технологий обучения у ряда преподавателей порождают увлечение ими, и тогда эти средства превращаются в самоцель. Все хорошо в меру – правило, которое применительно к педагогике можно было бы назвать вторым «золотым правилом» воспитания и обучения. Любое, самое великолепное средство или метод обречены на провал, если преподаватель теряет чувство меры в их использовании.

Информатизация образования изменила роль преподавателя, в связи с этим ему необходимо разрабатывать индивидуальные стратегии обучения, которые позволяют обучающемуся становится активным участником учебного процесса. Несмотря на то, что мультимедиа наряду с перспективами, вносит и ряд негативных моментов, использование технологии компьютерной графики и мультимедиа предоставляет новые уникальные возможности развития умений и навыков, улучшения качества образования.

Список использованной литературы:

1 Жунусова Л.Х., Дуйсебаева А.Б. Особенности методической системы обучения компьютерной анимации будущих учителей математики. //Вестник. Серия «Физико-математические науки», №1(65).-Алматы: КазНПУ имени Абая, 2019.-С.283-286

2 Саранцев Г. И. Методика обучения математике в средней школе. – М.: Просвещение, 2002. –244 с.

3 Телицина Г.В. Фундаментализация знаний-важнейшее направление развития высшего обрзования в XXI веке: проблемы и перспективы://Сб. статей III Всерос.науч.-практ.конф.- Пенза:Приволжеский дом знаний, 2007.-С.8-11

МРНТИ 30.17.15
УДК 536.24.01

Л. Ермекқызы

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО НЕФТЕПРОВОДА

Аннотация

Приводятся результаты решения обратной задачи по определению гидравлического сопротивления магистрального нефтепровода. Сформулирована постановка обратной задачи, изложен численный метод решения системы уравнения. Гидравлическое сопротивление трубопровода при «горячей» перекачке высокозастывающей и высоковязкой нефти изменяется в ходе эксплуатации. Температура нефти снижается по длине трубопровода из-за теплопередачи с грунтом, приводит к возрастанию вязкости нефти и росту гидравлического сопротивления.

Зависимость гидравлического сопротивления трубопровода от параметров перекачки нефти определяется путем решения обратной задачи. Постановка обратной задачи состоит из системы уравнения законов сохранения количества движения, массы, энергии и гидравлического сопротивления в форме Альтшуля с неизвестными коэффициентами. Система уравнения в частных производных гиперболического типа для скорости и давления решается численным методом характеристик, а уравнения переноса тепла – итерационным методом бегущего счета.

Ключевые слова: обратная задача, гидравлическое сопротивление, переходный процесс, метод характеристик.

Аңдатпа

Л. Ермекқызы
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

ЖЕРАСТЫ МҰНАЙ ҚҰБЫРЫНЫҢ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ҚАРСЫЛАСУЫН АНЫҚТАУ

Магистральдық мұнай құбырының гидравликалық кедергісін анықтауда кері есептерді шешудің нәтижелері келтірілген. Кері есепті шығару тұжырымдалған, теңдеулер жүйесінің сандық әдісі сипатталған. Жоғары температуралы және тұтқырлығы жоғары майды «ыстық» айдау кезінде құбырдың гидравликалық тұрақтылығы жұмыс кезінде өзгереді. Майдың температурасы топырақтан жылу тасымалдануына байланысты құбырдың ұзындығы бойымен төмендейді, бұл мұнайдың тұтқырлығын арттыруға және гидравликалық қарсылықтың өсуіне әкеледі.Құбырдың гидравликалық кедергісінің мұнай айдау параметрлеріне тәуелділігі кері есепті шешу арқылы анықталады.

Кері есептер белгісіз коэффициенттері бар Альтшуль түріндегі импульс, масса, энергия және гидравликалық тұрақтылықтың сақталу заңдарының теңдеулер жүйесінен тұрады. Жылдамдық пен қысымға арналған гиперболалық типтегі дифференциалдық теңдеулер жүйесі сипаттамалар әдісі арқылы, ал жылу алмасу теңдеулері сандық итеративті әдісімен шешіледі.

Түйін сөздер: кері есеп, гидравликалық кедергі, өтпелі процесс, сипаттама әдісі.

L. Yermekkyzy
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

DEFINITION OF HYDRAULIC RESISTANCE OF UNDERGROUND OIL PIPELINE

Abstract

The results of solving the inverse problem of determining the hydraulic resistance of a main oil pipeline are presented. The formulation of the inverse problem is formulated, a numerical method for solving the system of equations is described. The hydraulic resistance of the pipeline during the "hot" pumping of high-curing and high-viscosity oil changes during operation. Oil temperature decreases along the length of the pipeline due to heat transfer from the soil, leading to an increase in oil viscosity and an increase in hydraulic resistance.The dependence of the hydraulic resistance of the pipeline on the parameters of oil pumping is determined by solving the inverse problem.

The inverse problem statement consists of a system of equations of laws of conservation of momentum, mass, energy and hydraulic resistance in the form of Altshul with unknown coefficients. The system of partial differential equations of hyperbolic type for speed and pressure is solved by the numerical method of characteristics, and the heat transfer equations by the iterative method of running counting.

Keywords: inverse problem, hydraulic resistance, transient, method of characteristics.

Введение

Возникновение переходных (или нестационарных) процессов в магистральном нефтепроводе связано с любыми изменениями технологического режима перекачки. Переходный процесс могут вызвать запуск или отключение насосного агрегата, изменение положения запорной или регулирующей арматуры, подключение отвода, аварийный разрыв трубопровода и т.п.

Более века назад Н.Е. Жуковский [1] математически описал физические аспекты неустановившегося движения упругой жидкости в трубопроводных системах. Им впервые записана система волновых дифференциальных уравнений движения сжимаемой идеальной жидкости, которые Н.Е. Жуковский интегрировал в конечном виде для некоторых граничных условий. Несколько позже Л. Аллиеви [2] проинтегрировал несколько упрощенные дифференциальные уравнения, описывающие переходные процессы в нефтепроводе. Им получено решение в виде конечных разностей или, так называемых, цепных уравнений, связывающих скорость и давление нефти в конечном сечении трубопровода в последующий момент времени в зависимости от их значения в предыдущий момент.

Движение нефти и нефтепродуктов по трубопроводу зачастую не является изотермическим. Неизотермичность процесса тем более значительна при перекачке жидкостей с подогревом (так называемая «горячая перекачка»). Такой метод используется для перекачки высоковязких и застывающих нефтей и нефтепродуктов. Подогрев жидкости позволяет снизить ее вязкость, тем самым уменьшив потери напора на трение при ее перекачке по трубопроводу.

Способ «горячей» перекачки является надежным для транспортировки высокозастывающей (парафинистой) и высоковязкой нефти. В этом случае гидравлическое сопротивление трубы зависит от многих факторов (вязкости, шероховатости, скорости и температуры нефти). Температура нефти снижается по длине трубопровода из-за теплопередачи с грунтом, приводит к возрастанию вязкости нефти и росту гидравлического сопротивления. Шероховатость трубы повышается из-за выпадения парафина на стенку, также приводит к росту интенсивности турбулентности и потери напора.

Гидравлическое сопротивление является важной характеристикой трубопровода, и в прямой зависимости от его находятся затраты работы насосных агрегатов, и эффективность работы магистрального нефтепровода.

Решение этой проблемы может быть получено методом обратной задачи путем использования математической модели процесса, а недостающую информацию получить из опытных данных [3].

Постановка задачи.

Ввиду того, что длина L участка магистрального нефтепровода намного больше его внутреннего диаметра D_1 ($L>D_1$) задача рассматривается в одномерной постановке и при следующих допущениях:

1. Нефть является ньютоновской жидкостью и касательное напряжение трения подчиняется закону Ньютона [2]:

$$\tau_W = \lambda \frac{\rho u^2}{8}$$

где τ_W - касательное напряжение трения,   ρ, u - плотность и средняя скорость потока нефти, - коэффициент гидравлического сопротивления трубы.

2. Движение нефти происходит под действием давления, и жидкость течет полным сечением трубопровода;

3. Движение жидкости вдоль трубопровода считается одномерным по направлению оси OX, т.е. пренебрегается поперечной скоростью, направленной перпендикулярно оси трубопровода/

В соответствии с принятыми допущениями на основе закона сохранения массы и импульса можно записать систему уравнения движения [4, 5]:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} = 0 \tag{1}$$

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} + \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial x} = -\lambda(Re, e) \frac{\rho u^2}{2D_1} - \rho g \, sin \, sin \, \alpha(x) \tag{2}$$

где $\lambda(Re, e) \frac{\rho u^2}{2D_1}$ - сила гидравлического сопротивления трубы, $\rho g \, sin \, sin \, \alpha(x)$ - сила тяжести нефти, D_1 - внутренний диаметр трубопровода, $e = \varepsilon / D_1$ - степень шероховатости стенки трубы.

Уравнение распространения малых возмущений выражает реологию потока:

$$c^2 = (\partial p \, \partial \rho \,)_{T=const} \tag{3}$$

где c – скорость распространения малых возмущений (скорость звука).

Величину скорости звука можно найти по формуле Жуковского [3]:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{\xi} + \frac{\rho D}{E\delta}}} \tag{4}$$

где ξ - модуль объемной упругости жидкости, $\delta -$ толщина стенки трубы, E - модуль упругости материала стенки.

Систему уравнения (1), (2) с учетом (3) можно привести к виду:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + u \frac{\partial p}{\partial x} + \rho c^2 \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \tag{5}$$

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} + \rho u \frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{\partial p}{\partial x} - \lambda(Re, \varepsilon) \frac{\rho u|u|}{2D_1} - \rho g \, sin \, sin \, \alpha(x) \tag{6}$$

Температура нефти в трубопроводе изменяется конвекцией и теплопередачей с окружающей средой и уравнение переноса имеет вид:

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho c_p u \frac{\partial T}{\partial x} = -\frac{4k}{D_1}(T - T_W) \tag{7}$$

где c_p - теплоемкость нефти, соответственно, k - коэффициент теплопередачи, T_W– температура окружающего грунта.

Зависимости плотности, вязкости и теплоемкости нефти от температуры выражаются стандартными формулами [4], [5]

$$\rho = \rho_{20}[1 + \zeta(20 - T)], v = a_1 e^{-b_1 T}, c_p = \frac{53357+107{,}2T}{\sqrt{\rho_{20}}} \tag{8}$$

где ρ_{20} – плотность нефти смеси при 20 °С; ζ, a_1, b_1- эмпирические постоянные, $\zeta = 0{,}000738{,}1/°\text{С}$.

Система уравнения (4) – (8) рассматривается совместно для расчета давления, скорости и температуры.

Начальные условия системы (5) - (7) имеют вид:

$$u(0,x) = u_0(x), p(0,x) = p_0(x), T(0,x) = T_0(x) \tag{9}$$

Граничные условия в начальном пункте трубопроводе находятся напорно-объемной характеристикой насосного агрегата, т.е. для заданного объема перекачки (массового расхода) нефти генерируется давление:

$$p(0,t) = p_{in}(t) \quad M(0,t) = M_{in}(t) \tag{10}$$

В конечном пункте трубопроводе - из условия доставки объема нефти [6]:

$$p(L,t) = p_{out}(t) \qquad M(L,t) = M_{out}(t) \tag{11}$$

Для уравнения переноса (7) достаточно задавать граничное условие в начальном пункте трубы:

$$T(0,t) = T_{in}(t) \tag{12}$$

Как показывают экспериментальные исследования в трубопроводах [7], [8], коэффициент гидравлического сопротивления λ в широком диапазоне изменения числа Рейнольдса определяется формулой Альтшуля [9].

Для уточнения формулы Альтшуля путем решения обратной задачи запишем в модифицированной форме:

$$\lambda(Re) = a \cdot \left(\frac{68}{Re} + d\right)^b \tag{13}$$

где $Re = uD_1/v(T)$ - число Рейнольдса; $v(T)$- коэффициент кинематической; *a,b,d* - константы в классической формуле Альтшуля [9] имеют значения *a=1, b=0.25, d=0.11.*

Численный метод решения системы уравнения.

С началом использования быстродействующих компьютеров появились новые численные методы решения. Особенную популярность приобрел метод характеристик. Алгоритмы для численного расчета переходных процессов путем составления компьютерных программ предложены в работах Н.А. Картвелишвили, М.А. Гусейнзаде, В.А. Юфина, В.В. Жолобова и многих других отечественных и зарубежных ученых.

Введем равномерную ортогональную расчетную сетку x, t с шагом Δt по времени. Шаг по координате выберем следующим образом: $\Delta x = c\Delta t$, где c – фиксированное значение скорости звука. Расчетная сетка состоит из временных слоев, которые обозначаются индексом n.

В каждом временном слое содержатся координатные узлы, которые нумеруются индексом m. В расчетной сетке выражение u_m^n- скорость в координатном узле m для временного слоя n. Уравнения двух семейств характеристик (рис. 1) имеют вид:

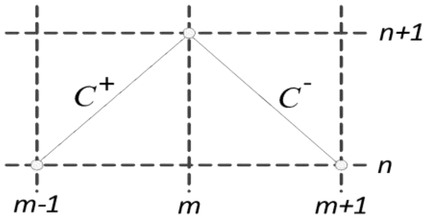


Рисунок 1. Расчетная сетка на характеристиках

Сначала рассмотрим численное решение системы (5), (6), которая является гиперболической системой в частных производных. Система уравнения гиперболического типа имеет характеристики, на которых уравнения (5), (6) в частных производных заменяются обыкновенными дифференциальными уравнениями для давления и скорости [10].

Уравнения двух семейств характеристик:

$$\frac{dx}{dt} = u + c,\ \frac{dx}{dt} = u - c \tag{14}$$

Скорость нефти в трубе *u* (1 м/с) мала по сравнению со скоростью звука *c* (1200 м/с). Поэтому вместо (14) можно использовать систему характеристик

$$dx - c \cdot dt = 0 \tag{15}$$

$$dx + c \cdot dt = 0 \tag{16}$$

Система уравнения (5), (6) на этих характеристиках записывается в виде:

$$dp + \rho c du + \frac{\lambda \rho u|u|^{\rightharpoonup}}{2D_1} + \rho g\ sin\ sin\ \alpha = 0 \tag{17}$$

$$dp - \rho c du + \frac{\lambda \rho u|u|^{\rightharpoonup}}{2D_1} + \rho g\ sin\ sin\ \alpha = 0 \tag{18}$$

$$p_m^{n+1} - p_{m-1}^n + \rho_{m-\frac{1}{2}} c(u_m^{n+1} - u_{m-1}^n) = -\frac{\lambda_{m-\frac{1}{2}} \rho_{m-\frac{1}{2}} \cdot u_{m-1}^n |u_{m-1}^n| \Delta x}{2D} - \rho_{m-\frac{1}{2}} g\ sin\ sin\ \alpha_{m-\frac{1}{2}} \Delta x \tag{19}$$

$$-p_m^{n+1} + p_{m+1}^n + \rho_{m+\frac{1}{2}} c(u_m^{n+1} - u_{m+1}^n) = -\frac{\lambda_{m+\frac{1}{2}} \rho_{m+\frac{1}{2}} \cdot u_{m+1}^n |u_{m+1}^n| \Delta x}{2D} - \rho_{m+\frac{1}{2}} g\ sin\ sin\ \alpha_{m+\frac{1}{2}} \Delta x \tag{20}$$

Или обозначая

$$X_l = p_{m-1}^n + \rho_{m-\frac{1}{2}} c u_{m-1}^n - \frac{\lambda_{m-\frac{1}{2}} \rho_{m-\frac{1}{2}} \cdot u_{m-1}^n |u_{m-1}^n| \Delta x}{2D} - \rho_{m-\frac{1}{2}} g\ sin\ sin\ \alpha_{m-\frac{1}{2}} \Delta x \tag{21}$$

$$X_r = p_{m+1}^n - \rho_{m+\frac{1}{2}} c u_{m+1}^n + \frac{\lambda_{m+\frac{1}{2}} \rho_{m+\frac{1}{2}} \cdot u_{m+1}^n |u_{m+1}^n| \Delta x}{2D} + \rho_{m+\frac{1}{2}} g\ sin\ sin\ \alpha_{m+\frac{1}{2}} \Delta x \tag{22}$$

Получим систему разностных уравнений для переменных в координатном узле *m* временного слоя *n+1*:

$$p_m^{n+1} + \rho_{m-\frac{1}{2}} c u_m^{n+1} = X_l \tag{23}$$

$$p_m^{n+1} - \rho_{m+\frac{1}{2}} c u_m^{n+1} = X_r \tag{24}$$

$$u_m^{n+1} = \frac{1}{2}\left(\frac{X_l}{c\rho_{m-\frac{1}{2}}} - \frac{X_r}{c\rho_{m+\frac{1}{2}}}\right) \tag{25}$$

$$p_m^{n+1} = \left(\frac{X_l}{c\rho_{m-\frac{1}{2}}} + \frac{X_r}{c\rho_{m+\frac{1}{2}}}\right) / \left(\frac{1}{c\rho_{m-\frac{1}{2}}} - \frac{1}{c\rho_{m+\frac{1}{2}}}\right) \tag{26}$$

Вводя обозначение $K = \frac{4k}{\rho c_p D_1}$, уравнение (7) приводится к виду:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u\frac{\partial T}{\partial x} = -K(T - T_W) \tag{27}$$

Разностный аналог (27) можно записать:

$$\frac{T_m^{n+1} - T_m^n}{\Delta t} + u_m^n \frac{T_{m+1}^{n+1} - T_{m-1}^{n+1}}{2\Delta x} = -K_m^n (T_m^{n+1} - T_W) \tag{28}$$

Отсюда нетрудно получить:

$$T_m^{n+1} = \alpha_m^n \cdot T_{m-1}^{n+1} + \beta_m^n \cdot T_m^n + \gamma_m^n \tag{29}$$

Здесь приняты обозначения:

$$\alpha_m^n = \frac{u_m^n}{2\Delta x} / \left(\frac{1}{\Delta t} + \frac{u_m^n}{2\Delta x} + K_m^n\right), \quad \beta_m^n = \frac{1}{\Delta t} / \left(\frac{1}{\Delta t} + \frac{u_m^n}{2\Delta x} + K_m^n\right)$$

$$\gamma_m^n = K_m^n \cdot T_W / \left(\frac{1}{\Delta t} + \frac{u_m^n}{2\Delta x} + K_m^n\right)$$

Формулы (25), (26) и (29) определяют в итерационным процессе расчетные данные скорости, давления и температуры, системы находятся фактические значения скорости, давления, температуры потока нефти в трубопроводе.

Путем сравнения расчетных и опытных данных находятся постоянные a,b,d формулы Альтшуля (13) и строится зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса $\lambda(Re)$ на участке магистрального нефтепровода.

Заключение

Гидравлическое сопротивление трубопровода при «горячей» перекачке высокозастывающей и высоковязкой нефти изменяется в ходе эксплуатации. Зависимость гидравлического сопротивления трубопровода от параметров перекачки нефти определяется путем решения обратной задачи.

Постановка обратной задачи состоит из системы уравнения законов сохранения количества движения, массы, энергии и гидравлического сопротивления в форме Альтшуля (17) с неизвестными коэффициентами.

Система уравнения в частных производных гиперболического типа для скорости и давления решается численным методом характеристик, а уравнения переноса тепла – итерационным методом бегущего счета.

Список использованных источников:

1 Жуковский Н. Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. URSS. Серия: Физико-математическое наследие. Физика (механика), 2011. – 104 с.

2 Allievi L. Theory of Water Hammer. Notes I to V, ASME, New York, NY, USA, 1913.

3 Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. –Новосибирск. Сибирское научное издание. 2009. 458 с.

4 Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М. Наука, 1974. 712 с.

5 Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. М.: Недра, 1975. 296 с.

6 Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации газонефтепроводов / П.И. Тугунов [и др.]. М.: ДизайнПолиграфСервис, 2002. 658 с.

7 Жапбасбаев У.К., Бекибаев Т.Т., Рамазанова Г.И., Махмотов Е.С., Рзиев С.А. Расчет оптимальной температуры перекачки для транспортировки нефти // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2015. №4 (20). С. 61-66.

8 Воеводин А.Ф., Никифоровская В.С. Численный метод определения места утечки жидкости и газа в трубопроводе // Сибирский журнал индустриальной математики. 2009. Т.12, №1, С. 25-30.

9 Морозова Н.В., Коршак А.А. О границах зон трения при гидравлическом расчете нефти и нефтепродуктопроводов // Нефтегазовое дело. 2007, Т.5, №1.

10 Быков К.В., Николаев А.К., Маларев В.И. Определение коэффициента гидравлического сопротивления магистрального нефтепровода // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013, №5. С. 265-268.

МРНТИ 27.29.17
УДК 517.926.4

Ж.Б. Есқабылова[1], *Қ.Н. Оспанов*[1]

[1]*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ҮШІНШІ РЕТТІ НҰҚСАНДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУДІҢ КОЭРЦИТИВТІ ШЕШІЛУ ШАРТТАРЫ

Аңдатпа

Мақалада барлық сан осінде берілген үшінші ретті сингулярлы сызықты емес дифференциалдық теңдеулердің бір класы қарастырылады. Біз берілген теңдеудің шешімінің бар болуы мен осы шешім үшін коэрцитивті баға орындалуының жеткілікті шарттарын көрсетеміз. Қарастырылып отырған теңдеудің келесідей ерекшеліктері бар. Оның аралық коэффициенті шенелмеген және ол кіші коэффициентке бағынбайды. Мұндай теңдеуді әдебиетте нұқсанды дифференциалдық теңдеу деп атайды. Сонымен бірге, оны құрайтын дифференциалдық оператор сызықты жағдайда жартылай шенелмеген: оның энергетикалық кеңістігі С.Л. Соболев кластарына енбеуі мүмкін. Осы кезге дейін үшінші ретті сингулярлы дифференциалдық теңдеулерді шешілімділікке зерттеулер оның аралық коэффициенттері нөлге тең болған жағдайда ғана жүргізілген. Жұмыстың негізгі нәтижесі авторлардың сызықты нұқсанды үшінші ретті бір дифференциалдық оператордың бөліктенуі жайлы теоремасын, қозғалмайтын нүкте жайлы Шаудер теоремасын және Харди типті кейбір салмақты интегралдық теңсіздіктерді пайдалану арқылы дәлелденеді.

Түйін сөздер: нұқсанды дифференциалдық теңдеу, гильберт кеңістігі, күшті шешім, компактылы оператор, жылжымайтын нүкте.

Аннотация

Ж.Б. Ескабылова[1], *К.Н. Оспанов*[1]
[1]*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан*

УСЛОВИЯ КОЭРЦИТИВНОЙ РАЗРЕШИМОСТИ ВЫРОЖДЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

В статье рассматривается один класс сингулярных нелинейных дифференциальных уравнений третьего порядка, заданный на всей оси. Мы показываем достаточные условия существования решения этого уравнения и выполнимости коэрцитивной оценки для решения. Рассматриваемое уравнение имеет следующие особенности. Его промежуточный коэффициент не ограничен и не подчиняется к младшему коэффициенту. В литературе такое уравнение называется вырожденным дифференциальным уравнением. Кроме того, дифференциальный оператор, который его порождает, не является полуограниченным: его энергетическое пространство может не принадлежать к Соболевским классам. Прежде исследования разрешимости сингулярных дифференциальных уравнений третьего порядка проводились только в том случае, когда их промежуточные коэффициенты равны нулю. Основной результат работы доказывается на основе полученной авторами ранее теоремы разделимости для одного линейного вырожденного дифференциального оператора третьего порядка, теоремы Шаудера о неподвижной точке и некоторых весовых интегральных неравенств типа Харди.

Ключевые слова: вырожденное дифференциальное уравнение, гильбертово пространство, сильное решение, компактный оператор, неподвижная точка.

Abstract

COERCIVE SOLVABILITY CONDITIONS OF THE THREE-ORDER DEGENERATE DIFFERENTIAL EQUATIONS

Yeskabylova Zh.B. [1]*, OspanovK.N.* [1]
[1]*L.N. Gumilyov Eurasian national university, Nur-Sultan, Kazakhstan*

In this paper, we consider one class of the singular nonlinear third-order differential equations given on the entire axis. We show sufficient conditions for the existence of a solution to this equation and the satisfiability of the coercive estimate for solution. The considered equation has the following features. Its intermediate coefficient is not bounded and does not obey to a lower coefficient. In the literature, such equations are called the degenerate differential equations. Further, the corresponding differential operator is not semi-bounded: its energy space may not belong to the Sobolev classes. Previously, the solvability questions of the third-order singular differential equations was studied only in the case that their intermediate coefficients are equal to zero. The main result of this work is proved on the basis of one separability theorem for the linear third-order degenerate differential operators, Schauder's fixed point theorem and some Hardy type weighted integral inequalities.

Keywords: degenerate differential equation, Hilbert space, strong solution, compact operator, fixed point.

1. Кіріспе және негізгі нәтижелер

Келесі сызықты емес үшінші ретті дифференциалдық теңдеуді қарастырайық:

$$Ly = -y''' + r(x,y)y'' + s(x,y)y = f(x), \tag{1}$$

мұндағы $x \in R = (-\infty, +\infty)$, r, s - нақты мәнді функциялар, $f \in L_2 := L_2(R)$.

Анықтама 1.1. Егер үш рет үзіліссіз дифференциалданатын функциялардың $\{y_n\}_{n=1}^{\infty}$ тізбегі табылып, кез-келген үзіліссіз және финитті $\theta(x)$ функциясы үшін $\|\theta(y_n - y)\|_2 \to 0$, $\|\theta(Ly_n - f)\|_2 \to 0$ ($n \to \infty$) қатыстары орындалса, онда $y \in L_2$ функциясы (1) теңдеуінің шешімі деп аталады. Мұндағы $\|\cdot\|_2$ - L_2 кеңістігінің нормасы.

Төменде біз сызықты емес (1) теңдеуінің y шешімінің табылуы мен сол шешім үшін

$$\|y'''\|_2 + \|r(\cdot,y)y''\|_2 + \|s(\cdot,y)y\|_2 < \infty \tag{2}$$

қатысының орындалуының жеткілікті шарттарын көрсетеміз. (2) түріндегі қатыс шешімнің тегістігі және өзгеру сипаты жайлы пайдалы мағлұматтар береді. (1) теңдеуі сызықты болған жағдайда (2) әдебиетте кеңінен белгілі коэрцитивті бағаға айналады.

Үшінші ретті дифференциалдық теңдеулерге атмосфералық физиканың [1], электрогидродинамиканың [2] есептері алып келеді, олар сәулелік импульстік толқындардың таралуын [3], сол сияқты, есте сақтауға қабілетті ортада өтетін процестерді сипаттайды және кейбір спектрлік есептермен [4] байланысты. (1) теңдеуі математикалық физиканың дербес туындылардағы теңдеулеріне проекциялық әдістерді, соның ішінде Фурьенің айнымалыларды ажырату әдісін қолдану кезінде пайда болады. (1) теңдеуін зерттеу кезінде оның келесі ерекшелігін есепке алу керек. Оны құрайтын дифференциалдық оператор сызықты жағдайда жартылай шенелмеген оператор болып табылады: оның энергетикалық кеңістігі С.Л. Соболев кластарына енбеуі мүмкін. Демек, (1) - дің жалпыланған шешімі тегіс емес. Сөз жоқ, бұл аталған теңдеуді зерттеуді қиындатып жібереді. Осы кезге дейін сингулярлы (1) теңдеуі тек $r = 0$ жағдайында ғана зерттелген ([5] мақаласын және ондағы сілтемелерді қараңыз). Бұл жұмыста біз аралық r коэффициенті шенелмеген және ол кіші s коэффициентіне бағынбайтын ерекше жағдайды қарастырамыз. Бұл жағдайда (1) нұқсанды дифференциалдық теңдеу деп аталады. Біз қарастырып отырған есеп нұқсанды екінші ретті дифференциалдық теңдеу үшін [6] мақаласында зерттелген. (1) теңдеуінің реті тақ болуы оған [6] жұмысының әдісін қолдануға мүмкіндік бермейді.

Айталық p және $v \neq 0$ үзіліссіз функциялар болсын. Келесі белгілеулерді енгізейік:

$$\alpha_{p,v}(x) = \sup_{w\in R}\left(\int_0^x |p(t,w)|^2 dt\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\int_x^{+\infty} t^2 v^{-2}(t,w)dt\right)^{\frac{1}{2}}, \ x > 0,$$

$$\beta_{p,v}(\tau) = \sup_{w\in R}\left(\int_\tau^0 |p(t,w)|^2 dt\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\int_{-\infty}^{\tau} t^2 v^{-2}(t,w)dt\right)^{\frac{1}{2}}, \ \tau < 0,$$

$$\gamma_{p,v} = \max\left(\sup_{x>0}\alpha_{p,v}(x), \sup_{\tau<0}\beta_{p,v}(\tau)\right).$$

Жұмыстың негізгі нәтижесі келесідей.

Теорема 1.1. Айталық екі рет дифференциалданатын r және үзіліссіз s функциялары келесі шарттарды

$$r \geq (1 + x^2)^2, \tag{3}$$

$$\sup_{t\in R}\gamma_{s(\cdot,t),r(\cdot,t)} < \infty \tag{4}$$

және әрбір оң A саны үшін

$$\sup_{\substack{|x-\eta|\le 1\\ x,\eta\in R}} \sup_{|C_1|\le A, |C_2|\le A, |C_1-C_2|\le A} \frac{r(x,C_1)}{r(\eta,C_2)} < \infty \tag{5}$$

шартын қанағаттандырсын. Онда (1) теңдеуінің y шешімі бар және ол үшін (2) қатысы орындалады.

2. Көмекші тұжырымдар

Үш рет үзіліссіз дифференциалданатын және финитті функциялардың $C_0^{(3)}(-\infty,+\infty)$ жиынында анықталған келесі түрдегі сызықты дифференциалдық операторды қарастырайық:

$$L_0 y = -y''' + r_0(x)y'' + s_0(x)y\ .$$

Лемма 2.1 [7]. Айталық r_0 екі рет үзіліссіз дифференциалданатын, ал s_0 үзіліссіз функция болып,

$$r_0 \ge 1,\quad \max\left(\sup_{t>0} \sqrt{t} \left\| r_0^{-1} \right\|_{L_2(t,+\infty)}, \sup_{\tau<0} \sqrt{-\tau} \left\| r_0^{-1} \right\|_{L_2(-\infty,\tau)} \right) < \infty\,,$$

$$\max\left(\sup_{t>0} \left\| s_0 \right\|_{L_2(0,t)} \left\| r_0^{-2} \right\|_{L_2(t,+\infty)}, \sup_{\tau<0} \left\| s_0 \right\|_{L_2(\tau,0)} \left\| r_0^{-2} \right\|_{L_2(-\infty,\tau)} \right) < \infty$$

Шарттары орындалсын. Онда L_0 операторы L_2 кеңістігі нормасында тұйықталатын оператор болып табылады. Мұндағы $\|\cdot\|_{L_2(a,b)}$ - $L_2(a,b)$ кеңістігіндегі норма.

L_0 операторының L_2 кеңістігі нормасында тұйықталуын L түрінде белгілейік. Жоғарыдағы 1.1 теоремасын дәлелдеу [7] жұмысының нәтижелерінен шығатын келесі леммаға сүйенеді.

Лемма 2.2. Айталық r_0 және s_0 функциялары 2.1 леммасының шарттарын қанағаттандырсын және әрбір $x,\eta \in R : |x-\eta| \le 1$ үшін

$$C^{-1} \le \frac{r(x)}{r(\eta)} \le C \quad (C > 1)$$

теңсіздіктері орындалсын. Сонда $y \in D(L)$ үшін

$$\|y'''\|_2 + \|r_0 y''\|_2 + \|s_0 y\|_2 \le C_L \|Ly\|_2 \tag{6}$$

бағалауы орынды.

Айта кету керек, егер (6) теңсіздігі әрбір $y \in D(L)$ үшін орындалатын болса, онда L операторы L_2 кеңістігінде бөліктенеді дейді.

3. 1.1 теоремасының дәлелдеуі.

Айталық ε, A оң сандар ал $S_A = \left\{ z \in W_2^1(R) : \|z\|_{W_2^1(R)} + \|z\|_{C(R)} \le A \right\}$ тұйық шар болсын, мұндағы $\|z\|_{C(R)} = \sup\limits_{x\in R} |z(x)|$. $v \in S_A$ функциясын алып, келесі сызықты теңдеуді қарастырайық:

$$L_{0,v,\varepsilon} y \equiv -y''' + \left[r(x, v(x)) + \varepsilon\left(1+x^2\right)^2 \right] y'' + \left[s(x, v(x)) + \varepsilon\left(1+x^2\right) \right] y = f(x)\,. \tag{7}$$

Осы теңдеумен байланысты $L_{0,v,\varepsilon} y$ ($D\left(L_{0,v,\varepsilon}\right) = C_0^{(3)}(R)$) дифференциалдық операторының L_2 кеңістігіндегі тұйықталуын $L_{v,\varepsilon}$ түрінде белгілейміз. $L_{v,\varepsilon}$ тұйық операторының бар екені 2.1 леммасынан шығады. Сызықты (7) теңдеуінің шешімі деп $L_{v,\varepsilon} y = f$ теңдігін қанағаттандыратын $y \in D\left(L_{v,\varepsilon}\right)$ функциясын айтамыз.

(7) теңдеуіндегі $r_{\nu,\varepsilon}(x):=r(x,\nu(x))+\varepsilon(1+x^2)^2$ және $s_{\nu,\varepsilon}(x):=s(x,\nu(x))+\varepsilon(1+x^2)$ функциялары Лемма 2.1 шарттарын қанағаттандырады. Ол (3), (4) қатыстарын тікелей тексеру жолымен көрсетіледі. Сонымен бірге, $\nu\in S_A$ функциясы және $|x-\eta|\le 1$ орындалатындай $x,\eta\in R$ нүктелері үшін $|\nu(x)-\nu(\eta)|\le A$ теңсіздігі орынды. Себебі, $\nu\in W_2^1(R)$ болғандықтан,

$$|\nu(x)-\nu(\eta)|\le\left|\int_\eta^x|\nu'(t)|dt\right|\le\sqrt{|x-\eta|}\left(\int_\eta^x\left[|\nu'(t)|^2+|\nu(t)|^2\right]dt\right)^{1/2}\le\|\nu\|_{W_2^1(R)}+\|\nu\|_{C(R)}\le A.$$

Сондықтан, егер $C_1=\nu(x),\ C_2=\nu(\eta)$ деп белгілесек, онда

$$\sup_{\substack{|x-\eta|\le1\\x,\eta\in R}}\frac{r_{\nu,\varepsilon}(x)}{r_{\nu,\varepsilon}(\eta)}\le\sup_{\substack{|x-\eta|\le1\\x,\eta\in R}}\ \sup_{|C_1|\le A,|C_2|\le A,|C_1-C_2|\le A}\left(\frac{r(x,C_1)}{r(\eta,C_2)+\varepsilon(1+\eta^2)^2}+\frac{\varepsilon(1+x^2)^2}{r(\eta,C_2)+\varepsilon(1+\eta^2)^2}\right)$$

$$\le\sup_{\substack{|x-\eta|\le1\\x,\eta\in R}}\ \sup_{|C_1|\le A,|C_2|\le A,|C_1-C_2|\le A}\frac{r(x,C_1)}{r(\eta,C_2)}+10<\infty.$$

Сонымен, $r_{\nu,\varepsilon}(x)$ пен $s_{\nu,\varepsilon}(x)$ функциялары үшін 2.2 леммасының шарттары орындалады екен. Онда (7) сызықты теңдеуінің $y=L_{\nu,\varepsilon}^{-1}f$ шешімі бар, ол жалғыз ғана, және келесі теңсіздікті қанағаттандырады

$$\|y\|_W:=\|y''\|_2+\left\|\left[r(x,\nu(x))+\varepsilon(1+x^2)^2\right]y'\right\|_2+\left\|\left[s(x,\nu(x))+\varepsilon(1+x^2)\right]y\right\|_2\le C_3\|f\|_2. \tag{8}$$

S_A шарының A радиусын $C_3\|f\|_2$ - ге тең деп таңдап аламыз да, $P(\nu,\varepsilon)=L_{\nu,\varepsilon}^{-1}f$, $\nu\in S_A$, операторын қарастырамыз. (8) бағалауынан $P(\nu,\varepsilon)$ операторы S_A шарын өзіне бейнелейтінін көреміз. Дәлірек айтқанда, $P(\nu,\varepsilon)$ S_A шарын

$$Q_A=\left\{y:\|y''\|_2+\left\|\left[r(x,\nu(x))+\varepsilon(1+x^2)^2\right]y'\right\|_2+\left\|\left[s(x,\nu(x))+\varepsilon(1+x^2)\right]y\right\|_2\le C_3\|f\|_2\right\}$$

жиынына бейнелейді. Егер $h\ne0$ және $N>0$ болса, онда әрбір $y\in Q_A$ үшін келесі қатыстар орындалады:

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\left[|y'(t+h)-y'(t)|^2+|y(t+h)-y(t)|^2\right]dt=\text{л}\int_{-\infty}^{+\infty}\left[\left|\int_t^{t+h}y''(\eta)d\eta\right|^2+\left|\int_t^{t+h}y'(\eta)d\eta\right|^2\right]dt\le$$

$$|h|\int_{-\infty}^{+\infty}\left[\left|\int_t^{t+h}|y''(\eta)|^2d\eta\right|+\left|\int_t^{t+h}|y'(\eta)|^2d\eta\right|\right]dt=|h|^2\int_{-\infty}^{+\infty}\left[|y''(\eta)|^2+|y'(\eta)|^2\right]d\eta\le C_5^2\|f\|_2^2|h|^2, \tag{9}$$

$$\int_{|\eta|\ge N}\left[|y''(\eta)|^2+|y(\eta)|^2\right]d\eta\le\frac{1}{\varepsilon^2}\int_{|\eta|\ge N}(1+\eta^2)^{-1}\left[|y'''(\eta)|^2+(1+\eta^2)^2|y''(\eta)|^2+\varepsilon[1+\varepsilon(1+\eta^2)^2]|y(\eta)|^2\right]d\eta$$

$$\le\frac{1}{\varepsilon^2}C_5^2\|f\|_2^2(1+N^2)^{-1}. \tag{10}$$

(9) –дың оң жағындағы өрнек $h \to 0$ жағдайында, ал (10) теңсіздіктерінің оң жағындағы өрнек $N \to +\infty$ жағдайында нөлге ұмтылады. Онда белгілі Колмогоров-Фреше критерийі бойынша Q_A жиыны $W_2^1(R)$ кеңістігінде компактылы. Демек $P(\nu,\varepsilon)$ - компактылы оператор.

$P(\nu,\varepsilon)$ үзіліссіз оператор екенін көрсетейік. Айталық $\{\nu_n\} \subset S_A$, $\|\nu_n - \nu\|_{W_2^1(R)} \to 0$ ($n \to \infty$) тізбегі берілсін де, y пен y_n, сәйкес, келесі теңдіктерді қанағаттандырсын:

$$L_{\nu,\varepsilon}y \equiv -y'''+\left[r(x,\nu)+\varepsilon\left(1+x^2\right)^2\right]y''+\left[s(x,\nu)+\varepsilon\left(1+x^2\right)\right]y = f\,, \tag{11}$$

$$L_{\nu_n,\varepsilon}y \equiv -y_n''' + \left[r(x,\nu_n)+\varepsilon\left(1+x^2\right)^2\right]y_n'' + \left[s(x,\nu_n)+\varepsilon\left(1+x^2\right)\right]y_n = f\,. \tag{12}$$

$\{y_n\}$ тізбегі $W_2^1(R)$ нормасы бойынша y - ке жинақталатынын көрсетсек жеткілікті. Келесі теңдік орынды:

$$y_n - y = L_{\nu_n,\varepsilon}^{-1}\left(\left[r(x,\nu_n(x)) - r(x,\nu(x))\right]y''+\left[s(x,\nu_n(x)) - s(x,\nu(x))\right]y\right). \tag{13}$$

Ол мына өрнектен шығады

$$L_{\nu_n,\varepsilon}(y_n - y) = -y_n''' + \left[r(x,\nu_n)+\varepsilon\left(1+x^2\right)^2\right]y_n'' + \left[s(x,\nu_n)+\varepsilon\left(1+x^2\right)^2\right]y_n + y''' - \left[s(x,\nu_n)+\varepsilon\left(1+x^2\right)\right]y$$

$$= f - \left[-y'''+\left[r(x,\nu)+\varepsilon\left(1+x^2\right)^2\right]y''+\left[s(x,\nu)+\varepsilon\left(1+x^2\right)\right]y\right] + \left[r(x,\nu) - r(x,\nu_n)\right]y''+\left[s(x,\nu) - s(x,\nu_n)\right]y$$

$$= \left[r(x,\nu) - r(x,\nu_n)\right]y''+\left[s(x,\nu) - s(x,\nu_n)\right]y\,.$$

Біріншіден, (6) теңсіздігі және [6] жұмысындағы Лемма 2.1 бойынша

$$\lim_{|x|\to+\infty}\left[|y_n'(x)| + |y_n(x)|\right] = 0,\ \lim_{|x|\to+\infty}\left[|y'(x)| + |y(x)|\right] = 0\,.$$

Сондықтан әрбір $\bar\varepsilon > 0$ үшін $a > 0$ саны табылып кез-келген $x : |x| > a$ үшін

$$\|y_n - y\|_{W_2^1\|R\setminus[-a,a]\|} < \frac{\bar\varepsilon}{2} \tag{14}$$

теңсіздігі орындалады. Екіншіден, $\nu(x)$, $\nu_n(x)$ ($n = 1,2,\ldots$) - үзіліссіз функциялар, онда теорема шарты бойынша $r(x,\nu_n(x)) - r(x,\nu(x))$ және $s(x,\nu_n(x)) - s(x,\nu(x))$ функциялары да x, ν, ν_n бойынша үзіліссіз. Демек, $n_{\bar\varepsilon}$ номері табылып, барлық $n \ge n_{\bar\varepsilon}$ үшін

$$\max_{x\in[-a,a]}\left|r(x,\nu_n(x)) - r(x,\nu(x))\right| < \frac{\bar\varepsilon}{3C_3\|y''\|_{W_2^1[-a,a]}},\ \max_{x\in[-a,a]}\left|s(x,\nu_n(x)) - s(x,\nu(x))\right| < \frac{\bar\varepsilon}{3C_3\|y\|_{W_2^1[-a,a]}} \tag{15}$$

теңсіздіктері орындалады. Мұндағы C_3 – (8) теңсіздігіндегі тұрақты. (8) бағалауынан

$$L_{\nu_n,\varepsilon}^{-1}\left(\left[r(x,\nu_n(x)) - r(x,\nu(x))\right]y''+\left[s(x,\nu_n(x)) - s(x,\nu(x))\right]y\right)$$

$$\le C_4\left\|\left[r(x,\nu_n(x)) - r(x,\nu(x))\right]y''\right\|_{L_2[-a,a]} + C_4\left\|\left[s(x,\nu_n(x)) - s(x,\nu(x))\right]y\right\|_{L_2[-a,a]}\,.$$

Осыдан, (13) теңдігі мен (14), (15) теңсіздіктерін ескеріп, алатынымыз

$$\|y_n - y\|_{W_2^1(R)} < C_5\bar\varepsilon\,.$$

$y_n = P(v_n, \varepsilon)$ және $y = P(v, \varepsilon)$ екенін ескерсек, $\left\| P(v_n, \varepsilon) - P(v, \varepsilon) \right\|_{W_2^1(R)} \to 0$ ($n \to \infty$). Сонымен, $P(v, \varepsilon)$ операторы $W_2^1(R)$ кеңістігінде үзіліссіз, компактылы және S_A тұйық шарын өзіне бейнелейді. Онда белгілі Шаудер теоремасы бойынша S_A шарында $P(v, \varepsilon)$ түрлендіруінің w жылжымайтын нүктесі бар: $P(w, \varepsilon) = w$. Онда $w = L_{w,\varepsilon}^{-1} f$, сондықтан $w \in S_A$ -

$$L_{y,\varepsilon} y = -y''' + \left[r(x, y) + \varepsilon \left(1 + x^2\right)^2 \right] y'' + \left[s(x, y) + \varepsilon \left(1 + x^2\right) \right] y = f(x), \ \varepsilon > 0 ,$$

теңдеуінің шешімі. Сонымен қатар, w үшін

$$\|w'''\|_2 + \left\| \left[r(x, w) + \varepsilon \left(1 + x^2\right)^2 \right] w'' \right\|_2 + \left\| \left[s(x, w) + \varepsilon \left(1 + x^2\right) \right] w \right\|_2 \le C_3 \| f \|_2$$

бағалауы орындалады.

Енді, айталық, $\{\varepsilon_j\}_{j=1}^{\infty}$ нөлге жинақталатын оң сандар тізбегі болсын. Онда жоғарыда көрсетілгендей, $P(v, \varepsilon_j) = L_{v,\varepsilon_j}^{-1} f$ операторының жылжымайтын $y_j \in S_A$ нүктесі

$$L_{\varepsilon_j} y_j := -y_j''' + \left[r(x, y_j) + \varepsilon_j \left(1 + x^2\right)^2 \right] y_j'' + \left[s(x, y_j) + \varepsilon_j \left(1 + x^2\right) \right] y_j = f(x) \tag{16}$$

теңдеуінің шешімі болады да, ол үшін келесі бағалау орындалады

$$\left\| y_j''' \right\|_2 + \left\| \left[r(x, y_j(x)) + \varepsilon_j \left(1 + x^2\right)^2 \right] y_j'' \right\|_2 + \left\| \left[s(x, y_j(x)) + \varepsilon_j \left(1 + x^2\right) \right] y_j \right\|_2 \le C_3 \| f \|_2 , \ j \in N . \tag{17}$$

Айталық, $[a, b]$ кез-келген шенелген аралық болсын. (17) теңсіздігі бойынша, $\{y_j\}_{j=1}^{\infty} \subset W_2^2[a, b]$ тізбегінен j шексіздікке ұмтылғанда $\left\| y_{\varepsilon_j} - y \right\|_{L_2[a,b]} \to 0$ болатындай $\left\{ y_{\varepsilon_j} \right\}_{j=1}^{\infty}$ тізбекшесін бөліп алуға болады. Онда (16) мен 1.1 анықтамасы бойынша, $y \in L_2$ функциясы (1) теңдеуінің шешімі екені шығады. (17) бағалауындағы C_3 - тің мәні ε_j - ге тәуелді. Сондықтан (17) -де j -ді шексіздікке ұмтылдыра отырып шекке көшіп, (2) қатысына келеміз. Теорема дәлелденді.

Мақала ҚР БҒМ Ғылым комитетінің № AP05131649 «Ығыспалы эллиптикалық теңдеулер: шешімдердің регулярлығы және аппроксимативтік қасиеттері» жобасының қаржылық қолдауымен орындалды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Maxworthy T., Redekopp L. G. A solitary wave theory of the great red spot and other observed features in the Jovian atmosphere // Icarus. -1976. –Vol. 29. -P. 217.

2 Перельман Т.Л., Фридман А.Х., Ельяшевич М.М. Модифицированное уравнение Кортевега –де Фриза в электродинамике // Журн. эксп. и теор. физ. -1974. -Т. 66. –С. 1316-1323.

3 Liu C.H., Weznik A.W., Yeh K.C. Propagation of pulse trains through a random // IEEE Trans. Ant. Prop. -1974, AP-22. – P. 184-187.

4 Тайманов И.А. Конечнозонные решения модифицированных уравнений Веселова-Новикова , их спектральные свойства и приложения // Сиб. мат. журнал. -1999. -Т. 40, № 6. -С. 1352-1319.

5 Муратбеков М.Б., Муратбеков М.М., Оспанов К.Н. Коэрцитивная разрешимость дифференциального уравнения нечетного порядка и ее приложения// Доклады Академии наук. -2010. -Т. 435, № 3. -С. 308-310.

6 Ospanov K., Akhmetkaliyeva R. Separation and the existence for second order nonlinear differential equation // Elec. J. Qual. Th. Dif. Eq. - 2012, no. 66. –P. 1-12.

7 Оспанов Қ.Н., Есқабылова Ж.Б. Үшінші ретті бір нұқсанды дифференциалдық оператордың анықталу облысын сипаттау // Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ Хабаршысы. -2017, № 6 (121). 30-36 б.

МРНТИ 20.53:
УДК 539.3:622.24

М.Е. Есқалиев[1]*, А.А. Масимгазиева*[1]*, Н.А. Нұрғали*[1]

[1]*Қазақ Ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ, Қазақстан*

КЕСТЕМЕН БЕРІЛГЕН ФУНКЦИЯ МӘНДЕРІН ИНТЕРПОЛЯЦИАЛАУДАҒЫ ЕҢ КІШІ КВАДРАТТАР ӘДІСІНІҢ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа

Мақалада кестемен берілген функция мәндерін интерполяциалаудағы ең кіші квадраттар әдісінің тиімділігі ең кіші квадраттар әдісінің (ЕКӘ) жалпы алгоритмі беріліп, тиімді программалау жолдары берілген. ЕКӘ – нің интерполяциялық көпмүшеліктерден айырмашылығы көрсетіліп, оның квадраттық варианты қарастырылған. ЕКӘ мазмұны сипатталып, алгоритмі берілген. Эксперименттік материал ретінде мысал беріліп, оны орындауға арналған нұсқаулар ұсынылған. ЕКӘ-нің тұрмыстық және практикалық есептерге қолдану ауқымы көрсетілген. Ең кіші квадраттар әдісінің қолдану ауқымы кең, әсіресе географиялық болжаулар, гидрометереологиялық бақылау, геологиялық қазба байлықтар қорын мөлшерлеу жұмыстарында қолданылады. Сондықтан қолданбалы есептеулерге кейбір мағынада қолайлы және кесте түрінде берілген функцияның жуық мәнін дәлірек есептеуге ЕКӘ пайдаланылады. Оның негізгі идеясы, өлшеу кезінде жіберген қателіктерден туған ауытқуларды жөндеп функцияны құру болып табылады.

Түйін сөздер: функция, алгоритм, матрица, квадрат, интерполяция, геология, аппроксимация.

М.Е. Ескалиев[1]*, А.А. Масимгазиева*[1]*, Н.А.Нургали*[1]
[1]*Казахский Национальный женский педагогический университет, г.Алматы, Казахстан*

В ИНТЕРПОЛЯЦИИ ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИЙ, ЗАДАННЫХ ТАБЛИЦЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Аннотация

В статье дана общий алгоритм метода найменьших квадратов (МНК) для составления программного счета с учетом особенностей матрицы Грама. В действительности, подчеркивается разница и преймущество МНК от давно известных интерполяционных многочленов Лангранжа и Ньютона. Используя общий алгоритм МНК рассмотрен квадратный вариант МНК. Дана характеристика полного алгоритма квадратного варианта с помощью специальных выбранных математических формул. Указаны область применения МНК в бытовых и практических вычислительных задачах. Применение метода наименьших квадратов имеет широкий спектр, особенно при географических прогнозах, гидрометереологическом контроле, дозировке запасов геологических ископаемых. Поэтому для прикладных расчетов используются МНК для более точного расчета приближенных значений функций, которые в некоторых значениях подходят и представлены в виде таблиц. Ее основная идея заключается в том, чтобы создать функцию и исправить отклонения, вызванные погрешностями, допущенными при измерении.

Ключевые слова*:* функция, алгоритм, матрица, квадрат, интерполяция, геология, аппроксимация.

Abstract

IN INTERPOLATING THE VALUES OF FUNCTIONS SPECIFIED BY THE TABLE EFFECTIVENESS OF THE LEAST SQUARES METHOD

Eskaliyev M.E. [1]*, Masimgazieva A.A.* [1]*, Nurgali D.A.* [1]
[1]*Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan*

The article provides a general algorithm of the method of least squares (OLS) for the compilation of a program account, taking into account the features of the Gram matrix. In fact, the difference and advantage of the OLS from the long-known Langrange and Newton interpolation polynomials is emphasized. Using the general MNC algorithm, the square version of the MNC is considered. The characteristic of the full algorithm of the square version is given using special selected mathematical formulas. The scope of OLS in household and practical computational problems is indicated. The application of the least squares method has a wide range, especially for geographical forecasts, hydrometeorological control, and dosage of geological resources. Therefore, for applied calculations, DVI is used for more accurate calculation of approximate values of functions that are suitable in some values and are presented in the form of tables. Its main idea is to create a function and correct deviations caused by errors made during measurement.

Keywords: Function, algorithm, matrix, square, interpolation, Geology, approximation.

Функцияны берілген кесте бойынша өрнектеуге интерполияциялық көпмүшеліктер ұсынылған [1-3]. Интерполияциялық көпмүшеліктерді практикалық есептерге пайдалана беру көп ретте қолайлы емес. Себебі, интерполяцияланатын функцияның мәні кей жағдайда кестемен берілген мәндеріне көбірек ауытқып кетеді. Сондықтан қолданбалы есептеулерге кейбір мағынада қолайлы және кесте түрінде берілген функцияның жуық мәнін дәлірек есептеуге *ең кіші квадраттар әдісі* [ЕКӘ] пайдаланылады. Оның негізгі идеясы, өлшеу кезінде жіберген қателіктерден туған ауытқуларды жөндеп функцияны құру болып табылады. Жақын және алыс шетел ғалымдарының осы бағытта жарияланған еңбектері бар, Дж. Форсайт, М. Малькольм, К.Молер [4] мақаласында Грам матрицасы бар теңдеулер жүйесін шешу үшін сингулярлық ыдырату әдісі жасалған, ал Р.С. Гутер, Б.В Овчинский [5] еңбегінде ең кіші квадраттар әдісінің еркін және ортогоналлдық базистегі орны анықталған. ЕКӘ арқылы полиномдарды аппроксимациялау және функционалды минимумдау Н.Н.Калиткиннің [6] монографиясында бар. Техникалық есептерді жуықтап сандық әдіспен шешуде функцияны квадраттық аппроксимациялау отандық ғалымдар З.К. Куралбаев, А.А. Ержан[6] еңбектерінен көруге болады. Ең кіші квадраттар әдісіне біршама жақын шекті элементтер әдісімен геомеханиканың кейбір қолданбалы есептері Р.Баймаханның, Н.Құрманбекқызының К.Ч.Қожогуловтың [7] еңбектерінде қарастырылған.

ЕКӘ жалпы алгоритмі

Берілген кестенің түйіндерін x_iарқылы белгілейік, мұндағы $0 \leq i \leq n$ түйіндінің номер түйін нүктелеріндегі тәжірибеден алынған мәндер $f(x_i) = f_i$ белгілі болсын. f_i –ді дискретті аппроксималау тәуелділігі үшін, $\varphi(x)$ үздіксіз функциясын енгіземіз. Түйіндерде $\varphi(x)$ және $f(x)$ функциялары $\varepsilon_i = \varphi(x_i) - f(x)$ шамасына ерекшелінеді. ε_i ауытқуы оң немесе теріс мәнге ие болуы мүмкін. Таңбаларды ескермес үшін әрбір ауытқуды квадраттап және барлық түйіндердегі ауытқуларды қосындылаймыз.

$$Q = \sum_{i=0}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=0}^{n}[\varphi(x_i - f(x)_i))]^2 . \qquad (1)$$

Көп ретте $\varphi(x)$ функциясы сызықтық комбинация түрінде алынады.

$$\varphi(x) = C_0\varphi_0(x) + C_1\varphi_1(x) + \cdots + C_m\varphi_m(x), \qquad (2)$$

$\varphi_0(x), \varphi_1(x), \varphi_m(x)$ - базалық функциялар;

$m \leq n;\ C_0, C_1, C_m$ - Q шамасын минимизациялау кезінде анықталатын белгісіздер.

Математикалық түрде қосынды квадраттарының минумумы Q-ды $C_k, 0 \leq k \leq m$ коэффициенттері бойынша дербес туынды алып нольге теңестіреміз:

$$\frac{\partial Q}{\partial C_0} = 2\sum_{i=0}^{n}[C_0\varphi_0(x_i) + C_1\varphi_1(x_i) + \cdots + C_m\varphi_m(x_i) - f_i]\varphi_0(x_i) = 0,$$

$$\frac{\partial Q}{\partial C_0} = 2\sum_{i=0}^{n}[C_0\varphi_0(x_i) + C_1\varphi_1(x_i) + \cdots + C_m\varphi_m(x_i) - f_i]\varphi_1(x_i) = 0, \qquad (3)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial C_0} = 2\sum_{i=0}^{n}[C_0\varphi_0(x_i) + C_1\varphi_1(x_i) + \cdots + C_m\varphi_m(x_i) - f_i]\varphi_m(x_i) = 0$$

Сызықты алгебралық теңдеулер жүйесінен (3) барлық коэффицинттері анықталады. (3) жүйе қалыпты теңдеулер жүйесі. Бұл жүйенің матрицасы мынадай түрде болады:

$$\begin{vmatrix} (\varphi_0, \varphi_0), & (\varphi_0, \varphi_1) \ldots (\varphi_0, \varphi_m) \\ (\varphi_0, \varphi_1), & (\varphi_1, \varphi_1) \ldots (\varphi_1, \varphi_m) \\ (\varphi_0, \varphi_m), & (\varphi_1, \varphi_m) \ldots (\varphi_m, \varphi_m) \end{vmatrix} \qquad (4)$$

және Грам матрицасы деп аталады. Грам матрицасының элементтері базистік функцияларының көбейтіндісі бола алады.

$$(\varphi_j, \varphi_k) = \sum_{i=0}^{h} \varphi_j(x_i)\varphi_k(x_i) \qquad (5)$$

(3) теңдеулер жүйесінің кеңейтілген матрицасын Грам матрицасының оң жағына бос мүшелерді енгізіп алуға болады.

$$\begin{vmatrix} \varphi_0, & f \\ \varphi_1, & f \\ \ldots & \\ \varphi_m, & f \end{vmatrix} \qquad (6)$$

Мұндағы скаляр көбейтінділер, бос мүше бағанасы бола алады және (5) өрнек сияқты анықталады

$$(\varphi_k, f\,) = \sum_{i=0}^{h} \varphi_k(x_i) f_i \tag{7}$$

Ең кіші квадраттар әдісі алгоритмінің програмасының жүзеге асырудағы Грам матрицасының пайдалы қасиетерін атауға болады:

1) Матрица симметриялы болса, яғни $a_{ij} = a_{ij}$, матрицаны толтыру кезінде есептеу көлемі азаяды.

2) Матрица ойдағыдай анықталған болса, яғни қалыпты теңдеулер жүйесін Гаус әдісімен шешуде бас элементті таңдауды ескермесе де болады.

3) Егерде базис ретінде сызықты тәуелсіз функциялар $\varphi_k,$(x) алынса, онда матрицаның анықтауышы нолден айрықша болады да (3) жүйенің бір ғана шешуі болады.

ЕКӘ-ң программаға арналған сызықтық варианты, оның жалпы алгоритмі негізінде қарастырылған [6]. *ЕКӘ*-ң квадраттық вариантына сипаттама береміз.

Функцияның кейбір мәндері кесте түрінде берілсін.

x	x_1	x_2	$\cdots$	x_n
y	y_1	y_2	$\cdots$	y_n

Мына өрнектің мәні

$$S = \sum_{i=1}^{n} (y_i - y_i^*)^2 = \ (y_1 - y_1^*)^2 + (y_2 - y_2^*)^2 + \cdots (y_n - y_n^*)^2 \tag{8}$$

минимум болатындай $y = f(x)$ функциясын іздеу керектігі туындайды.

$f(x)$ үшін әртүрлі типті функцияларды алуға болады. Қарапайым болу үшін квадратты көпмүшелік жағдайымен шектелеміз, яғни

$$y^* = a_1 x^2 + a_2 x + a_3 \tag{9}$$

Сонымен, (8) өрнектің мәндері мининум болатындай (9) көпмүшеліктің яғни, осы көпмүшеліліктің $a_1,\ a_2,\ a_2$ коэффициенттерін іздеу қажеттілігі туындайды. Басқаша айтқанда мына қосындының минимумы болу керек:

$$S = \ (y_i - a_1 x_i^2 - a_2 x_i - a_3)^2 = (y_1 - a_1 x_1^2 - a_2 x_1 - a_3)^2 + (y_2 - a_1 x_2^2 - a_2 x_2 - a_3)^2 + \cdots (y_n - a_1 x_n^2 - a_2 x_n - a_3)^2 \tag{10}$$

Жалпы алгоритм негізінде (3) өрнектегі амалға сәйкес қарастырылып отырған барлық сандық түзуде, функция үшін функцияның минимумы болатын нүктеде оның туындысы нольге тең [8]. Есептің шарты бойынша x_1 және y_1 мәндері кестемен берілген белгілі тұрақты шамалар.

Алдымен қосынды (10) өрнекті тек қана a_1 айнымалымен, одан кейін a_2 айнымалымен, соңында a_3 айнымалының функциясы деп қарастырып, осы айнымалылар бойынша дербес туындыларын нольге теңейміз де нәтижелерін ықшамдап $a_1,\ a_2$ және a_3 үшін үш белгісізі бар үш сызықты алгебралық теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\begin{gathered}
\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^4\right) a_1 + \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^3\right) a_2 + \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right) a_3 = \sum_{i=1}^{n} y_i x_i^2\ , \\
\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^3\right) a_1 + \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right) a_2 + \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right) a_3 = \sum_{i=1}^{n} y_i x_j\ , \\
\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right) a_1 + \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right) a_2 + n a_3 = \sum_{i=1}^{n} y_i
\end{gathered} \tag{11}$$

Алынған (11) жүйені шешу қиын емес, жүйе үйлесімді. Табылған $a_1,\ a_2$ және a_3 коэффициенттері арқылы (9) өрнектегі белгісіз y^* функциясын анықтаймыз. (9) өрнектің басқадай түрде берілу жолдары бар.

Ең кіші квадраттар әдісінің қолдану ауқымы кең, әсіресе географиялық болжаулар, гидрометереологиялық бақылау, геологиялық қазба байлықтар қорын мөлшерлеу жұмыстарында қолданылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. *Демидович В.П. и Марон И.А. Основы вычислительной математики. Изд. «Наука», М., 1966.*
2. *Мак-Кракен Д., Дорн У., Численны методы и программирование на ФОРТРАНе, Мир, 1969.*
3. *Гончаров В.Л. Теория интерполирования и приближения функций. Гостехиздат, 1954.*
4. *Форсайт Дж., Малькольм М., Молер К.. //Машинные методы математических вычислений. Перевод с англ. –М.: Мир, 1980.*
5. *Гутер Р.С., Овчинский Б.В. //Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. // -2-изд.перераб. –М.: Наука, 1970. -432с.*
6. *Калиткин Н.Н., Численные методы. // -М.: Наука, 1978. -511с.*
7. *Баймахан Р., Қожогулов Ч., Н.Құрманбекқызы К., Разработка методики определения физико-механических свойств двухфазного водонасыщенного грунта. // Современные проблемы сплошных сред.Вып.9. Гидрозодинамика, геомеханика и геотехнологии. –Бишкек, 2009.*
8. *Запорожец Г.И., Руководство к решению задач по математическому анализу. Изд. Высшая школа, М., 1966.*

МРНТИ 27.01.05
УДК 517.983.25

Г.Ж. Естаева[1] *, Т.Н. Сагындыков*[1]

[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

МАТЕМАТИКАЛЫҚ ИНДУКЦИЯ ӘДІСІНІҢ СТАНДАРТТЫ ЕМЕС ЕСЕПТЕРДЕ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Аңдатпа

Барлық математикалық зерттеулердің негізінде дедуктивтік және индуктивтік әдістер жатады. Ойлаудың дедуктивтік әдісі – ол жалпыдан дербеске көшу, яғни бастапқысы жалпы нәтиже болатын, ал қорытындысы – дербес нәтиже болатын ойлау. Индукция әдісі дербес жағдайдан жалпы нәтижеге көшкенде қолданылады. Яғни дедуктивтік әдіске қарама-қарсы әдіс.Математикалық тұжырымдарды дәлелдеудің қажетті әрі тиімді әдісі – математикалық индукция әдісінің математиканың әртүрлі бөлімдеріндегі есептерді шығаруда қолданылу мүмкіндіктері мақалада қарастырылған. Бұл мақалада математикалық индукция әдісін әртүрлі тепе-теңдіктерді, теңсіздіктерді дәлелдеуде, әр түрлі ретті матриcаның *n*-дәрежесін, функциялардың *n*-ретті туындыларын, *n*-ретті анықтауыштарды, кейбір бірінші текті меншіксіз интегралдарды есептегенде, бөлінгіштікке берілген тұжырымдарды дәлелдеуде қолданылуы көрсетілген.

Түйін сөздер: математикалық индукция әдісі, математикалық индукция қағидасы, теңдік, теңсіздік, интеграл, индукция базисі, *n*-ретті анықтауыш, *n*-ретті туынды.

Аннотация

Г.Ж. Естаева[1] *, Т.Н. Сагындыков*[1]
[1]*Казахский национальный педагогический университет им.Абая, г.Алматы, Казахстан*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИИ В НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧАХ

В основе всех математических исследований лежат дедуктивные и индуктивные методы. Метод дедуктивного мышления – это переход от общего к частному, т.е. рассуждение, где исходное является общим положением, а заключение частным результатом. Метод индукции используется при переходе от частного случая к общему положению, т.е. это метод, противоположный дедуктивному. В работе рассмотрены возможности применения необходимого и эффективного метода доказательства математических утверждений – метода математической индукции к решению задач различных разделов математики.

В данной статье приведены применения метода математической индукции для доказательства различных тождеств, неравенств, для вычисления *n*-ой степени матриц различных порядков, производных *n*-го порядка функций, определителей *n*-го порядка, некоторых несобственных интегралов *1*-го рода, и для доказательства утверждений на делимость.

Ключевые слова: метод математической индукции, принцип математической индукции, равенство, неравенство, интеграл, базис индукции, определитель *n*-го порядка, производная *n*-го порядка.

Abstract

APPLICATION OF THE MATHEMATICAL INDUCTION METHOD IN NON-STANDARD PROBLEMS

Estaeva G.Zh.[1] *, Sagyndykov T. N.*[1]

[1]*Abai Kazakh national pedagogical University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

All mathematical research is based on deductive and inductive methods. The deductive method of reasoning is a reasoning from the general to the particular, i.e., a reasoning whose starting point is the general result, and the final point is the particular one. Induction is used in the transition from particular results to general ones, i.e. it is the opposite of the deductive method. The paper considers the possibilities of applying the necessary and effective method of proving mathematical statements – the method of mathematical induction to solving problems of various branches of mathematics.

This article describes the applications of the mathematical induction method for proving various identities, inequalities, for calculating the nth degree of matrices of different orders, derivatives of n-th order functions, determinants of n-th order, some improper integrals of the 1st kind, for proving statements on divisibility.

Keywords: mathematical induction method, mathematical induction principle, equality, inequality, integral, induction basis, n-th order determinant, n-th order derivative.

Индукция туралы кең мағынада, ойлау қозғалысының жеке жағдайлардан жалпы жағдайға көшу нәтижесіндегі таным әдісі, тану амалы деп айтуға болады. Тұжырымдарды математикалық индукция әдісі арқылы дәлелдеуде оның негізі болып саналатын математикалық индукция қағидасын білу және оның мағынасын түсіну өте маңызды. Математикалық индукция әдісі – математикалық индукция қағидасына негізделген, көптеген тұжырымдарды дәлелдеудің әмбебап әдісі.

Математикаға «индукция» сөзін Джон Валлис енгізді («Жалпы арифметика», 1656 ж.). «Математикалық индукция» термині алғаш рет шотланд математигі Августа де Морганның Британ энцоклопедиясындағы мақаласында жарық көрді (1838).

Математикалық индукция әдісінің негізінде *математикалық индукция қағидасы* деп аталатын арифметиканың аксиомасы жатыр. Алдымен осы қағиданы келтірейік.

Әрбір натурал n үшін $A(n)$ тұжырымы айтылған болсын. Егер:

1) A(n) тұжырымы n=1 болғанда дұрыс болса, яғни $A(1)$ сөйлемі орындалса,

2) әрбір тіркелген натурал n саны үшін $A(n)$ тұжырымы орындалғанда $A(n+1)$ тұжырымы да орындалса, онда $A(n)$ тұжырымы кез келген натурал n саны үшін орындалады.

Математикалық индукция қағидасын (аксиомасын) символдар арқылы келесі түрде жазуға болады:

$$A(1)\ \&\ \forall n\big(A(n)\to A(n+1)\big)\to\forall nA(n)$$

немесе басқа кванторлар арқылы жазсақ:

$$A(1)\wedge\forall n\big(A(n)\Rightarrow A(n+1)\big)\Rightarrow\forall nA(n).$$

$A(n)$ тұжырымы әрбір n натурал саны үшін орындалатынын дәлелдеу үшін *математикалық индукция әдісі* қолданылады.

$\forall n\ A(n)$ тұжырымының математикалық индукция әдісімен дәлелденуі екі бөліктен тұрады. Алдымен $A(1)$ тұжырымы дәлелденеді. Бұдан соң әрбір натурал n саны үшін $A(n)$ тұжырымы орындалғанда $A(n+1)$ тұжырымы да орындалатыны дәлелденеді. Осыдан кейін кез келген натурал n саны үшін $A(n)$ тұжырымы дұрыс болатыны дәлелденді деп есептеледі. $A(1)$ сөйлемінің дәлелдеуі *индукция базисі* деп аталады. $\forall n\ (A(n)\to A(n+1))$ тұжырымының дәлелдеуі *индукция қадамы*, ал индукция қадамындағы $A(n)$ тұжырымы *индукция болжамы* деп аталады [1]. Сонымен, $\forall n\ A(n)$ тұжырымының математикалық индукция әдісімен дәлелдеу үшін келесі екі сөйлемді дәлелдеу керек:

1) Индукция базисі: $A(1)$;

(A(1) сөйлемінің орындалуын айқындау керек)

2) Индукция қадамы*:* $\forall n\ (A(n)\to A(\mathrm{n}+1))$ (n-тіркелген натурал сан).

(A(n) тұжырымымен бірге A(n+1) тұжырымы орындалатынын дәлелдеу жеткілікті.

Математикалық индукция әдісімен дәлелдеудің схемасы былай болады:

$$\frac{A(1)\quad \forall n(A(n)\to A(n+1))}{\forall nA(n)}.$$

Төменде математикалық индукция әдісін теңдіктерді дәлелдеуде қолдануға мысалдар келтірілген.

1-мысал. Кез келген натурал n саны үшін келесі теңдіктің дұрыстығын дәлелдеу керек:

$$1-2^2+3^2-4^2+...+(-1)^{n-1}n^2=(-1)^{n-1}\frac{n(n+1)}{2}.$$

Дәлелдеуі.

Индукция базисі. $A(1)$ сөйлемі дұрыс $((-1)^0 = 1)$.

Индукция қадамы. Кез келген натурал n саны үшін $A(n)$ тұжырымы ақиқат деп ұйғарамыз,яғни

$$1-2^2+3^2-...+(-1)^{n-1}n^2=(-1)^{n-1}\frac{n(n+1)}{2}.$$

Енді $A(n+1)$ тұжырымының дұрыстығын дәлелдейік,яғни

$$1-2^2+3^2-...+(-1)^{n-1}n^2+(-1)^n(n+1)^2=(-1)^n\frac{(n+1)(n+2)}{2}.$$

Расында да,

$$A(n+1)=A(n)+(-1)^n(n+1)^2=(-1)^{n-1}\frac{n(n+1)}{2}+(-1)^n(n+1)^2=$$

$$=(-1)^n\left[(n+1)-\frac{n}{2}\right](n+1)=(-1)^n\frac{n(n+1)(n+2)}{2}.$$

Сонымен, кез келген натурал n саны үшін теңдік орындалады.

1.1-мысал. Кез келген натурал n саны үшін келесі теңдіктің дұрыстығын дәлелдеу керек:

$$-1+3-5+...+(-1)^n(2n-1)=(-1)^n n$$

1.2-мысал. Кез келген натурал n саны үшін келесі теңдіктің дұрыстығын дәлелдеу керек:

$$\frac{1}{1\cdot 3}+\frac{1}{1\cdot 5}+\frac{1}{5\cdot 7}+...+\frac{1}{(2n-1)(2n+1)}=\frac{n}{2n+1}.$$

1.3-мысал. Кез келген натурал $n\geq 1$ саны үшін келесі теңдіктің дұрыстығын дәлелдеу керек:

$$\cos x+\cos 3x+\cos 5x+...+\cos(2n-1)x=\frac{\sin 2nx}{2\sin x}.$$

Сонымен қатар, математикалық индукция әдісін теңсіздіктерді дәлелдеуде жиі қолданады.

2-мысал. Кез келген натурал $n>1$ саны үшін келесі теңсіздіктің дұрыстығын дәлелдеу керек:

$$\frac{1}{n+1}+\frac{1}{n+2}+...\frac{1}{2n}>\frac{13}{24}.$$

Дәлелдеуі.

Индукция базисі. $A(2)$ сөйлемінің дұрыстығын тексереміз.

Расында да,

$$\frac{1}{2+1}+\frac{1}{2+2}=\frac{1}{3}+\frac{1}{4}=\frac{7}{12}=\frac{14}{24}>\frac{13}{24}.$$

Индукция қадамы. Кез келген натурал $n>1$ саны үшін $A(n)$ тұжырымы ақиқат деп ұйғарамыз,яғни

$$\frac{1}{n+1}+\frac{1}{n+2}+...+\frac{1}{2n}>\frac{13}{24}.$$

Енді $A(n+1)$ тұжырымының дұрыстығын дәлелдейік, яғни

$$\frac{1}{n+2}+\frac{1}{n+3}+...+\frac{1}{2n+2}>\frac{13}{24}.$$

Ол үшін келесі екі теңдікті салыстырайық:

$$A(n)=\frac{1}{n+1}+\frac{1}{n+2}+...+\frac{1}{2n}$$

және

$$A(n+1)=\frac{1}{n+2}+\frac{1}{n+3}+...+\frac{1}{2n}+\frac{1}{2n+1}+\frac{1}{2n+2}$$

$$A(n+1)-A(n)=\frac{1}{2n+1}+\frac{1}{2n+2}-\frac{1}{n+1}, \text{ яғни } A(n+1)-A(n)=\frac{1}{2(n+1)(2n+1)}.$$

n-нің кез келген натурал мәнінде соңғы теңдіктің оң жағы оң болады.

Сондықтан $A(n+1)>A(n)$ және $A(n)>\frac{13}{24}$ болғандықтан $A(n+1)>\frac{13}{24}$ теңсіздігі орындалады.

Сонымен, кез келген натурал $n>1$ саны үшін теңсіздіктің дұрыстығын дәлелдедік.

2.1-мысал. Кез келген натурал $n\geq 3$ саны үшін келесі теңсіздіктің дұрыстығын дәлелдеу керек:

$$2^n>2n+1.$$

2.2-мысал. Кез келген натурал n саны үшін келесі теңсіздіктің дұрыстығын дәлелдеу керек:

$$2^{n-1}\left(a^n+b^n\right)\ge\left(a+b\right)^n.$$

Ал енді математикалық индукция әдісінің бөлінгіштікке берілген тұжырымдарды дәлелдеуде қолданылуына бірнеше мысалдар келтірейік.

3-мысал. Кез келген натурал n саны үшін келесі тұжырымды дәлелдеу керек:

$$(3^{2n+1}+40n-67)\vdots 64$$

Дәлелдеуі.

Индукция базисі. $A(1)$ сөйлемінің дұрыстығын тексереміз.

Расында да,

$$3^3+40-67=0,\ \ 0\vdots 64.$$

Индукция қадамы. Кез келген натурал n саны үшін $A(n)$ тұжырымы ақиқат деп ұйғарамыз, яғни

$$(3^{2n+1}+40n-67)\vdots 64.$$

Енді $A(n+1)$ тұжырымының дұрыстығын дәлелдейік, яғни

$$(3^{2n+3}+40(n+1)-67)\vdots 64\,.$$

Расында да,

$$3^{2n+3}+40(n+1)-67=9\cdot 3^{2n+1}+40n-27=9(3^{2n+1}+40n-67)-$$

$$-320n+576=9(3^{2n+1}+40n-67)+64(9-5n).$$

Мұнда қосылғыштардың әрқайсысы 64-ке бөлінеді. Демек, теңдіктің сол жақ бөлігі 64-ке бөлінеді.

3.1-мысал. Кез келген натурал n саны үшін келесі тұжырымды дәлелдеу керек:

$$(2^{n+2}\cdot 3^n+5n-4)\vdots 25$$

3.2-мысал. Кез келген оң бүтін n саны үшін $x_n=2\underbrace{55...5}_{n}07$ саны 23-ке қалдықсыз бөлінетінін дәлелдеу керек.

Математикалық индукция әдісін n-ретті анықтауышты есептеуде және әр түрлі ретті матрицаның n-дәрежесін табуда қолдануға болады [2].

4-мысал. n-ретті анықтауышты есептеу керек:

$$\Delta_n=\begin{vmatrix}2&1&0&0&0& &0&0&0\\1&2&1&0&0&...&0&0&0\\0&1&2&1&0& &0&0&0\\0&0&1&2&1& &0&0&0\\ & &\vdots& & &\ddots& &\vdots& \\0&0&0&0&0& &2&1&0\\0&0&0&0&0&...&1&2&1\\0&0&0&0&0& &0&1&2\end{vmatrix}.$$

Шешуі.

$$\Delta_1=|2|=2,\quad \Delta_2=\begin{vmatrix}2&1\\1&2\end{vmatrix}=3,\ \Delta_3=\begin{vmatrix}2&1&0\\1&2&1\\0&1&2\end{vmatrix}=4,...$$

Осы теңдіктер арқылы келесі ұйғарымды аламыз:

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & \ldots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 1 & & 0 & 0 & 0 \\ & & \vdots & & & \ddots & & \vdots & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & 0 & 1 & 2 \end{vmatrix} = n+1. \qquad (1)$$

(1) формуланы математикалық индукция әдісімен дәлелдейік.

Дәлелдеуі.

Индукция базисі. $A(1)$ сөйлемі дұрыс, яғни $\Delta_1 = |2| = 2.$

Индукция қадамы. Кез келген натурал n саны үшін $A(n)$ тұжырымы ақиқат деп ұйғарамыз.

Енді $A(n+1)$ тұжырымының дұрыстығын дәлелдеу керек. Δ_{n+1} анықтауышын бірінші жол бойынша жіктесек, яғни

$$\Delta_{n+1} = 2\Delta_n - \Delta_{n-1} = 2(n+1) - n = n+2.$$

Дәлелдеу керегі де осы.

4.1-мысал. n-ретті анықтауышты есептеңіз:

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 2 & & 0 & 0 \\ & \vdots & & \ddots & & \vdots \\ 1 & 0 & 0 & \ldots & n-1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & & 0 & n \end{vmatrix}$$

5-мысал. $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$ матрицасының n-ші дәрежесін табу керек.

Шешуі. $A^1 = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} = A,$

$$A^2 = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2^2 & 2^2-1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2^2 \end{pmatrix}$$

$$A^3 = A^2 \cdot A = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8 & 7 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2^3 & 2^3-1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2^3 \end{pmatrix},\ldots$$

Соңғы теңдіктерден келесі ұйғарымды аламыз:

$$A^n = \begin{pmatrix} 2^n & 2^n-1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2^n \end{pmatrix}$$

Енді осы ұйғарымның ақиқаттығын математикалық индукция әдісі арқылы дәлелдейік.
Дәлелдеуі.
Индукция базисі. $A(1)$ сөйлемі дұрыс.
Индукция қадамы. Кез келген натурал n саны үшін $A(n)$ тұжырымы ақиқат деп ұйғарамыз, яғни

$$A^n=\begin{pmatrix}2^n & 2^n-1 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 2^n\end{pmatrix}$$

Енді $A(n+1)$ тұжырымының дұрыстығын көрсетейік, яғни

$$A^{n+1}=\begin{pmatrix}2^{n+1} & 2^{n+1}-1 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 2^{n+1}\end{pmatrix}$$

Расында да,

$$A^{n+1}=A^n\cdot A=\begin{pmatrix}2^n & 2^n-1 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 2^n\end{pmatrix}\begin{pmatrix}2 & 1 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 2\end{pmatrix}=$$

$$=\begin{pmatrix}2^{n+1} & 2^{n+1}-1 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 2^{n+1}\end{pmatrix}.$$

Сонымен, кез келген натурал n саны үшін тұжырым дәлелденді.

5.1-мысал. $A=\begin{pmatrix}a & 1\\ 0 & a\end{pmatrix}$ матрицасының n-ші дәрежесін табу керек.

Сонымен қатар, математикалық индукция әдісін меншіксіз интегралды есептеуде қолданады [3].

6-мысал. $\int\limits_0^\infty x^n e^{-x}dx$ меншіксіз интегралды есептеу керек.

Шешуі. $n=1$ болса, онда $I_1=\int\limits_0^\infty xe^{-x}dx.$ Интегралды бөліктеп интегралдау әдісі арқылы есептейміз: $\int\limits_0^\infty udv=uv\Big|_0^\infty-\int\limits_0^\infty vdu.$

Сонда,

$$\int\limits_0^\infty xe^{-x}dx=(-xe^{-x}-e^{-x})\Big|_0^\infty=1=1!.$$

$n=2$ болса, онда $I_2=\int\limits_0^\infty x^2e^{-x}dx=(-x^2e^{-x})\Big|_0^\infty+2\int\limits_0^\infty xe^{-x}dx=2=2!.$

$n=3$ болса ,онда $I_3=\int\limits_0^\infty x^3e^{-x}dx=6=3!.$

Соңғы теңдіктерден келесі ұйғарымды аламыз:

$$\int\limits_0^\infty x^ne^{-x}dx=n!$$

Осы формуланы математикалық индукция әдісі арқылы дәлелдейік.
Дәлелдеуі.

Индукция базисі. $A(1)$ сөйлемі дұрыс.
Расында да,

$$\int_0^\infty xe^{-x}dx = (-xe^{-x} - e^{-x})\Big|_0^\infty = 1.$$

Индукция қадамы. Кез келген натурал n саны үшін $A(n)$ тұжырымы ақиқат деп ұйғарамыз, яғни

$$\int_0^\infty x^n e^{-x}dx = n!$$

Енді $A(n+1)$ тұжырымының дұрыстығын дәлелдейік,яғни

$$\int_0^\infty x^{n+1}e^{-x}dx = (n+1)!$$

Расында да,

$$\int_0^\infty x^{n+1}e^{-x}dx = -x^{n+1}e^{-x}\Big|_0^\infty + (n+1)\int_0^\infty x^n e^{-x}dx = (n+1)n! = (n+1)!$$

Дәлелдеу керегі де осы.

6.1-мысал. $\int_0^\infty x^n 2^{-x}dx$ меншіксіз интегралды есептеу керек.

Математикалық индукция әдісі кейбір функциялардың n-ретті туындысын есептеуде қолданылады.

7-мысал. $y = \dfrac{1}{ax+b}$ функцияның n-ретті туындысын табу керек.

Шешуі. Бірінші ретті туындысы $y' = -\dfrac{a}{(ax+b)^2}$, екінші ретті туындысы $y'' = (y')' = \dfrac{2a^2}{(ax+b)^3}$, сол сияқты $y''' = (y'')' = -\dfrac{6a^3}{(ax+b)^4}$, ...

Осы формулалардан келесі ұйғарымды жасаймыз:

$$y^{(n)} = \frac{(-1)^n a^n n!}{(ax+b)^{n+1}}. \quad (n \geq 0)$$

Бұл формуланың дұрыстығын математикалық индукция әдісімен дәлелдейік.
Дәлелдеуі.
Индукция базисі. $A(1)$ сөйлемі дұрыс.
Расында да,

$$y = \frac{(-1)^1 a^1 1!}{(ax+b)^{1+1}} = -\frac{a}{(ax+b)^2}.$$

Индукция қадамы. Кез келген натурал n саны үшін $A(n)$ тұжырымы ақиқат деп ұйғарамыз, яғни

$$y^{(n)} = \frac{(-1)^n a^n n!}{(ax+b)^{n+1}}$$

Енді $A(n+1)$ тұжырымы дұрыс екенін дәлелдейік, яғни

$$y^{(n+1)} = \frac{(-1)^{n+1} a^{n+1}(n+1)!}{(ax+b)^{n+2}}$$

Расында да,

$$y^{(n+1)} = \left(y^{(n)}\right)' = \left(\frac{(-1)^n a^n n!}{(ax+b)^{n+1}}\right)' = \frac{(-1)^{n+1} a^{n+1} (n+1)!}{(ax+b)^{n+2}}.$$

Дәлелдеу керегі де осы.

7.1-мысал. $y = \ln x$ функцияның n-ретті туындысын табу керек.

7.2-мысал. $y = \sin x$ функцияның n-ретті туындысын табу керек.

7.3-мысал. $y = e^{\alpha x} \sin \beta x$ функцияның n-ретті туындысын табу керек.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *Соминский И.С., Головина Л.И., Яглом И.М. О математической индукции. – М.: Наука. -144 с.*

2 *Винберг Э.Б. Курс алгебры. – 2-е изд.,стер. – М.:МЦНМО, 2013. – 590 с.*

3 *Ильин В.А., Садовничий В.А., Сендов Бл.Х. Математический анализ. – М.: МГУ,1985. – 662 с.*

МРНТИ 27.29.19
УДК 517.925

Иманбаев Н.С.[1,2]

[1]*Южно-Казахстанский государственный педагогический университет, г. Шымкент, Казахстан*
[2]*Институт математики и математического моделирования, г. Алматы, Казахстан*

О НЕУСТОЙЧИВОСТИ СВОЙСТВ БАЗИСНОСТИ КОРНЕВЫХ ВЕКТОРОВ НАГРУЖЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА ВТОРОГО ПОРЯДКА

Аннотация

В настоящей статье рассматривается возмущения дифференциального уравнения второго порядка спектральной задачи с нагруженным слагаемым, содержащий значение искомой функции в точке нуль, с регулярными, но неусиленно регулярными краевыми условиями. Исследуется вопрос базисности систем собственных и присоединенных функций (СиПФ) нагруженного оператора кратного дифференцирования. Известно, что система собственных функций оператора, заданного формально самосопряженным дифференциальным выражением, с произвольными самосопряженными краевыми условиями, обеспечивающими дискретный спектр, образует ортономированный базис. Наряду с этим, известно, что в случае несамосопряженных обыкновенных дифференциальных операторов на базисность систем корневых функций, помимо краевых условий, могут влиять также значения коэффициентов дифференциального оператора. При этом базисные свойства корневых функций могут изменяться даже при сколь угодном малом изменении значений коэффициентов. Такой факт был отмечен в работе В.А. Ильина. В настоящей работе построен характеристический определитель рассматриваемой спектральной задачи, который является целой аналитической функцией. Доказана теорема о неустойчивости свойств базисности корневых векторов и построен сопряженный оператор, который является задачей Самарского-Ионкина с интегральным возмущением.

Ключевые слова: собственные значение, корневые вектора, нагруженный оператор, базисность Рисса.

Аңдатпа

Иманбаев Н.С.[1,2]
[1]*Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан*
[2]*Математика және математикалық модельдеу институты, Алматы, Қазақстан*

ЕКІНШІ РЕТТІ ЖҮКТЕЛІНГЕН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ОПЕРАТОРДЫҢ ТҮБІРЛІК ВЕКТОРЛАРЫНЫҢ БАЗИСТІЛІК ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ОРНЫҚСЫЗДЫҒЫ ЖӘЙЛІ

Бұл мақалада регулярлы, бірақ күшейтілген регулярлы емес шеттік шарттармен берілген жүктелінген екінші ретті дифференциалдық оператордың спектралдық есебі қарастырылады. Еселі дифференциалданатын жүктелген оператордың түбірлік векторлар жүйесінің базистілігі зерттеледі. Өзіне өзі түйіндес шеттік шарттармен өзіне өзі түйіндес формальді дифференциалдық амалмен берілген, спектрі дискретті болатын оператордың меншікті функцияларының жүйесінің ортонормаланған базис құратындығы белгілі жай. Сондай-ақ , өзіне өзі түйіндес емес жай дифференциалдық операторлардың түбірлік векторларының жүйесінің базистілігіне шеттік шарттардан бөлек, дифференциалдық оператордың коэффициенттері де әсер ететіндігі белгілі. Коэффициенттер шамалы өзгергенде түбірлік функциялардың базистілік қасиеттеріне бірден әсер етеді. Мұндай эффекті туралы алғаш рет В.А. Ильиннің еңбегінде жарияланды. Біз қарастырып отырған есептің характеристикалық анықтауышы есептеліп, оның бүтін аналитикалық функция болатындығы көрсетілген. Түйіндес операторы жазылып, оның интегралдық толқытылған Самарский-Ионкин есебі екендігі айқындалған. Түбірлік функциялар жүйесінің базистілік қасиеттерінің орнықсыздығы дәлелденген.

Түйін сөздер: меншікті мәндер, түбірлік векторлар, жүктелінген оператор, Рисс базистілігі.

Abstract

NON STABILITY ON BASIS PROPERTY OF SYSTEMS ROOT VECTORS OF A LOADED MULTIPLE DIFFERENTIATION OPERATOR

Imanbaev N.S.[1,2]
[1]*South Kazakhstan State Pedagogical University,Shymkent, Kazakhstan*
[2]*Institute of Mathematics and Mathematical Modelling,Almaty, Kazakhstan*

In this paper we consider perturbations of a second order differential equation of the spectral problem with a loaded term, containing a value of the unknown function at the point zero, with regular, but not strongly regular boundary value conditions. Question about basis property of eigen functions and associated functions (E&AF) systems of a loaded multiple differentiation operator is studied. In the case of non-self-adjoint ordinary differential operators, the basis property of systems of eigen functions and associated functions (E&AF), in addition to the boundary value conditions, can be affected by values of coefficients of the differential operator. Moreover, it is known that the basic properties of E&AF can be changed at a small change of values of the coefficients. This fact was first noted in Il'in V.A. In this paper problem non stability on basis property of systems root vectors of a loaded multiple differentiation operator.

Keywords: eigen values, root vectors, loaded operator, Riesz basis.

Введение. На базисность систем корневых векторов несамосопряженных обыкновенных дифференциальных операторов, кроме краевых условий, также влияют значения коэффициентов дифференциального оператора. В работе В.А.Ильина [1] впервые отмечен факт, что базисные свойства корневых функций изменяться при изменении значений коэффициентов. В случае несамосопряженного возмущения самосопряженной периодической задачи результаты работы [1] развивались в работах [2], [3], где оператор изменялся при возмущении одного из краевых условий. Другой вариант несамосопряженного возмущения самосопряженной периодической задачи исследовалась в [4], где возмущение происходит при изменении уравнения, которое относятся к нагруженным дифференциальным уравнениям, при этом изучена базисные свойства корневых векторов, тем самым отличается от работы [2], [3].

В работах [5], [6] исследованы свойства базисности корневых векторов нагруженных дифференциальных операторов, где распростронен метод спектральных разложений В.А.Ильина [1] на случай нагруженных дифференциальных операторов. В работе [7] изучены вопросы базисности функционально-дифференциальных уравнений с другими методами.

Свойство базисности Рисса системы корневых функций периодических и антипериодических задач Штурма-Лиувилля изучались в [8].

В случае, когда потенциал равно нулю, системой собственных функций периодической задачи является обычная тригонометрическая система, которая образует полную ортонормированную систему в $L_2(0,1)$. А если потенциал отлична от нуля, тогда требуется дополнительное исследование, которое ответом является результаты работы [4].

Постановка задачи и основной результат работы.

Рассматриваем другой вариант возмущения, а именно спектральную задачу для дифференциального оператора второго порядка с нагруженным слагаемым, содержащий значение производной от искомой функции в точке нуль:

$$L_1 u = -u''(x) + \overline{q(x)} \cdot u'(0) = \lambda u(x), \;\; 0 < x < 1, \tag{1}$$

$$u'(1) = 0, \;\; u(0) - u(1) = 0, \tag{2}$$

где $q(x) \in L_2(0,1)$.

Определим сопряженный оператор L_1^*. Используя формулу Лагранжа для всех $u \in D(L_1)$ и $v \in D(L_1^*)$, находим L_1^* с учетом краевых условий (2):

$$\int_0^1 L_1(u)\overline{v(x)}dx-\int_0^1 u(x)\overline{L_1^*(v)}dx=u'(0)\cdot\left[\int_0^1 q(x)v(x)dx-v(0)\right]+u(0)\cdot[v'(0)-v'(1)]-\int_0^1 u(x)v''(x)dx$$

Следовательно, оператор L_1^* является сопряженным оператором к оператору L_1, которое задается дифференциальным выражением:

$$L_1^*(v)=-v''(x)=\overline{\lambda}v(x),\ 0<x<1 \tag{3}$$

и краевыми условиями

$$V_1(v)=v'(0)-v'(1)=0,\ V_2(v)=v(0)=\int_0^1 q(x)v(x)dx,\quad q(x)\in L_2(0,1) \tag{4}$$

Если $q(x)\equiv 0$, то эта задача называется Самарского-Ионкина [9].

Заметим, что сопряженный оператор к оператору L_1^* будет оператор L_1, то есть $\left(L_1^*\right)^*=L_1$. Здесь после применение формулы Лагранжа интегрируем по частям, с учетом краевых условий (4). Согласно результатам работы [10] сопряженные операторы одновременно обладают свойством базисности Рисса корневых функций, поэтому исследуем возмущенную спектральную задачу Самарского-Ионкина (3)-(4).

Представляя общее решение уравнения (3) при $\lambda\neq 0$ по формуле

$$u(x,\lambda)=C_1\cos\sqrt{\lambda}x+C_2\sin\sqrt{\lambda}x$$

и удовлетворяя его краевым условиям (4) получаем линейную систему относительно коэффициентов C_1, C_2:

$$\begin{cases} C_1\sin\sqrt{\lambda}+C_2\left(1-\cos\sqrt{\lambda}\right)=0,\\ C_1\left[1-\int_0^1 q(x)\cos\sqrt{\lambda}xdx\right]-C_2\int_0^1 q(x)\sin\sqrt{\lambda}xdx=0.\end{cases}$$

Определитель этой системы будет характеристическим определителем задачи (3)-(4):

$$\Delta_1^*(\lambda)=\begin{vmatrix}\sin\sqrt{\lambda} & 1-\cos\sqrt{\lambda}\\ 1-\int_0^1 q(x)\cos\sqrt{\lambda}xdx & -\int_0^1 q(x)\sin\sqrt{\lambda}xdx\end{vmatrix} \tag{5}$$

При $q(x)=0$ получается характеристический определитель невозмущенной задачи Самарского-Ионкина, то есть $\Delta_0(\lambda)=1-\cos\sqrt{\lambda}$.

Число $\lambda_0^0=0$ является однократным собственным значением, $u_0(x)=\sqrt{3}x$ – соответствующей собственной функцией невозмущенной задачи Самарского-Ионкина. Другие собственные значения невозмущенной задачи Самарского-Ионкина являются двукратным, то есть $\lambda_k^0=(2\pi k)^2,\quad k=1,2,3,...,\quad u_{ko}^0=\sqrt{2}\sin(2\pi kx)$ – соответствующая им собственная функция, $u_{k1}^0=\frac{\sqrt{2}}{2}x\cdot\cos(2\pi kx)$ – присоединенная функция. По условию биортогональности $\left(u_{k1}^0,v_{k1}^0\right)=1$ имеем $v_{k1}^0=4\sqrt{2}\cos(2\pi kx)$ - собственную и $v_{k0}^0=2\sqrt{2}(1-x)\sin(2\pi kx)$ – присоединенную функций сопряженной задачи к невозмущенной задаче Самарского-Ионкина.

Функция $q(x)$ представим в виде биортогонального разложения в ряд Фурье по системе $\left\{v_{k0}^0,v_{k1}^0\right\}$ [11]:

$$q(x)=\sum_{k=1}^{\infty}a_{k0}\cdot v_{k0}^0+\sum_{k=0}^{\infty}a_{k1}\cdot v_{k1}^0=\sum_{k=1}^{\infty}a_{k0}\cdot 2\sqrt{2}(1-x)\sin(2\pi kx)+\sum_{k=0}^{\infty}a_{k1}\cdot 4\sqrt{2}(1-x)\cos(2\pi kx) \tag{6}$$

Используя разложение (6) вычислим входящие в (5) интегралы:

$$\int_0^1 q(x)\cdot\cos\sqrt{\lambda}x dx = 4\sqrt{2}\sqrt{\lambda}\sin\sqrt{\lambda}\cdot\sum_{k=0}^{\infty}\frac{a_{k1}}{\lambda-(2\pi k)^2}+2\sqrt{2}\cdot\sum_{k=1}^{\infty}\left(\frac{2\pi k\cdot a_{k0}}{\lambda-(2\pi k)^2}\left[1-\frac{2\sqrt{\lambda}\sin\sqrt{\lambda}}{\lambda-(2\pi k)}\right]\right),$$

$$\int_0^1 q(x)\cdot\sin\sqrt{\lambda}x dx = -2\sqrt{2}\sqrt{\lambda}\sin\sqrt{\lambda}\cdot\sum_{k=0}^{\infty}\frac{a_{k0}}{\lambda-(2\pi k)^2}-2\sqrt{2}\sin\sqrt{\lambda}\cdot\sum_{k=1}^{\infty}\frac{2\pi k\cdot a_{k0}}{\lambda-(2\pi k)^2}+$$

$$+4\sqrt{2}\sqrt{\lambda}\left(1-\cos\sqrt{\lambda}\right)\cdot\sum_{k=0}^{\infty}\frac{a_{k1}}{\lambda-(2\pi k)^2}$$

Тогда после преобразования определитель (5) приводится к виду:

$$\Delta_1^*(\lambda)=\Delta_0(\lambda)\cdot P(\lambda),\text{ где } P(\lambda)=\left(1+4\sqrt{2}\pi\sum_{k=1}^{\infty}a_{k0}\frac{k}{\lambda-(2\pi k)^2}\right) \qquad (7)$$

Итак, доказана

Утверждение 1. Характеристический определитель спектральной возмущенной задачи (3)-(4) Самарского-Ионкина, представим в виде (7), где $\Delta_0(\lambda)$ – характеристический определитель невозмущенной спектральной задачи Самарского-Ионкина, a_{k0} - коэффициенты Фурье биортогонального разложения (6) функции $q(x)$ по системе собственных и присоединенных функций сопряженной невозмущенной спектральной задачи Самарского-Ионкина.

Функция $P(\lambda)$ из (7) имеет полюса первого порядка в точках $\lambda=\lambda_k^0$, но функция $\Delta_0(\lambda)$ имеет нули второго порядка в этих точках, поэтому $\Delta_1^*(\lambda)$ является целой аналитической функцией переменного λ.

Если при фиксированном индексе j коэффициенты разложения (6) $a_{j_0}=0$, тогда $\lambda_j^1=\lambda_j^0$ является двукратным собственным значением возмущенной задачи (3) – (4). В этом случае $q(x)$ в виде (6) представляется с конечной первой суммой, то есть, когда существует такой номер N, что $a_{k0}=0 \quad \forall k>N$, формула (7) имеет следующий вид:

$$\Delta_1^*(\lambda)=\Delta_0(\lambda)\cdot\left(1+4\sqrt{2}\pi\sum_{k=1}^{N}a_{k0}\frac{k}{\lambda-(2\pi k)^2}\right) \qquad (8)$$

Из формулы (7) имеет две серии собственных значений возмущенной задачи (3) – (4). В формуле (8) заметим, что $\forall k>N,\ \ \Delta_1^*(\lambda_k^0)=0$, то есть все собственные значения $\lambda_k^0,\ \ k>N$, невозмущенной задачи Самарского-Ионкина. А также убедимся, что сохраняется кратность собственных значений $\lambda_k^0,\ \ k>N$.

Из условий ортогональности $q(x)\perp u_{j_0}^0,\ \ q(x)\perp u_{j_1}^0,\ \ \forall j>N$ следует

$$\int_0^1 q(x)u_{j_0}^0(x)dx=\int_0^1 q(x)u_{j_1}^0(x)dx=0.$$

Поэтому $u_{j_0}^0$ – собственные и $u_{j_1}^0$ – присоединенные функции невозмущенной задачи Самарского-Ионкина $\forall j>N$ удовлетворяют краевым условиям (4) и, следовательно, являются собственными и присоединенными функциями возмущенной задачи (3) – (4) и система корневых функций невозмущенной задачи Самарского-Ионкина отличаются по конечному числу первых членов. Итак, система корневых функций возмущенной задачи (3) – (4) образует базис Рисса в $L_2(0,1)$.

Обозначим через B множество функций $q(x)\in L_2(0,1)$ таких, что система собственных и присоединенных функций задачи (3) – (4) образует базис Рисса в $L_2(0,1)$; $\overline{B}=L_2(0,1)\setminus B$.

Так как множество $q(x)$, представимых в виде конечного ряда (6), является плотным в $L_2(0,1)$.

Покажем теперь, что свойство базисности собственных и присоединенных функций возмущенной задачи (3) – (4) является неустойчивым при интегральном возмущении краевого условия.

Итак, сформулируем доказанный и доказуемый результаты в виде следующего:

Утверждение 2. Пусть $q(x)\in L_2(0,1)$. Тогда множества B и $\overline{B}$ всюду плотны в $L_2(0,1)$.

Доказательство. Достаточно показать, что на множестве $\overline{B}$ система собственных и присоединенных функций возмущенной задачи (3) – (4) не образует обычного базиса.

Пусть j - достаточно большой номер так, что $a_{j_0}\neq 0$, $a_{j_1}=0$. Тогда из (7) нетрудно видеть, что $\lambda_j^0=(2\pi j)^2$ - является однократным собственным значением задачи (3) – (4). Непосредственным вычислением получим, что соответствующей этому значению собственной функцией задачи (1) – (2) является $u_j^1(x)=\sqrt{2}\cos(2\pi jx)$ и $\left\|u_j^1(x)\right\|^2=1$).

Найдем собственную функцию задачи (3) – (4). Для достаточно больших $\lambda=\lambda_j^0=(2\pi j)^2$ первое уравнение системы относительно коэффициентов C_1, C_2 обращается в тождество, а второе уравнение преобразуется к виду

$$C_1\left[1-\frac{\sqrt{2}}{4\pi}\cdot\frac{a_{j_0}}{j}+\frac{\sqrt{2}}{\pi}\sum_{k=1,\,k\neq j}^{\infty}a_{k_0}\frac{k}{j^2-k^2}\right]-C_2\frac{a_{j_0}}{\sqrt{2}}=0\,.$$

Так как $a_{j_0}\neq 0$, то отсюда выражаем C_2 через C_1. Поэтому собственная функция задачи (3) – (4) имеет вид:

$$v_j^1(x)=C_1\left\{\cos(2\pi jx)+\frac{\sqrt{2}}{a_{j_0}}\left[1-\frac{\sqrt{2}}{4\pi}\cdot\frac{a_{j_0}}{j}+\frac{\sqrt{2}}{\pi}\sum_{k=1,\,k\neq j}^{\infty}a_{k_0}\frac{k}{j^2-k^2}\right]\cdot\sin(2\pi jx)\right\}.$$

Константу C_1 выбираем из условия биортогональности $\left(u_j^1(x),v_j^1(x)\right)=1$. Легко видеть, что $C_1=\sqrt{2}$. Итак, собственная функция задачи (3) – (4):

$$v_j^1(x)=\sqrt{2}\cos(2\pi jx)-\left[\frac{1}{\sqrt{2}\pi j}-\frac{2}{a_{j_0}}\left(1-\frac{\sqrt{2}}{\pi}\cdot\sum_{k\neq j,\,k=1}^{\infty}a_{k_0}\frac{k}{j^2-k^2}\right)\right]\cdot\sin(2\pi jx).$$

Вычисляя норму в $L_2(0,1)$ находим:

$$\left\|v_j^1(x)\right\|^2=1+\frac{1}{2}\cdot\left|\frac{1}{\sqrt{2}\pi j}-\frac{2}{a_{j_0}}\left(1-\frac{\sqrt{2}}{\pi}\cdot\sum_{k=1,\,k\neq j}^{\infty}a_{k_0}\frac{k}{j^2-k^2}\right)\right|^2.$$

Согласно теореме Юнга [11] имеем

$$\lim_{x\to+\infty}\sum_{k=1,\,k\neq j}^{\infty}a_{k_0}\frac{k}{j^2-k^2}=0,$$

поэтому

$$\lim_{j\to+\infty}\left\|v_j^1(x)\right\|^2=1+2\lim_{j\to+\infty}\left|\frac{1}{a_{j_0}}\right|^2=+\infty\,.$$

Следовательно, $\lim\limits_{j\to\infty}\left\|v_j^1(x)\right\|\cdot\left\|u_j^1(x)\right\|=\infty$. Значит условие равномерной минимальности [12] системы не выполняется. Поэтому не образует обычного базиса в $L_2(0,1)$. Вторая часть утверждение 2 доказана.

Так как сопряженные операторы одновременно обладают свойством базисности Рисса корневых функций [10], то отсюда получаем основной результат настоящей работы:

Утверждение 3. Множество B, для которых система собственных функций оператора L_1, то есть спектральной задачи (1) – (2) для нагруженного дифференциального уравнения образует базис Рисса в $L_2(0,1)$ всюду плотно в $L_2(0,1)$. Множество $\overline{B}$ также всюду плотно $L_2(0,1)$.

В заключение отметим, что в работе [13] было исследована устойчивость свойства базисности систем собственных и присоединенных функций оператора Штурма-Лиувилля при нелокальном возмущении, в последней работе [14] исследована устойчивость базисных свойств собственных и присоединенных функций нагруженного оператора кратного дифференцирования, когда в уравнении участвует искомая функция со значением в нуле.

Автор поддержан грантом AP05132587 МОН РК на 2018-2020 годы.

Список использованной литературы:

1 Ильин В.А. О связи между видам краевых условий и свойствами базисности и равносходимости с тригонометрическим рядом разложений по корневым функциям несамосопряженного дифференциального оператора // Дифференциальные уравнения. 1994. Т.30, №9. С.1516-1529.

2 Макин А.С. О нелокальном возмущении периодической задачи на собственные значения // Дифференциальные уравнения. 2006. Т.42, №4. С.560-562.

3 Садыбеков М.А., Иманбаев Н.С. О базисности корневых функций периодической задачи с интегральным возмущением краевого условия // Дифференциальные уравнения. 2012. Т.48, №6. С.889-893.

4 Иманбаев Н.С., Садыбеков М.А. Базисные свойства корневых функций нагруженных дифференциальных операторов второго порядка // Доклады НАН РК. 2010. №2. С.11-13.

5 Ломов И.С. Свойство базисности корневых векторов нагруженных дифференциальных операторов второго порядка на интервале // Дифференциальные уравнения. 1991. Т.27, №1. С.80-94.

6 Ломов И.С. Теорема о безусловной базисности корневых векторов нагруженных дифференциальных операторов второго порядка // Дифференциальные уравнения. 1991. Т.27, №9. С.1550-1563.

7 Гомилко А.М., Радзиевский Г.В. Базисные свойства собственных функций регулярной краевой задачи для векторного функционально-дифференциального уравнения // Дифференциальные уравнения. 1991. Т.27, №3. С.385-395.

8 Велиев О.А., Шкаликов А.А. О базисности собственных и присоединенных функций периодической и антипериодической задачи Штурма-Лиувилля // Математические заметки. 2009. Т.85, Вып.5. С.671-686.

9 Ильин В.А., Крицков Л.В. Свойства спектральных разложений, отвечающих несамосопряженным операторам // Функциональный анализ. Итоги науки и техники. Серия Современной математики и ее приложения. Темат. обз. - Т.96. М.: ВИНИТИ. - 2006. С.5-105.

10 Иманбаев Н.С., Садыбеков М.А. Об устойчивости свойства базисности одного типа задач на собственные значения при нелокальном возмущении краевого условия // Уфимский математический журнал. 2011. Т.3, №2. С.28-33.

11 Харди Г.Г., Литтлвуд Дж.Е., Полиа Г. Неравенства. – М.: ИЛ. 1948. 456с.

12 Функциональный анализ (под ред. С.Г.Крейна). М.: Наука. 1972.

13 Imanbaev N.S. Study basicity of root functions of the Sturm-Liouville operator with a non-local perturbation//Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические науки». – 2018. – №1(61). – С. 73-76.

14 Imanbaev N.S. On basis property of systems root vectors of a loaded multiple differentiation operator// News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Physico-mathematical series. Vol. 1, Number 329 (2020), 32-37. https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.4

МРНТИ 27.35.21; 27.35.47
УДК 519.63; 53.03

А.А. Исахов[1], *Ж.Е. Бекжігітова*[1], *П.Т. Омарова*[1]

[1]*Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан*

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В УЛИЧНОМ КАНЬОНЕ

Аннотация

В данном исследовании было выполнено моделирование динамики течения газа вблизи однопараметрической модели здания. Для изучения процесса трассировки газа были применены несколько типов барьеров различной высоты. В качестве индикаторного газа был выбран этилен - C_2H_4. Численное моделирование произведено с использованием осредненных по времени уравнений Навье-Стокса (RANS), с приближением Буссинеска, путем сравнения результатов моделирования с экспериментальными результатами известных авторов. По результатам исследования, было выяснено, что использование модели RANS в совокупности с k-e Realizable (RLZ), k-w SST (SST), DES k-e (DES) моделями турбулентности дало практически сравнимые результаты с небольшими отклонениями, позволившими сделать выбор в пользу k-e Realizable модели турбулентности. Кроме того, было выявлено, что с увеличением высоты барьера наблюдается увеличение удерживающих свойств в области между строением и барьером. В общем и целом, численные результаты соизмеримы с экспериментальными значениями, благодаря чему подтверждается корректность используемой математической и численной модели. Данные исследования могут быть применены в дальнейшем для более детального изучения влияния перпендикулярных потоков распространения загрязняющих веществ внутри городского каньона.

Ключевые слова: турбулентность, система уравнений Навье-Стокса, k- ε модель турбулентности, метод SIMPLE, распространение загрязнителей в уличном каньоне

Аңдатпа

А.А. Исахов[1], *Ж.Е. Бекжігітова*[2], *П.Т. Омарова*[3]
[1]*Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ТҰРҒЫН ҮЙ АУМАҒЫНДАҒЫ ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ САНДЫҚ МОДЕЛДЕУІ

Бұл зерттеуде біз ғимараттың бір параметрлі моделіне жақын жерде газ ағынының динамикасын модельдедік. Газдың таралу процесін зерттеу үшін әртүрлі биіктіктегі кедергілердің бірнеше түрлері қолданылды. Этилен - C2H4 индикаторлы газ ретінде таңдалды. Модельдеу нәтижелерін белгілі авторлардың тәжірибелік нәтижелерімен салыстыру арқылы сандық модельдеу уақыт бойынша орташа есептелген Навье-Стокс (RANS) теңдеулерінің, Буссинеска жуықтауымен жүргізілді. Зерттеу нәтижелері бойынша RANS моделін k-e Realizable (RLZ), k-w SST (SST), DES k-e (DES) турбуленттік модельдерімен бірге қолдану сәл ауытқулармен іс жүзінде салыстырмалы нәтижелер берді, бұл мүмкін болатын турбуленттіліктің кез-келген моделін таңдауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, тосқауылдың биіктігінің өсуімен құрылым мен кедергі арасындағы аймақта ұстап қалу қасиеттерінің жоғарылағаны байқалды. Жалпы алғанда, сандық нәтижелер эксперименттік шамаларға сәйкес келеді, бұл пайдаланылған математикалық және сандық модельдердің дұрыстығын растайды. Болашақта бұл зерттеулер қалалық каньондағы ластаушы заттар таралуының перпендикуляр ағындарының әсерін неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеу үшін қолданыла алады.

Түйін сөздер: турбуленттілік, Навье-Стокс теңдеулер жүйесі, k-e турбуленттік модель, SIMPLE әдісі, ластаушы заттардың көше каньонына таралуы.

Abstract

NUMERICAL MODELING DISTRIBUTION OF CONTAMINATING SUBSTANCES IN STREET CANYONS

Issakhov A.A.[1], *Bekzhigitova Zh.E.*[2] Omarova P.T.[3]
[1]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

In this study, we simulated the dynamics of the gas flow near a one-parameter model of the building. To study the gas tracing process, several types of barriers of various heights were applied. Ethylene - C2H4 was chosen as an indicator gas. Numerical modeling was performed using the time-averaged Navier-Stokes (RANS) equations, with the Boussinesq approximation, by comparing the simulation results with the experimental results of famous authors. According to the results of the study, it was found that the use of the RANS model in conjunction with k-e Realizable (RLZ), kw SST (SST), DES k-e (DES) turbulence models yielded practically comparable results with small deviations, which made it possible to choose k-e Realizable turbulence models. In addition, it was found that with an increase in the height of the barrier, an increase in the retention properties in the region between the structure and the barrier is observed. In general, the numerical results are commensurate with the experimental values, which confirms the correctness of the mathematical and numerical models used. These studies can be applied in the future for a more detailed study of the influence of perpendicular flows of the spread of pollutants within the urban canyon.

Keywords: turbulence, Navier-Stokes system of equations, k- ε turbulence model, SIMPLE method, spread of pollutants in a street canyon

Введение

В настоящее время развитие экологического кризиса породило целый ряд проблем, связанных с ухудшением качества окружающей человека природной среды. На здоровье человека одним из сильно влияющих факторов является качество воздуха [1]. Ежегодно миллионы людей умирают преждевременно от болезней, связанных с загрязнением воздуха. Загрязнение воздуха различными вредными веществами может привести к заболеванию органов человека, в том числе болезни органов дыхания. Эти проблемы продолжают развиваться в результате индустриализации и урбанизации образа жизни человека, истощения энергетических и сырьевых ресурсов.

В городских уличных каньонах вентиляция через динамические процессы значительно отстает по сравнению с открытым пространством [2]. Выбросы от транспортных средств, как газообразных, так и частиц, преобладают среди различных источников антропогенных загрязнителей [3]. В уличных каньонах выхлопные газы автомобилей являются одной из наиболее серьезных форм загрязнения воздуха, которым подвергаются жители.

Прогнозирование загрязняющих веществ вокруг зданий является одним из наиболее важных предметов в области ветроэнергетики и кондиционирования воздуха. Многие исследования были проведены с использованием испытаний в аэродинамической трубе для прогнозирования рассеивания загрязняющих веществ вокруг зданий [4].

После классификации режима потока городских уличных каньонов был проведен ряд исследований по потоку и рассеиванию загрязняющих веществ в городских уличных каньонах [5]. Факторы влияния, рассмотренные до настоящего времени, включают соотношение сторон каньона (например, форму крыши [6], турбулентность потока над каньоном [7], неизотермический эффект, химические реакции загрязнителей [8] и деревьев [9]). Традиционно экспериментальные методы - обычно испытания в аэродинамической трубе - использовались для анализа рассеивания загрязняющих веществ в городских уличных каньонах [10].

Однако эксперименты отнимают много времени и требуют больших затрат и предоставляют ограниченный объем данных в отдельных точках. Испытания в аэродинамической трубе сталкиваются с рядом трудностей и имеют много ограничений при анализе чрезвычайно сложного процесса турбулентной диффузии вокруг зданий, расположенных в пограничных слоях атмосферы. Одной из таких трудностей является обработка плавучестью в рассеянных загрязнителях.

Улучшение вычислительной мощности в последние годы позволило применить модели вычислительной гидродинамики (CFD) для анализа рассеивания загрязняющих веществ [5]. Численные методы, основанные на вычислительной гидродинамике (CFD), могли бы преодолеть эту трудность и облегчить точное исследование влияния плавучести на поля потока и дисперсии.

Как отмечалось в нескольких работах [11], значительное количество исследований использовало метод CFD для изучения рассеивания загрязняющих веществ вокруг зданий.

Посадка деревьев на дорогах является распространенным явлением в борьбе с загрязнением воздуха. В нескольких работах [12] была дана оценка их влияние на воздушный поток и перенос загрязняющих веществ на улице. В работе [13] применили трехмерную численную модель с моделью турбулентности EARSM k-ε для исследования поля воздушного потока и концентрации загрязняющих веществ в изолированном идеальном уличном каньоне с разными крышами и с посадкой деревьев, которые упрощены как кубовидные пористые среды над землей и расположены в центре улицы.

В данной работе были исследованы трехмерные (3D) тестовые задачи, выполнены вычислительные моделирования гидродинамики для полей потока и рассеяния вокруг изолированной кубической модели здания с трассирующими газами, выходящими с обратной стороны здания. Полученные результаты сравнивались и сопоставлены с экспериментальными данными.

Математическая модель

Воздушный поток в городской местности считается изотермическим, а эффект плавучести не учитывается. Усредненные по времени поля скорости и концентрации прогнозируются с использованием усредненных по Рейнольдсу уравнений Навье – Стокса (RANS). Данные экспериментов в аэродинамической трубе, проведенных Tominaga и Stathopoulos [14], используются для проверки вычислительной модели.

Проверка модели важна для исследований Fluent перед дальнейшим анализом. Точность текущей модели *Fluent* демонстрируется путем сравнения с экспериментальной базой, полученной из аэродинамической трубы в Институте промышленных наук Токийского университета [14]. Значения *D* и U_D составляли 0.2м и 0.4м/с. Интенсивность турбулентности в продольном направлении на высоте здания *D* составляла приблизительно 20%. На рисунке 1 показан вертикальный профиль падающего излучения безразмерной средней скорости U/U_D, здесь U определяется по формуле:

$$U = \begin{cases} 0.564 * \left(\dfrac{(z-0.02)}{0.5} \right)^{\frac{1}{5}}, if \;\; z < 0.5 \\ 0.564, \qquad\qquad\qquad if \;\; z > 0.5 \end{cases} \tag{1}$$

Этилен (C_2H_4) использовался в качестве индикаторного газа и выделялся в центре уличного дна с концентрацией 312.5 ppm. Загрязнитель был выпущен точечным источником в их эксперименте.

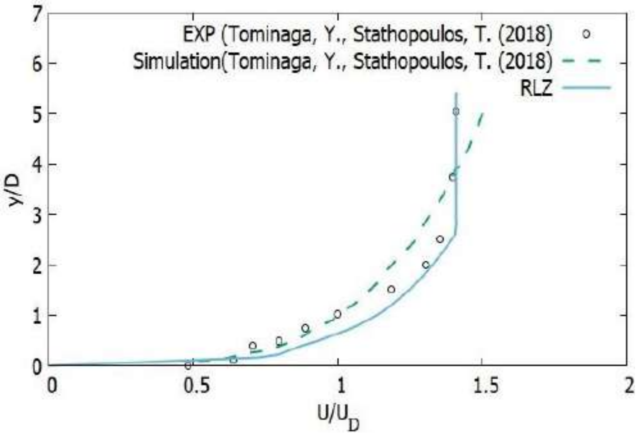


Рисунок 1. Профили инцидентности (а) средней продольной безразмерной скорости U/U_D.

Верификация математической модели

Рисунок 2 иллюстрирует проанализированную ситуацию потока. Кубическая модель здания с высотой *D* расположена в турбулентном пограничном слое. Источник газа прямоугольной формы с длиной стороны 0.025*D* установлен на уровне земли в области рециркуляции за зданием. Скорость W_s газа на выходе составляет $0.5U_D$, при это U_D определяется как средняя скорость против ветра при высоте *D*, где *D* равно *0.2.*

Граничные условия устанавливаются соответствующим образом [15], на входе Inlet и на выходе Outlet указываются как *velocity inlet* и *pressure outlet*, верхняя стена Upper boundary и боковые стены Side boundary указываются как *symmetry*, здание Building и нижняя стена Floor указываются как *wall*. Соответственно, где выбрасывается газ Gas exit указывается как *velocity inlet*.

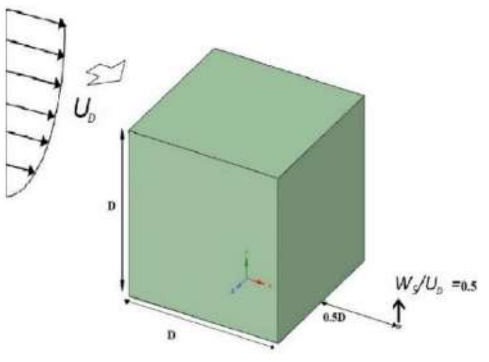


Рисунок 2. Поле модели потока

Вычислительная область охватывает объём $L(x) \times H(y) \times W(z)$, где L равно $21D$ и H равно $5.4D$, а W равно $9.7D$. Расстояние между наветренной гранью куба и входом домена составляет $5.0D$ (рисунок 3). Соотношение между турбулентной кинетической энергией κ и интенсивностью турбулентности I имеет вид:

$$\kappa = \frac{3}{2}(u_{avg}I)^2 \tag{2}$$

где u_{avg}- средняя скорость потока. ε определяется из соотношения:

$$\varepsilon = C_\mu^{3/4}\frac{\kappa^{3/2}}{l} \tag{3}$$

где C_μ - является эмпирической константой, указанной в модели турбулентности (приблизительно 0.09). Определение l обсуждалось ранее. Интенсивность турбулентности скорости выхлопа на выходе установлена на 10%.

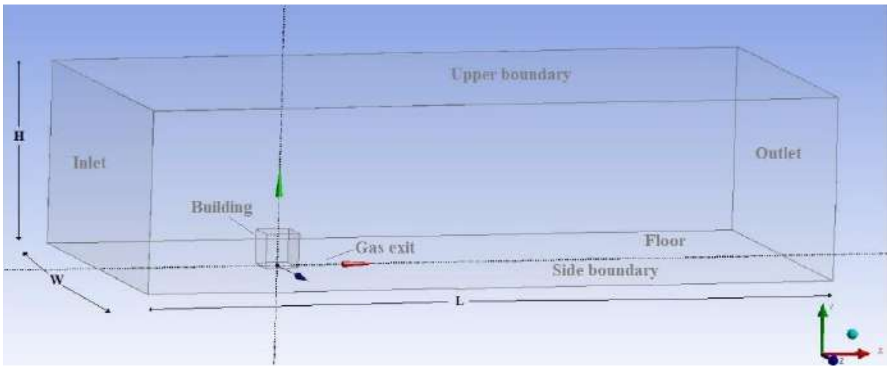


Рисунок 3. Вычислительная область и граничные условия

Вычислительная область состоит из двух подобластей: большая подобласть состоит из более грубой вычислительной сетки, а маленькая из сгущенной сетки. Была использована вычислительная сетка, состоявшая из 4982712 четырехгранных элементов, рисунок 4(b), при этом внутренняя подобласть имела размер 4e-03, рисунок 4(a). А также были применены сгущение сетки на выходе газа на 1e-03. Было сделано сгущение в правой стенке здании на 1e-03, рисунок 4(c). Реализуемая модель k - ε была принята в качестве модели турбулентности.

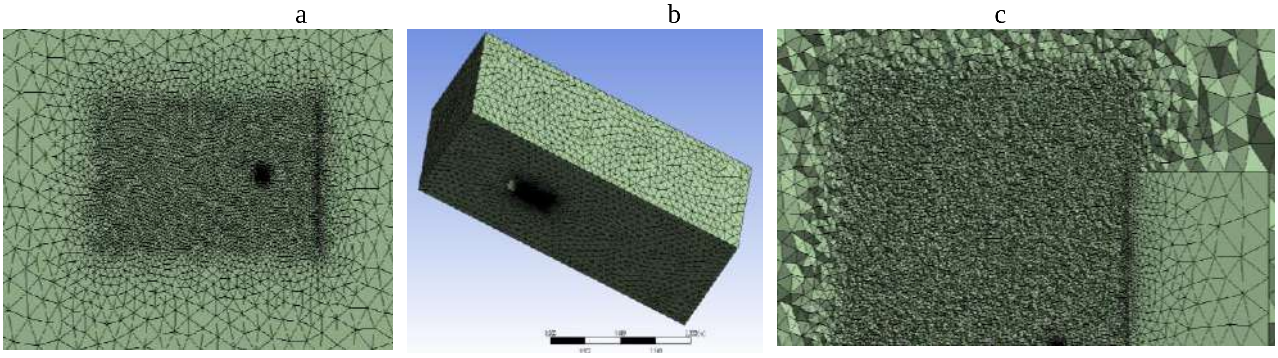


Рисунок 4. Расчетные сетки для анализа чувствительности сетки: (a) вертикальное сечение в центральной плоскости, (b) сетка расчетной области, (c) горизонтальное сечение.

На рисунке 5 показано сравнение данных с результатами с работы [14], а также с данными эксперимента для средней концентрации. В каждом из случаев можно видеть хорошее соответствие между вычислениями и экспериментально полученными данными.

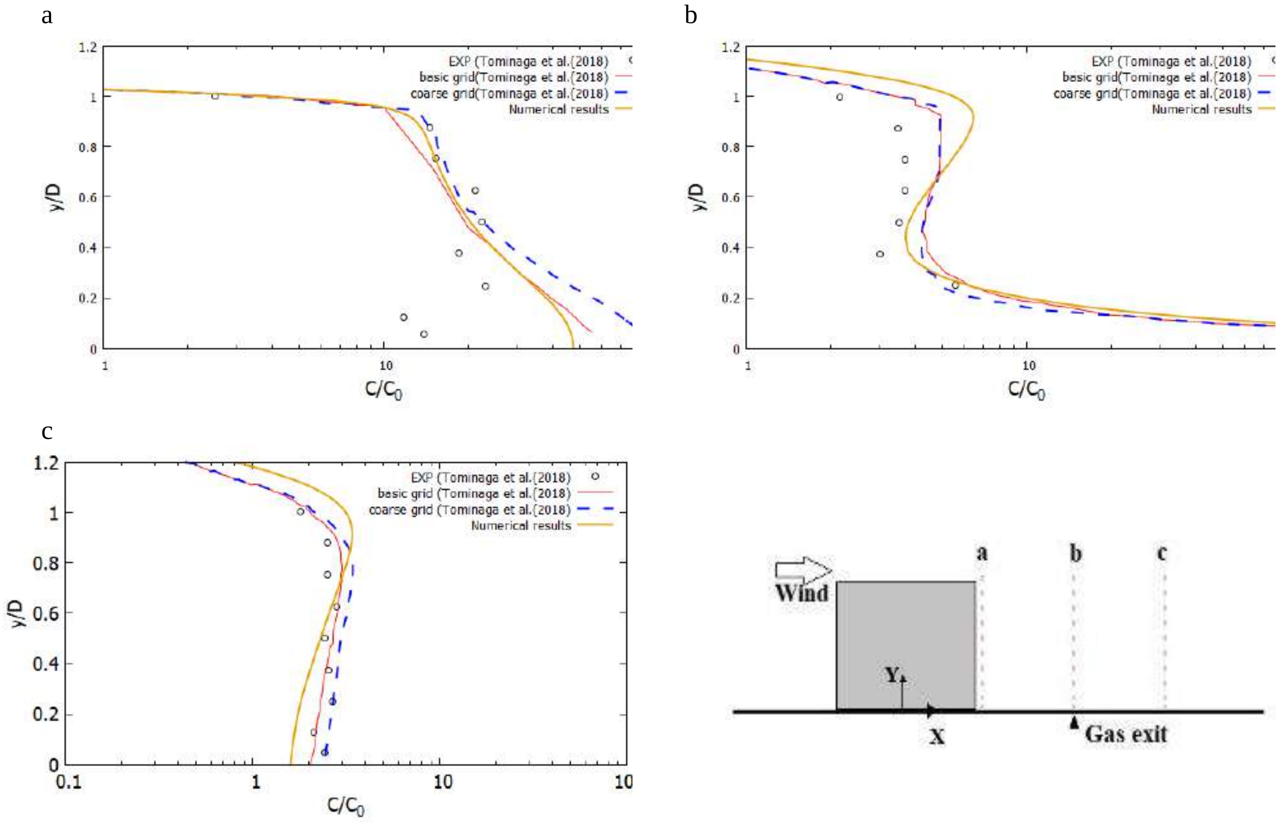


Рисунок 5. Результаты анализа чувствительноси к сетке: средние значения концентрации C/C_0 вдоль трех вертикальных линий в центральной части: (a) x/D=0.55, (b) x/D=1.0 и (c) x/D=1.5.

На рисунке 6 сравниваются вертикальные контуры средних продольных скоростей U/U_D (рисунок 6.b) с результатами экспериментальными данными работы [14] (рисунок 6.a). В отличие от графика а, можно заметить, что вихрь скорости расположен ниже.

Также видно, что вихрь расположен вдоль стены.

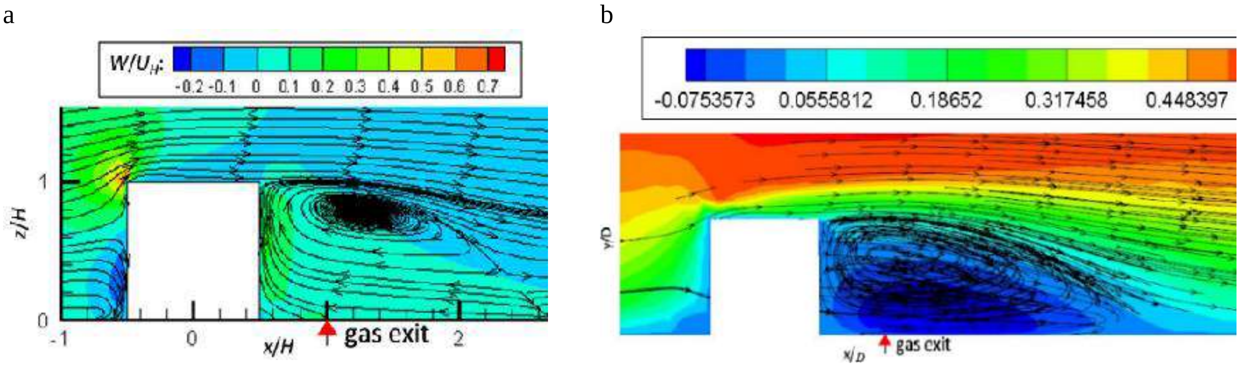


Рисунок 6. Обводы и контуры вертикальной составляющей скорости W/U_D в центральной части.

Численные результаты для различных моделей турбулентности

Для проверки достоверности выбранной модели турбулентности при исследовании движения газа. Для этого были проведены расчеты и полученные результаты далее будут сравниваться с данными, полученными в ходе эксперимента [14].

Используется и сравниваются три типа моделей турбулентности: модель realizable $k-\varepsilon$ (RLZ), и модель сдвиг переноса напряжений (SST) $k-\omega$ (SST), модель realizable $k-\varepsilon$ DES (DES). На рисунке 7 сравниваются вертикальные профили средних концентраций за зданием с различными моделями турбулентности. Распределений концентраций на вертикальных линиях, за исключением $k-\omega$ SST, в общих распределениях среди двух других моделей турбулентности не обнаружено существенных различий, которые хорошо воспроизводят распределения концентраций в эксперименте [14].

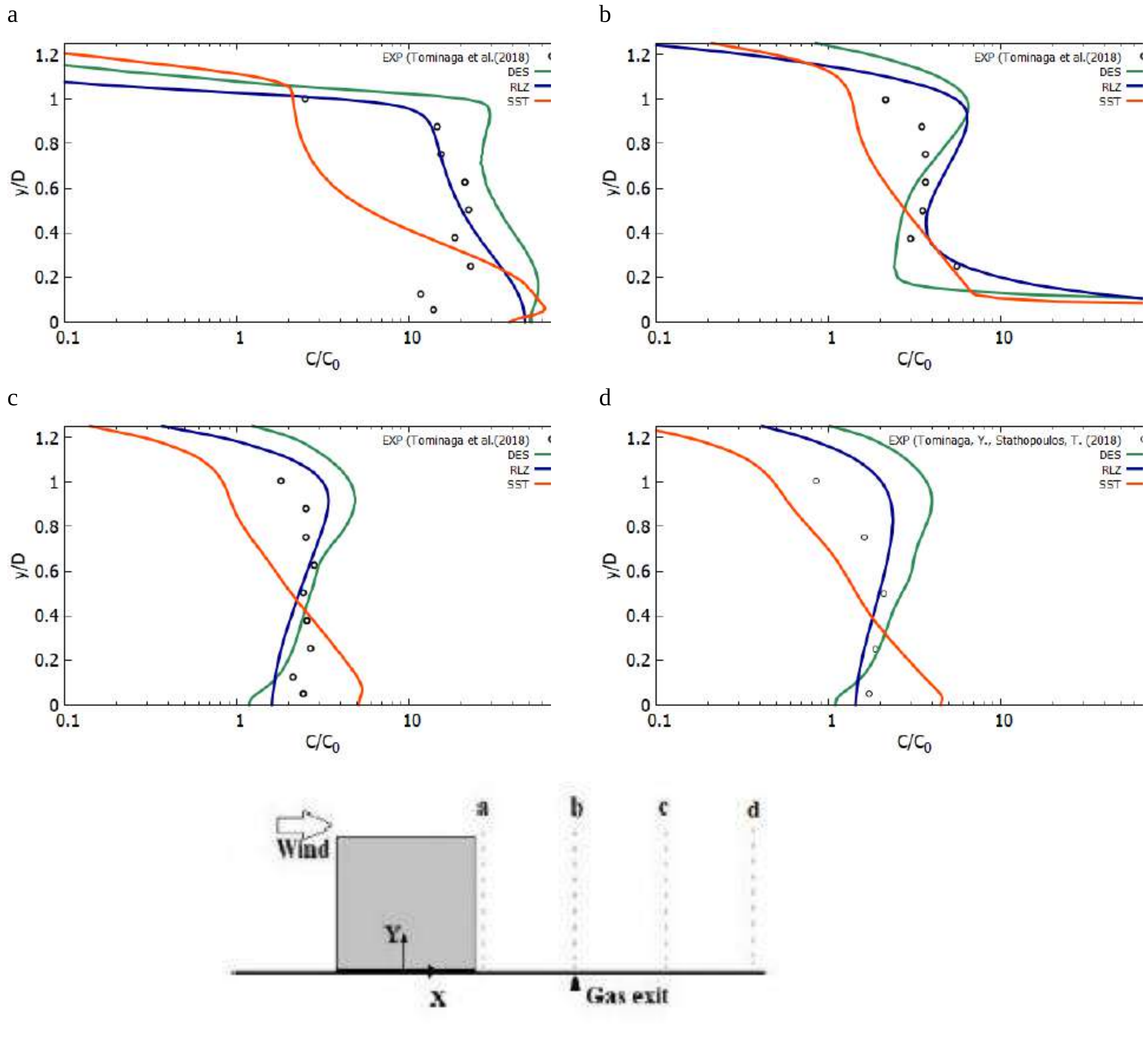


Рисунок 7. Вертикальные профили средних концентраций C/C_0 за зданием, полученные с помощью различных моделей турбулентности: (a) x/D=0.55, (b) x/D=1.0, (c) x/D=1.5 и (d) x/D=2.0.

Модель realizable $k-\varepsilon$ обеспечивает наилучшее согласие с экспериментальными данными по средним концентрациям. Из-за этого в дальнейших вычислениях будут использованы модель турбулентности realizable $k-\varepsilon$.

Численные результаты 3D моделирование с применением ограждений

В данной задаче были исследованы поведение газа при использовании барьера. Для этого были использованы четыре разных по высоте барьеров: 0.1D, 0.2D, 0.3D и 0.4D.

На рисунке 8 показано кубическая модель здания и барьер расположены в турбулентном пограничном слое. Указание всех размеров приводилось ранее.

На рисунке 9 сравниваются уровень концентраций с барьерами разной высотой. Из полученных данных можно заметить, что на всех графиках минимальный уровень загрязнений концентраций показывает здание с барьером высотой 0.4D, кроме графика 9b. На рисунке 9a видно, что наименьшая концентрация при барьере с наибольшей высотой 0.4D. Отсутствие барьера показывает наихудшие результаты с максимальным значением концентрации. На рисунках 9c и 9d уровень концентраций почти одинаков. На рисунке 9b барьер с высотой 0.4D сначала дает минимальную концентрацию, однако затем она начинает расти и предпочтительнее результаты показывает случай с отсутствием барьера.

Высота барьеров заметно оказывает влияние на распространение газа. На рисунке 10 иллюстрируются трехмерные графики контура концентраций этилена C_2H_4, со зданием с разной высотой барьера - 0.1D, 0.2D, 0.3D и 0.4D.

Из-за высоты барьера можно видит, что выбрасываемая концентрация начинает снижаться. По сравнению здания с барьером высотой 0.1D и здания с высотой 0.3, 0.4D количество выбрасываемого газа уменьшилось на крыше сооружения.

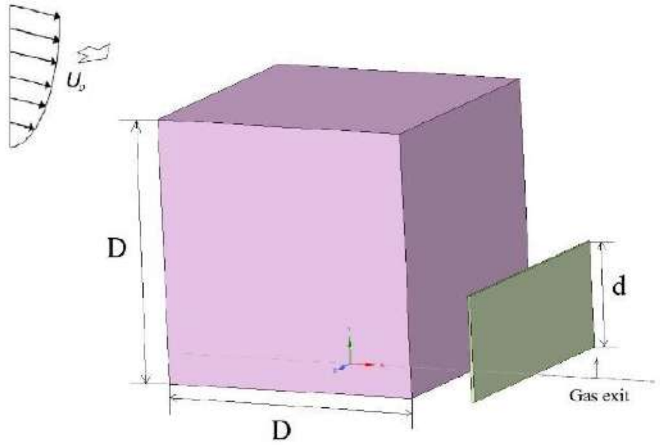


Рисунок 8. Поле модели потока

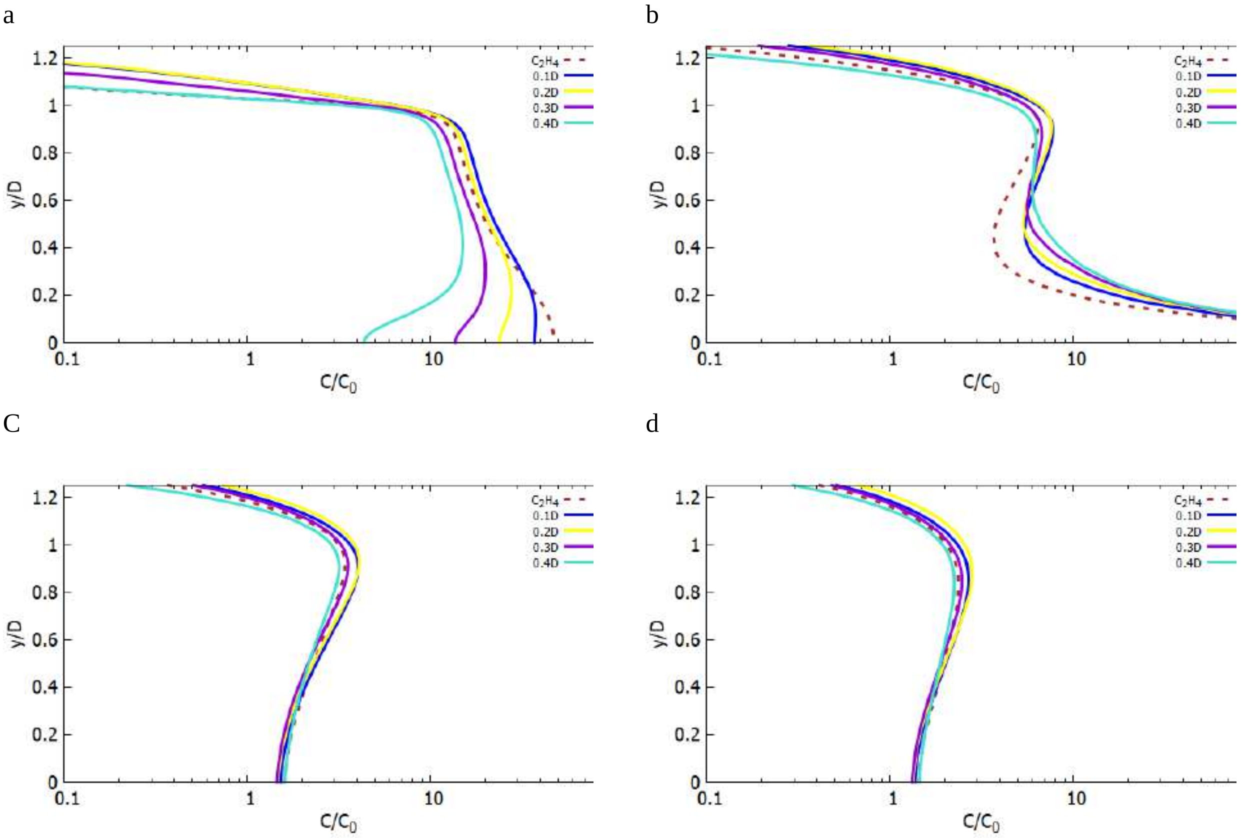


Рисунок 9. Профили средних концентраций этилена C_2H_4 с барьером разными высотами.

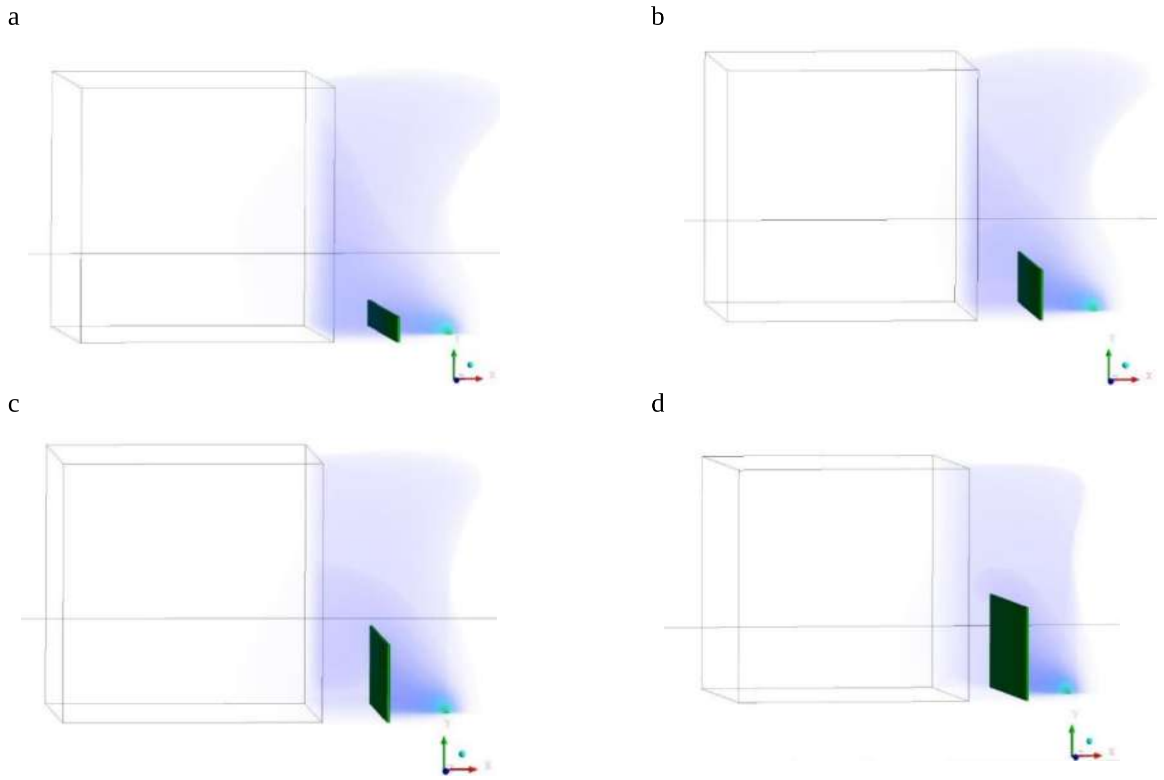


Рисунок 10. Трехмерные графики контура концентраций этилена C_2H_4: (a) барьер с высотой 0.1D, (b) барьер с высотой 0.2D, (c) барьер с высотой 0.3D, (d) барьер с высотой 0.4D

Заключение

В ходе выполнения работы была проверена точность трех турбулентных моделей ($k-\varepsilon$, $k-\omega$, DES) на тестовой задаче пересекающихся потоков. Также был осуществлен анализ численных результатов с экспериментальными данными и результатами моделирования известных авторов. Совпадение результатов тестовой и исследуемой задачи после их изучения и сопоставления являются хорошими. После анализа точности, эффективности и скорости решения турбулентных моделей, среди всех моделей можно выделить *realizable* $k-\varepsilon$, как самую оптимальную турбулентную модель, для перехода к реальным размерам. Все параметры геометрии, граничные и начальные условия тестовой задачи остались прежними. Было взято четыре разных барьера с разными высотами. С ростом высоты барьера наблюдалось увеличение удерживающих свойств в области между строением и барьером.

В целом, численные результаты удовлетворительно сравниваются с данными экспериментов и дают большую уверенность в эффективности моделирования. В результате проведенного исследования, полученные данные можно применять при дальнейших изучениях проблем, связанных с загрязнением уличных каньонов.

Список использованной литературы

1 *Kampa M.,Castanas E. (2008), "Human health effects of air pollution", Environ. Pollut, Vol. 151, pp. 362–367.*

2 *Cheng W.C., Liu C.H, Leung DYC. (2008). "Computational formulation for the evaluation of street canyon ventilation and pollutant removal performance", Atmospheric Environment, Vol. 42: pp. 9041–9051.*

3 *Bo M., Salizzoni P., Clerico M., Buccolieri R. (2017), "Assessment of indoor-outdoor particulate matter air pollution: A review", Atmosphere, Vol. 8, pp. 136.*

4 *Tominaga Y., Stathopoulos T. (2016), "Ten questions concerning modeling of near-field pollutant dispersion in the built environment", Build. Environ, Vol. 105, pp. 390–402.*

5 *Blocken B., Tominaga Y., Stathopoulos T. (2013), "CFD simulation of micro-scale pollutant dispersion in the built environment", Build. Environ, 64, pp. 225–230.*

6 *Li X.X., Liu C.H., Leung D.Y.C. (2008), "Large-eddy simulation of flow and pollutant dispersion in high-aspect-ratio urban street canyons with wall model", Boundary-Layer Meteorol, Vol. 129, pp. 249–268.*

7 Kikumoto H., Ooka R. (2012), "A study on air pollutant dispersion with bimolecular reactions in urban street canyons using large-eddy simulations", J. Wind Eng. Ind. Aerodyn, pp. 104–106.

8 Baker J., Walker H.L., Cai X. (2004), "A study of the dispersion and transport of reactive pollutants in and above street canyons—a large eddy simulation", Atmos. Environ, Vol. 38, pp. 6883–6892.

9 Salim S.M., Cheah S.C., Chan A. (2011), "Numerical simulation of dispersion in urban street canyons with avenue-like tree plantings: comparison between RANS and LES", Build. Environ, Vol. 46, pp. 1735–1746.

10 Schatzmann M., Leitl B. (2011), "Issues with validation of urban flow and dispersion CFD models", J. Wind Eng. Ind. Aerodyn, Vol. 99, pp.169–186.

11 Tominaga Y., Stathopoulos T. (2013), "CFD simulation of near-field pollutant dispersion in the urban environment: A review of current modeling techniques", Atmos. Environ, Vol. 79, pp. 716–730.

12 Moonen, Gromke, Dorer, (2013), "Performance assessment of Large Eddy Simulation (LES) for modeling dispersion in an urban street canyon with tree planting", Atmos. Environ, Vol. 75, pp. 66–76.

13 Ding S., Huang Y., Cui P., Wu J., Li M., Liu D. (2019), "Impact of viaduct on flow reversion and pollutant dispersion in 2D urban street canyon with different roof shapes - Numerical simulation and wind tunnel experiment". Science of The Total Environment, Vol. 671, pp. 976–991.

14 Tominaga Y., Stathopoulos T. (2018), "CFD simulations of near-field pollutant dispersion with different plume buoyancies", Building and Environment.

15 Tominaga Y., Mochida A., Yoshie R., Kataoka H., Nozu T., Yoshikawa M., Shirasawa T. (2008), "AIJ guidelines for practical applications of CFD to pedestrian wind environment around buildings", J.Wind Eng. Ind. Aerodyn, Vol. 96, pp. 1749–1761.

МРНТИ 373.5. 091
УДК 372.8.

М.Т. Искакова[1]*, А.К. Оразбаева*[1]

[1] *Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ, Қазақстан*

ЖАЛПЫ БІЛІМ БЕРЕТІН МЕКТЕПТЕ ЛОГИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУГЕ БАУЛУ

Аңдатпа

Мектеп оқушыларының математикалық білімін логикалық есептерді шығару арқылы қалыптастыру қазіргі заманның бірден бір сұранысы. Логикалық есептерді шығаруда жаттанды формулаларды пайдаланбай, есептердің берілген шартына тереңінен үңіліп талдау жүргізу арқылы есептерді шығару оқушылардың ойлау қабілетінің артуына көмектеседі. Бұл мақаладағы есептер Қазақстан Республикасының кейбір облыс және қалаларының аймақтық ерекшеліктеріне негізделіп құрастырылған. Құрастырылған есептер жалпы білім беретін мектептің 6-сыныбының білім мазмұнына сай болып табылады. Мәтінді есептің математикалық моделін санның бөлігін табу, бөлігі бойынша санды табу, Эйлер-Венн диаграммасы, пропорция, жолды, жылдамдықты есептеу, схема құру арқылы оқушы есеп шығаруға дағдыланады. Есептер өз жерінің табиғаты туралы болғандықтан, оқушылардың қызығушылығын оятып, өз елінің патриоты болуына ықпал жасайды.

Түйін сөздер: логика, математикалық модель, Эйлер-Венн диаграммасы, схема.

Аннотация

М.Т. Искакова[1]*, А.К. Оразбаева*[1]

[1]*Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан*

ОБУЧЕНИЕ РЕШЕНИЮ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Формирование математических знаний школьников посредством решения логических задач является одним из самых востребованных в современном мире. Решение задач с помощью глубокого анализа заданных условий задач, без использования запоминающихся формул при решении логических задач, способствует повышению мышления учащихся. Задачи в данной статье составлены на основе региональных особенностей некоторых областей и городов Республики Казахстан. Составленные задачи соответствуют содержанию образования 6 класса общеобразовательной школы. Математическая модель текстовой задачи, находка чисел по части, диаграмма Эйлера-Венна, пропорция, вычисление пути, скорости, построение схемы способствуют формированию навиков решению задач учеников. Задачи, связанные с природой своей земли, вызывают интерес учащихся и способствуют тому, чтобы быть патриотом своей страны.

Ключевые слова: логика, математическая модель, Эйлер-Венн диаграмма, схема.

Abstract

LEARNING TO SOLVE LOGICAL PROBLEMS IN A SECONDARY SCHOOL

Iskakova M.T. [1]*, Orazbaeva A. K.* [1]
[1]*Abai Kazakh national pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The formation of pupils' mathematical knowledge by solving logical problems is one of the most popular in the modern world. Solving problems using a deep analysis of the set conditions of problems, without using memorable formulas for solving logical problems, helps to improve the thinking of. The tasks in this article are based on regional characteristics of some regions and cities of the Republic of Kazakhstan. The compiled tasks correspond to the content of education of the 6th grade of a secondary school. The mathematical model of a text problem, finding numbers by part, Euler-Venn diagram, proportion, calculation of the path, speed, and construction of the scheme contribute to the formation of navics for solving students ' problems. Tasks related to the nature of their land arouse the interest of students and contribute to being a patriot of their country.

Keywords: logic, mathematical model, Euler-Venn diagram, proportion, diagram.

Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңының 11 – бабында білім беру жүйесінің басты міндеттері – ұлттық және жалпы адамзаттық құндылықтар, ғылым мен практика жетістіктері негізінде жеке адамды қалыптастыруға, дамытуға және кәсіптік шыңдауға бағытталған сапалы білім алу үшін қажетті жағдайлар жасау; жеке адамның шығармашылық, рухани және күш – қуат мүмкіндіктерін дамыту, адамгершілік пен салауатты өмір салтының берік негіздерін қалыптастыру, даралықты дамыту үшін жағдай жасау арқылы ой – өрісін байыту; азаматтық пен патриотизмге, өз Отаны – Қазақстан Республикасына сүйіспеншілікке, мемлекеттік рәміздер мен мемлекеттік тілді құрметтеуге, халық дәстүрлерін қастерлеуге, Конституцияға қайшы және қоғамға жат кез келген көріністерге төзбеуге тәрбиелеу – деп көрсетілген. Бұл міндеттер білім беру жүйесінде қызмет істеп жүрген педагогтар үшін үлкен жауапкершілікті қажет етеді. Білім беру мекемелері іс – әрекетінің негізгі нәтижелері тек білім, білік және дағдыны қалыптастыру емес, сонымен қатар оқушылардың логикалық ойлау қабілеттерін дамытып, құзыреттілігі жоғары тұлға тәрбиелеу. Құзыреттілік дегеніміз – бұл алынған білім мен білікті іс-жүзінде, күнделікті өмірде қандайда бір практикалық және теориялық мәселелерді шешуге қолдана алу қабілеттілігі [1, 2].

Күнделікті өмірде күнімізді сапалы, жұмысымызды толық орындап, уақытымызды тиімді пайдалану үшін өзімізге тиімді болатын логикалық қадамдар жасаймыз. Сондықтан, логика қарапайым тілде – тиімді, дұрыс және жылдам әрекеттердің тізбегі.

Логика – дұрыс ойлау заңдары және ережелері туралы ғылым. Адам баласының тұрмысында дұрыс ойлау маңызды роль атқарады. Адамның ойы дұрыс болу үшін, ол белгілі бір ережелерге, заңдарға бағынуға тиісті. Ойлау адамның рухани тұрмысының ең жоғарғы формасы.

Логикаға арналған есептер деп – есептің берілгендері мен оларды талдау арасында байланыстың болуы негізгі фактор болып табылатын, сонымен қоса тізбектелген пайымдау қорытындысы болып, ал қандай да бір есептеу мен салу қосымша рөл атқаратын немесе мүлде болмайтын есептерді айтады.

Бұл мақала жалпы білім беретін мектептің 6-сыныбының білім мазмұнын қамтиді.

Бұл мақалада логикалық есептердің оқушыларға берілу жолы ерекше. Оқушының логикалық ойлауын дамыту есептерін еліміздің аймақтық ерекшеліктеріне байланысты қарастырдым. Аймақтық ерекшеліктерге негізделген есептердің рухани-тәрбиелік маңызы өте жоғары. Біріншіден, оқушы бұл есептерді шығару барысында оқушы еліміздің әдемі де әсем жерлерімен танысады. Екіншіден, туған жердің байлығын танып – білген оқушы, өз Отанына деген сүйіспеншілік, махаббат, мақтаныш сезімдерінің бойын кернейтіні анық, сондықтан ол өз Отанының патриоты болады. Үшіншіден, әрине, патриот адам өз елінің гүлденіп дамуына зор үлес қосатын ірі тұлға болып қалыптасады.

Логикалық ойлау қабілетін дамытатын жергілікті ерекшеліктерге негізделген логикалық есептер оқушылардың тек қана математикалық логикасын дамытып қоймай, шығаруға да жеңіл болады. Себебі, өзі туып өскен, өмір сүріп жатқан Қазақстанда өзі толық білетін заттарды, обьектілерді елестетіп, түсіну қиындық туғызбайды.

Қазіргі таңда Қазақстан он төрт облысқа бөлінген. Олар:

1. Алматы облысы;
2. Ақмола облысы;
3. Ақтөбе облысы;
4. Атырау облысы;
5. Батыс Қазақстан облысы;

6. Жамбыл облысы;
7. Қарағанды облысы;
8. Қостанай облысы;
9. Қызылорда облысы;
10. Маңғыстау облысы;
11. Павлодар облысы;
12. Солтүстік Қазақстан облысы;
13. Түркістан облысы.
14. Шығыс Қазақстан облысы;

Елімізде үш республикалық маңызы қалалар бар. Олар. Нұр-Сұлтан, Алматы және Шымкент қалалары. Енді осы облыстар мен қалалардың кейбіреуіне мысалдар келтіреміз.

Нұр-сұлтан қаласы.

Бұл есепте оқушы еліміздегі ресми демалыс күндерін білу керек, сондықтан берілген есеп оқушыны жүйелілікке тәрбиелейді.

Еліміздің астанасы – Нұр-Сұлтан қаласындағы Бәйтерек монументін жылына 580 000 турист тамашалайды. Егер монумент тек мереке күндері күнінде жабық болса, ақпан айында канша адам монументті көреді?

Шешуі: Алдымен бір жылда елімізде ресми мереке күндерді санап жалпы бір жылдағы күннен алып тастаймыз. Ресми мерекелер: 1,2,7 - қаңтар, 8,21,22,23-наурыз, 1,7,9-мамыр, 6,31-шілде, 30-тамыз, 1,16,17-желтоқсан . Барлығы 16 күн. Енді екі жағдайды қарастырамыз:

1) толық жыл (ақпан айы 29 күн) 366-16=350

580000:350=1657 (адам);

2) толық емес жыл (ақпан айы 28 күн) 365-16=349

580000:349=1661 (адам).

Жауабы: 1657 немесе 1661 турист.

Алматы қаласы.

Іле Алатауы шатқалында орналасқан «Шымбұлақ» тау шаңғы базасында аспалы жолдың ұзындығы 4,5 км-ге созылған. Аспалы жол желісімен 15 минут ішінде базаға көтерілуге болады. Аспалы жолмен есептегенде 1 сағат ішінде қанша қашықтыққа баруға болады?

Шешуі: 1сағат = 60 минут

60:15=4 (рет көтеріледі)

4,5·4=18 (км).

Жауабы: 18 км.

Шымкент қаласы

Шымкент қаласындағы хайуанаттар бағында 1600 түр жануарлар мен құстар және аквариумда 510 балықтың түрі бар. Осы бақтың мекендеушілерінің қорегінің 25% -ы осы хайуанаттар бағының территориясында өсіреді. Сырттан әкелетін азықтың $\frac{1}{5}$ бөлігі балықтарға берілсе, қаншасын басқа жан-жануарлар жейді?

Шешуі: $25\%=\frac{25}{100}=\frac{1}{4}$

$1-\frac{1}{4}=\frac{3}{4}$

$\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{5}=\frac{3}{20}$ (балықтарға берілетін азық мөлшері)

$1-\frac{3}{20}=\frac{17}{20}$ (бөлігі жануарлар мен құстарға беріледі)

Жауабы: $\frac{17}{20}$.

Батыс Қазақстан облысы.

Жайық – Европа мен Азияны бөліп тұрған өзен. Башқұртстаннан бастау алып және Қазақстан территориясында созылып жатқан Жайық өзені Каспийге құяды. Батыс Қазақстан облысы, Орал, Ақтөбе, Атырау қаласы арқылы ағып жатқан бұл өзеннің Қазақстан жеріндегі ұзындығы 1084 км. Көктем айларында өзен ағысының жылдамдығы 10 км/сағ. дейін барады. Каспий теңізінен шығып Жайық өзені бойымен катер 42 км/сағ жылдамдықпен 7 сағат жүзген соң, 1 сағат аялдама жасап, әрі қарай жылдамдығын 8 км/сағ арттырып жолын жалғастырады. Катер Қазақстан территориясынан шығуға барлығы неше сағат жұмсайды [3]?

Шешуі:

υ = 42-10 = 32 (км/сағ), (ағысқа қарсы жүзеді, себебі кері бағытта жүзіп келеді)

S = 32·7= 224 (км), (тоқтағанға дейін жүзген жолы)

S = 1084-224=860 (км) (қалған жолы)

υ = 32 + 8 = 40 (км/сағ)

t = 860:40=21,5 (сағ)

t = 21,5+7+1 =21,5 (сағ)

Жауабы: 29,5 сағат.

Маңғыстау облысы.

Маңғыстау облысындағы Үстірт қорығы – шөл зонада орналасқан ең үлкен қорық. Бұл қорықта 336 өсімдік түрі, жануарлардың 45 түрі және 166 құстар түрі кездеседі. Үстірт қорығына келген зерттеушілердің 12-сі жануарларды, 18-і құстарды, 34-і өсімдіктерді зерттейді. Олардың 5-і құстар мен жануарларды, 7-і құстар мен өсімдіктерді, ал 4-і өсімдіктер мен жануарларды зерттейді.

1) Қорықта барлығы неше зерттеуші бар?
2) Тек қана жануарды зерттейтіндері қанша?

Шешуі:

Эйлер – Венн диаграммасына саламыз:

Жауабы: Барлығы 48 зерттеуші, 3 зерттеуші тек жануарларды зерттейді.

Атырау облысы.

Каспий теңізінің орташа тереңдігі 1025 метр, оның түбіне жету үшін батискаф түсті. Теңіздің тереңдігінен батискаф 1,8 км/сағ жылдамдықпен теңіз бетіне көтерілсе, неше секундта су бетінде болады?

Шешуі: 1,8 км/сағ =$1{,}8\cdot\frac{1000}{3600}$ = 0,5 (м/с)

1025:0,5=2050 (с)

Жауабы: 2050 секундта жетеді.

Ақтөбе облысы.

Мұғалжар тауындағы Ор өзенінен бір топ қаз Ырғыз өзеніне ұшты. Екі өзеннің арасы 180 км. Қаздардың ұшу жылдамдығы 30 км/сағ. Барлық жолдың $\frac{2}{5}$ ұшып өткен соң, бір көлшікке 20 минут аялдама жасады. Қаздар Ырғыз өзеніне қанша сағатта жетті?

Шешуі:180:30=6 (сағ)

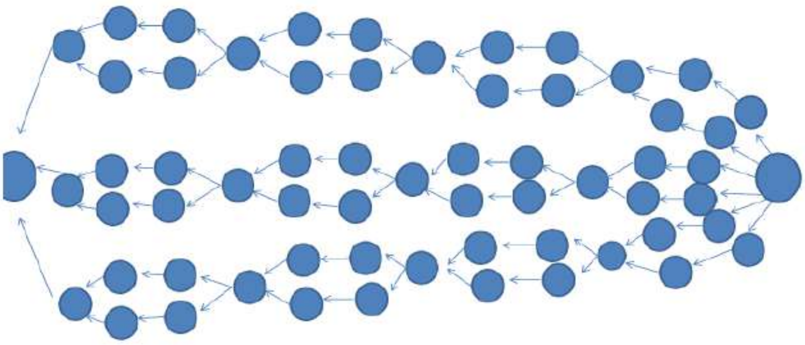
$$6+\frac{20}{60}=6+\frac{1}{3}\text{ (сағ)}$$

Жауабы: $6\frac{1}{3}$ сағат.

Солтүстік Қазақстан облысы

Солтүстік Қазақстан облысында ірі 62 көл бар. Осы көлдерді шығыс жағынан бір көлден бастап алты бағытта батысқа қарай 6 зерттеушілер тобы шықты. Әрқайсысы келесі әр үшінші көлінде бір-бірімен кездеседі. Олар: 1 мен 2, 3 мен 4, 5 мен 6 топтар кездескені белгілі болса, соңғы көлге жеткенде 1 мен 2, 3 мен 4, 5 мен 6 неше рет кездеседі?

Шешуі: Схема түрінде көрсетеміз:



Жауабы: 3 рет.

Павлодар облысы

Павлодар облысындағы Баянауыл ауданында Баянауыл мемлекеттік ұлттық паркінің ауданы 68452,8 га. Бұл жан – жағынан көлдер және таулармен қоршалған табиғат жаратылысы. Ұлттық парктің аумағы үш орманшылыққа бөлінген.

- Баянауыл орманшылығы – 19188 га
- Жасыбай орманшылығы – 22904 га
- Далба орманшылығы – 8596 га.

Егер барлық шаруашылықта 53 адам жұмыс жасаса, территория аумағы бойынша әр орманшылықта шамамен қанша жұмысшы бар?

Шешуі: 19188+22904+8596=50688 (га).

50688/53=956

19188/956=20 (жұмысшы)

22904/956=24 (жұмысшы)

53-(20+24)=9 (жұмысшы)

Жауабы: 9, 20, 24.

Шығыс Қазақстан облысы

Әлемде тек екі жерде ғана бар реликті ленталық қарағай борының біреуі Шығыс Қазақстан облысынан Алтай өңіріне дейін жайылып жатса, екіншісі Канадада екен. Әрқайсысының ұзындығы 115 км болатын үш Ертістік қарағай боры 150 мың га, 210 мың га және 220 мың га территорияны алып жатыр. Ал, 1 га орман 280 кг көмірқышқыл газын жұтып, 220 кг оттегін шығарады. Осы бордың барлық бөліктерін қосқанда қанша көмірқышқыл газын жұтып, оттегін шығарады?

Шешуі: 150 000 + 210000 + 220000 = 580 000 (га)

$580000\cdot 280=162400000$ (кг)

$580000\cdot 220=127600000$ (кг)

Жауабы: 162,4 млн.кг көмірқышқыл жұтып, 127,6 млн.кг оттегін шығарады.

Қазіргі таңда жалпы жаңа техникалар мен технологиялардың қарқынды дамуына байланысты, қай саланы алып қарасақ та, жаңашыл ойлар мен әдіс – тәсілдерді қажет етеді. Педагог алдымен оқушы бойына баға жетпес, еш өлшейсіз құндылықтарды сіңіру керек.

Айта келсек, адамгершілік, отансүйгіштік, мейірімділік, шыншылдық, ұқыптылық және тағы осындай қасиеттер. Ал, математиканың ғылымда және адам ой – өрісінің жан – жақты дамуында орны ерекше.

Математиканың негізі ешқашан өзгеріске ұшырамаған, алайда оны тиімді оқытудың қазіргі пелагоготарға қойылатын талап жоғары. Сондықтан, мұғалім әрқашан ізденісте болуы қажет және алдында тәрбиелеп отырған оқушыларға талабы жоғары болуы тиіс.

Ал, математикадағы логикалық есептердің оқушының ойлау қабілетін дамуына әсері орасан зор. Себебі, стандартты есептеуден өзгеше әр түрлі тәсілмен ойлауды талап етеді.

Бұл мақалада еліміздің әр облысының аймақтық ерекшеліктеріне негізделген логикикалық есептерді шығару барысында оқушы өзіне алатыны мол деп сенемін.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңы. 2007 жылғы 27 шілде.*
2 *Құдайбергенова К. Құзырлылық – тұлға дамуының сапалық критерийі». Алматы -2000.*
3 *Ғарифолла Ә., Қ.Ахметов «Батыс Қазақстан облысы энциклопедиясы». Алматы-2010.*
4 *Бессчетнов П.П. По лесам Казахстана». Алма-Ата: Казахтан, 1976.-144 бет.*
5 *Шарипханова А. Как залечиваются раны дедушки - бора. Спектр. Семей-2011.*

МРНТИ 27.31.44
УДК 517.95

Н.Б. Искакова[1], А.С. Рысбек [1], Н.С. Серік [1]

[1]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

МОНЖА-АМПЕР ТЕҢДЕУІ ҮШІН КЕЙБІР СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ЕСЕПТЕРДІҢ ЖУЫҚТАЛҒАН ШЕШІМДЕРІ

Аңдатпа

Монжа-Ампер теңдеуі газ динамикасында, метеорологияда, дифференциалдық геометрияда және тағы басқа ғылымның әр түрлі облыстарында көптеген қолдануларына байланысты сызықты емес математикалық физиканың қарқынды зерттеліп жатқан теңдеулерінің бірі болып табылады.Ұсынып отырған жұмыс біртекті емес Монжа-Ампер теңдеуі үшін сызықты емес шеттік есеп зерттелінеді, оң жақ бөлігі туындылы немесе еркін сызықты емес бойынша дәрежелік сызықты емес ізделінді функциядан тұрады. Сызықтандыру негізінде зерттелетін шеттік есептерді параметрге тәуелді бастапқы шарттары бар бірінші ретті жай дифференциалдық теңдеу жүйесіне келтірілген.Монжа-Ампер теңдеуі үшін кейбір шеттік есептердің нақты және жуық шешімдерін құру әдістері ұсынылған. Mathcad бағдарламалық пакетінің көмегімен параметрі бар жай дифференциалдық теңдеулердің алынған жүйелерінің жуық шешімдерін құру әдістерін сандық іске асыру жүргізілді. Grafikus сервисінде қарастырылған есептердің нақты және жуық шешімдерінің үшөлшемді графиктері құрылды.

Түйін сөздер: шеттік есеп, Монжа-Ампер теңдеуі, сызықтандыру, жуық шешім.

Аннотация

Н.Б. Искакова[1], А.С. Рысбек [1], Н.С. Серік [1]
[1]Казахский национальный педагогический университет им.Абая, г.Алматы, Казахстан

ПРИБЛИЖЕННЫЕ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ МОНЖА-АМПЕРА

В связи с многочисленными приложениями в различных областях науки, в том числе в газовой динамике, метеорологии, дифференциальной геометрии и других, уравнение Монжа – Ампера является одним из наиболее интенсивно исследуемых уравнений нелинейной математической физики. В данном сообщении исследуется нелинейная краевая задача для неоднородного уравнения Монжа – Ампера, правая часть которого содержит степенные нелинейности по производным и произвольную нелинейность от искомой функции. На основе линеаризации исследуемые краевые задачи сведены к системе обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с начальными условиями, зависящими от параметра. Предложены методы построения точных и приближенных решений некоторых краевых задач для уравнения Монжа-Ампера. С помощью программного пакета Mathcad проведена численная реализация методов построения приближенных решений полученных систем обыкновенных дифференциальных уравнений с параметром. Построены трехмерные графики точных и приближенных решений рассматриваемых задач в сервисе Grafikus.

Ключевые слова: краевая задача, уравнение Монжа-Ампера, линеаризация, приближенное решение.

Abstract

APPROXIMATE SOLUTIONS OF SOME NONLINEAR PROBLEMS FOR THE MONGE-AMPERE EQUATION

Iskakova N.B.,[1] *Rysbek A.S.*[1], *Serik N.S.*[1]

[1]*Abai Kazakh national pedagogical University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

Due to numerous applications in various fields of science, including gas dynamics, meteorology, differential geometry, and others, the Monge – ampere equation is one of the most intensively studied equations of nonlinear mathematical physics.In this report, we study a nonlinear boundary value problem for the inhomogeneous Monge-ampere equation, the right part of which contains power nonlinearities in derivatives and arbitrary nonlinearity from the desired function.Based on linearization, the studied boundary value problems are reduced to a system of ordinary first-order differential equations with initial conditions that depend on the parameter.Methods for constructing exact and approximate solutions of some boundary value problems for the Monge-ampere equation are proposed.Using the Mathcad software package, numerical implementation of methods for constructing approximate solutions of the obtained systems of ordinary differential equations with a parameter is performed.Three-dimensional graphs of exact and approximate solutions of the problems under consideration in the Grafikus service are constructed.

Keywords: boundary value problem, the equation of Monge-Ampere, linearization, approximate solution.

Монжа-Ампер теңдеуі үшін сызықты емес шеттік есептерді көптеген авторлар зерттеген [1, 2].Кейбір есептерді зерттеу барысында жуықтау әдістері қолданылады[3, 4].Осы жұмыста Монжа-Ампер теңдеуі үшін сызықты емес шеттік есепті қарастырамыз

$$\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial y}\right)^2-\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)= f\left(ax^2+bxy^2+cy^2\right), \tag{1}$$

$$w(x,0)=\varphi(x), \tag{2}$$

$$w'_y(x,0)=\psi(x), \tag{3}$$

мұндағы $b^2 \neq 4ac$.

$w(x,y)=u(z),\ z=ax^2+bxy+cy^2$ белгісіз функцияны енгізе отырып, (1)-(3)сызықты емес есепті келесі жай дифференциалдық теңдеу үшін есепке келтіреміз

$$2\left(4ac-b^2\right)zu'_z\,u''_{zz}+\left(4ac-b^2\right)(u'_z)^2+f(z)=0$$

$$u(z)\big|_{z=ax^2}=\varphi(x),$$

$$u'_z(z)\big|_{z=ax}=\frac{\psi(x)}{ax^2}.$$

Берілген есепті шешу үшін тізбекті дифференциалдау әдісін қолдана отырып, яғни дифференциалдық теңдеуді қатарлардың көмегімен интегралдауға болады. Мысалдарды қарастырайық.

1 мысал. Дербес туындылы дифференциалдық теңдеу үшін сызықты емес шеттік есеп берілсін

$$\left(\frac{\partial^2 w}{\partial xdy}\right)^2-\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)=4(x^2-9xy-3y^2),$$

$$w(x,0)=x^3,$$

$$w'_y(x,0)=x^2.$$

Берілген есептердің шешімін келесі түрде іздейміз

$$w(x,y)=u(z),\quad z=4(x^2-9xy-3y^2)\,.$$

Онда,

$$w'_x=(8x-36y)u'_z,$$

$$w'_y=-(36x+24y)u'_z,$$

$$w''_{xy}=-u''_{zz}\cdot(36x+24y)(8x-36y)-36u'_z,$$

$$w''_{xx}=(8x-36y)^2u''_{zz}+8u'_z,$$

$$w''_{yy}=(36x+24y)^2u''_{zz}-24u'_z.$$

Берілген теңдеуге қоя отырып

$$(-u''_{zz}\cdot(36x+12y)(8x-36y)-36u'_z)^2-$$

$$-((8x-36y)^2u''_{zz}+8u'_z)((36x+24y)^2u''_{zz}-24u')=z,$$

жақшаларды аша отырып

$$(u''_{zz}\cdot(36x+24y)(8x-36y))^2+2\cdot36(36x+24y)(8x-36y)u'_zu''_{zz}+1296(u')^2-$$

$$-(u''_{zz}\cdot(36x+24y)(8x-36y))^2-8(36x+24y)^2u'_zu''_{zz}+24(8x-36y)^2u'u''_{zz}-$$

$$-24u'\cdot8u'_z=z,$$

$$72\cdot16(9x+6y)(2x-9y)u'_zu''_{zz}+1296(u')^2-$$

$$-8\cdot16(9x+6y)^2u'_zu''_{zz}+24\cdot16(2x-9y)^2u'u''_{zz}-192(u')^2-z=0,$$

$u=u(z)$ белгісіз функцияға қатысты қарапайым дифференциалдық теңдеуді аламыз

$$-2208zu'_z\,u''_{zz}-1104(u'_z)^2+z=0,$$

мұндағы шарттар

$$u(z)\big|_{z=x^3}=x^3,$$

$$u'_z(z)\big|_{z=x^3}=\frac{-x}{36}.$$

$z-x^3$ дәрежелік айырымы бойынша Тейлор қатарының көмегімен дифференциалдық теңдеудің шешімін табамыз

$$u(z)=u(x^3)+\frac{u'(x^3)}{1!}(z-x^3)+\frac{u''(x^3)}{2!}(z-x^3)^2+\dots.$$

Берілген теңдеу мен бастапқы шарттың көмегімен, $u(x^3),u'(x^3),u''(x^3)$ мәндерін алдық:

$$u(z)\big|_{z=x^3}=x^3,\ u'_z(z)\big|_{z=x^3}=\frac{-x}{36},$$

$$u_z''(z)\Big|_{z=x^3}=\frac{1104\left(\dfrac{-x}{36}\right)^2-x^3}{-2208x^3\left(\dfrac{-x}{36}\right)}=\frac{276-9x}{19872x^2}.$$

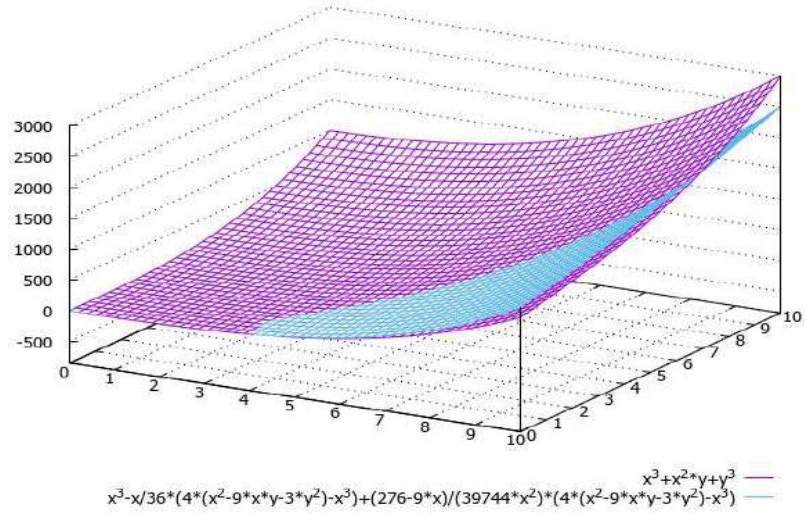
Онда

$$u(z)=x^3-\frac{x}{36}\left(z-x^3\right)+\frac{276-9x}{39744x^2}\left(z-x^3\right)^2+\ldots.$$

Ондай болса, берілген теңдеудің жуық шешімі

$$w(x,y)=x^3-\frac{x}{36}\left(4(x^2-9xy-3y^2)-x^3\right)+\frac{276-9x}{39744x^2}\left(4(x^2-9xy-3y^2)-x^3\right)^2+\ldots.$$

Берілген теңдеудің $w=x^3+x^2y+y^3$ нақты шешімін қолдана отырып,қарастырылған есептің нақты және жуық шешімі Grafikus сервисі арқылы үш өлшемді графиктер салынған (сурет 1).



Сурет 1. Нақты және жуық шешімінің графиктері

Енді біртекті емес Монжа-Ампер теңдеуі үшін сызықты емес есепті қарастырайық

$$\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}\right)^2-\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)\left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)=f(x)y^k, \tag{4}$$

$$u(0,y)=\varphi(y), \tag{5}$$

$$u_x'(0,y)=\psi(y). \tag{6}$$

(4) теңдеу дербес туындылы сызықты емес дифференциалдық теңдеу болып табылады. (4)-(6) есептің нақты шешімін келесі түрде іздейміз:

$$u(x,y)=v(x)y^{\frac{k+2}{2}},$$

онда

$$u_x'(x,y)=v_x'(x)y^{\frac{k+2}{2}},\ u_{xy}''(x,y)=\frac{k+2}{2}v_x'(x)y^k,\ u_{xx}''(x,y)=v_{xx}''(x)y^{\frac{k+2}{2}},$$

$$u_{yy}''(x,y)=\frac{k+2}{2}\cdot kv(x)y^{k-1},$$

$v = v(x)$ белгісіз функцияға қатысты жай дифференциалдық теңдеу үшін есепті аламыз

$$k(k+2)vv''_{xx} - (k+2)^2 (v'_x)^2 + 4f(x) = 0, \tag{7}$$

$$v(0) = \varphi(y) y^{-\frac{k+2}{2}}, \; v'_x(0) = \psi(y) y^{-\frac{k+2}{2}}. \tag{8}$$

(7), (8) есепті шешу үшін тізбекті жуықтау әдісін қолданамыз. Жаңа айнымалыны енгізу арқылы

$$w(x) = v'_x(x)$$

(7), (8) жай дифференциалдық теңдеулер үшін есеп пара-пар интегралдық теңдеулержүйесіне келтіріледі

$$w(x) = \psi(y) y^{-\frac{k+2}{2}} + \int_0^x \frac{(k+2)^2 [w(\xi)]^2 - 4f(\xi)}{k(k+2)v} d\xi,$$

$$v(x) = \varphi(y) y^{-\frac{k+2}{2}} + \int_0^x w(\xi) d\xi.$$

Содан кейін соңғы жүйенің шешімі

$$w_{n+1}(x) = \psi(y) y^{-\frac{k+2}{2}} + \int_0^x \frac{(k+2)^2 [w_n(\xi)]^2 - 4f(\xi)}{k(k+2)v_n} d\xi,$$

$$v_{n+1}(x) = \varphi(y) y^{-\frac{k+2}{2}} + \int_0^x w_n(\xi) d\xi.$$

формулалар бойынша тізбектей жуықтау әдісі арқылы ізделінеді.

Бастапқы жуықтау ретінде

$$v(0) = \varphi(y) y^{-\frac{k+2}{2}}, \; w(0) = \psi(y) y^{-\frac{k+2}{2}}.$$

алуға болады.

2 мысал.

$$\left(\frac{d^2u}{dxdy}\right)^2 - \left(\frac{d^2u}{dx^2}\right)\left(\frac{d^2u}{dy^2}\right) = 24x^2y^4,$$

$$u(0, y) = y,$$

$$u'_x(0, y) = 1,$$

есеп берілсін. Нақты шешімі $u = x^2y^3 + x + y$ функциясы.

Берілген есептің шешімін келесі түрде іздейміз

$$u(x, y) = v(x)y^3,$$

мұндағы $v = v(x)$функциясыжай дифференциалдық теңдеумен сипатталады

$$24vv''_{xx} - 36(v'_x)^2 + 96x^2 = 0$$

$$v(0) = \frac{1}{y^2}, \; v'_x(0) = \frac{1}{y^3}.$$

$w(x)=v'_x(x)$ жаңа айнымалыны енгіземіз және пара-пар интегралдық теңдеулер жүйесіне келтіреміз

$$w(x)=\frac{1}{y^3}+\int_0^x \frac{3[w(\xi)]^2-8\xi^2}{2v}d\xi,\quad v(x)=\frac{1}{y^2}+\int_0^x w(\xi)d\xi.$$

Бастапқы жуықтау ретінде

$$v_0=\frac{1}{y^2},\ w_0=\frac{1}{y^3}.$$

деп аламыз.

Содан кейін соңғы жүйенің шешімі

$$w_{n+1}(x)=\frac{1}{y^3}+\int_0^x \frac{3[w_n(\xi)]^2-8\xi^2}{2v_n}d\xi,\quad v_{n+1}(x)=\frac{1}{y^2}+\int_0^x w_n(\xi)d\xi.$$

формулалар бойынша тізбектей жуықтау арқылы ізделінеді.

Онда бірінші қадамнан

$$w_1(x)=\frac{1}{y^3}+\int_0^x\left(\frac{3}{2y^4}-4\xi^2y^2\right)d\xi=\frac{1}{y^3}+\frac{3x}{2y^4}-\frac{4}{3}x^3y^2,$$

$$v_1(x)=\frac{x+y}{y^3},$$

$$u_1(x,y)=y+x$$

аламыз.

Екінші қадамда

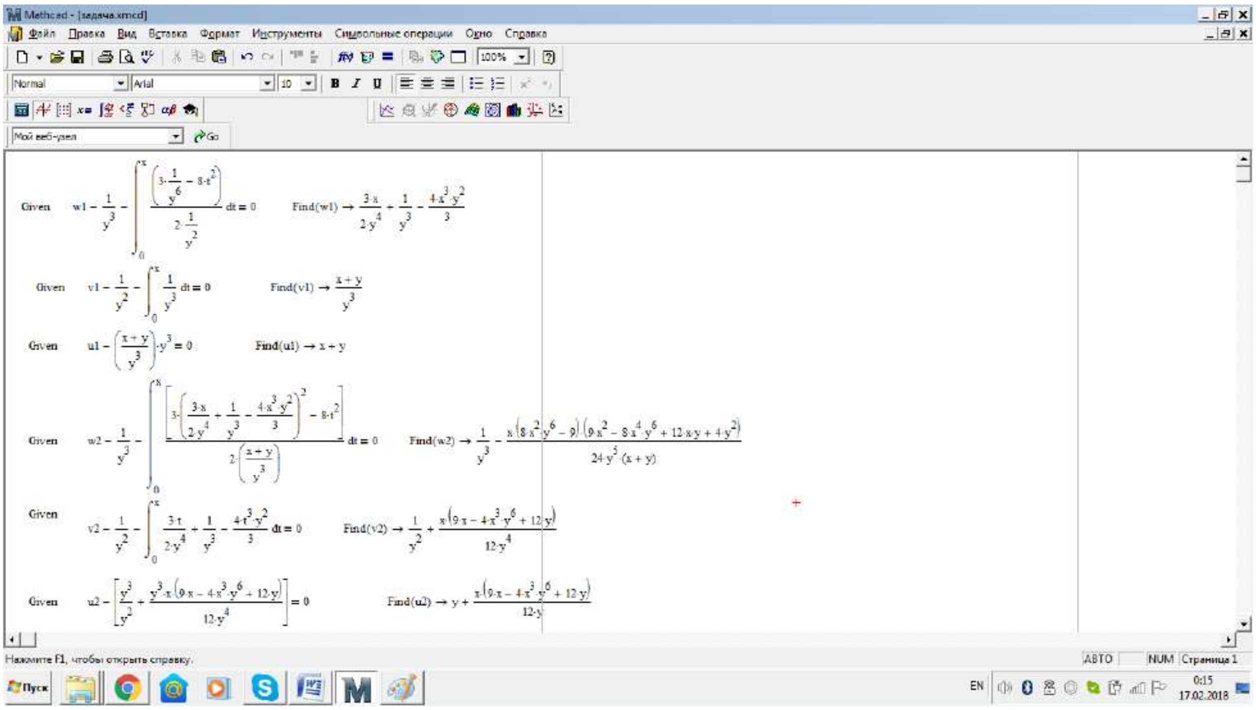
$$w_2(x)=\frac{1}{y^3}+\int_0^x\frac{3\left[\frac{1}{y^3}+\frac{3\xi}{2y^4}-\frac{4}{3}\xi^3y^2\right]^2-8\xi^2}{2\cdot\left(\frac{x+y}{y^3}\right)}d\xi=$$

$$=\frac{1}{y^3}-\frac{x(8x^2y^6-9)(9x^2-8x^4y^6+12xy+4y^2)}{24y^5(x+y)},$$

$$v_2(x)=\frac{1}{y^2}+\left(\frac{1}{y^3}+\frac{3\xi}{2y^4}-\frac{4}{3}\xi^3y^2\right)d\xi=\frac{1}{y^2}+\frac{x(9x-4x^3y^6+12y)}{12y^4},$$

$$u_2(x,y)=v_2(x)y^3=y+x+\frac{3x^2}{4y}-\frac{x^3y^5}{3}.$$

Есептің жуық шешімін табуда Mathcad бағдарламалық пакеті қолданылды (2 сурет).



$$\text{Given}\quad w1-\frac{1}{y^3}-\int_0^x \frac{\left(3\cdot\frac{1}{y^6}-8\cdot t^2\right)}{2\cdot\frac{1}{y^2}}\,dt=0 \qquad \text{Find}(w1)\rightarrow \frac{3\cdot x}{2\cdot y^4}+\frac{1}{y^3}-\frac{4\cdot x^3\cdot y^2}{3}$$

$$\text{Given}\quad v1-\frac{1}{y^2}-\int_0^x \frac{1}{y^3}\,dt=0 \qquad \text{Find}(v1)\rightarrow \frac{x+y}{y^3}$$

$$\text{Given}\quad u1-\left(\frac{x+y}{y^3}\right)\cdot y^3=0 \qquad \text{Find}(u1)\rightarrow x+y$$

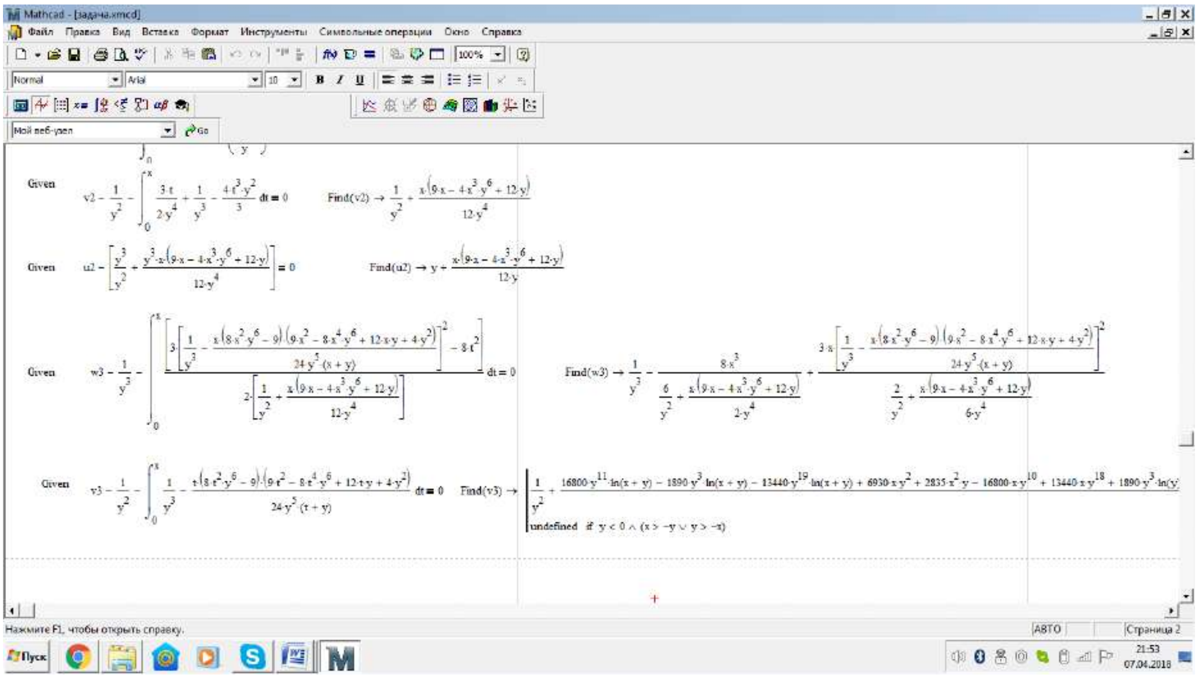
$$\text{Given}\quad w2-\frac{1}{y^3}-\int_0^x \frac{\left[3\cdot\left(\frac{3\cdot x}{2\cdot y^4}+\frac{1}{y^3}-\frac{4\cdot x^3\cdot y^2}{3}\right)^2-8\cdot t^2\right]}{2\cdot\left(\frac{x+y}{y^3}\right)}\,dt=0 \qquad \text{Find}(w2)\rightarrow \frac{1}{y^3}-\frac{x\cdot\left(8\cdot x^2\cdot y^6-9\right)\cdot\left(9\cdot x^2-8\cdot x^4\cdot y^6+12\cdot x\cdot y+4\cdot y^2\right)}{24\cdot y^5\cdot(x+y)}$$

$$\text{Given}\quad v2-\frac{1}{y^2}-\int_0^x \frac{3\cdot t}{2\cdot y^4}+\frac{1}{y^3}-\frac{4\cdot t^3\cdot y^2}{3}\,dt=0 \qquad \text{Find}(v2)\rightarrow \frac{1}{y^2}+\frac{x\cdot\left(9\cdot x-4\cdot x^3\cdot y^6+12\cdot y\right)}{12\cdot y^4}$$

$$\text{Given}\quad u2-\left[\frac{y^3}{y^2}+\frac{y^3\cdot x\cdot\left(9\cdot x-4\cdot x^3\cdot y^6+12\cdot y\right)}{12\cdot y^4}\right]=0 \qquad \text{Find}(u2)\rightarrow y+\frac{x\cdot\left(9\cdot x-4\cdot x^3\cdot y^6+12\cdot y\right)}{12\cdot y}$$

2 сурет.

Mathcad бағдарламалық пакеті [5-6] параметрі бар есептерді шешумен ғана емес, сонымен қатар берілген интегралдың шешімі бар айнымалыларға арналған шарттарды анықтайды (3 сурет).



$$\text{Given}\quad v2-\frac{1}{y^2}-\int_0^x \frac{3\cdot t}{2\cdot y^4}+\frac{1}{y^3}-\frac{4\cdot t^3\cdot y^2}{3}\,dt=0 \qquad \text{Find}(v2)\rightarrow \frac{1}{y^2}+\frac{x\cdot\left(9\cdot x-4\cdot x^3\cdot y^6+12\cdot y\right)}{12\cdot y^4}$$

$$\text{Given}\quad u2-\left[\frac{y^3}{y^2}+\frac{y^3\cdot x\cdot\left(9\cdot x-4\cdot x^3\cdot y^6+12\cdot y\right)}{12\cdot y^4}\right]=0 \qquad \text{Find}(u2)\rightarrow y+\frac{x\cdot\left(9\cdot x-4\cdot x^3\cdot y^6+12\cdot y\right)}{12\cdot y}$$

$$\text{Given}\quad w3-\frac{1}{y^3}-\int_0^x \frac{\left[3\cdot\left[\frac{1}{y^3}-\frac{x\cdot\left(8\cdot x^2\cdot y^6-9\right)\cdot\left(9\cdot x^2-8\cdot x^4\cdot y^6+12\cdot x\cdot y+4\cdot y^2\right)}{24\cdot y^5\cdot(x+y)}\right]^2-8\cdot t^2\right]}{2\cdot\left[\frac{1}{y^2}+\frac{x\cdot\left(9\cdot x-4\cdot x^3\cdot y^6+12\cdot y\right)}{12\cdot y^4}\right]}\,dt=0$$

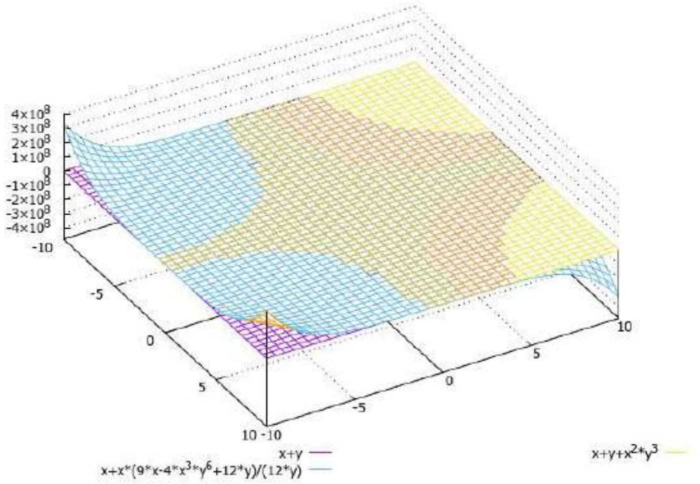
$$\text{Find}(w3)\rightarrow \frac{1}{y^3}-\frac{8\cdot x^3}{\frac{6}{y^2}+\frac{x\cdot\left(9\cdot x-4\cdot x^3\cdot y^6+12\cdot y\right)}{2\cdot y^4}}+\frac{3\cdot x\cdot\left[\frac{1}{y^3}-\frac{x\cdot\left(8\cdot x^2\cdot y^6-9\right)\cdot\left(9\cdot x^2-8\cdot x^4\cdot y^6+12\cdot x\cdot y+4\cdot y^2\right)}{24\cdot y^5\cdot(x+y)}\right]^2}{\frac{2}{y^2}+\frac{x\cdot\left(9\cdot x-4\cdot x^3\cdot y^6+12\cdot y\right)}{6\cdot y^4}}$$

$$\text{Given}\quad v3-\frac{1}{y^2}-\int_0^x \frac{1}{y^3}-\frac{t\cdot\left(8\cdot t^2\cdot y^6-9\right)\cdot\left(9\cdot t^2-8\cdot t^4\cdot y^6+12\cdot t\cdot y+4\cdot y^2\right)}{24\cdot y^5\cdot(t+y)}\,dt=0$$

$$\text{Find}(v3)\rightarrow \begin{cases}\frac{1}{y^2}+\frac{16800\cdot y^{11}\cdot\ln(x+y)-1890\cdot y^3\cdot\ln(x+y)-13440\cdot y^{19}\cdot\ln(x+y)+6930\cdot x\cdot y^2+2835\cdot x^2\cdot y-16800\cdot x\cdot y^{10}+13440\cdot x\cdot y^{18}+1890\cdot y^3\cdot\ln(y}{} \\ \text{undefined}\quad \text{if}\ y<0\wedge(x>-y\vee y>-x)\end{cases}$$

3 сурет.

4-суретте нақты және жуық алынған шешімдердің үш өлшемді графигі келтірілген.



4 сурет. Нақты және жуық шешімнің графиктері

3 мысал.

$$\left(\frac{d^2w}{dxdy}\right)^2-\left(\frac{d^2w}{dx^2}\right)\left(\frac{d^2w}{dy^2}\right)=f\left(ax^2+bxy^2+cy^2+kx+sy\right),$$

$$w(0,y)=\varphi(y),$$

$$w(x,0)=\psi(x).$$

Берілген есептің шешімін келесі түрде іздейміз

$$w(x,y)=u(z),\quad z=ax^2+bxy+cy^2+kx+sy,$$

мұндағы *u=u(z)* функциясыжай дифференциалдық теңдеумен сипатталады

$$2\left[\left(4ac-b^2\right)z+as^2+ck-bks\right]u'_z\,u''_{zz}+\left(4ac-b^2\right)\left(u'_z\right)^2+f(z)=0.$$

$v(z)=(u'_z)^2$ ауыстыру арқылы бірінші ретті сызықты теңдеуге келтіреміз

$$2\left[\left(4ac-b^2\right)z+as^2+ck-bks\right]v'+\left(4ac-b^2\right)v=-f(z).$$

Біртекті теңдеуді қарастырайық

$$2\left[\left(4ac-b^2\right)z+as^2+ck-bks\right]v'=-\left(4ac-b^2\right)v,$$

$$\frac{dv}{v}=-\frac{4ac-b^2}{2\left[\left(4ac-b^2\right)z+as^2+ck-bks\right]}dx,$$

$$v=\frac{C}{\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z+as^2+ck-bks}},$$

С тұрақтыны z-ке тәуелді деп есептей отырып, табылған біртекті теңдеудің шешімін берілген теңдеуге қоямыз

$$v'=\frac{C'(z)\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z+as^2+ck-bks}-\dfrac{C(z)\left(4ac-b^2\right)}{2\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z+as^2+ck-bks}}}{\left(4ac-b^2\right)z+as^2+ck-bks},$$

$$v' = \frac{C'(z)\left(\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks\right) - C(z)\left(4ac-b^2\right)}{2\sqrt{\left(\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks\right)^3}},$$

$$2\left[\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks\right]\cdot \frac{C'(z)\left(\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks\right) - C(z)\left(4ac-b^2\right)}{2\sqrt{\left(\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks\right)^3}} +$$

$$+\left(4ac-b^2\right)\cdot \frac{C(z)}{\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks}} = -f(z),$$

$$C'(z)\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks} = -f(z),$$

$$C'(z) = -\frac{f(z)}{\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks}},$$

$$C(z) = C_1 - \int \frac{f(z_1)dz_1}{\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z_1 + as^2 + ck - bks}},$$

Табылған c(z) мәнін біртекті теңдеудің шешіміне қоямыз

$$v(z) = \frac{1}{\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks}} \cdot \left(C_1 - \int \frac{f(z_1)dz_1}{\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z_1 + as^2 + ck - bks}}\right).$$

$$u_z'(z) = \frac{1}{\sqrt[4]{\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks}} \cdot \sqrt{C_1 - \int \frac{f(z_1)dz_1}{\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z_1 + as^2 + ck - bks}}},$$

осы жерден

$$u(z) = \int \frac{\sqrt{C_1 - \int \frac{f(z_1)dz_1}{\sqrt{\left(4ac-b^2\right)z_1 + as^2 + ck - bks}}}}{\sqrt[4]{\left(4ac-b^2\right)z + as^2 + ck - bks}} dz + C_2.$$

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Погорелов А.В. Многомерные уравнения Монжа-Ампера. Наука. 1988. – 264 с.

2 Погорелов А.В. Об уравнениях Монжа-Ампера эллиптического типа. 1960. – 264 с.

3 Зайцев В.Ф., Полянин А.Д. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001 -576с.

4 Зайцев В.Ф., Полянин А.Д. Справочник по дифференциальным уравнениям с частными производными: Точные решения. М.: Международная программа образования, 1996. – 496 с.

5 Охорзин В.А. Компьютерное моделирование в системе Mathcad. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 144с.

6 Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. – М: НТ Пресс, 2006. – 496с.

МРНТИ 27.41.19
УДК 519.6

Kasenov S.E.[1]*, Kasenova G.E.* [2]*, Sultangazin A.A.* [1]*, Bakytbekova B.D.*[1]

[1]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*D. Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan*

NUMERICAL SOLUTION OF THE INVERSE PROBLEM FOR A SYSTEM OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

Abstract

The article considers direct and inverse problems of a system of nonlinear differential equations. Such problems are often found in various fields of science, especially in medicine, chemistry and economics. One of the main methods for solving nonlinear differential equations is the numerical method. The initial direct problem is solved by the Rune-Kutta method with second accuracy and graphs of the numerical solution are shown. The inverse problem of finding the coefficients of a system of nonlinear differential equations with additional information on solving the direct problem is posed. The numerical solution of this inverse problem is reduced to minimizing the objective functional. One of the methods that is applicable to nonsmooth and noisy functionals, unconditional optimization of the functional of several variables, which does not use the gradient of the functional, is the Nelder-Mead method. The article presents the Neller-Mead algorithm. And also a numerical solution of the inverse problem is shown.

Keywords: numerical solution, inverse problem, Runge-Kutta method, Nelder-Mead method, system of differential equations.

Аңдатпа

С.Е.Касенов[1]*, Ғ.Е.Касенова*[2]*, Ә.А.Сұлтанғазин, Б.Д. Бакытбекова*[1]
[1]*Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ, Қазақстан*
[2]*Д.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен қ, Қазақстан*

ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН КЕРІ ЕСЕПТІ САНДЫҚ ШЕШУ

Мақалада сызықты емес дифференциалдық теңдеулер жүйесінің тура және кері есептері қарастырылады. Мұндай есептер қойылымы ғылымның әртүрлі салаларында, әсіресе медицина, химия, экономика салаларында жиі кездеседі. Сызықты емес дифференциалдық теңдеулерді шешудің негізгі тәсілдерінің бірі сандық тәсіл болып табылады. Бастапқы тура есепті Рунге-Кутта әдісімен екінші дәлдікте шешілуі көрсетіліп, графиктері келтірілген. Тура есеп шешімі туралы қосымша ақпараты арқылы берілген сызықты емес дифференциалдық теңдеулер жүйесінің коэффициенттерін табу кері есебі қойылады. Осы кері есепті сандық шешу мақсатты фунционалды минимималдандыру тиімділеу есебіне келтіріледі. Тегіс емес, қателікпен берілген бірнеше айнымалы функционалды шартсыз, туындыны пайдаланбай минимизациялайтын әдістердің бірі Нелдер-Мид әдісі. Мақалада Нелдер-Мид алгоритмі көрсетілген. Сонымен қатар кері есептің сандық шешімі табылған.

Түйін сөздер: сандық шешім, кері есеп, Рунге-Кутта әдісі, Нелдер-Мид әдісі, дифференциалдық теңдеулер жүйесі.

Аннотация

С.Е.Касенов[1]*, Г.Е.Касенова*[2]*, Ә.А.Султангазин, Б.Д. Бакытбекова*[1]
[1]*Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*
[2]*Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан*

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

В статье рассматриваются прямые и обратные задачи системы нелинейных дифференциальных уравнений. Такие задачи часто встречаются в различных областях науки, особенно в медицине, химии и экономике. Одним из основных способов решения нелинейных дифференциальных уравнений является численный метод. Исходная прямая задача решена методом Рунге-Кутты со второй точностью и показаны графики численного решения. Поставлена обратная задача о нахождении коэффициентов системы нелинейных дифференциальных уравнений с дополнительной информацией о решении прямой задачи. Численное решения данной обратной задачи сведена к минимизации целевого функционала. Одним из методов, который применим к негладким и зашумлённым функционалам, безусловной оптимизации функционала от нескольких переменных, не использующий градиента функционала является метод Нелдера-Мида. В статье приведен алгоритм Неллера-Мида. А также показаны численное решение обратной задачи.

Ключевые слова: численное решение, обратная задача, метод Рунге-Кутта, метод Нелдера-Мида, система дифференциалных уравнений.

Introduction

One of the most important ways to understand the environment is mathematical modeling. In mathematical modeling, a relationship is derived based on the laws of a subject area and allows you to determine the nature of changes in the system state function depending on its parameters. The intensive development of modern computer technologies will significantly advance the boundaries of mathematical modeling in any field of science and technology.

For the purpose of specifying the given mathematical models the various inverse problems for finding the model parameters are put. Solving the inverse problem can be considered as a complex task. Currently, different gradient, empirical or different combinations of them are used to solve the inverse problem.

Problem statement

Consider the following system of differential equations [1]:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \left[\frac{a_1}{1+s(t)} - b_1(x_1 + x_2)\right] x_1 + a_{12}x_2 - c(t)(x_1)^\theta \\ \dot{x}_2 = [a_2 - b_2(x_1 + x_2)]x_2 + \frac{a_{21}}{1+s(t)} x_1 \end{cases} \tag{1}$$

where

$$s(t) = \begin{cases} s_*, t \in [t_1, t_2] \\ 0, t \notin [t_1, t_2] \end{cases} \tag{2}$$

Equation (1) is supplemented by the initial conditions

$$x_1(0) = x_{10}, x_2(0) = x_{20}. \tag{3}$$

Numerical solution to the problem

To approximate the equations under consideration, the Runge-Kutta accuracy method is used for the second time.

For this purpose, the time interval $[0, T]$ is divided into a part equal to NN, with a step $h = T/N$. Further, for the k-node of the grids (time step) and for the value of the currently considered functions, the following standard notations are accepted [2]:

$$t_k = kh,\ x_1^k = x_1(t_k),\ x_2^k = x_2(t_k), c^k = c(t_k), k = 0,1, \dots, N$$

The calculations start with the initial conditions:

$$x_1^0 = x_{10},\ x_2^0 = x_{20}$$

In the known values of the functions searched in the k step, the values of the functions that are searched in the intermediate step are calculated over time:

$$x_1^{k+\frac{1}{2}} = x_1^k + \frac{h}{2}\left[a_1\, x_1^k - b_1\left(x_1^k + x_2^k\right) x_1^k + a_{12}\, x_2^k - c^k\left(x_1^k\right)^\theta\right],$$
$$x_2^{k+\frac{1}{2}} = x_2^k + \frac{h}{2}\left[a_2\, x_2^k - b_2\left(x_1^k + x_2^k\right) x_2^k + a_{21}\, x_1^k\right],$$

After that, their values are calculated over time for the next step:

$$x_1^{k+1} = x_1^k + \frac{h}{2}\left[a_1\, x_1^{k+\frac{1}{2}} - b_1\left(x_1^{k+\frac{1}{2}} + x_2^{k+\frac{1}{2}}\right) x_1^{k+\frac{1}{2}} + a_{12}\, x_1^{k+\frac{1}{2}} - c^k\left(x_1^k\right)^\theta\right],$$
$$x_2^{k+1} = x_2^k + \frac{h}{2}\left[a_2\, x_2^{k+\frac{1}{2}} - b_2\left(x_1^{k+\frac{1}{2}} + x_2^{k+\frac{1}{2}}\right) x_2^{k+\frac{1}{2}} + a_{21}\, x_2^{k+\frac{1}{2}}\right].$$

System parameter values are selected based on the limit values, see the table below:

Table 1. Value of parameters in the problem

a_1	a_2	b_1	b_2	a_{12}	a_{21}	c_*	θ	ε_1	ε_2	N
100	100	0.5	1	1	5	2	2.2	9.5	1	10^4

The calculation results are shown in figure 1 (time change x1, x2) and in figure 2 (time change x1+x2).

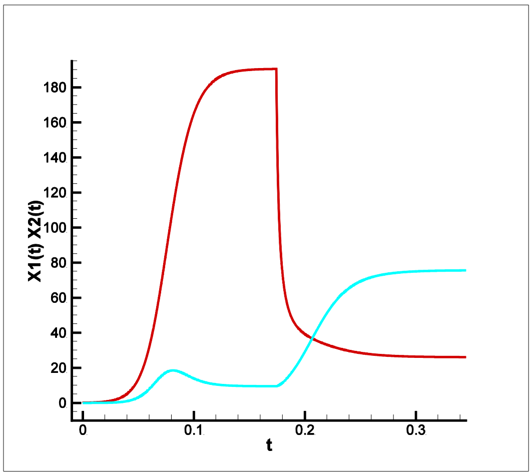


Figure 1 – function graphs $x_1(t), x_2(t)$

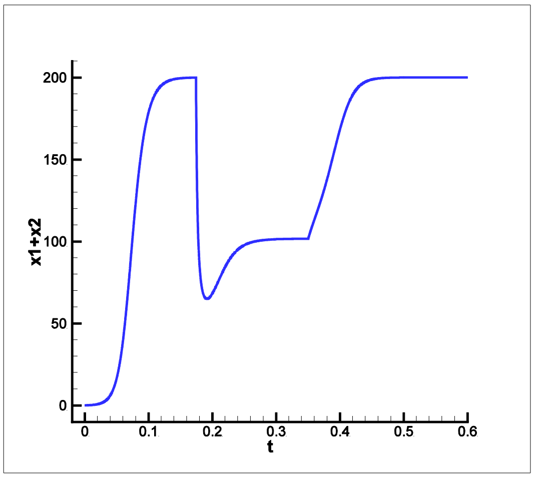


Figure 2 – function graph $x_1(t) + x_2(t)$

Statement of the inverse problem

Consider a system of differential equations

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_1 x_1 - b_1(x_1 + x_2)x_1 \\ \dot{x}_2 = a_2 x_2 - b_2(x_1 + x_2)x_2 + a_{21}x_1 \end{cases} \tag{4}$$

with the initial condition

$$x_1(0) = x_{10}, x_2(0) = 0, \tag{5}$$

By additional information for next (4) system solution

$$x_1(t_m) = y_{1m}, x_2(t_m) = y_{2m}, \quad m = 1, \dots, M \tag{6}$$

a_2, b_2, a_{21} need to determine the coefficients. Let's create the target function

$$I(a_2, b_2, a_{21}) = \sum_{m=1}^{M} (x_1(t_m) - y_{1m})^2 + \sum_{m=1}^{M} (x_2(t_m) - y_{2m})^2$$

The inverse problem consists of minimization of the target functional I. The solution of the problem will be carried out using the Nelder-Mead method.

Nelder-Mead algorithm

The Nelder-Mid method is known as a multifaceted deformation method, it is an unconditional method for optimizing several variable functions that do not use a derivative function, therefore it is easily used for simple functions. The main subject of this method is the gradual displacement and deformation of a simplex around an extremum point. The simplex is a convex polyhedral with the number of ceiling $n + 1$, where n is the number of model parameters.

Let us consider at the k-iteration algorithm and when $k = 0,1,2, \ldots,$ $\bar{x}_i^k = \left[x_{i1}^k, x_{i2}^k, \dots, x_{in}^k\right]^T$, $i = 1,2, \dots, n + 1$ would be vertex and $f\left(\bar{x}_i^k\right)$ is the value of the given function.

Let's denote the minimum and maximum values. And let's denote them as follows:

$$f\left(\bar{x}_h^k\right) = max\left\{f\left(\bar{x}_1^k\right), f\left(\bar{x}_2^k\right), \dots, f\left(\bar{x}_{n+1}^k\right)\right\}$$

$$f\left(\bar{x}_l^k\right) = min\left\{f\left(\bar{x}_1^k\right), f\left(\bar{x}_2^k\right), \dots, f\left(\bar{x}_{n+1}^k\right)\right\}$$

The multifaceted E^n consists of $n+1$ ceilings $\bar{x}_1^k$, $\bar{x}_2^k, \dots,$ $\bar{x}_{n+1}^k$.

The function has the highest value $\bar{x}_h^k$ without a point $\bar{x}_{n+2}^k$– we set the height by the center of gravity. The coordinates of this meter are calculated by the formula:

$$x_{n+2,j}^k = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n+1} x_{i,j}^k - x_{h,j}^k\right], j = 1,2, \dots, n.$$

The primary polyhedral is usually chosen as a constant simplex (from the origin to the vertex). Coordinates can be placed in the center of gravity. has the best value E^n the vertex detection procedure consists of the following operations:*1) reflection; 2) stretching; 3) compression; 4) reduction.*

1. Reflection. In accordance with the following relationships, that is, using the center of gravity $\bar{x}_{n+2}^k$ is the design of the point $\bar{x}_h^k$:

$$\bar{x}_{n+3}^k = \bar{x}_{n+2}^k + \alpha\left(\bar{x}_{n+2}^k - \bar{x}_h^k\right),$$

where $\alpha > 0 -$ reflection coefficient.

$f\left(\bar{x}_{n+3}^k\right)$ calculate the value of the function at the found point. If the value of the function is at this point $f\left(\bar{x}_{n+3}^k\right) > f\left(\bar{x}_h^k\right)$, then we move on to the fourth part of the algorithm - the reduction operation.

If $f\left(\bar{x}_{n+3}^k\right) < f\left(\bar{x}_h^k\right) \wedge f\left(\bar{x}_{n+3}^k\right) < f\left(\bar{x}_l^k\right)$, perform a *stretch* operation.

Otherwise, if $f\left(\bar{x}_{n+3}^k\right) < f\left(\bar{x}_h^k\right) \wedge f\left(\bar{x}_{n+3}^k\right) \geq f\left(\bar{x}_l^k\right)$, then the *compression* operation is performed.

2. Stretching. In this operation if $f\left(\bar{x}_{n+3}^k\right) < f\left(\bar{x}_l^k\right)$ (less than the minimum value in the k-th period), then vectors $\left(\bar{x}_{n+3}^k - \bar{x}_{n+2}^k\right)$ lengthens according to the aspect ratio

$$\bar{x}_{n+4}^k = \bar{x}_{n+2}^k + \gamma\left(\bar{x}_{n+3}^k - \bar{x}_{n+2}^k\right),$$

where $\gamma > 0 -$ stretching coefficient.

If $f\left(\bar{x}_{n+4}^k\right) < f\left(\bar{x}_l^k\right)$ then $\bar{x}_l^k$ is replaced by and the procedure continues with the reflection operation at $k = k+1$. Otherwise, $\bar{x}_l^k$ replaced by $\bar{x}_{n+3}^k$ and stretching operation replaced.

3. Compression. If $f\left(\bar{x}_{n+3}^k\right) > f\left(\bar{x}_i^k\right)$ $f\left(\bar{x}_{n+3}^k\right) > f\left(\bar{x}_i^k\right)$ where $\forall i, i \neq h,$ then the vectors $\left(\bar{x}_h^k - \bar{x}_{n+2}^k\right)$ compressed according to the formula

$$\bar{x}_{n+5}^k = \bar{x}_{n+2}^k + \beta\left(\bar{x}_h^k - \bar{x}_{n+2}^k\right),$$

where $0 < \beta < 1 -$ compression coefficient. After that, point $\bar{x}_h^k$ replaces by $\bar{x}_{n+5}^k$, and with $k = k + 1$. *Reflection* operation is performed. Search again $\bar{x}_h^{k+1}$.

4. Reduction. If $\left(\bar{x}_{n+3}^k\right) \geq f\left(\bar{x}_h^k\right)$, then all vectors $\left(\bar{x}_i^k - \bar{x}_l^k\right)$ when $i = 1,2, \dots (n+1)$ from point $\bar{x}_l^k$ it doubles according to the formula below

$$\bar{x}_i^k = \bar{x}_l^k + 0.5 \cdot \left(\bar{x}_i^k - \bar{x}_l^k\right), i = 1,2, \dots (n+1)$$

and the transition to the reflection operation is performed (at the beginning of the algorithm $k = k + 1$).

Rules such as other algorithms can be obtained as a stop criterion.

The following ratio is used to cancel the algorithm

$$\left\{\frac{1}{n+1}\sum_{i=1}^{n+1}\left[f\left(x_i^k\right)-f\left(x_{n+2}^k\right)\right]^2\right\}^{1/2} < \varepsilon$$

The selection of coefficients is usually empirical. After multifaceted massaging, its dimensions should remain unchanged until changes in the topology require multifacetedness in another form [3].

Numerical solution of the problem of restoring report parameters

To check the performance of the algorithms, we give a clear solution $a_{2ex}=0.1, b_{2ex}=0.01, a_{21ex}=0.0001$ determine the value of the experimental results $y_{1m}=x_1(t_m), y_{2m}=x_2(t_m),\quad m=1,\dots,M.$ $M=30$. With these values, we reduce the given function. The following parameter values are selected: $T=1.0, N_t=10^3, a_1=0.5, b_1=0.01, x_{10}=0.1.$

The results of the iteration count in accordance with the specified algorithm are shown in table 2.

Table 2. Results of iteration calculations

Iteration	a_2	b_2	a_{21}	$I(a_2,b_2,a_{21})$
1	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
2	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
3	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
4	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
5	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
6	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
7	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
8	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
9	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
10	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
11	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
12	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
13	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
14	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
15	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
16	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
17	1.07466	1.01741	1.08589	3.26474e-013
18	0.0995178	0.00457442	9.98016e-005	1.95726e-014
19	0.0995178	0.00457442	9.98016e-005	1.95726e-014
20	0.0995178	0.00457442	9.98016e-005	1.95726e-014
exact	0.1	0.01	0.0001	0

As you can see from the result, search parameters are restored quickly and with high accuracy.

This work was supported by the grant of the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan №AP05134121 «Numerical methods of identifiability of inverse and ill-posed problems of natural science»

References:

1 Serovajsky S., Nurseitov D., Kabanikhin S., et al. (2017). Identification of mathematical model of bacteria population under the antibiotic influence. Journal of Inverse and Ill-posed Problems, 26(5), pp. 565-576. doi:10.1515/jiip-2017-0102

2 Samarsky, A.A., Gulin, A.V.: Numerical Methods. Nauka, Moscow (1989)

3 Attetkov A.V., Galkin S. V., Zarubin B. S.. Optimization methods: Studies. for universities. 2nd ed. Moscow: MGTU publishing House. N. E. Bauman, 2003. – 440p.

МРНТИ 27.27.17
УДК 517.54

М.Р. Кадиева[1], *Ф.Ф.Майер*[1]

[1]*Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, г. Костанай, Казахстан*

УСЛОВИЕ ВЫПУКЛОСТИ ОБОБЩЕННОГО ИНТЕГРАЛА БЕРНАЦКОГО ДЛЯ ОДНОГО ПОДКЛАССА ЗВЕЗДООБРАЗНЫХ ФУНКЦИЙ

Аннотация

В статье осуществлено исследование на выпуклость интеграла Бернацкого в предложении, что рассматриваемая функция принадлежит подклассу звездообразных функций, удовлетворяющих определенным условиям. Для этого было рассмотрено условие выпуклости однолистных функций. Приведена геометрическая интерпретация условий, установлен радиус выпуклости звездообразных функций. Найдены промежутки для параметра, при которых интеграл Бернацкого будет выпуклой функцией во всем единичным круге, в случаи когда параметр не принадлежит данному промежутку, интеграл Бернацкого будет выпуклой функцией в круге меньшего радиуса. Приведены три следствия, в которых разобраны различные случаи выпуклости интеграла Бернацкого для аналитических функций, которые принадлежат классам функций с определенными условиями. Для рассмотренных классов аналитических функций определен радиус выпуклости интеграла Бернацкого.

Ключевые слова: интеграл Бернацкого, выпуклость, звездообразность, однолистные функции.

Аңдатпа

М.Р. Кадиева[1], *Ф.Ф.Майер* [1]

[1]*А. Байтурсынова атындағы Қостанай мемлекеттік университеті. Костанай қ., Қазақстан*

ЖҰЛДЫЗ ТӘРІЗДІ ФУНКЦИЯЛАРДЫҢ БІР ІШКІ КЛАССЫ ҮШІН ЖАЛПЫЛАНҒАН БЕРНАЦКИЙ ИНТЕГРАЛЫНЫҢ ДӨҢЕСТІК ШАРТЫ

Мақалада Берацкий интегралының дөңес өтуі туралы зерттеу жүргізілді, қарастырылып жатқан функция белгілі бір шарттарды қанағаттандыратын жұлдызшалы функциялардың сыныбина жатады. Бұл үшін унивалентті функциялардың дөңес жағдайы қарастырылды. Жағдайдың геометриялық түсіндірмесі берілген, жұлдызшалы функциялардың дөңес радиусы орнатылды. Параметрдің интервалдары Берацкий интегралы тұтас бірлік шеңберіндегі дөңес функция болып табылған жағдайда, Берацкий интегралы параметрі аз радиустың шеңберінде дөңес функция болады. Берацкий интегралының әртүрлі жағдайлары аналитикалық функциялар үшін белгілі бір жағдайдағы функциялардың сыныптарына жататын әртүрлі жағдайлар қарастырылады. Аналитикалық функциялардың қарастырылған сыныптары үшін Бернастық интегралдың дөңес радиусы анықталады.

Түйін сөздер: Бернацкий интеграл, дөңес, жұлдызшалы, бірегейлі функциялар.

Abstract

CONVEXITY CONDITION OF THE GENERALIZED BERNATSKY INTEGRAL FOR ONE SUBCLASS OF STAR-LIKE FUNCTIONS

Kadiyeva M.R.[1], *Mayer F.F.* [1]

[1]*Kostanay state University named after A. Baitursynov, Kostanay, Kazakhstan*

The article carried out a study on the convexity of the Bernatsky integral in the proposition that the function in question belongs to a subclass of star-shaped functions that satisfy certain conditions. For this, the condition of convexity of univalent functions was considered. The geometrical interpretation of the conditions is given, the radius of the convexity of the star-shaped functions is established. The intervals for the parameter are found for which the Bernatsky integral is a convex function in the whole unit circle, in cases where the parameter does not belong to the given interval, the Bernatsky integral will be a convex function in a circle of smaller radius. Three consequences are given in which various cases of convexity of the Bernatsky integral for analytic functions that belong to classes of functions with certain conditions are analyzed. For the considered classes of analytic functions, the radius of convexity of the Bernatsky integral is determined.

Keywords: Biernacki integral, convexity, star-shaped, univalent functions.

Отдельное место в геометрической теории функций комплексного переменного занимают вопросы, связанные с изучением изменения геометрических свойств аналитических функций при интегральных преобразованиях. Одним из таких интегральных операторов является интеграл Бернацкого. Доказано, что он любую звездообразную функцию преобразует в выпуклую функцию. Далее, в работах ряда математиков исследовались геометрические свойства интеграла Бернацкого в предположении, что исходная функция принадлежит некоторым другим подклассам однолистных функций. Поэтому в настоящее время актуальным является исследование геометрических свойств интеграла Бернацкого в более широких классах функций, а также при условии обобщения самого интеграла Бернацкого.

Проведем исследование на выпуклость интеграла Бернацкого

$$F(z) = \int_0^z \left[\frac{f(t)}{t}\right]^\alpha dt \tag{1}$$

в предложении, что функция $f(z)$ принадлежит подклассу звездообразных функций, удовлетворяющих условию

$$\left| z\frac{f'(z)}{f(z)} - a \right| \le b, a > 0, b > 0, a - b > 0 \tag{2}$$

Условие (2) означает, что значения $z\frac{f'(z)}{f(z)}$ принадлежит кругу с центром в точке a радиус b рисунок 1. Так как $a-b>0$, то из условия (2) следует, что

$$\operatorname{Re} z\frac{f'(z)}{f(z)} \ge 0, \forall z \in E,$$

то есть условие (2) выделяет подкласс звездообразных функций. Кроме условия (2) будем также предполагать, что функция $f(z)$ имеет разложение в ряд Тейлора вида

$$f(z) = z + a_{n+1}z^{n+1} + a_{n+2}z^{n+2} + ..., \; n \ge 1, \; z \in E.$$

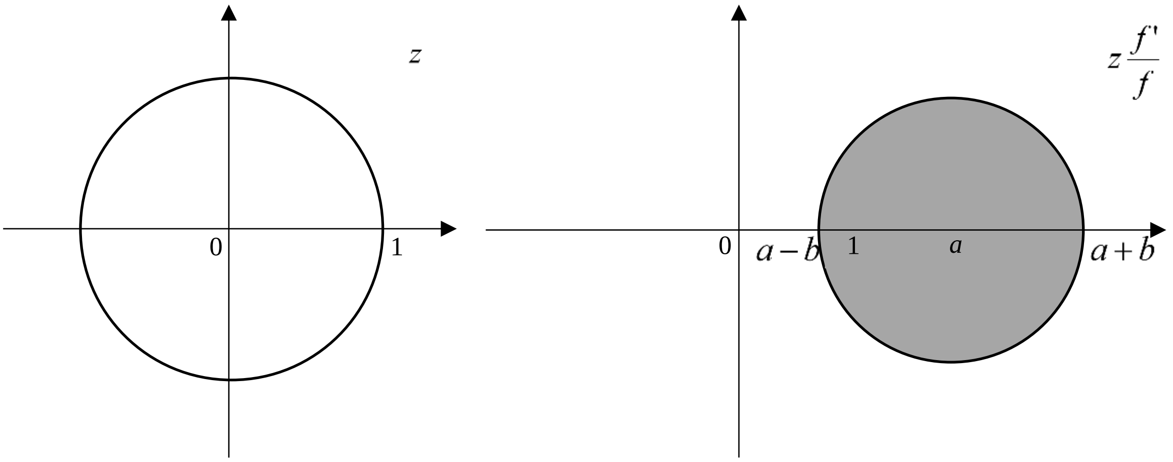


Рисунок 1. Пример отображения

Так как

$$z\frac{F''(z)}{F'(z)} = \alpha\left(z\frac{f'(z)}{f(z)} - 1\right),$$

то

$$z\frac{f'(z)}{f(z)} = \frac{1}{\alpha}\cdot z\cdot\frac{F''(z)}{F'(z)} + 1$$

Тогда неравенство (2) преобразуется к виду

$$\left|\frac{1}{\alpha}\cdot z\cdot\frac{F''(z)}{F'(z)}+1-a\right|\le b \tag{3}$$

Исследуем неравенство (3) в зависимости от α .

Если $a>0$, то умножая обе части неравенства (3) на α , получим

$$\left|\frac{F''(z)}{F'(z)}-\alpha(\alpha-1)\right|\le b\alpha \tag{4}$$

Геометрический смысл неравенства (4) показан рисунке 2.

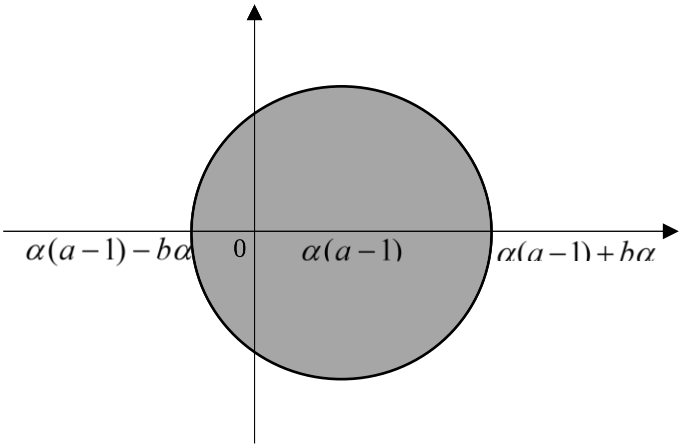


Рис. 2. Геометрическая интерпретация

Из условия (4) вытекает, что

$$\operatorname{Re} z\frac{F''(z)}{F'(z)}\ge\alpha(\alpha-1)-b\alpha.$$

Поэтому, если

$$\alpha(a-1-b)\ge-1. \tag{5}$$

то есть

$$\alpha\le\frac{1}{1-(a-b)},$$

то $F(z)\in S^0$

Если $\alpha=0$, то $F(z)=z$, то есть $F(z)\in S^0$.

Пусть $\alpha>\dfrac{1}{1-(a-b)}$, , тогда неравенство (5) в круге *E* не выполняется. Найдем радиус выпуклости в этом случае.

Так как $z\dfrac{F''(z)}{F'(z)}$ удовлетворяет неравенству (4) и имеет место разложение вида

$$z\frac{F''(z)}{F'(z)}=c_nz^n+c_{n+1}z^{n+1}+...,$$

то в силу оценки получаем

$$\operatorname{Re} z\frac{F''(z)}{F'(z)} \geq \frac{r^n(\alpha^2(a-1)^2 - b^2\alpha^2)}{b\alpha + \alpha(a-1)r^n} \geq -1 \tag{6}$$

Тогда

$$r^n(b^2\alpha^2 - \alpha^2(a-1)^2) \leq b\alpha + \alpha(a-1)r^n,$$

$$r^n(b^2\alpha^2 - \alpha^2(a-1)^2 - \alpha(a-1)) \leq b\alpha,$$

$$r^n \leq \frac{b\alpha}{b^2\alpha^2 - \alpha^2(a-1)^2 - \alpha(a-1)}$$

Следовательно, радиус выпуклости равен

$$r^* \leq \sqrt[n]{\frac{b}{\alpha(b^2 - (a-1)^2) - (a-1)}} \tag{7}$$

Рассмотрим случай, когда $\alpha < 0$. Умножим обе части неравенства (3) на $|\alpha|$.

$$\left| -z\frac{F''(z)}{F'(z)} + |\alpha|(a-1) \right| \leq b|\alpha|,$$

или

$$\left| z\frac{F''(z)}{F'(z)} - \alpha(a-1) \right| \leq b|\alpha|,$$

Тогда

$$\operatorname{Re} z\frac{F''(z)}{F'(z)} \geq \alpha(a-1) - b|\alpha|.$$

или, учитывая, что $|\alpha| = -\alpha$, получаем

$$\operatorname{Re} z\frac{F''(z)}{F'(z)} \geq \alpha(a-1) + b\alpha.$$

Если $\alpha(a-1+b) \geq -1$, то есть $\alpha \geq \frac{1}{1-(a+b)}$, то $F(z) \in S^0$ в круге E.

В случае, когда $\alpha < \frac{1}{1-(a+b)}$, получаем

$$\operatorname{Re} z\frac{F^{''}(z)}{F^{'}(z)} \geq \frac{r^n(\alpha^2(a-1)^2 - b^2\alpha^2)}{b|\alpha| + \alpha(a-1)r^n} \geq -1 \tag{8}$$

Тогда

$$r^n(b^2\alpha^2 - \alpha^2(a-1)^2) \leq b|\alpha| + \alpha(a-1)r^n,$$

$$r^n(b^2\alpha^2 - \alpha^2(a-1)^2 - \alpha(a-1)) \leq b|\alpha|,$$

$$r^n \leq \frac{b|\alpha|}{(b^2\alpha^2 - \alpha^2(a-1)^2 - \alpha(a-1))}$$

Получим радиус выпуклости

$$r^* \le \sqrt[n]{\frac{b}{(\alpha((a-1)^2-b^2)+(a-1)}} \tag{9}$$

Формулы (7) и (9) можно объединить следующим образом

$$r^* \le \sqrt[n]{\frac{bsign\alpha}{(\alpha(b^2-(a-1)^2)-(a-1)}} \tag{10}$$

Покажем, что радиус выпуклости (10) является точным и достигается для функции

$$f_0(z) = \frac{z\left[b-(a-1)z^n\right]^{\frac{(a-1)^2-b^2}{n(a-1)}}}{b^{\frac{a^2-b^2-a}{n(a-1)}}} \tag{11}$$

Действительно, для интеграла Бернацкого с функцией $f(z) = f_0(z)$ имеем

$$z\frac{F''(z)}{F'(z)} = \alpha\left(z\frac{f_0^{'}(z)}{f_0(z)} - 1\right) = \alpha\frac{(b^2-(a-1)^2)z^n}{b-(a-1)z^n}.$$

При $\alpha > 0$ в точке $z = re^{\frac{\pi}{n}i}$, где $r = r^*$, получим

$$\operatorname{Re} z\frac{F''(z)}{F'(z)} = \alpha\frac{(b^2-(a-1)^2)(-r^{*^n})}{b+(a-1)r^{*^n}}.$$

Тогда

$$\alpha\frac{((a-1)^2-b^2)r^{*^n}}{b+(a-1)r^{*^n}} = \frac{ab((a-1)^2-b^2)}{ab(b^2-(a-1)^2)-b(a-1)+b(a-1)} = -1.$$

Получили, что

$$\operatorname{Re} z\frac{F''(z)}{F'(z)} = -1,$$

то есть равенство достигается.

В случае $\alpha < 0$ радиус выпуклости достигается для функции (11) в точке $z = r^*$. Действительно, в точке $z = r^*$ имеем

$$\operatorname{Re} z\frac{F''(z)}{F'(z)} = \alpha\frac{(b^2-(a-1)^2)r^{*^n}}{b-(a-1)r^{*^n}} = \frac{-\alpha b(b^2-(a-1)^2)}{\alpha b(b^2-(a-1)^2)-b(a-1)+b(a-1)} = -1$$

Вышеизложенное можно обобщить следующим образом.

Теорема. Пусть функция $f(z)$ *аналитична в круге* E *, разлагается в ряд вида*

$$f(z) = z + a_{n+1}z^{n+1} + a_{n+2}z^{n+2} + \ldots, n \ge 1, z \in E,$$

и принадлежит подклассу звездообразных функций, удовлетворяющих условию [1]

$$\left| z\frac{f'(z)}{f(z)} - a \right| \le b,\ a > 0,\ b > 0,\ a - b > 0,\ z \in E.$$

Тогда, если $\frac{1}{1-(a+b)} \le \alpha \le \frac{1}{1-(a-b)}$, то интеграл Бернацкого (1) будет выпуклой функцией во всем круге E. Если же α не принадлежит отрезку $\left[\frac{1}{1-(a+b)}, \frac{1}{1-(a-b)}\right]$ то функция $F(z)$ из (1) будет выпуклой в круге $|z| \le r^*$, где r^* определяется выражением

$$r^* = \sqrt[n]{\frac{bsign\alpha}{\alpha(b^2-(a-1)^2)-(a-1)}}$$

Радиус выпуклости является точным и достигается для функции (11).

Из этой теоремы можно вывести ряд следствий.

Положим $a = b$. Тогда получим:

Следствие 1. Пусть функция $f(z)$ *аналитична в круге* E, *разлагается в ряд вида*

$$f(z) = z + a_{n+1}z^{n+1} + a_{n+2}z^{n+2} + ..., n \ge 1, z \in E\,,$$

и удовлетворяет условию

$$\left| z\frac{f'(z)}{f(z)} - a \right| \le a,\, a > 0,\, z \in E\,.$$

Тогда, если $\frac{1}{1-2a} \le \alpha \le 1$, то интеграл Бернацкого (1) будет выпуклой функцией во всем круге E [2]. В противном случае функция $F(z)$ из (1) будет выпуклой в круге $|z| \le r^*$, где r^* определяется выражением

$$r^* = \sqrt[n]{\frac{bsign\alpha}{\alpha(2a-1)-(a-1)}}$$

Радиус выпуклости является точным и достигается для функции

$$f_0(z) = z\left[a-(a-1)z^n)\right]^{\frac{1-2a}{n(a-1)}} \cdot b^{\frac{a}{n(a-1)}}$$

Подкласс звездообразных функций, удовлетворяющих условию

$$\left| z\frac{f'(z)}{f(z)} - a \right| \le a,\, a > 0$$

ранее рассматривался в работах [3].

Теперь рассмотрим класс функций $f(z)$ таких, что

$$\operatorname{Re} z\frac{f'(z)}{f(z)} \ge h,\, h > 0,\, z \in E$$

Данное условие получается из неравенства (2), если зафиксировать $h = a - b$ и перейти к пределу при $b \to +\infty$.

Выразим a через b и h, тогда

$$\frac{1}{1-(a+b)}=\frac{1}{1-(2b+h)},\quad \frac{1}{1-(a-b)}=\frac{1}{1-h}$$

Так как $\lim\limits_{b\to+\infty}\frac{1}{1-(2b+h)}=0$, то получили, что интеграл Бернацкого будет выпуклой функцией при $0\le\alpha\le\frac{1}{1-h}$.

Если $\alpha>\frac{1}{1-h}$ или $\alpha<0$ то функция $F(z)$ будет выпуклой в круге $|z|\le r^*$, радиус которого найдем, заменяя a на $b+h$ и переходя к переделу при $b\to+\infty$

$$\lim_{b\to+\infty} r^{*^n}=\lim_{b\to+\infty}\frac{bsign\alpha}{\alpha(b^2-(b+h-1)^2)-(b+h-1)}=$$

$$=\lim_{b\to+\infty}\frac{bsign\alpha}{b(2\alpha(1-h)-1)+h(1-h)}=\frac{sign\alpha}{2\alpha(1-h)-1}$$

Следовательно,

$$r^*=\sqrt[n]{\frac{sign\alpha}{2\alpha(1-h)-1}}$$

Нетрудно показать, что радиус выпуклости является точным и достигается для функции

$$f_0(z)=z(1-z^n)^{\frac{2(h-1)}{n}}$$

Действительно, для интеграла Бернацкого с функцией $f(z)=f_0(z)$ имеем

$$z\frac{F''(z)}{F'(z)}=\alpha\left(z\frac{f_0'(z)}{f_0(z)}-1\right)=-\alpha\frac{2(h-1)\cdot z^n}{1-z^n}$$

При $\alpha>0$ радиус выпуклости достигается в точке $z=r^*e^{\frac{\pi}{n}i}$. В этой точке имеем

$$\operatorname{Re} z\frac{F''(z)}{F'(z)}=-\alpha\frac{2(h-1)(-r^{*^n})}{1+r^{*^n}}=\frac{2\alpha(h-1)}{2\alpha(1-h)+1-1}=-1.$$

В случае $\alpha<0$ радиус выпуклости достигается в точке $z\le r^*$. Действительно,

$$\operatorname{Re} z\frac{F''(z)}{F'(z)}=-\alpha\frac{2(n-1)r^{*^n}}{1-r^{*^n}}=\frac{2\alpha(h-1)}{2\alpha(1-h)+1-1}=-1$$

Следствие 2. Пусть функция $f(z)$ *аналитична в круге* E*, разлагается в ряд вида*

$$f(z)=z+a_{n+1}z^{n+1}+a_{n+2}z^{n+2}+\ldots,\ n\ge1,\ z\in E$$

и принадлежит классу функций, удовлетворяющих условию

$$\operatorname{Re} z\frac{f'(z)}{f(z)}\ge h,\ h>0,\ z\in E\,.$$

Тогда, если $0 \le \alpha \le \dfrac{1}{1-h}$, то интеграл Бернацкого (1) будет выпуклой функцией во всем круге E. В противном случае $F(z)$ из (1) будет выпуклой в круге $|z| \le r^*$, где радиус r^* равен

$$r^* = \sqrt[n]{\frac{sign\alpha}{2\alpha(1-h)-1}}$$

Радиус выпуклости является точным и достигается для функции

$$f_0(z) = z(1-z^n)^{\frac{2(h-1)}{n}}$$

Утверждение следствия 2 о выпуклости функции $F(z)$ в круге E совпадает с частным случаем одного из результатов Д.В. Прохорова [4].

Случай, когда $F(z) \in S^*$, то есть

$$\operatorname{Re} z\frac{f'(z)}{f(z)} \ge 0,$$

Сводится к следствию 2 при $h = 0$.

Следствие 3. Пусть функция $f(z)$ *аналитична в круге* E*, разлагается в ряд вида*

$$f(z) = z + a_{n+1}z^{n+1} + a_{n+2}z^{n+2} + \dots, n \ge 1, z \in E$$

и принадлежит классу звездообразных функций.

Тогда, если $0 \le \alpha \le 1$, то интеграл Бернацкого (1) будет выпуклой функцией во всем круге E. Если же $\alpha < 0$ или $\alpha > 1$ то функция $F(z)$ будет выпуклой в круге $|z| \le r^*$, где радиус r^* равен

$$r^* = \sqrt[n]{\frac{sign\alpha}{2\alpha-1}}$$

Радиус выпуклости является точным и достигается для функции

$$f_0(z) = z(1-z^n)^{\frac{-2}{n}}$$

Список использованной литературы:

1 *Causey, W.M. The close-to-covexity and univalence of an integral: Math. Z., 99, № 3, 1967. 207-212 с.*

2 *Базилевич, И.Е. Обобщение одной интегральной формулы для подкласса однолистных функций: Матем.сборник, 1964. 628-630 с*

3 *Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного: учеб. Пособие для вузов/И.И. Привалов – М.: Наука, 1984. 430 с.*

4 *Прохоров Д. В. Об одном обобщении класса почти выпуклых функций; Мат. заметки 11, № 5, 1972. 509 с.*

МРНТИ 14.35.09
УДК 378.02:37.016

Ж.Т. Қайыңбаев[1], *О.К. Нурбавлиев*[1]

[1] *Сулейман Демирел университеті, Қаскелен, Қазақстан*

ЖОБАЛАУ ІС-ӘРЕКЕТІ ЖӘНЕ ОНЫ ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Бұл мақалада педагогика саласында қолданалытан жобалау іс-әрекетінің шетелдік және де отандық ғалымдардың еңбектері және де пайдалану әдістемесі негізінде оқытудың ерекшеліктері мен тиімді жақтары қарастырылған. Қазіргі қоғам орта мектеп түлектерін дайындауға жаңа талаптар қояды. «Естігенімді – ұмытамын, көргенімді – есте сақтаймын , өз істегенімді – меңгеремін»,- деп ежелгі Қытай ойшылы, философ Конфуций айтқандай, жобалау іс-әрекеті – оқушылардың жоспарлау және күрделене беретін тапсырмаларды өз бетінше орындау арқылы меңгеретін білімі.

Балаларды өз жұмысының жемісін көруге ынталандыру арқылы үлкен өмірге дайындау қазіргі заманның өзектілігі. Инновациялардың дамуы жағдайында танымдық, білім беру, ғылыми-зерттеу және жобалау іс-әрекеті дағдылары бар, практикалық есептерді шешу әдістерін өз бетінше іздей алатын қабілет пен дайындық, әртүрлі таным әдістерін қолдану мүмкіндігі бар білім беру ұйымдарының түлектері сұранысқа ие.

Түйін сөздер: педагогика, математика, оқыту технологиясы, жобалау іс-әрекеті, оқыту.

Аннотация

Ж.Т. Кайынбаев[1], *О.К. Нурбавлиев*[1]
[1] *Университет имени Сулеймана Демиреля, Каскелен, Казахстан*

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОБУЧЕНИИ

В данной статье рассматриваются преимущества проектной деятельности, применяемой в области педагогики, основанной на трудах как зарубежных, так и отечественных ученых и методах использования. Современное общество предъявляет новые требования к выпускникам школ. «Я слышу и забываю. Я вижу и запоминаю. Я делаю и понимаю», - слова древнего китайского философа Конфуция. Проектная деятельность - это знания, которые студенты приобретают благодаря планированию и самостоятельному выполнению все более сложных задач. Подготовка детей к жизни, побуждая их видеть плоды своего труда, сегодня является актуальной проблемой.

Выпускники образовательных учреждений дожны стать востребованными в контексте инноваций, обладать навыками познавательной, образовательной, исследовательской и проектной деятельности, способностью и умением самостоятельно искать методы решения практических задач, умением использовать различные методы познания.

Ключевые слова: педагогика, математика, технология обучения, проектная деятельность, обучение.

Abstract

PROJECT BASED LEARNING AND ITS USE IN TEACHING

Kayinbayev Zh.T[1], *Nurbavliyev O.K.*[1]
[1] *Suleyman Demirel University, Kaskelen, Kazakhstan*

This article discusses the features and benefits of teaching based on the works of both foreign and domestic scientists and methods of project based learning used in the field of pedagogy. Today's society places new demands on high school graduates. "I forget what I hear, I remember what I see, I master what I do," said the ancient Chinese philosopher Confucius. Project Based Learning – is the knowledge that students acquire through the planning and independent performance of increasingly complex tasks. Preparing children for a real life by encouraging them to see the fruits of their labour is a topical issue for today.

Graduates of schools are in demand in the context of innovation, have the skills of cognitive, educational, research and design activities, the ability and ability to independently seek methods for solving practical problems, the ability to use various methods of cognition.

Keywords: education, learning, mathematics, project based learning.

Үлкен өлшеммен алғанда, ХХ ғасырдың басынан бастап аса дамыған елдер қоғамды алға сүйрейтін, экономиканы алға жетелейтін, дамытатын негізгі күш бұрынғыдай мемлекеттің қазба байлығының молдығы, жер көлемінің үлкендігі, мемелекеттің географиялық орналасуы және т.б сияқты мәселелер емес, адам және адамның біліктілігі деген қорытындыға келді. Бұл жағдай өмірге адам ресурсы, адам капиталы атты ұлы ұғымдарды алып келді. ХХІ ғасырда бұл мәселе тіптен де өзекті болып отыр. Осы жағдайларға байланысты, ХХ ғасырдың басынан бастап әлемнің аса дамыған елдерінде, адам ресурсын дамыту жайлы жүздеген, мүмкін мыңдаған теориялар, тұжырымдамалар, сараптамалар ... өмірге келді. Сонымен бірге, адам ресурсын дамытатын ең басты уақыт жастық шақ. Ал, адам жастық шақта қайда болады, әрине мектепте. Демек, мектепте адам ресурсын қалыптастыру, дамыту керек. Осы жағдайға байланысты, адам ресурсын дамытатын теориялардың, тұжырымдамалардың, сараптамалардың ... оқушыларға арналып отырғаны да сондықтан демекшіміз. Функциональдық сауаттылық, конструктивтік оқыту, дамыта оқыту, өз бетімен білім алу, жобалау іс әрекеті негізінде оқыту, қашықтықтан оқыту, оқытудағы инновациялық тәсілдер, креативті ойлау, критериальды бағалау, өзін өзі бағалау, рефлексия, Блум таксономиясы, Маслоудың қажеттіліктер иерархиясы, сыни тұрғыдан ойлау, TIMSS, PISA, халықаралық салыстырмалы зерттеулер, құзырлылық, және т.б мәселелер осындай теориялардың негізінде өмірге келген жағдайлар. Бұлардың барлығы, бізге соңғы жиырма, отыз жылдың көлемінде батыстан келген ұғымдар, іс әрекет тәсілдері, теориялар. Батыста дамыған және батысты дамытқан осы теориялар мен Уолтер Липпман «Барлығы бірдей ойлайтын жерде, ешкім көп ойланбайды» деп айтқандай, пікірсайыстар мен пікірталастар.

Ал, бұрынғы Кеңес Одағында жоғары жақтың пікіріне қарсы пікір айтпақ тұрмақ ол пікірге күмәндану Сталин заманында атылу мен итжеккенге айдалу болса, одан кейінгі замандарда жындыханаларға тоғыту мен елден шығару сияқты іс әрекеттермен аяқталды. Сөйтіп жүріп, батыстан экономикалық тұрғыдан ғана емес, мәдени рухани тұрғыдан да кейін қалғанымызды білгенімізге жиырма, отыз жыл ғана болды. Енді, міне әсіресе біз, қазақтар «Ауруды жасырғанмен, бәрібір өлім әшкере қылады» деген атадан қалған ұлағатты тұжырымды басшылыққа алып, шынайы жағдайды айқын бағамдап етек жеңімізді жинаудамыз деп ойлаймыз. Сондай жағдайларға байланысты ХХІ-ғасыр басталғалы еліміздің білім беру кеңістігіне жоғарыда айтқан мәселелердің барлығы да бірте бірте енуде десек қателеспейміз. Және де, сол жағдайлардың ішіндегі, көп айтылып келе жатқан мәселелердің бірі ғана емес бірегейі «Жобалау негізінде оқыту» деп аталатын оқыту технологиясы.

Алғашқы кездерде, бұл мәселе білім саласының жалпы педагогикада бағытына енсе, бірте бірте ол, қазіргі кезде жекелеген пәндерді оқытудың әдістемесіне, жекелеген пәндердің білім мазмұнына, оқыту әдістеріне дендеп еніп келе жатыр десек қателеспейміз. Әрине, бұл жағдайдан жалпы білім беретін орта мектеп мазмұнындағы басты пәндердің бірі-математика да сырт қалып отырған жоқ. Жыл сайын, әсіресе күз және қыс айларында әр мектепте, әр ауданда, әр облыста, әр түрлі пәндерден «Жоба қорғап жатыр немесе жоба қорғап жатырмыз ... » деген сияқты сөз тіркестерін естиміз немесе сондай жағдайлардың ерікті, еріксіз, жоспарлы, жоспарсыз түрлерде куәсі болып жүрміз. Бұл жағдай, қазіргі кезде жалпы білім беретін мектеп математика әдіскерлері болып табылатын бізді ғана емес, пән мұғалімдерін, пән әдіскерлерін, оқулық авторларын, оқушыларды, ата аналарды ... толғандырып отырғанын көріп жүрміз. Бұл жағдайларға қоса, біздің бағымызға қарай, осы бағыттағы зерттеу жұмысымыздың басында-ақ біздің қолымызға Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі бекіткен, С. М. Бахишеваның Педагогикалық жобалау: теориясы мен технологиясы: Оқулық. - Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір», 2011.- 336 бет [1] атты оқулығы түсті. Бұл оқулықтың анотациясындағы, ««Педагогикалық жобалау: теориясы мен технологиясы» оқулығы жоғары оқу орындарының педагогтар даярлайтын мамандықтар үшін өте қажетті. Оқулық білім берудің жаңа парадигмасына сай педагогикалық білім берудегі негізгі бағыттардың бірі – болашақ педагогтың білім берушілік ролі өзгеруін теориялық және әдістемелік тұрғыдан қамтамасыз етуге бағытталған. Құзыреттілік нәтижелеріне бағытталған 12-жылдық білім беруге көшуге даярлық барысында педагогтардың жаңаша ойлау мен іс – әрекеттік дағдыларын қалыптастыру үшін оқытудың жаңа әдістерін игеру үлкен роль атқарады. Ұсынылып отырған оқулық болашақ мұғалімдердің өз әрекетін кәсіби жетілдірудің басты ресурсы ретінде ұйымдастыра отырып, оларды ғылыми-әдістемелік тұрғыдан даярлауға мүмкіндік береді»[1] деген тұжырымдарды оқып, ой елегінен өткізген соң, бұл бағыттағы жұмысымыздың қажеттілігіне деген сеніміміз тіптен де арта түсті. Бұл жағдайларға тағы бір қосымша жағдай, осы жолдардың авторы жұмыс жасайтын Сүлеймен Демирель атындағы университетте бакалавриат деңгейін тәмамдауға тиіс студенттер 2019-20 оқу жылынан бастап бұрынғыдай диплом жұмысын жазумен қатар енді «жоба» да қорғай алатын болып отыр. Осындай жағдайларға байланысты, жобалау негізінде оқытуды математика пәндеріне қолдану бағытында зерттеу жүргізгенді жөн көріп отырмыз.

Қазіргі қоғамға орта мектеп пен университет түлектерінің арасында жаңашыл ойлап өз бетінше шешім таба алатындай жастарға сұраныс қажет . «Естігенімді – ұмытамын, көргенімді – есте сақтаймын , өз істегенімді – меңгеремін»,- деп ежелгі Қытай ойшылы, философ Конфуций айтып кеткендей, жобалау іс-әрекеті – оқушылардың жоспарлау және күрделене беретін тапсырмаларды өз бетінше орындау арқылы меңгеретін білімі. Балаларды өз жұмысының жемісін көруге ынталандыру арқылы үлкен өмірге дайындау қазіргі заманның өзекті мәселесі болып табылады. Инновациялардың дамуы жағдайында танымдық, білім беру, ғылыми-зерттеу және жобалау іс-әрекеті дағдылары бар, практикалық есептерді шешу әдістерін өз бетінше іздей алатын қабілет пен дайындық, әртүрлі таным әдістерін қолдану мүмкіндігі бар білім беру ұйымдарының түлектері сұранысқа ие екені бәрімізге мәлім. Балалар нақты мәселелерді өз сұрауларын жобалау, оқуды жоспарлау, зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру және көптеген адамдармен жүзеге асыру арқылы шешкен кезде ғана істеген жұмыстарының мәнін терең түсінеді.

Жалпы алғанда жобалау идеясы, жобалау әдісі немесе жоалау іс-әрекеті дегеніміз ең алдымен жалпы білім беретін мектептер мен жоғары оқу орындарында белсенді түрде қолданылатын бағдарлама ретінде қарастырылса болады. Бұл әдіс Европада XX ғасырдың басында басталғанымен, Қазақстанда білім беру салаларында соңғы жылдары ғана қолданыла бастады.

Жобалау негізінде оқыту технологиясы соңғы жылдарда ТМД елдерінің оқыту жүйесінде де кең өріс алып жатқаны белгілі. Жобалап оқыту технологиясының теориялық алғаш негіздеген Ресей ғалымдарынан В.П.Беспалько, В.В.Давыдов, В.К.Дьяченко, Л.В.Занков, П.Я.Гальперин, Н.В. Кузьмина т.б. ғалымдардың теориялық зерттеулерінің нәтижесінде, сонымен қоса Е.Н.Ильина, С.Н.Лысенкова, В.Ф.Шаталов т.с.с. әдіскерлердің практикалық тәжірибелерінің негізінде қарастырылған.

Жалпы, «жобалау негізінде оқыту» деген не? Ол қайдан және неге пайда болды? Оның пайда болуына әсер еткендер кім немесе кімдер? Ол қандай тарихи жолдан өтіп бізге жетті? Ол, бізге жеткенде алғашқы мағынасындай болып жетті ма әлде түрлене, өзгере отырып жетті ма? Бұл мәселелер жайлы қандай еңбектер бар? Сол еңбектер оны өмірге енгізуге жеткілікті ма? Әлде оларды ары қарай тағы да жетілдіру немесе аталған мәселені басқа қырларынан қарау керек па? Және, біз үшін ең негізгісі оны жалпы білім беретін орта мектеп математикасын оқытуға қалай қолдануға болады? .... деген сияқты ондаған мүмкін жүздеген сұрақтар қазіргі кезде мамандар алдында тұр.

Бұл сұрақтардың біразына, автордың өзі айтқандай, «жоғары педагогикалық білім беру жүйесінде педагогикалық жобалаудың теориясы мен технологиясынан жаңа нәтижелерге бағытталған білім беру жүйесі үшін болашақ білікті мамандарды дайындау тәжірибесіндегі мемлекеттік тілде алғаш» рет әзірленген С. М. Бахишеваның «Педагогикалық жобалау: теориясы мен технологиясы» [1] атты оқулығында жауапта берілген. Алайда, бұл оқулық әдістемелік тұрғыдан емес педагогикалық тұрғыдан жазылған. Сол себепті, бұл еңбекті әдістемелік тұрғыда дамыту пән әдіскерлерінің міндеті демекшіміз.

Қазақ тіліндегі «жобалау» деген сөз біздің ойымызша «жоспарлау» немесе болашақта іске асырамын деген қандайда бір іс әрекеттің жоспары, ол үшін алдымен мен мынаны жасаймын одан соң ананы және сол сияқты дегендей. Басқа тұрғыдан қарағанда «жобалау» ол болашақта саламын деген қандайда ғимараттың, үйдің немесе басқа нәрсенің қағаз жүзіндегі нобайы, сызбасы немесе кішірейтілген макеті.

«Жобалау» сөзі қазақтың «жоба» деген сөзінен жасалынған, мағынасы – жаңа нәрсенің жобасын, сұлбасын жасау. Ғылымда ол тек қана жаңа нәрсенің жобасын жасау ғана емес, сонымен қатар оны негіздеу, басқадан айырмашылығын көрсетуді білдіреді. Бұл термин алғашында құрылыс, техника саласында қолданылған болса өткен ғасырдың ортасынан бастап гуманитарлық ғылымдарда да қолданыс таба бастады. [2]

Кеңестік энциклопедиялық сөздікте «жобалау» ұғымы: «1) құрылыстың, механизмнің немесе құрылғының жоспарын жасау; 2) белгілі бір құжаттың алдын ала мәтінін жасау» деп түсіндіріледі [2]. Жоғарыда атап кеткеніміздей, алғашында техникалық, құрылыс салаларында термин ретінде енгізілгендіктен, бұл ұғымның мәні сол сала әдебиеттерінде неғұрлым кең берілген. Мысалы, Л.Арчердің анықтамасы бойынша, жобалау — «белгілі бір міндетті шешу» [3], ал Г.Надлер бойынша,«бұрынғы белгілі үлгілерге қарағанда неғұрлым жетілдірілген идеал үлгі жасау» [4] болып табылады. И.В. Котляровтың айтуынша, жобаны іске асырудың нәтижелі болуы оны жобалау кезеңдерінен тәуелді. Кез келген саладағы жобалау мынадай кезеңдерден тұрады: мақсатты анықтау, ғылыми зерттеулер, міндеттерді қою, идеяларды іздеу, тұжырымдама жасау, талдау, эксперимент, шешімдер т.б. [5].

Ал, үлкен өлшеммен алсақ «жобалау» - кәсіпорынды, ғимаратты салу немесе оларды жаңғырту үшін қажетті техникалық-экономикалық негіздемеден, сызбалардан, түсіндірме жазбалар мен басқа да материалдардан тұратын техникалық құжаттама кешені (Интернет).

Ал, латынша proektus – алға ұмтылу-даму деген мағынаны береді.

Ағылшын тілінде, pro сөзі «белгілі мақсатқа жету үшін мұқият ұйымдастырылған және ойластырылған жұмыс» деген мағынаны береді.

Жалпы айтқанда, «жобалау» ұғымының қазақ тіліндегі мағынасы жоспарлау, ниеттену,жаңадан бір нәрсе жасауға деген құлшыныс болып табылмақ. Әрине, бұл пайымдаулар осы бағыттағы мәселелерді зерттейік деген ниеттен кейінгі интернетті ақтара бастағандағы(ақтарғандағы емес, ақтара бастағандағы) алғашқы көзге түскен немесе өз тіліміздегі аталған мәселенің мән мағынасын ашады-ау дегендегі алғашқы ойға түскен тұжырымдар Ал, «жобалау», «жобалау іс әрекеті», «жобалау іс әрекеті негізінде оқыту» деген сияқты мәселелерге көз майын тауысып, уақыттарын мүмкін тіпті өмірлерін арнаған ғалымдар бұл мәселелер жайлы не дейді.

«*Бәрі өмірден, бәрі өмір үшін*» Джон Дьюи, Лай, Торндайк сияқты американдық ғалымдардың аталған мәселенің негізін қалыптастырудағы басты қағидалары.

«Бойжеткен,өзі болашақта киетін көйлегінің үлгісін өзі ойлап тауып, оған қажетті материалдарды өзі таңдап, өз бетімен өлшеп, пішіп және зор қызығушылықпен, жанын аямай еңбек етіп көйлегін тігіп кисе, жобалау технологиясының нағыз мысалы деген осы» Клипатрик.

Дәстүрлі «жобалау» ұғымы энциклопедиялық сөздіктерде, техникада, құрылыста, т.б. өндірістік салаларда белгілі бір бұйым жасау, немесе ғимарат салуға қажет құжаттардың–суреттер, есептеулер, т.б. –жиынтығы деп қарастырылады.

«Жобалау–жұмыс нәтижесінің сапасына қойылатын талаптары белгіленген, орындау сипатына сай қажетті құралдар мен кететін шығындар алдын ала есептелген, берілген уақыт ішінде белгілі бір жүйеге мақсатты өзгерістер ендіру». Ф.Перегудов.

«Кез келген әрекет, егер ол белгілі бір мүддені көздей отырып бірлескен және жоғары деңгейдегі өз бетіндік жұмыс ретінде орындалған білім алушылар тобының әрекеті болса, онда ол жоба болып есептеледі» Килпатрик.

«Жобалау әрекеті қоршаған ортада, шынайы өмірде туған проблемаларды шешуге негізделген білім мазмұнын әлеуметтендіру амалы» Джон Дьюи

Жалпы жобалау мен жоба, сол сияқты жобалау іс әрекеті негізінде оқыту жайлы бірнеше ондаған анықтамалар бар. Алайда, олардың мағыналары бір біріне өте жақын.

Жобалау іс әрекеті негізінде оқыту жайлы Сократ, Ф. Динтер, А. Дистервег, Ж.Ж. Руссо, И.Г. Песталлоци, Джон Дьюи, К. Поппер, Г. Саймон, В.Х. Килпатрик, А.М. Новиков және басқа ғалымдар өз тұжырымдарын айтқан. Мұнда, әсіресе жоғары айтқанымыздай аталған мәселе жайлы қазақ тілінда алғаш рет, көлемді, жан жақты, жүйелі еңбек жазған өз бауырымыз С.М. Бахишеваның еңбегін ерекше атағымыз келеді.

Жобалаудың А.М. Новиков құрған классификациясына [6] сәйкес типтеріне, масштабына, ұзақтығына және де түрлеріне қарай бөлуге болады. Новиковдың құрған классификациясын төмендегідей көрсете аламыз:

- Жобалау типтері: техникалық, ұйымдастырушылық, экономикалық әлеуметтік білім беру аралас салалар
- Жобалау масштабтары: шағын, орташа, ірі, өте ірі
- Жобалау ұзақтығы: қысқа мерзімді, орта мерзімді, ұзақ мерзімді
- Жобалау түрлері: инновациялық, білім беру, ғылыми зерттеу, аралас

Индонезялық ғалым Низварди жобалап оқыту моделінің жеті сатысын ойлап тапты. Бұл модель Айкен коэффициентінің 0,796 коэффициентімен сараптамалық қорытындымен расталды және бұл модель жобалап оқыту процесінде сенімді болады [7] Жеті саты дегеніміз олар - күтілетін оқу нәтижесін тұжырымдау, оқу материалдары ұғымын түсіну, дағдыларды үйрету, жоба тақырыбын жобалау, жобалық ұсыныс жасау, жобалардың міндеттерін орындау және жоба есебін ұсыну.

Қорыта келе, еліміз нәтижеге бағдарланған білім беруге көшгелі біраз уақыт болды. Нәтижеге бағдарланған білім дегеніміз ол – жеке тұлғаның құзыреттілігін қалыптастыру. Яғни білім берудің басты мақсаты тек білім, білік, дағдыларға қол жеткізу емес сонымен қатар қажетті ақпаратты өздігінен ала білу, соның арқасында өзгермелі қоғамға сай өмір сүру болып табылады. Жобалау іс әрекеті негізінде оқытудың басты мақсаты да осы, оқушының өз іс әрекетін өзінің жоспарлай алуы. Және осы бағыттағы жұмысына қажетті ақпараттарды жинауы, оларды сұрыптауы, іріктеуі, жүйелеуі, аралық нәтижелерді талдауы, қорытуы, аралық нәтижелерді өз ара байланыстыруы, жұмыстың барлық кезеңінде жетекшімен кері байланыс орнатуы, жұмыстың аралық нәтижелерін және жалпы жұмысты бағалауы, оның болашақтағы даму бағыттарын айқындауы. Сонымен, жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, мынадай тұжырым жасауға болады: жобалау іс-әрекеті дегініміз – белгілі бір жағдайларда педагогикалық процесті жетілдіруге мақсатты түрде бағытталған іс-әрекет. Біз болашақ зерттеулерімізде осы анықтаманы негізге алатын боламыз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. *Бахишева С. М.. Педагогикалық жобалау: теориясы мен технологиясы:Оқулық.Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір», 2011.-336 бет.*
2. *Каргин С.Т., Өтебаев И.С. Педагогика ғылымындағы «жобалау» ұғымының мәні. Қарағанды университетінің хабаршысы.Педагогика сериясы № 1(57)/2010. Б.4-8.*
3. *Арчер Л. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1965.*
4. *Надлер Г. Создание идеальных моделей при проектировании. — М., 1966. – С.*
5. *Котляров И.В. Теоретические основы социального проектирования. – Минск,*
6. *Новиков А. М. Методология образования. − М., 2006.*
7. *Nizwardi Jalinus, Rahmat Azis Nabawi, Aznil Mardin.The Seven Steps of Project Based Learning Model to Enhance Productive Competences of Vocational Students 1st International Conference on Technology and Vocational Teachers (ICTVT 2017)- (2017) – Indonesia.*

МРНТИ 27.39.15
УДК 517.98

А.А. Калыбай[1], *Ж.А. Кеулимжаева*[2]

[1]*Университет КИМЭП, Алматы, Казахстан*

[2]*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г.Нур-Султан, Казахстан*

УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ СЛЕДА ФУНКЦИИ ИЗ ПРОСТРАНСТВА С МУЛЬТИВЕСОВЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ В ОСОБОЙ ТОЧКЕ

Аннотация

При решении дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, особенно, когда коэффициенты вырождаются на границе заданной области, возникают проблемы при постановке граничных задач. Обычно, дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами исследуются в подходящем весовом функциональном пространстве. Часто в роли таких пространств рассматривается весовое пространство Соболева или различные обобщения, которые в настоящее время исселдованы в достаточной степени. Однако, в некоторых случаях, когда коэффициенты рассматриваемого дифференциального уравнения сильно вырождаются, постановка граничных задач становится проблематичным. В данной статье рассматривается, так называемое пространство с мультивесовыми производными, где после каждой производной, функция умнажается на весовую функцию и далее берется следующая производная. Управляя поведением весовых функции на границе, можно исследовать сильно вырождающиеся уравнения. Здесь исследованы вопросы существования следов на границе функции из таких пространств.

Ключевые слова: пространство функции, норма пространства, весовое неравенство, граничное значение функции, локально абсолютно непрерывная функция, существования следа.

Аңдатпа

А.А. Калыбай[1], *Ж.А. Кеулимжаева*[2]

МУЛЬТИСАЛМАҚТЫ ТУЫНДЫЛЫ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ЕРЕКШЕ НҮКТЕДЕ ФУНКЦИЯ ІЗІНІҢ БАР БОЛУ ШАРТТАРЫ

[1] *КИМЭП университеті, Алматы, Казахстан*
[2]*Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

Айнымалы коэффициентті дифференциалдық теңдеулерді шешуде, әсіресе коэффициенттері берілген облыс шекарасында азғындалатын болса, шектік есептерді қоюда мәселелер туындайды. Әдетте, айнымалы коэфициентті дифференциалдық теңдеулер қолайлы салмақты функционалдық кеңістікте зерттеледі. Осындай кеңістіктер ретінде қазіргі уақытта жеткілікті дәрежеде зерттелген Соболев салмақты кеңістігі және әртүрлі жалпылаулары жиі қарастырылады. Алайда, кейбір жағдайларда, қарастырылып отырған дифференциалдық теңдеудің коэффициенттері күшті азғындалса, шектік есептерді қоюда қиындық туады. Бұл мақалада функцияның әрбір туындысын тапқаннан кейін функция салмақты функцияға көбейтіледі, одан кейін келесі туынды алынатын мультисалмақты туындылы кеңістік қарастырылады. Салмақты функциялардың шекарадағы тәртібін басқара отырып, күшті азғындалған теңдеулерді зерттеуге болады. Бұл мақалада осындай кеңістіктердегі функция шекарасындағы іздерінің бар болу мәселелері зерттеледі.

Түйін сөздер: функциялар кеңістігі, кеңістік нормасы, салмақты теңсіздік, функцияның шекаралық мәні, локалді абсолютті үзіліссіз функция.

Abstract

CONDITIONS OF EXISTENCE THE TRACE OF FUNCTIONS FROM SPACE WITH MULTIWEIGHTED DERIVATIVES IN A SPECIAL POINT

Kalybay A.[1], *Keulimzhaeva Zh.* [2]
[1]*KIMEP University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

When solving differential equations with variable coefficients, especially when the coefficients degenerate at the boundary of a given domain, problems arise in the formulation of boundary value problems. Usually, differential equations with variable coefficients are investigated in a suitable weight functional space. Often in the role of such spaces the weight Sobolev space or various generalizations are considered, which are currently sufficiently studied. However, in some cases, when the coefficients of the considered differential equation are strongly degenerate, the formulation of boundary value problems becomes problematic. In this work, we consider the so-called space with multiweighted derivatives, where after each derivative, the function is multiplied by the weight function and then the next derivative is taken. By controlling the behavior of the weight functions on the boundary, strongly degenerate equations can be investigated. Here we investigate the existence of traces on the boundary of a function from such spaces.

Keywords: function space, space norm, weight inequality, boundary value of a function, locally absolutely continuous function.

Пусть $I=(0,1)$, n - натуральное число, $\rho_i : I \to R,\ i=1,2,...,n$ - неотрицательные на I функции такие, что

$$\rho_i,\ \rho_i^{-1} \equiv \frac{1}{\rho_i} \in L_1(\alpha,1), \quad i=1,2,...,n-1, \quad \rho_n^{-1} \in L_{p'}(\alpha,1) \qquad (1)$$

для всех α: $0<\alpha<1$ и $p'=\dfrac{p}{p-1}$, $1<p<\infty.$

Для функции $f : I \to R$ положим

$$D_{\bar\rho}^0 f(x) \equiv f(x),\ \ D_{\bar\rho}^k f(x) = \rho_k(x)\frac{d}{dx} D_{\bar\rho}^{k-1} f(x),\ \ k=1,2,...,n, \quad x \in I.$$

Если функции $D_{\bar\rho}^k f(x),\ k=0,1,...,n-1$ локально абсолютно непрерывные на интервале I, то его назовем $\bar\rho$ - мультивесовой производной функции f на I порядка $k, 0 \le k \le n-1.$

Пусть $W_{p,\bar\rho}^n \equiv W_{p,\bar\rho}^n(I)$ совокупность функции имеющие $\bar\rho$ - мультивесовые производные до порядка $n,\ n \ge 1$ включительно на интервале I и $\left\| D_{\bar\rho}^n f \right\|_{p,I} < \infty,$ где $\left\| \cdot \right\|_{p,I}$ -норма пространства $L_p(0,1)$.

Пусть $0 \le k \le n-1.$ Если существует конечные пределы $\lim\limits_{x \to 0^+} D_{\bar\rho}^k f(x) \equiv D_{\bar\rho}^k f(0),\ \lim\limits_{x \to 1^-} D_{\bar\rho}^k f(x) \equiv D_{\bar\rho}^k f(1),$ то их назовем следами функции $D_{\bar\rho}^k f(x)$ соответственно в точке $x=0, x=1.$

Лемма 1. Пусть $1 < p < \infty$. Тогда для каждой функции $f \in W_{p,\bar\rho}^n$, существуют следы $D_{\bar\rho}^k f(1),\ k = 0,1,...,n-1$ и для любого $0 < \alpha < 1$

$$\left\| D_{\bar\rho}^k f \right\|_{C[\alpha,1]} < \infty, \quad k = 0,1,...,n-1.$$

Доказательство Леммы 1. Пусть $0 < \alpha < 1$ и $f \in W_{p,\bar\rho}^n$. Тогда в силу (1)

$$\int_\alpha^1 \left| \frac{d}{dx} D_{\bar\rho}^{n-1} f(x) \right| dx = \int_\alpha^1 \rho_n^{-1}(x) \left| D_{\bar\rho}^n f(x) \right| dx \le \left(\int_\alpha^1 \rho_n^{-p'}(x) dx \right)^{\frac{1}{p'}} \left\| D_{\bar\rho}^n f \right\|_p < \infty .$$

Откуда следует существование $D_{\bar\rho}^{n-1} f(1)$ и $\left\| D_{\bar\rho}^{n-1} f \right\|_{C[\alpha,1]} < \infty.$

Пусть для $k : n-1 \ge k \ge 1$ существует $D_{\bar\rho}^k f(1)$ и $\left\| D_{\bar\rho}^k f \right\|_{C[\alpha,1]} < \infty.$

Покажем существование $D_{\bar\rho}^{k-1} f(1)$ и $\left\| D_{\bar\rho}^{k-1} f \right\|_{C[\alpha,1]}$. Опять в силу (1), имеем

$$\int_\alpha^1 \left| \frac{d}{dx} D_{\bar\rho}^{k-1} f(x) \right| dx = \int_\alpha^1 \rho_k^{-1}(x) \left| D_{\bar\rho}^k f(x) \right| dx \le \int_\alpha^1 \rho_k^{-1}(x) dx \left\| D_{\bar\rho}^k f \right\|_{C[\alpha,1]} < \infty.$$

Следовательно существует $D_{\bar\rho}^{k-1} f(1)$ и $\left\| D_{\bar\rho}^{k-1} f \right\|_{C[\alpha,1]} < \infty$. Лемма 1 доказана.

В силу леммы 1 в пространстве определен функционал

$$\| f \|_{W_{p,\bar\rho}^n} = \left\| D_{\bar\rho}^n f \right\|_p + \sum_{i=0}^{n-1} | D_{\bar\rho}^i f(1) |, \tag{2}$$

который превращает пространство $W_{p,\bar\rho}^n$ в нормируемое пространство.

В случае $\rho_i \equiv 1, i = 1,2,...,n-1$ и $\rho_n = \varphi$ пространство $W_{p,\bar\rho}^n$ переходит в пространство Л.Д.Кудрявцева [1] $L_{p,\bar\rho}^n(I)$ с нормой

$$\| f \|_{L_{p,\varphi}^n} = \left\| \varphi f^{(n)} \right\|_p + \sum_{i=0}^{n-1} | f^{(i)}(1) |.$$

Условие существования конечного значения $\lim\limits_{x \to 0^+} f^{(k)}(x) \equiv f^{(i)}(0),\ 1 \le k \le n$ для функции $f \in L_{p,\varphi}^n(I)$ впервые даны в работе [2], откуда следует, что, если $f^{(k)}(0)$ существует, то существуют $f^{(i)}(0), \quad 0 \le i \le k$.

В случае $\rho_i = t^{\alpha_i}, \alpha_i \in R,\ i = 1,2,...,n$ пространство $W_{p,\bar\rho}^n$ и вопросы существования следов $D_{\bar\rho}^k f(0),\ 0 \le k \le n$ изучены в работе [3].

Основной целью статьи является нахождения необходимых и достаточных условии существования следа $D_{\bar\rho}^k f(0), \quad 0 \le k \le n-1$ для функции $f \in W_{p,\bar\rho}^n$. Далее будет видно, в связи с разными поведениями функции $\rho_i,\ i = 1,2,...,n$ в окрестности точки $x = 0$ условие существования $D_{\bar\rho}^k f(0),\ 0 \le k \le n-1$ для функции $f \in W_{p,\bar\rho}^n$ сильно отличается, чем для функции $f \in L_{p,\varphi}^n(I)$.

Для $0 < s \le x \le 1$ и для $i, j = 0, 1,..., n-1$ определим функции $K_{j,i+1}$:

$$K_{j,i+1}(x,s) = (-1)^{j-i} \int_s^x \rho_j^{-1}(t_j) \int_s^{t_j} \rho_{j-1}^{-1}(t_{j-1}) ... \int_s^{t_{i+2}} \rho_{i+1}^{-1}(t_{i+1}) dt_{i+1} dt_{i+2} ... dt_j$$

при $j \ge i,\ K_{i,i+1}(x,s) \equiv 1$ и $K_{j,i+1}(x,s) \equiv 0$ при $j < i$.

Рассмотрим вопрос о существовании конечного предела

$$\lim_{x \to 0^+} D_{\bar\rho}^k f(x) \equiv D_{\bar\rho}^k f(0), \quad 0 \le k \le n-1. \tag{3}$$

Теорема 1. Пусть $1 < p < \infty$, $0 \le k \le n-1$ и выполнено (1). Тогда для любого $f \in W_{p,\bar\rho}^n$ существует конечный предел (3) тогда и только тогда, когда

$$K_{j,k+1}(1,0) < \infty\,,\ \ j = k+1, k+2, ..., n-1, \tag{4}$$

$$\int_0^1 \rho_n^{-p'}(t)\,|\,K_{n-1,k+1}(t,0)\,|^{p'}\,dt < \infty \tag{5}$$

при этом имеет место оценка

$$\left\|D_{\bar\rho}^k f\right\|_{C[0,1]} \le C\left\|f\right\|_{W_{p,\bar\rho}^n}, \tag{6}$$

где константа $C > 0$ не зависит от $f \in W_{p,\bar\rho}^n$.

Доказательство теоремы 1. Необходимость. Так как $D_{\bar\rho}^n K_{j,1}(1,x) \equiv 0$ и $\left\|K_{j,1}(1,\cdot)\right\|_{W_{p,\bar\rho}^n} = 1$, то $K_{j,k+1}(1,x) \in W_{p,\bar\rho}^n$, $n-1 \ge j \ge k+1$. Поэтому выполнено (4). Пусть $\forall f \in W_{p,\bar\rho}^n$ существует $D_{\bar\rho}^k f(0),\ 0 \le k \le n-1,$ но

$$\int_0^1 \rho_n^{-p'}(t)\,|\,K_{n-1,k+1}(t,0)\,|^{p'}\,dt = \infty\,. \tag{7}$$

Тогда на основании теоремы об общем виде линейных непрерывных функционалов на $L_p(I)$ существует функция $0 \le g \in L_p(I)$ такая, что

$$\int_0^1 \rho_n^{-1}(t)\,|\,K_{n-1,k+1}(t,0)\,|\,g(t)dt = +\infty. \tag{8}$$

Рассмотрим функцию

$$f_0(s) = (-1)^{n-1}\int_s^1 g(t)\rho_n^{-1}(t)K_{n-1,1}(t,s)dt,\ \ s \in I. \tag{9}$$

В силу условия (1) и $g \in L_p(I)$ функция f_0 определена на I. Так как функция $K_{n-1,1}(t,s)$ при любом фиксированном $s \in I$ непрерывна, то на основании (1) и $g \in L_p(I)$ интеграл (9) существует для всех $s \in I$. Из интегрального представления функции f_0 следует, что она абсолютно непрерывна на любом отрезке $[\varepsilon,1], 0 < \varepsilon < 1$.

Беря последовательно операции $D_{\bar\rho}^1 f_0, D_{\bar\rho}^2 f_0, ..., D_{\bar\rho}^i f_0$, заключаем, что каждая функция $D_{\bar\rho}^i f_0,\ 1 \le i \le n-1$ абсолютно непрерывна на отрезке $[\varepsilon,1], 0 < \varepsilon < 1$, поэтому существует $D_{\bar\rho}^i f_0(s),\ 1 \le i \le n-1$ при всех $s \in I$ и $D_{\bar\rho}^n f_0(s)$ при почти всех $s \in I$. При нахождений производных, учитывая, что $K_{j,i+1}(s,s) = 0$ при $j > i$ и $D_{\bar\rho}^i K_{n-1,1}(1,s) = K_{n-1,i+1}(t,s),\ \ 0 \le i \le n-1$, имеем

$$D_{\rho}^k f_0(s) = (-1)^{n-1-k}\int_s^1 g(t)\rho_n^{-1}(t)K_{n-1,k+1}(t,s)dt = \int_s^1 g(t)\rho_n^{-1}(t)\,|\,K_{n-1,k+1}(t,s)\,|\,dt,\ \ s \in I, \tag{10}$$

$$D_{\bar\rho}^n f_0(s) = g(s), s \in I. \tag{11}$$

Так как $g \in L_p$, то из (11) следует, что $f_0 \in W_{p,\bar\rho}^n$. Тогда, по условию существует $\lim\limits_{s\to 0^+} D_{\bar\rho}^k f(s) \equiv D_{\bar\rho}^k f(0)$. Но из (10), в силу (8), следует $\lim\limits_{s\to 0^+} D_{\bar\rho}^k f(s) = \infty$. Полученное противоречие доказывает необходимую часть теоремы 1.

Достаточность. Пусть выполнено (4) и (5). Пусть $f \in W_{p,\bar\rho}^n$ и $0 \le k \le n-1$. В случае $k = n-1$ по определению $K_{n-1,n}(t,s) \equiv 1$ и условие (5) дает $\rho_n^{-1} \in L_{p'}(I)$. Тогда по неравенству Гельдера

$$\int_0^1 \left| \frac{d}{dt} D_{\bar\rho}^{n-1} f(t) \right| dt = \int_0^1 \rho_n^{-1}(t) \left| D_{\bar\rho}^{n} f(t) \right| dt \le \left\| \rho_n^{-1} \right\|_{p'} \left\| D_{\bar\rho}^{n} f \right\|_p < \infty,$$

т.е существует конечный предел (3) при $k = n-1$. Из представления

$$D_{\bar\rho}^{n-1} f(x) = -\int_x^1 \rho_n^{-1}(t) D_{\bar\rho}^{n} f(t) dt + D_{\bar\rho}^{n-1} f(1), \quad x \in I \tag{12}$$

и из условий $\rho_n^{-1} \in L_{p'}(I),\ f \in W_{p,\bar\rho}^{n}$ следует

$$\max_{0 \le x \le 1} \left| D_{\bar\rho}^{n-1} f(x) \right| \le \left\| \rho_n^{-1} \right\|_{p'} \left\| D_{\bar\rho}^{n} f \right\|_p + \left| D_{\bar\rho}^{n-1} f(1) \right| \le \max \left\{ \left\| \rho_n^{-1} \right\|_{p'}, 1 \right\} \| f \|_{W_{p,\bar\rho}^{n}},$$

т.е. (6) справедлива при $k = n-1$.

Пусть $0 \le k < n-1$. Умножая обе части (12) на $\rho_{n-1}^{-1}(\cdot)$ интегрируем обе части от x до 1, $x \in I$, имеем

$$D_{\bar\rho}^{n-2} f(x) = (-1) \int_x^1 K_{n-1,n-2+1}(t,x) \rho_n^{-1}(t) D_{\bar\rho}^{n} f(t) dt + K_{n-1,n-2+1}(1,x) D_{\bar\rho}^{n-1} f(1) + D_{\bar\rho}^{n-2} f(1).$$

Умножая обе части этого равентсва на $\rho_{n-2}^{-1}(\cdot)$ и интегрируя обе части от x до 1, $x \in I$, находим $D_{\bar\rho}^{n-3} f(x)$ и продолжая этот процесс до умножения $\rho_i^{-1}(\cdot), 0 < i < n-1,$ имеем

$$D_{\bar\rho}^{i} f(x) = (-1)^{n-i} \int_x^1 K_{n-1,i+1}(t,x) \rho_n^{-1}(t) D_{\bar\rho}^{n} f(t) dt + \sum_{j=i}^{n-1} K_{j,i+1}(1,x) D_{\bar\rho}^{j} f(1), \quad x \in I. \tag{13}$$

В этом равенстве пологая $i = k+1$ и умножая обе части на $\rho_{k+1}^{-1}(\cdot)$, а затем интегрируя обе части от x до 1, $x \in I$ имеем

$$\int_x^1 \frac{d}{ds} D_{\bar\rho}^{k} f(s) ds = (-1)^{n-k-1} \int_x^1 K_{n-1,k+1}(t,x) \rho_n^{-1}(t) D_{\bar\rho}^{n} f(t) dt - \sum_{j=k+1}^{n-1} K_{j,k+1}(1,x) D_{\bar\rho}^{j} f(1), \quad x \in I.$$

Откуда, используя неравенство Гельдера, получим

$$\int_x^1 \left| \frac{d}{ds} D_{\bar\rho}^{k} f(s) \right| ds \le \int_x^1 K_{n-1,k+1}(t,0) \rho_n^{-1}(t) D_{\bar\rho}^{n} f(t) dt + \sum_{j=k+1}^{n-1} | K_{j,k+1}(1,x) | \, | D_{\bar\rho}^{j} f(1) | \le$$

$$\le \left(\int_x^1 K_{n-1,k+1}^{p'}(t,x) \rho_n^{-p'}(t) dt \right)^{\frac{1}{p'}} \left\| D_{\bar\rho}^{n} f \right\|_p + \sum_{j=k+1}^{n-1} \left| K_{j,k+1}(1,x) \right\| D_{\bar\rho}^{j} f(1) \right|$$

Теперь, устремляя $x \to 0^+$ и на основания (4) и (5), имеем

$$\int_0^1 \left| \frac{d}{ds} D_{\bar\rho}^{k} f(s) \right| ds < \infty, \text{ т.е. существует конечный } D_{\bar\rho}^{k} f(0).$$

Из (13) при $i = k$ применяя неравенство Гельдера получим

$$\max_{0 \le t \le 1} \left| D_{\bar\rho}^{k} f(t) \right| \le C \| f \|_{W_{p,\bar\rho}^{n}},$$

где $C = \max \left\{ \left\| \rho_n^{-1}(\cdot) K_{n-1,k+1}(\cdot,0) \right\|_p, \max\limits_{k \le j \le n-1} \left| K_{j,k+1}(1,0) \right| \right\}$, т.е. неравенство (6) справедливо при $0 \le k < n-1$. Теорема 1 доказана.

Замечание 1. Если существует конечный предел (3) при $k: 0 \le k < n-1$ для всех $f \in W_{p,\bar\rho}^{n}$, то по теореме 1 выполнено (4) и (5). Из (4) следует $\rho_{k+1}^{-1} \in L_1(I)$. Однако, из $\rho_{k+1}^{-1} \in L_1(I)$ еще не следует выполнение, даже (4).

Следствие 1. Пусть $1 < p < \infty$ и $0 \le k_1 < k_2 \le n-1$. Если $\rho_i^{-1} \in L_1(I)$ при всех $i = k_1+1, k_1+2, ..., k_2+1$ и существует (3) при $k = k_2$, то существует конечный предел (3) при всех $k: k_1 \le k \le k_2$.

Доказательство следствия 1. Пусть $k_1 \le j \le k_2$. Тогда из условия $\rho_i^{-1} \in L_1(I)$, $k_1+1 \le i \le k_2+1$ имеем $K_{k_2, j+1}(1,0) < \infty$. Из условия существования $D_{\bar{\rho}}^{k_2} f(0)$ следует $\rho_n^{-1}(\cdot)K_{n-1,k_2+1}(\cdot,0) \in L_{p'}(I)$. Так как, $\rho_n^{-1}(t)K_{n-1, j+1}(t,0) \le \rho_n^{-1}(t)K_{n-1,k_2+1}(t,0)K_{k_2, j+1}(1,0)$, то $\rho_n^{-1}(\cdot)K_{n-1, j+1}(\cdot,0) \in L_{p'}(I)$ при всех $j = k_1, k_1+1, ..., k_2$. Тогда по теореме 1 существует конечный предел (3) при $k = k_1, k_1+1, ..., k_2$. Следствие 1 доказано.

Список использованной литературы:

1 Кудрявцев Л. Д., Избранные труды. Том II. Часть первая. Функциональные пространства. Дифференциальные уравнения, Физматлит, М., 2008. - 267 с.

2 Poulsen E. T. Boundary values in function spaces, Math. Scand. – 1962. – V.10, №1 - p. 45–52.

3 Байдельдинов Л.А. Теория многовесовых пространств и ее приложение к краевым задачам для сингулярных дифференциальных уравнений. Докторская диссертация. – Алматы. 1998 -273 с.

МРНТИ 27.39.19
УДК 517.98

А.А. Калыбай[1], А.М. Темирханова[2]

[1] КИМЭП, г. Алматы, Казахстан
[2]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г.Нур-Султан, Казахстан

ОГРАНИЧЕННОСТЬ ОДНОГО КЛАССА МАТРИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Аннотация

Задачи решения различных линейных разностных уравнений приводится к изучению свойства матричных операторов в различных функциональных пространствах. Одной из важных задач функционального анализа является установление критерия ограниченности линейных операторов в функциональных пространствах.

Вопрос ограниченности матричных операторов в пространствах последовательностей является классической задачей функционального анализа и в ней много нерешенных проблем. Например, в общем случае по заданной матрице невозможно определить ограниченность матричного оператора в пространствах последовательностей. Поэтому выделяются различные классы матричных операторов, для которых известны критерии их ограниченности. На практике, в связи с разновидностью встречающихся задач, необходимо иметь различные альтернативные критерии ограниченности матричных операторов. В данной работе устанавливается новый альтернативный критерий ограниченности одного класса матричных операторов.

Ключевые слова: ограниченность, матричный оператор, пространство последовательностей, матрица, условие Ойнарова, последовательность

Аңдатпа

А.А. Қалыбай[1], А.М. Темірханова[2]
[1] КИМЭП, Алматы қ., Қазақстан
[2]Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

ТІЗБЕКТЕРДІҢ САЛМАҚТЫ КЕҢІСТІКТЕРІНДЕ МАТРИЦАЛЫҚ ОПЕРАТОРДЫҢ БІР КЛАССЫНЫҢ ШЕНЕЛІМДІЛІГІ

Әр түрлі сызықты айырымдық теңдеулерді шешу есептері әр түрлі функционалдық кеңістіктерде матрицалық операторлардың қасиеттерін зерттеуге келтіріледі. Функционалдық анализдің негізгі есептерінің бірі ретінде сызықты операторлардың функционалдық кеңістіктердегі шенелімділік критерийлерін орнату есептері болып табылады.

Тізбектер кеңістіктерінде матрицалық операторлардың шенелімділік сұрақтары функционалдық анализдің классикалық есептерінің бірі болып табылады және көптеген шешілмеген есептер бар. Масылы, жалпы жағдайда берілген матрица бойынша оның тізбектер кеңістігінде шенелген болатынын анықтау мүмкін емес. Сондықтан шенелімділік критерийлері белгілі болатын матрицалық операторлар кластарын бөліп қарастырылады. Кездесетін есептердің әр түлі болуына байланысты, практикада матрицалық операторлардың шенелімділігінің әр түрлі альтернативті критерийлері болуы керек. Осы жұмыста матрицалық операторлардың бір классының жаңа альтернативті шенелімділік критерийі орнатылады.

Түйін сөздер: шенелімділік, матрицалық оператор, тізбектер кеңістігі, матрица, Ойнаров шарты, тізбек.

Abstract

BOUNDEDNESS OF ONE CLASS OF THE MATRIX OPERATORS IN WEIGHTED SPACES OF SEQUENCES

Kalybay A.A. [1], *Temirkhanova A.M.* [2]
[1]*KIMEP, Almaty, Kazakhstan*
[2]*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

Problems of solving different linear difference equation is given to study the properties of the matrix operators in various functional spaces. One of the important problems of functional analysis is to establish criteria of boundedness of the linear operators in functional spaces.

Question of the boundedness of matrix operators in sequence spaces is a classic problem of functional analysis and there are many unsolved problems in it. For example, in the general case it is impossible to establish the boundedness of the matrix operator in the spaces of sequences by the given matrix. Therefore, various classes of matrix operators are considered for which the criteria of their boundedness are known. Due to the variety of encountered problems in practice, it is necessary to have various alternative criteria for the boundedness of matrix operators. In this paper, we establish a new alternative criterion for the boundedness of one class of matrix operators.

Keywords: Boundedness, matrix operator, sequence space, matrix, Oinarov's condition, sequence.

1. Введение

Пусть $u=\{u_i\}_{i=1}^{\infty}$ - последовательность неотрицательных, $v=\{v_i\}_{i=1}^{\infty}$- последовательность положительных действительных чисел. Пусть $A=(a_{ij}), i\in N,\ j\in N,\ i\geq j$- нижняя треугольная матрица с неотрицательными элементами $a_{ij}\geq 0$.

Пусть l_{pv}- пространство последовательности $f=\{f_i\}_{i=1}^{\infty}$ действительных чисел, для которых конечна норма $\|f\|_{p,v}\equiv\|vf\|_p=\left(\sum_{i=1}^{\infty}|v_i f_i|^p\right)^{\frac{1}{p}},\quad 1\leq p<\infty$.

Рассмотрим матричный оператор

$$(Af)_i=\sum_{j=1}^{i}a_{i,j}f_j,\ i\in N \text{ из } l_{pv} \text{ в } l_{qu}. \tag{1}$$

Относительно элементов матрицы *A* будем предполагать, что они удовлетворяют дискретному «условию Ойнарова», т.е. существует $d\geq 1$ и

$$\frac{1}{d}\left(a_{i,k}+a_{k,j}\right)\leq a_{i,j}\leq d\left(a_{i,k}+a_{k,j}\right) \tag{2}$$

при $i\geq k\geq j\geq 1$.

Начальная попытка исследования матричного оператора (1) имеется в работе [1], где при некоторых предположениях на элементы матрицы $(a_{i,j})$ даны достаточные условия ограниченности оператора в пространствах l_p. Далее в работах [2, 3] были получены критерии ограниченности и компактности матричного оператора (1), когда элементы матрицы $(a_{i,j})$ удовлетворяют условию (2) при различных значениях параметров пространств последовательностей.

В частности, в работе [2] получено следующее утверждение:

Теорема А. Пусть $1<p\leq q<\infty$ и выполнено (2). Тогда оператор *A* ограничен из l_{pv} в l_{qu} тогда и только тогда, когда $D=\max\{D_1,D_2\}<\infty$, при этом $\|A\|_{p\to q}\approx D$, где $\|A\|_{p\to q}$ норма оператора *A* из l_{pv} в l_{qu} и

$$D_1=\sup_{i\geq 1}\left(\sum_{n=i}^{\infty}u_n^q\right)^{\frac{1}{q}}\left(\sum_{j=1}^{i}a_{i,j}^{p'}v_j^{-p'}\right)^{\frac{1}{p'}},$$

$$D_2=\sup_{i\geq 1}\left(\sum_{n=i}^{\infty}a_{n,i}^{q}u_n^q\right)^{\frac{1}{q}}\left(\sum_{j=1}^{i}v_j^{-p'}\right)^{\frac{1}{p'}}.$$

Однако, при решении различных задач, существующие критерии ограниченности матричных операторов не всегда подходит для исследуемого объекта, и в этом случае приходится использовать альтернативные критерии. Поэтому, целью данной работы является установить новый альтернативный критерий ограниченности матричного оператора (1) из l_{pv} в l_{qu} при $1 < p \le q < \infty$ в предположении условия (2).

Замечание. Далее неравенства вида $M \le \alpha K$, когда значение положительной постоянной α для нашей цели не существенно, будем обозначать $M << K$, а $M \approx K$ будет означать наличие двусторонней оценки $M << K << M$.

2. Основной результат

Пусть

$$B_1 = \sup_{i\ge 1}\left(\sum_{n=i}^{\infty} u_n^q\right)^{-\frac{1}{q'}}\left(\sum_{j=i}^{\infty} v_j^{-p'}\left(\sum_{k=j}^{\infty} a_{k,j} u_k^q\right)^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}},$$

$$B_2 = \sup_{i\ge 1}\left(\sum_{n=i}^{\infty} a_{n,i}^q\, u_n^q\right)^{-\frac{1}{q'}}\left(\sum_{j=i}^{\infty} v_j^{-p'}\left(\sum_{k=j}^{\infty} a_{k,j}^q u_k^q\right)^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}}.$$

.

Теорема 1. *Пусть* $1 < p \le q < \infty$ *и выполнено (2). Тогда оператор A ограничен из* l_{pv} *в* l_{qu} *тогда и только тогда, когда* $B = \max\{B_1, B_2\} < \infty$, *при этом* $\|A\|_{p\to q} \approx B$.

Для доказательства Теоремы 1 мы используем следующую Лемму, доказанную в работе [4]:

Лемма А. *Пусть* $1 < q < \infty$, $u = \{u_i\}_{i=1}^{\infty}$, $u \ge 0$ *и* A*–матричный оператор вида (1) с условием (2). Пусть для* $f = \{f_i\}_{i=1}^{\infty}$

$$\sum_{n=1}^{\infty}\left(u_n\sum_{i=1}^{n} a_{n,i} f_i\right)^q < \infty.$$

Тогда

$$\sum_{n=1}^{\infty}\left(u_n\sum_{i=1}^{n} a_{n,i} f_i\right)^q \approx \sum_{i=1}^{\infty} f_i\left(\sum_{j=1}^{i} f_j\right)^{q-1}\sum_{n=i}^{\infty} a_{n,i}^q u_n^q +$$

$$+\sum_{i=1}^{\infty} f_i\left(\sum_{j=1}^{i} a_{i,j} f_j\right)^{q-1}\sum_{n=i}^{\infty} a_{n,i} u_n^q, \tag{3}$$

где константы эквивалентности не зависят от f.

Доказательство Теоремы 1. *Необходимость.* Пусть оператор *A* ограничен из l_{pv} в l_{qu}. Тогда сопряженный оператор A^* ограничен из $l_{q'u^{-1}}$ в $l_{p'v^{-1}}$, т.е. выполнено неравенство

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} v_n^{-p'}\left(\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}\, g_i\right)^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}} \le \|A\|\left(\sum_{i=1}^{\infty}\left|u_i^{-1} g_i\right|^{q'}\right)^{\frac{1}{q'}}, \tag{4}$$

где $\|A\|$- норма оператора A из l_{pv} в l_{qu}.

Из (3) и из ограниченности оператора *A* из l_{pv} в l_{qu} имеем

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_n\left(\sum_{k=1}^{n} f_k\right)^{q-1}\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q u_i^q \le C\sum_{n=1}^{\infty}\left(u_n\sum_{k=1}^{n} a_{n,k} f_k\right)^q \le C\|A\|^q\left(\sum_{i=1}^{\infty}\left|v_i f_i\right|^p\right)^{\frac{1}{p}} < \infty.$$

Следовательно, $\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q u_i^q < \infty$ для всех $n \in N$.

Из (2) следует, что $a_{i,n} \geq \frac{1}{d} a_{k,n}$ при $i \geq k$. Поэтому $\left(\frac{1}{d} a_{k,n}\right)^q \sum_{i=k}^{\infty} u_i^q \leq \sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q u_i^q < \infty$, т.е. $\sum_{i=k}^{\infty} u_i^q < \infty$ для всех $k \geq 1$.

Пусть $k \in N$ и $k > 1$. Положим $g_i = 0, \quad 1 \leq i \leq k-1$ и $g_i = u_i^q, \quad i \geq k$. Тогда из (4) имеем

$$\left(\sum_{n=k}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n} u_i^q\right)^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}} \leq \|A\| \left(\sum_{i=k}^{\infty} u_i^q\right)^{\frac{1}{q'}}.$$

Откуда

$$B_1 = \sup_{k \geq 1} \left(\sum_{i=k}^{\infty} u_i^q\right)^{-\frac{1}{q'}} \left(\sum_{n=k}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n} u_i^q\right)^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}} \leq \|A\| < \infty \tag{5}$$

Теперь, положим, $g_i = 0, \quad 1 \leq i \leq k-1$ и $g_i = a_{i,k}^{q-1} u_i^q, \quad i \geq k$. Тогда из (4) получим

$$\left(\sum_{n=k}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}\, a_{i,k}^{q-1}\, u_i^q\right)^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}} \leq \|A\| \left(\sum_{i=k}^{\infty} a_{i,k}^q\, u_i^q\right)^{\frac{1}{q'}}$$

или в силу соотношения $a_{i,k} \geq \frac{1}{d} a_{i,n}$ при $k \leq n$, вытекающее из (2), получим

$$\left(\frac{1}{d}\right)^{q-1} \left(\sum_{n=k}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q\, u_i^q\right)^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}} \leq \|A\| \left(\sum_{i=k}^{\infty} a_{i,k}^q\, u_i^q\right)^{\frac{1}{q'}}.$$

Откуда

$$B_2 \leq \|A\| d^{\,q-1} < \infty \tag{6}$$

Из (5) и (6) имеем

$$B = \max\{B_1, B_2\} \leq \|A\| d^{\,q-1} \tag{7}$$

Достаточность. Пусть $B < \infty$. Пусть f – финитная неотрицательная последовательность из l_{pv}. Тогда используя неравенство Гёлдера, получим

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_n \left(\sum_{k=1}^{n} f_k\right)^{q-1} \sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q\, u_i^q \leq \left(\sum_{n=1}^{\infty} (v_n f_n)^p\right)^{\frac{1}{p}} \left(\sum_{n=1}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{k=1}^{n} f_k\right)^{p'(q-1)} \left(\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q\, u_i^q\right)^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}} = \tag{8}$$

$$= J \left(\sum_{n=1}^{\infty} (v_n f_n)^p\right)^{\frac{1}{p}}$$

Произведем преобразование Абеля

$$J = \left(\sum_{n=1}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{k=1}^{n} f_k\right)^{p'(q-1)} \left(\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q\, u_i^q\right)^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}} = \left(\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{j=n}^{\infty} v_j^{-p'} \left(\sum_{i=j}^{\infty} a_{i,j}^q u_i^q\right)^{p'} \Delta^{-} \left(\sum_{k=1}^{n} f_k\right)^{p'(q-1)}\right)^{\frac{1}{p'}} \tag{9}$$

где $\Delta^{-} F_n = F_n - F_{n-1}$.

Из $B_2 < \infty$ имеем $\sum\limits_{j=n}^{\infty} v_j^{-p'} \left(\sum\limits_{i=j}^{\infty} a_{i,j}^q \, u_i^q \right)^{p'} \le B_2^{p'} \left(\sum\limits_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q \, u_i^q \right)^{\frac{p'}{q'}}$. Применяя это соотношение к (9) и обозначение $\Delta^+ F_n = F_n - F_{n+1}$, получим

$$J \le B_2 \left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(\sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q \, u_i^q \right)^{\frac{p'}{q'}} \Delta^- \left(\sum_{k=1}^{n} f_k \right)^{p'(q-1)} \right)^{\frac{1}{p'}} =$$

$$= B_2 \left[\left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(\sum_{s=n}^{\infty} \left(\Delta^+ \sum_{i=s}^{\infty} a_{i,s}^q u_i^q \right) \left(\Delta^- \left(\sum_{k=1}^{n} f_k \right)^{p'(q-1)} \right)^{\frac{q'}{p'}} \right)^{\frac{p'}{q'}} \right)^{\frac{q'}{p'}} \right]^{\frac{1}{q'}} \le$$

(применим неравенство Минковского)

$$\le B_2 \left[\sum_{s=1}^{\infty} \left(\Delta^+ \sum_{i=s}^{\infty} a_{i,s}^q \, u_i^q \right) \left(\sum_{n=1}^{s} \Delta^- \left(\sum_{k=1}^{n} f_k \right)^{p'(q-1)} \right)^{\frac{q'}{p'}} \right]^{\frac{1}{q'}} = B_2 \left[\sum_{s=1}^{\infty} \left(\Delta^+ \sum_{i=s}^{\infty} a_{i,s}^q \, u_i^q \right) \left(\sum_{k=1}^{s} f_k \right)^q \right]^{\frac{1}{q'}} \le$$

$$\le B_2 \left[\sum_{s=1}^{\infty} f_s \left(\sum_{k=1}^{s} f_k \right)^{q-1} \sum_{i=s}^{\infty} a_{i,s}^q \, u_i^q \right]^{\frac{1}{q'}} << B_2 \left(\sum_{s=1}^{\infty} u_s^q \left(\sum_{i=1}^{s} a_{s,i} \; f_i \right)^q \right)^{\frac{1}{q'}} \qquad (10)$$

В последнем неравенстве использовано (3).

Из (8) и (10), получим

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_n \left(\sum_{k=1}^{n} f_k \right)^{q-1} \sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n}^q u_i^q << B_2 \left(\sum_{n=1}^{\infty} (v_n \, f_n)^p \right)^{\frac{1}{p}} \left(\sum_{s=1}^{\infty} u_s^q \left(\sum_{i=1}^{s} a_{s,i} \, f_i \right)^q \right)^{\frac{1}{q'}}. \qquad (11)$$

Опять применяя неравенство Гёлдера, получим

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_n \left(\sum_{k=1}^{n} a_{n,k} \, f_k \right)^{q-1} \sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n} u_i^q \le \left(\sum_{n=1}^{\infty} (v_n \, f_n)^p \right)^{\frac{1}{p}} \hat{J}\,, \qquad (12)$$

где $\hat{J} = \left(\sum\limits_{n=1}^{\infty} v_n^{p'} \left(\sum\limits_{k=1}^{n} a_{n,k} \; f_k \right)^{p'(q-1)} \left(\sum\limits_{i=n}^{\infty} a_{i,n} u_i^q \right)^{p'} \right)^{\frac{1}{p'}}$.

Применим преобразование Абеля

$$\hat{J} = \left(\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{j=n}^{\infty} v_n^{p'} \left(\sum_{i=j}^{\infty} a_{i,j} \, u_i^q \right)^{p'} \Delta^- \left(\sum_{k=1}^{n} a_{n,k} \, f_k \right)^{p'(q-1)} \right)^{\frac{1}{p'}}.$$

Используя соотношение $\sum\limits_{j=n}^{\infty} v_j^{-p'} \left(\sum\limits_{i=j}^{\infty} a_{i,j} u_i^q \right)^{p'} \le B_1^{p'} \left(\sum\limits_{i=n}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{p'}{q'}}$, вытекающее из $B_1 < \infty$, имеем

$$\hat{J} = B_1 \left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(\sum_{i=n}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{p'}{q'}} \Delta^- \left(\sum_{k=1}^{n} a_{n,k}\ f_k \right)^{p'(q-1)} \right)^{\frac{1}{p'}} =$$

(далее оцениваем также, как и выше)

$$= B_1 \left[\left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(\sum_{s=n}^{\infty} \left(\Delta^+ \sum_{i=s}^{\infty} u_i^q \right) \left(\Delta^- \left(\sum_{k=1}^{n} a_{n,k} f_k \right)^{p'(q-1)} \right)^{\frac{q'}{p'}} \right)^{\frac{p'}{q'}} \right)^{\frac{q'}{p'}} \right]^{\frac{1}{q'}} \leq$$

$$\leq B_1 \left(\sum_{s=1}^{\infty} \left(\Delta^+ \sum_{i=s}^{\infty} u_i^q \right) \left(\sum_{n=1}^{s} \Delta^- \left(\sum_{k=1}^{n} a_{n,k} f_k \right)^{p'(q-1)} \right)^{\frac{q'}{p'}} \right)^{\frac{1}{q'}} = B_1 \left(\sum_{s=1}^{\infty} \left(\Delta^+ \sum_{i=s}^{\infty} u_i^q \right) \left(\sum_{k=1}^{s} a_{s,k} f_k \right)^{q} \right)^{\frac{1}{q'}} =$$

$$= B_1 \left(\sum_{s=1}^{\infty} u_s^q \left(\sum_{k=1}^{s} a_{s,k} f_k \right)^{q} \right)^{\frac{1}{q'}} . \tag{13}$$

Из (12) и (13) имеем

$$\sum_{m=1}^{\infty} f_n \left(\sum_{k=1}^{n} a_{n,k} f_k \right)^{q-1} \sum_{i=n}^{\infty} a_{i,n} u_i^q \leq B_1 \left(\sum_{s=1}^{\infty} u_s^q \left(\sum_{k=1}^{s} a_{s,k} f_k \right)^{q} \right)^{\frac{1}{q'}} \left(\sum_{n=1}^{\infty} (v_n f_n)^p \right)^{\frac{1}{p}} . \tag{14}$$

Из (8), (11) и (14) имеем

$$\left(\sum_{s=1}^{\infty} u_s^q \left(\sum_{k=1}^{s} a_{s,k} f_k \right)^{q} \right)^{\frac{1}{q}} << (B_1 + B_2) \left(\sum_{n=1}^{\infty} (v_k f_k)^p \right)^{\frac{1}{p}},$$

т.е. оператор A ограничен из l_{pv} в l_{qu} и для его нормы $\|A\|$ имеет место оценка

$$\|A\| << (B_1 + B_2) << \max\{B_1, B_2\}.$$

Это соотношение вместе с (7) дает $\|A\| \approx B$. Теорема доказана.

Список использованной литературы:

1 Andersen K.F., Heinig H.P. Weighted norm inequalities for certain integral operators, SIAM J. Math.14 –1983. – № 14. –P. 834-844.

2 Ойнаров Р., Шалгинбаева С.Х., Весовая аддитивная оценка одного класса матричных операторов // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. –2004. –№ 1. –С. 39-49.

3 Oinarov R., Okpoti C.A., Persson L.-E.Weighted inequalities of Hardy type for matrix operators: the case q < p, Math. Inequal. Appl. –2007. –V.10, № 4. –P. 843-861

4 Калыбай А.А., Темирханова А.М., Ключевая лемма в вопросе ограниченности матричного оператора в весовых пространствах // Вестник КазНПУ им. Абая. -2019. –№ 3(67). –С.38-43.

МРНТИ 27.01.45
УДК 37

DIGITAL RESOURCE TO STUDY MATHEMATICS AND MANAGE THE LEARNING PROCESS OF STUDENTS BY KHAN ACADEMY

Mardenova L.K. [1]*, Maksat A.* [1]

[1]*University of International Business, Almaty, Kazakhstan*

Abstract

This article shortly researches how does it work: one of the popular free online platforms called Khan Academy to study Mathematics in the perspective of methodology of teaching. Khan Academy is free online platform with video tutorials and explanations with exercise dashboard for learning subjects like Mathematics, Science and more. This digital resource provides statistics for teachers to monitor the progress of students. In this article written explanations why it is effective and how it could be implemented to Kazakhstan's schools. The method of research is observing the experiences of overseas schools by analyzing articles and additionally made a personal observation of the platform. Schools in the American continent use flipped classes with Khan Academy to learn Mathematics inside and outside of the class effectively for non-cost. This idea of flipped class for mathematics would be efficient in Kazakhstani schools for secondary school students and also for students who are preparing for taking National Common Test for entrance to university.

Keywords: e-learning, blended learning, online courses, flip class, digital media, education, pedagogy, ICT in teaching Mathematics, preparing for test.

Аңдатпа

Л.Қ. Марденова [1]*, А. Мақсат* [1]

[1] *Халықаралық Бизнес Университеті, Алматы қ., Қазақстан Републикасы*

ХАН АКАДЕМИЯСЫ АРҚЫЛЫ МАТЕМАТИКАНЫ ОҚУҒА АРНАЛҒАН САНДЫҚ ҚОР МЕН ОҚУШЫЛАРДЫҢ ОҚУ ПРОЦЕСІН ҚАДАҒАЛАУ

Бұл мақалада танымал тегін онлайн платформалардың бірі «Хан Академия» (Khan Academy) математика пәнін оқыту әдістемесі тұрғысынан қалай жұмыс істейтіні туралы қысқаша зерттелді. «Хан Академиясы» бейне-нұсқаулықтарға, тақырыптарға арнайы жаттығулар мен соған түсініктемелерге толы математика, жаратылыстану ғылымдары және тағы да көп сабақтарға арналған тегін онлайн платформа. Бұл сандық қор мұғалімдерге оқушыларының үлгерімін бақылау үшін статистика ұсынады. Бұл мақалада неге ол тиімді және қалай ол Қазақстан мектептерінде қолданыла алатындығы туралы түсіндірмелер жазылған. Зерттеу әдісі шетелдегі мектептердің тәжірибесі туралы мақалаларды талдай отырып, сол палтформаны жеке қадағалау. Америка континентіндегі мектептердегі оқушылар «Хан Акакдемиясын» қолдана отырып, алдын-ала оқу әдісімен математиканы сынып ішінде де сыртта да тиімді әрі шығынсыз үйренеді. Математиканы оқытуға арналған сыныптың бұл идеясы қазақстандық мектептерде орта мектеп оқушылары үшін, сондай-ақ ЖОО-ға түсу үшін Ұлттық бірыңғай тест тапсыруға дайындалатын оқушыларға да тиімді болар еді.

Түйін сөздер: электронды оқыту, аралас оқыту, онлайн курстар, флип-класс (алдын-ала оқыту), сандық медиа, білім беру, педагогика, математиканы оқытудағы АКТ, тестке дайындық.

Аннотация

Л. К. Марденова[1]*, А.Максат*[1]

[1] *Университет Международного Бизнеса, г. Алматы, Республика Казахстан*

ЦИФРОВОЙ РЕСУРС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ АКАДЕМИИ ХАН

В статье исследуется, как работает одна из популярных бесплатных онлайн-платформ Khan Academy для изучения математики с точки зрения методологии обучения. Khan Academy - это онлайн-платформа с видеоуроками и объяснениями, с панелью упражнений для изучения предметов, как математика, естествознание и многое другое. Этот цифровой ресурс предоставляет учителям статистику для мониторинга успеваемости учащихся. В статье описано, почему оно эффективно и как его можно реализовать в школах Казахстана. Метод исследования заключается в наблюдении за опытом зарубежных школ путем анализа статей и личного наблюдения за платформой. Школы на американском континенте используют перевернутые классы, чтобы эффективно изучать математику в классе и за его пределами без затрат. Идея перевернутого класса по математике была бы эффективна в казахстанских школах для учащихся средних школ, а также для учащихся, которые готовятся к сдаче общенационального единого тестирования для поступления в университеты.

Ключевые слова: электронное обучение, смешанное обучение, онлайн-курсы, флип-класс, цифровые медиа, образование, педагогика, ИКТ в обучении математике, подготовка к тестированию.

Introduction

Education level of schools in Kazakhstan is high, although it might be stressful for both teachers and students. If we talk about mathematics classes at schools, we assume when educator teaches new concept or topic, in each class there are students who learn fast and waits for others, also there are students who need more explanation and differentiated examples with one-to-one connection, and also students who follow the teacher at the same path, but need an assistance (of teacher or peers).

In Kazakhstan status quo of teaching process is like following: when teacher explains new concept, they use blackboard or whiteboard to write formulas or show presentations. Then teacher gives exercises for all the class and walks around to help, if someone needs. Sometimes teachers divide class into smaller groups. In that case students supposed to help each other, but in reality, children help each other by telling the answer, but not the explanation how to solve the problem. In order to avoid it, everyone should get individual tasks. This might consume products and time to make up new equations, finding training books to share the exercises, so teachers need a database with big amount of problems with explanation of the steps how it was solved and instant feedback for errors of students. Next problem is time consumption for teachers, who are going to check the results and ways of solving a problem of each student. If one class approximately consists of 20-30 students, at school there about 2-5 the same age classes (forms) which have 1 or 2 teachers for one subject like Mathematics. Therefore, things like checking the copybooks, writing a feedback, assessing might grab valuable time for working in the class and preparing new materials for each class.

AIM

The aim of this article is to increase awareness of teachers about online educational free platforms to teach children mathematics with different methods. As a new specialists of teaching Mathematics, we have conducted text-based research with Kazakhstani teachers and students who use Khan Academy [1] or similar online Kazakhstani platforms as “Daryn.Online”[2] to ask their experience with working in online digital platforms to change the current results of doing Mathematical exercises. Our tasks are:

- Firstly, we need to explain what Khan Academy is.
- Secondly, we describe its functions as features that makes it useful tool to study Mathematics.
- Last but not least, we will make a hypothesis on how this might be applied to Kazakhstani schools in voluntarily way to teach and study Mathematics.

Introduction To Khan Academy

Khan Academy is free and online website which consists of video materials as short tutorials and exercises to work out on each topic of Science, Mathematics, Test preparations, Computing and more. This online digital platform is mostly used in the United States of America due to the origins in Silicon Valley. The Khan Academy is mostly used for blended-learning classes, where students learn, for example, Mathematics in the class and also at home by themselves. Teachers in this case can track the progress of each student via assignments or their course goal achievements.

The benefits of using Khan Academy was researched by the organisation SRI [3]. Findings from the research of SRI in the schools of California as following below.

First of all, the research was able to show the strong as well as the gaps and weak points on the platform of Khan Academy. Thanks to the feedback sessions in the process of the research that gave an opportunity to make clear a lot of points. Teachers who were participated in the research had similar willings and gratitudes for the app and website due to several advantages that are demonstrated by the learning platform. These are findings that are relevant to our dissertation and could be useful for the teachers in Kazakhstan who will have a willing to implement Khan Academy in CLIL Mathematical classes:

1) The number of videos and topics as subtopics are raised, so it is full of resources website which can be as an instructional tool. The topics are divided by grades of a class and also divided by topics and fields like geometry, algebra, calculus and so forth;

2) Difficult topics are divided into series of videos to serve as a tutorials for each step and stage in understanding any mathematical concept. So the teachers can use piece of whole video to explain concepts and show the instructions how to do and solve problems;

3) It is well designed to connect teacher with students. First of all, the topics covered by grades of a class are correlated with the normatives of the State curriculum which makes it easier to use. However, the curriculum of the USA and Kazakhstan are different by its level of difficulty and differentiation of covered topics year-by-year. Secondly, the analysis and quick feedback reports from assignments on the progress of each student gives demonstrates where the student needs support and when it is not enough exercises for him

or her. So, it shows highly individual approach and less energy consumption than traditional way of checking on the progress of a student.

The website is allowing teachers and students to be independent from electronic device, which means, student or teacher can have an access to their progress and dashboard just by knowing the name of website, their username and password. Every teacher who is moving from one classroom to another can also have an access to the same results from any computer. This is device independence.

Despite of this, the website itself was made based on feedbacks of researched users. The usage of Khan Academy in the beginning was not well designed as it is nowadays. However, during the 2 school years the reports were telling what to make better and what is not working well and how to fix it. As a researcher, I believe by implementing a blended learning, to teach students how to learn independently, we can improve these processes for the better in the cultural understanding of Kazakhstan.

The main important finding is the effectiveness and impact of Khan Academy on academic progresses of the students. 85% of teachers who were under the research reported that they believed into positive impact of Khan Academy, where 42% of teachers reported a strong impact on comprehension of students learning Mathematics [3].

As for the students, 32% of students admitted the positive impact of Khan Academy on the liking Mathematics more since using the website and 45% of students told that they could learn effectively more concepts even without a help of a teacher.

So the findings and results of using a digital resource mostly helped to improve the free of charge online digital platform to learn Mathematics and had a positive impact on users. Teachers have curriculum friendly, user friendly design of the lessons, so they can use it for several purposes, also the function to report. Students can find any topic and assign for themselves a mastery goals and can see infographics of their progress how they are achieving their goal(s). The reports from the teachers and readiness of website owners could change a lot of features to make it better tool to educate a lot of people all around the world in any time, at any age.

Why mostly the USA's schools use this digital platform can be explained by linguistic matter, because the website properly and freely works in the Commonwealth of Independent States (CIS) countries, but the original content is in English. In order to exercise new learnt topic, you need to know English or Spanish, Brazilian Portuguese, otherwise you will not have access to high quality content as exercises, specialist's explanation of topic in the video and so forth. However, it would be beneficial to conduct a researches in CLIL classes in Kazakhstan with using Khan Academy as a digital online resource to learn and teach.

Resources (video materials) of Khan Academy are available in other languages like Russian, which is common language for the CIS. Volunteers all over the world translate the content of each video as much as possible. Although the exercises cannot be translated by each individual, the only thing students who study in other languages than English, Spanish, Brazilian Portuguese - they cannot work out in their own native language. This might be one of the reasons why Kazakhstani schools do not use free and accessible platform Khan Academy to teach and study Mathematics, Science.

The encourages of using and adapting new methods of teaching mathematics

As ex-Minister of Education and Science of Republic of Kazakhstan Erlan Sagadiev said, Kazakhstan falls behind not by quality of education, but by method of teaching. He made reforms that are encouraging students to study by analyzing, not by mechanically memorizing. Before the reforms, students at schools had to take a test after graduation and by the results enter the university and leave the school as in the USSR. However, some subjects' question-answers were repetitive, so the children could learn by heart the answers and pass the test, which is a job of low-quality use of intellect. Nowadays, tests are made as SAT which is appropriate to take and be approved to study at university. The reason why this question matters is this reform shows how students were taught and how it is changing. If we treat students to learn further by their intrinsic motivation, and as educators can teach them how to learn or study concepts, that would be appreciated work for further generations [4].

The new technologies are growing, a lot of new technologies are accessible and free, but the problem is students use them not properly. For example, the application like PhotoMath supposed to help to see the steps how to solve the problems like equations, algebraic problems, but in the reality mostly students use it for solving homework without thinking too much about the problem. What about Khan Academy, it works on laptops, iOS and Android Operating Systems and made to exercise the concepts on Mathematics to drill it better.

Several ideas on how to use online platform in the class of mathematics

There are two solutions how to use Khan Academy for beneficial productivity of students and teachers in Kazakhstan. First solution is to study materials related to Mathematics in English. As Kazakhstan encourages teachers who teach students in English (because of trilingual educational system), it is possible to continue to use Khan Academy as it is in English version. The second solution that is known for sure at this current moment is to create the same or alike platform which will be easy to use on any device (as YouTube, for example), well-designed (so even little children will know how to use it by exploring the website), fulfilled with content on STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) and other lectures.

Possible effective reasons to implement khan academy

Why this is much more effective than making tests and teaching only in the class. There are few reasons.

First and main reason is children are different. Their learning speed, multiple intelligence (the way how the students learn better) are differ, and this information related to the adults too [5]. When one teacher explains new material in an excellent way for about 25-30 students, often there are students who cannot pay proper attention, need another explanation, need a repetition, afraid to ask questions or maybe they are understood the basic information and need to go faster further and so forth. For one teacher it might be need heroic tranquility to repeat some concepts over and over again, explain by another way to the student (or students) left behind, or to give something interesting for the students who really way ahead of the class at the same time, so mostly teachers focus on majority of class and only after the class they can work with students who need the special attention.

This consumes a lot of humanistic efforts like time, energy and willing. The platform as Khan Academy can help teachers and students. While student forgot the meaning of concept, did not understand the learning material, needs a tutor to check the exercises he or she is doing, digital technology can be as a one-to-one tutor if there is enough database to work with. The students can learn Mathematics outside of school without fear of repeating the question, because they can allow to replay the video when they are by themselves and there is only calm voice of instructor in the video that never changes by time of repeating the concept again and again (and it is totally free of charge). It is like a book but with dashboard and the place where student can train (work out) what he or she understood. If there are questions, there is also provided moderated chat. So, student can learn in safe environment where students can share the questions and write down the answers for the misunderstandings related to the topic and get involved to learning and teaching processes together. Also, the exercises provide step-by-step solution if the student stuck with the problem.

There is a button which asks for help and written beforehand instructions will be shown, so student can exercise the next similar problem. Additionally, there are also quizzes for acquired skills to close the gaps of studied program. The system counts for the time spent on problem, right and not right answers of the student (note, the student cannot skip the question with wrong answer, he or she will see the right way to answer) and more. So, the teacher can see authorized students in his or her class to monitor the progress and work with the students in really effective way, because most of the manual work will be done by database and computer program.

The next reason why this is effective is that student can work outside of the class without being distracted by 40 minutes breaks (in Kazakhstan one class continues for 40 minutes) from one class to another. It is important to stay focused on one activity for a long time with little breaks to have physical activity as walking, stretching, drinking a water. Mostly it is recommended to work on a single task every 25 minutes with 5 minutes breaks and this method called Pomodoro [6]. Nowadays with a lot of distractions like social network platforms as VK, Facebook, Messenger, Instagram and so forth, people are upbringing themselves as easily distracted and hard on staying focused on big texts, amount of works that are big enough as acquiring new skill from the beginning[7]. So, with the case of Khan Academy or digital blended learning, students can choose time how much they want and need to study.

The third reason to get involved into Khan Academy is the developers research how to modify learning tools and get rid of manual work which can be digitized. For example, Khan Academy now (2020) in a partnership with also non-profit organization NWEA working on MAP Accelerator [8] which helps to monitor the progress of the students and then make an individual study plan for each learner there with the help of their own teachers. Most of the researches done By Khan Academy itself about effectiveness of their tool in learning Mathematics. Unfortunately, the researches are done in the realities of the USA, so there are not so much data on how it is used outside of the States.

Conclusion

As teachers of new generation who qualified to teach their subjects in English it might be a great opportunity to conduct a research inside of Kazakhstan by testing Khan Academy for Kazakhstani schools. Even the problem of schools in Kazakhstan with digital media can be distinguished as 1 computer per 18 students [9], majority of the students have access to Internet by iOS and Android. The question is we should not wait until all the equipments will be ready at schools, children should use in a proper way their devices like smartphones and tablets, so we should provide classes on the internet literacy. Providing classes with Khan Academy can be realistic by using method of CLIL (Content Language Integrated Learning) where children will use command language for instructions and will follow mostly native speakers of English in the subjects like Mathematics. We need to take into consideration this kind of experiments in special classes and schools where experiments of this kind are allowed.

References:

1 Khan S.A. personalized learning resource for all ages [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.khanacademy.org

2 Дарын Онлайн платформасы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://daryn.online

3 Murphy, R., Gallagher, L., Krumm, A ., Mislevy, J., & Hafter, A. (2014). Research on the Use of Khan Academy in Schools. Menlo Park, CA: SRI Education.

4 Мадиходжаева А., Батенова Д. Реформы и эксперименты Ерлана Сагадиева на посту министра образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://informburo.kz/stati/reformy-i-eksperimenty-erlana-sagadieva-na-postu-ministra-obrazovaniya.html

5 Gardner H. E. Multiple Intelligences: New Horizons in Theory and Practice. – NY.: Basic Books; Reprint edition, 2006. – 320 pages

6 Cirillo F. The Pomodoro Technique. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.baomee.info/pdf /technique/1.pdf

7 Bernard R. M. Digital Distractions in the Classroom Phase II: Student Classroom Use of Digital Devices for Non-Class Related Purposes. Journal of Media Education Vol. 7 Iss. 1 (2016) p. 5 – 32

8 MAP ACCELERATOR. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.nwea.org/map-accelerator/

9 Ministry of Education and Science. Strategic Plan of Republic of Kazakhstan for 2014-2018 years. Republic of Kazakhstan [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.edu.gov.kz/ru/deyatelnost/detail.php? ELEMENT_ID=58&sphrase_id=213777

МРНТИ 27.01.45
УДК 372.851

Д.М. Нурбаева[1], Ж.М. Нурмухамедова[1], С. Ералиев[1], Б.М. Косанов[1]

[1]Казахский национальный педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

О РАЗВИТИИ МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ РЕШЕНИИ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ И НЕРАВЕНСТВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ АЛГЕБРЫ

Аннотация

В статье рассмотрены решения тригонометрических неравенств с помощью единичной окружности. На конкретных примерах показано ее применение для всех тригонометрических функций, а именно синус, косинус, тангенс и котангенс. Также приводится объяснение того, как правильно определить период для решений неравенств. Прежде чем разбирать решение тригонометрических неравенств, авторы статьи представляют вниманию решение тригонометрического уравнения по формуле, но корни его изображены на единичной окружности, где подробно изложено объяснение самой записи решения этого уравнения. На рисунках в статье демонстрируются изображения, которые должны быть представлены учителем на доске при решении тригонометрических неравенств. Статья написана доступным языком, при прочтении которой метод единичной окружности будет понятен не только действующим учителям, но и студентам младших курсов педагогических вузов.

Ключевые слова: тригонометрические уравнения, неравенства, единичная окружность.

Аңдатпа

Д.М. Нурбаева[1]*, Ж.М. Нурмухамедова*[1]*, С. Ералиев*[1]*, Б.М. Косанов*[1]
[1]*Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университет, Алматы қ., Қазақстан*

МЕКТЕП АЛГЕБРА КУРСЫНДА ТРИГОНОМЕТРИЯЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР МЕН ТЕҢСІЗДІКТЕРДІ ШЕШУ БАРЫСЫНДА ОҚУШЫЛАРДЫҢ ОЙЛАУ ҚАБІЛЕТІН ДАМЫТУ ТУРАЛЫ

Мақалада тригонометриялық теңсіздіктерді бірлік шеңбер көмегімен шешу мәселесі қарастырылған. Оның барлық оригонометриялық функциялар үшін, яғни синус, косинус, тангенс, котангенс функциялары үшін қолданыстары нақты мысалдар арқылы көрсетілген. Сонымен қатар теңсіздіктерді шешу үшін периодты дұрыс табу жолдары түсіндірілген. Мақала авторы тригонометриялық теңсіздіктерді шешуді түсіндірмес бұрын тригонометриялық теңдеулерді шешу әдістеріне тоқталады және мұндай теңдеулердің шешімдерін бірлік шеңбер бойында кескіндеуді егжей-тегжейлі қарастырған. Мұғалімнің оқушыларға тақтада көрсетуі тиіс кескіндер мақалада суреттер арқылы көрсетілген. Мақала бірлік шеңбер әдісін тек мұғалімдер ғана емес, педагогикалық жоғары оқу орындарының төменгі курс студенттері де ұғатындай түсінікті тілде жазылған.

Түйін сөздер: тригонометриялық теңдеулер, теңсіздіктер, бірлік шеңбер.

Abstract

ABOUT DEVELOPMENT OF STUDENTS ' THINKING WHEN SOLVING TRIGONOMETRIC EQUATIONS AND INEQUALITIES IN THE SCHOOL ALGEBRA COURSE

D.M. Nurbayeva[1]*, Zh.M. Nurmukhamedova*[1]*, S. Yeraliyev*[1]*, B.M. Kossanov*[1]
[1]*Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan*

The article deals with solutions of trigonometric inequalities using the unit circle. Specific examples show its application for all trigonometric functions, namely sinus, cosine, tangent and cotangent. An explanation of how to correctly define the period for solving inequalities is also provided. Before analyzing the solution to trigonometric inequalities, the authors present the solution of trigonometric equations according to the formula, but his roots are depicted on the unit circle, where detailed explanation of the record of solutions of this equation. The pictures in the article demonstrate the images that should be presented by the teacher on the blackboard when solving trigonometric inequalities. The article is written in an accessible language, when reading which the unit circle method will be understandable not only to current teachers, but also to students of Junior courses of pedagogical universities.

Keywords: trigonometric equations, inequalities, unit circle.

Известно, что тригонометрия (тригонометрические функции) широко используется в астрономии, в акустике, в электронике, в медицине, в морской и воздушной навигации, в машиностроении и многих других областях. Если раньше ее изучали как отдельный предмет в школе, то сейчас – это раздел в курсах алгебры и алгебры и начал анализа. Большое количество студентов будет изучать тригонометрические функции и в высших учебных заведениях. Поэтому, считаем необходимым сформировать достаточные знания в этой области, для чего требуется привить навыки решения тригонометрических уравнений и неравенств.

Если при решении тригонометрических уравнений у школьников не возникает особых затруднений, учитывая использование ими готовых формул, то тригонометрические неравенства обычно вызывают определенные проблемы.

В современных учебниках решать тригонометрические неравенства предлагается по готовым формулам, при чем при подстановке конкретных значений в них возникают ошибки, и использование графиков функций.

Считаем, что при решении тригонометрических уравнений и неравенств необходимо учить школьников использовать единичную окружность. Чтобы формировать навыки работы с единичной окружностью постепенно, понятие о ней требуется вводить параллельно с началом изучения тригонометрической функции. Например, основные значения тригонометрических функций следует показывать на графике единичной окружности.

В статье на всех рисунках будут показаны решения уравнений и неравенств так, как они должны выглядеть на доске при объяснении материала школьникам.

Пример 1. $\sin x = \frac{1}{2}$ (рисунок 1).

На единичной окружности это значение находится в следующих точках.

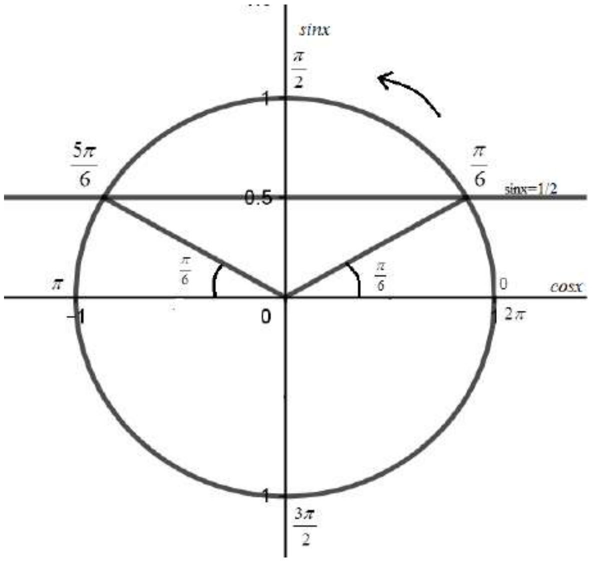


Рисунок 1.

$$x = (-1)^k \arcsin\frac{1}{2} + \pi k, k \in Z$$

$$x = (-1)^k \frac{\pi}{6} + \pi k, k \in Z$$

При $k = 0$ $x = \frac{\pi}{6}$; при $k = 1$ $x = -\frac{\pi}{6} + \pi = \frac{5\pi}{6}$;

при $k = 2$ $x = \frac{\pi}{6} + 2\pi$, то есть «пройдя» полный круг, мы попадаем в точку $x = \frac{\pi}{6}$; при $k = 3$ $x = -\frac{\pi}{6} + 3\pi = \frac{5\pi}{6} + 2\pi$, то есть опять через полный круг мы получаем точку $x = \frac{5\pi}{6}$.

Так при любом значении k решением будут являться две точки единичной окружности.

Вышесказанным формируются навыки понимания математической записи корней тригонометрического уравнения и умения самостоятельно (если учащийся забыл готовые формулы) определить общий вид его корней. Таким образом, начиная с основных понятий тригонометрии (а вводить единичную окружность необходимо с самого начала изучения тригонометрических функций), у школьников будет постепенно формироваться математическое мышление для проведения анализа и синтеза, необходимых для дальнейшего обучения в высшем учебном заведения.

Важную роль играет умение школьников определять период найденного решения уравнения или неравенства. Рассмотрим решение тригонометрических неравенств с помощью единичной окружности.

Пример 2. $\sin 2\alpha < \frac{\sqrt{3}}{2}$ (рисунок 2).

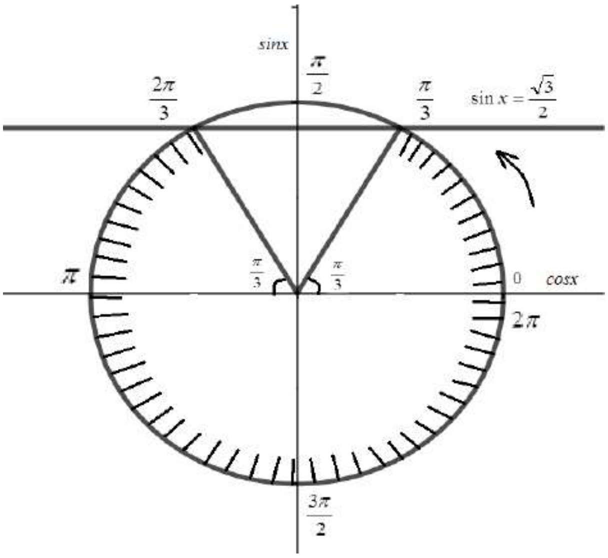


Рисунок 2.

Чтобы решить данное неравенство, во-первых введем обозначение $x = 2\alpha$, тогда неравенство перепишем следующим образом: $\sin x < \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Напомним учащимся, что решая неравенства на графике единичной окружности, значения синусов находятся на оси ординат, а косинусов – на оси абсцисс.

Проведем прямую $\sin x = \frac{\sqrt{3}}{2}$. Так как неравенство содержит знак «меньше», делаем вывод, что его решения находятся ниже этой прямой.

Чтобы указать значения точек, в которых эта прямая пересекла окружность, мы должны помнить, что должны «двигаться» против часовой стрелки.

Поэтому первым значением укажем левую точку пересечения окружности с прямой. Значение острого угла, синус которого $\frac{\sqrt{3}}{2}$, равен $\frac{\pi}{3}$.

Мы не «доходим» до значения π на угол $\frac{\pi}{3}$, то есть значение точки $\pi - \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{3}$. Значение второй точки будет равно $\frac{7\pi}{3}$, так как чтобы «добраться» до нее нужно «перейти» 2π на $\frac{\pi}{3}$ ($2\pi + \frac{\pi}{3} = \frac{7\pi}{3}$).

Чтобы попасть в каждую из точек получившейся дуги, необходимо сделать полный оборот, откуда следует, что периодом будет являться 2π . Получили, что $x \in \left(\frac{2\pi}{3} + 2\pi n;\ \frac{7\pi}{3} + 2\pi n,\ n \in Z\right)$. При записи интервала, напомним школьникам, что значение слева всегда меньше значения справа. Теперь используя сделанную нами замену найдем решение первоначального неравенства.

$x = 2\alpha \ \Rightarrow \frac{2\pi}{3} + 2\pi n < 2\alpha < \frac{7\pi}{3} + 2\pi n \Rightarrow \frac{\pi}{3} + \pi n < \alpha < \frac{7\pi}{6} + \pi n$. Ответ: $\alpha \in \left(\frac{\pi}{3} + \pi n;\ \frac{7\pi}{6} + \pi n,\ n \in Z\right)$

Пример 3. $2\cos\left(2x + \frac{\pi}{3}\right) \leq 1$ (рисунок 3).

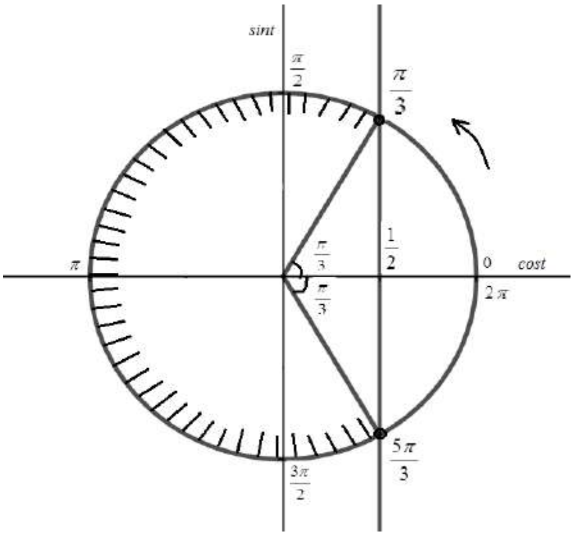


Рисунок 3.

Прежде чем, решить данное неравенство, преобразуем его: $\cos\left(2x + \frac{\pi}{3}\right) \leq \frac{1}{2}$.

Сделаем замену: $t = 2x + \frac{\pi}{3}$.

Тогда нам необходимо решить неравенство: $\cos t \leq \frac{1}{2}$. Прямая $\cos t = \frac{1}{2}$ пересекает единичную окружность в двух точках.

Так как знаком неравенства является знак «меньше», значит нужная нам дуга будет находиться левее этой прямой. Двигаясь против часовой стрелки, укажем значения точек пересечения, учитывая также, что периодом будет являться 2π : $\frac{\pi}{3} + 2\pi n \leq t \leq \frac{5\pi}{3} + 2\pi n,\ n \in Z$.

Учитывая сделанную нами замену, получим:

$$\frac{\pi}{3} + 2\pi n \leq 2x + \frac{\pi}{3} \leq \frac{5\pi}{3} + 2\pi n \ \Rightarrow 2\pi n \leq 2x \leq \frac{4\pi}{3} + 2\pi n \ \Rightarrow \ \pi n \leq x \leq \frac{2\pi}{3} + \pi n, n \in Z .$$

Ответ: $x \in \left[\pi n;\ \frac{2\pi}{3} + \pi n,\ n \in Z\right]$.

Пример 4. $tgx \geq 1$ [1] (рисунок 4).

Чтобы решить неравенство, содержащее тригонометрическую функцию tg, необходимо параллельно оси ординат справа, касаясь контура единичной окружности, провести прямую, которая и будет соответствовать данной тригонометрической функции. Отметим на прямой точку, значение которой соответствует 1, и соединим ее с центром окружности.

Эта прямая пересечет окружность в двух точках. Из заданного неравенства нам нужны значения большие 1, то есть все значения выше 1.

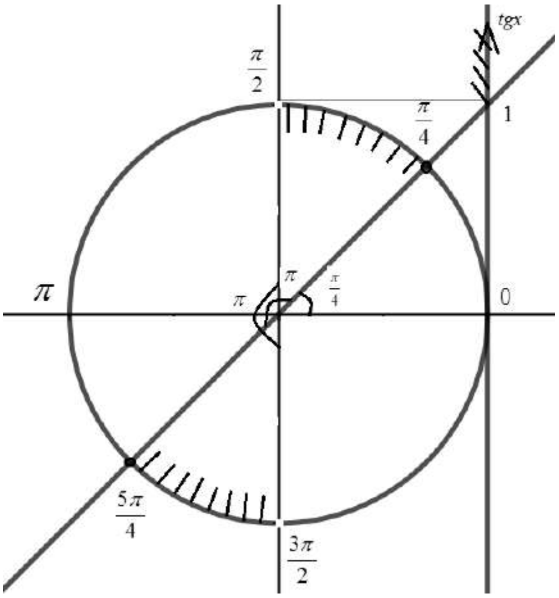


Рисунок 4.

На окружности штриховкой показаны дуги, соответствующие данным значениям. Следуя опять же против часовой стрелки, значение первой точки будет равно $\frac{\pi}{4}$. Решая неравенства, содержащие тригонометрическую функцию «тангенс», значения рассматриваются от $-\frac{\pi}{2}$ до $\frac{\pi}{2}$ ввиду области определения этой функции.

На рисунке ясно видно, что каждая точка дуги от $\frac{\pi}{4}$ до $\frac{\pi}{2}$ перейдет в соответствующие точки дуги от $\frac{5\pi}{4}$ до $\frac{3\pi}{2}$ через полукруг или π.

Следовательно решением данного неравенства будут интервалы $\left[\frac{\pi}{4}+\pi n,\ \frac{\pi}{2}+\pi n,\ n\in Z\right)$.

Ответ: $x\in\left[\frac{\pi}{4}+\pi n,\ \frac{\pi}{2}+\pi n,\ n\in Z\right)$.

Пример 5. $ctg(x-\frac{\pi}{3})<\sqrt{3}$ [1] (рисунок 5).

Аналогично решаются и тригонометрические неравенства, содержащие функцию *ctg*.

Линия котангенсов находится параллельно оси абсцисс и касается линии единичной окружности сверху.

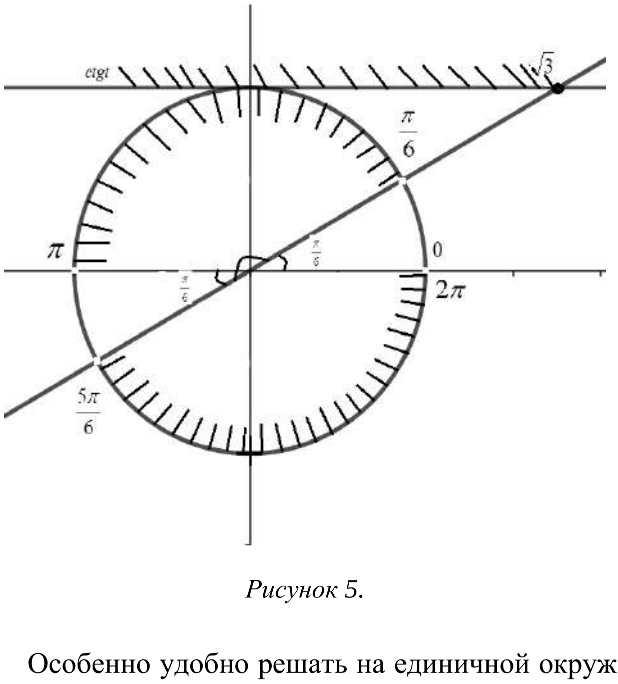


Рисунок 5.

Значения котангенсов рассматриваются от 0 до π.

Периодом также является π.

Сделав замену $x-\frac{\pi}{3}=t$, решим неравенство относительно *t*.

$$\frac{\pi}{6}+\pi n<t<\pi+\pi n,\ n\in Z.$$

Сделав обратную замену, получим:

$$\frac{\pi}{2}+\pi n<x<\frac{4\pi}{3}+\pi n, n\in Z.$$

Ответ: $x\in\left(\frac{\pi}{2}+\pi n;\frac{4\pi}{3}+\pi n,\ n\in Z\right)$

Особенно удобно решать на единичной окружности системы тригонометрических неравенств или неравенства, решение которых приводит к решению системы тригонометрических неравенств.

<u>Пример 6.</u> $|\cos x| \leq \frac{\sqrt{3}}{2}$. (рисунок 6).

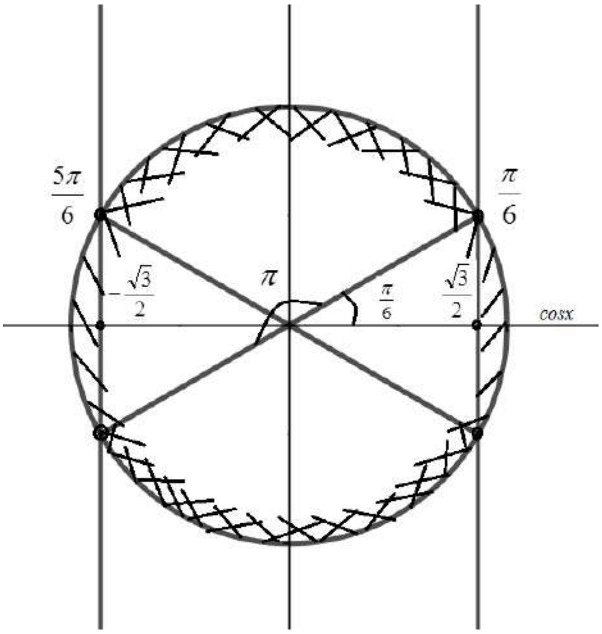


Рисунок 6.

Из данного неравенства вытекает система двух неравенств: $\begin{cases} \cos x \leq \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \cos x \geq -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases}$, которую мы решим на одной единичной окружности.

На рисунке дуга со значениями точек, удовлетворяющих первому неравенству системы, заштрихована черным цветом, а дуга со значениями точек второго неравенства – синим цветом.

Дуги, где пересекаются обе штриховки являются решением системы.

На рисунке показано, что каждая точка одной дуги попадает в соответствующую ей точку другой дуги через значение π .

Поэтому в ответе достаточно указать одну дугу, но с периодом π .

Ответ: $x \in \left[\frac{\pi}{6} + \pi n; \frac{5\pi}{6} + \pi n, n \in Z\right]$.

Итак, если при работе с тригонометрическими функциями показывать значения на единичной окружности, при решении тригонометрических неравенств школьники будут быстро ориентироваться на ней и с легкостью их решать.

Умение решать тригонометрические уравнения, неравенства и их системы, используя именно единичную окружность, дает возможность учащимся решать более сложные задачи высшей математики.

Список использованной литературы:

1 *Абылкасымова А.Е., Кучер Т.П., Корчевский В.Е., Жумагулова З.А. Алгебра и начала анализа: Учебник для 10 кл. естеств.-матем. направл. общеобразоват. шк. Часть2. – Алматы: Мектеп, 2019. – 176 с.*

МРНТИ 14.35.09
УДК 378. 01

Д.Н. Нургабыл[1]*, К.С. Нурпеисов*[1]

[1]*Жетысуский государственный университет им. И.Жансугурова, г.Талдыкорган, Казахстан*

ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЙ МНОГОГРАННИКОВ МЕТОДОМ СЛЕДОВ

Аннотация

В данной статье обосновано, что при решении задач на построение сечений многогранников студенты и учащиеся не только выполняют построения, применяют аксиомы, свойства планиметрии и стереометрии, но и обучаются алгоритмическому мышлению, умению логически рассуждать, делать правильные аргументации и умозаключения. Установлено, что решение задач на построение сечений многогранников занимает особое место в процессе формирования пространственного представления и в развитии математического мышления, как студентов, так и школьников. Исходя из определения следа секущей плоскости, сформулированы правила построения сечений многогранника методом следов. Разработаны задачи на построения сечений многогранников в случае, когда: сечение призмы задается следом l, который расположен на плоскости основания призмы и не имеет общих точек с основанием данной призмы и точкой K, принадлежащей некоторому боковому ребру; секущая плоскость определена следом и некоторой точкой M, принадлежащей боковому ребру пирамиды; сечение пирамиды определяется точками M, N, K, двое из них расположены на различных ребрах, а третья является внутренней точкой грани данной пирамиды.

Ключевые слова: секущая плоскость, сечение многогранника, метод следов, алгоритмическое мышление, пространственное представление.

Аңдатпа

Д.Н. Нұрғабыл[1]*, Қ.С. Нұрпеисов*[1]

[1]*І.Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университеті, Талдықорған қ., Қазақстан*

КӨПЖАҚТАРДЫҢ ҚИМАСЫН ІЗДЕР ӘДІСІМЕН САЛУ

Бұл мақалада студенттер мен оқушылар копжақтар қимасын салу барысында планиметрия мен стреометрияның аксиомалары мен қасиеттерін ғана пайдаланып қоймайтыны, сонымен қатар алгоритмдік ойлауға, логикалық ой тұжырымдауға, дұрыс ой қорытуға және дәлелдеме келтіруге үйренетіні негізделген. Студенттер мен оқушылардың математикалық ойлау қабілетін дамытуда және кеңістікті бейнелей алуын қалыптастыруда көпжақтардың қимасын салу есептері ерекше орын алатыны тұжырымдалған. Қима жазықтықтың анықтамасы негізінде қопжақтардың қимасын іздер әдісі бойынша салу ережесі тұжырымдалды. Көпжақтардың қимасын салуға есептер: призманың қимасы призманың табан жазықтығында жататын l ізімен және призманың бүйір қырында орналасқан K нүктесімен анықталатын; пирамиданың қимасы берілген l ізімен және пирамиданың бүйір қырында орналасқан нүктемен анықталатын; пирамиданың қимасы екі нүктесі пирамиданың әртүрлі бүйір қырларында орналасқан, ал үшіншісі пирамиданың бүйір жағының ішінде орналасқан M, N, K нүктелерімен анықталатын жағдайлар үшін құрастырылды.

Түйін сөздер*:* қиушы жазықтық, көпжақтар қимасы, іздер әдісі, алгоритмдік ойлау, кеңістікті бейнелеу.

Abstract

CONSTRUCTION OF SECTIONS OF POLYHEDRON METHOD OF TRACES

Nurgabyl D.N.[1]*, Nurpeissov K.S.*[1]

[1]*Zhetysu State University named after I. Zhansugurova, Taldykorgan, Kazakhstan*

In this article it is proved that in solving problems on the construction of sections of polyhedra, students not only perform constructions, they also apply axioms, properties of planimetry and stereometry, but also learn algorithmic thinking, the ability to reason logically, make correct arguments and conclusions. It is established that the solution of problems on the construction of sections of polyhedra occupies a special place in the process of forming a spatial representation and in the development of mathematical thinking, both students and schoolchildren. Based on the definition of the trace of the secant plane, the rules for constructing sections of the polyhedron by the traces method are formulated. Problems on construction of sections of polyhedra are developed in the case when:: the section of the prism is given by the trace l, which is located on the plane of the base of the prism and does not have common points with the base of this prism and by point K, belonging to some side rib; the secant plane is defined by the trace l and some point M, belonging to the side rib of the pyramid; the section of the pyramid is determined by points M, N, K, two of them are located on different ribs, and the third is the internal point of the face of this pyramid.

Keywords*:* secant plane, section of polyhedron, method of traces, algorithmic thinking, spatial representation.

Введение

При обучении будущих учителей математики задачи на построение занимает особое место в развитии мышления студентов. При решении задач на построение, как у студентов, так и у школьников формируется алгоритмический, логистический стиль мышления. Эффективность задач на построения в развитии логического мышления в большей мере зависит от степени познавательной и исследовательской активности студентов и школьников при их решении. Иначе говоря, одним из целей решения задач на построение является активизация мыслительной деятельности школьников и студентов на занятиях. При решении задач на построения студенты и учащиеся не только выполняют построения, применяют аксиомы, свойства планиметрии и стереометрии, но и обучаются алгоритмическому мышлению, умению логически рассуждать, делать правильные аргументации и умозаключения [1]. В связи с этим, необходимо выделить такие задачи и упражнения на построения, которые эффективно активизировали бы мыслительную деятельность студентов и школьников. Это: задачи, рассчитанные на воспроизведение изученного учебного материала, при решении которых у студентов формируется знание; задачи, при решении которых формируется понимание, при этом возникают некоторые новые мысли; задачи носящий исследовательский характер. Из указанных задач, только последние два активизирует мыслительную деятельность студентов [2].

Решение задач на построение включает в себя следующие этапы: анализ, построение, доказательство и исследование. В связи с этим решение задач на построение сечений многогранников занимает особое место в процессе формирования пространственного представления и в развитии математического мышления как студентов, так и школьников.

Определение. Пусть плоскость π пересекается с плоскостью основания многогранника по некоторой прямой l, то прямая l называется следом секущей плоскости π в плоскости основания данного многогранника [3].

Из этого определения заключаем, что след задается двумя точками, расположенные одновременно в секущей плоскости и в плоскости некоторой грани рассматриваемого многогранника, или задается как произвольная прямая, расположенная в секущей плоскости и в плоскости основания многогранника, не имеющих общих точек с основанием данного многогранника.

Заметим, что в каждой точке данного следа пересекаются прямые, расположенные в секущей плоскости и прямые расположенные в плоскости основания.

Таким образом, мы можем сформулировать следующие правила построения сечений многогранника методом следа:

- Если заданы две точки секущей плоскости на одной той же грани многогранника и другая точка некоторого ребра другой грани многогранника, то следом сечения секущей плоскости является прямая, проходящая через две точки, расположенные на одной грани многогранника. И после этого следует определить точки пересечения построенного следа с той гранью, в котором расположена данная третья точка многогранника.
- Если определен след на основании многогранника как прямая пересечения плоскости сечения с основанием многогранника и дана некоторая точка, принадлежащая некоторой грани, то следует определить точки пересечения этого следа с данной гранью рассматриваемого многогранника.

Таким образом, суть метода следа заключается в определении прямой(следа), которая является пересечением секущей плоскости с плоскостью некоторой грани многогранника. Используя построенный след, можно будет построить стороны искомого сечения, расположенные на гранях многогранника.

Решение задач на построение сечений многогранников

Известно, что плоскость определяется тремя заданными точками, или прямой и точкой, заданной вне этой прямой. В связи с этим, вначале можно было бы предложить задачу на построение сечения данного многогранника плоскостью, которая определяется тремя заданными точками, лежащие на различных ребрах многогранника. Такие задачи были рассмотрены в работах [4, 5]. В этой работе сначала мы сконструируем задачи на построение сечения данного многогранника плоскостью, которая определяется заданным следом, который расположен на плоскости основания многогранника и не имеет общих точек с основанием данного многогранника, и точкой расположенная на поверхности данного многогранника.

Таким образом, сконструируем задачи на построения сечения многогранников.

Задача 1. Построить сечение пятиугольной прямой призмы $ABCDEA_1B_1C_1D_1E_1$ секущей плоскостью π. Плоскость π задана следом l, который расположен на плоскости основания $ABCDE$ и не имеет общих точек с основанием данной призмы и точкой K, принадлежащей боковому ребру CC_1, но имеет общую точку пересечения с продолжением каждого ребра основания этой призмы.

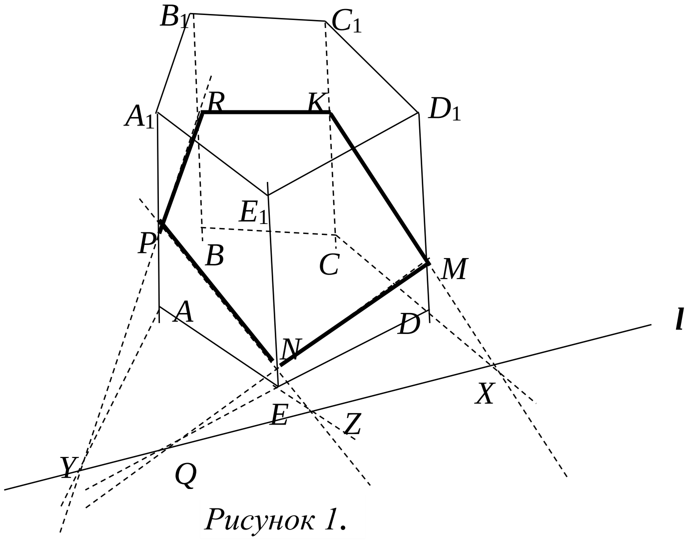


Рисунок 1.

Анализ. Допустим, что многоугольник $KMNPR$ – искомое сечение (рис. 1). Для построения искомого сечения $KMNPR$ достаточно построить его вершины M, N, P, R, которые являются точками пересечения секущей плоскости π с соответствующими ребрами DD_1, EE_1, AA_1, BB_1, призмы $ABCDEA_1B_1C_1D_1E_1$.

Для построения точки $M = \pi \cap DD_1$ достаточно построить прямую, которая, получается, от пересечения данной секущей плоскости π с плоскостью грани DCC_1D_1. Для этого, в свою очередь, достаточно построить в плоскости этой грани еще одну точку, принадлежащую секущей плоскости π. Как найти изображение такой точки?

Так как прямая l лежит в плоскости основания призмы, то она может пересекать плоскость грани CDD_1C_1 лишь в точке, которая принадлежит прямой CD, т.е. в точке $X = CD \cap l$. Точки K и X принадлежат к одной той же плоскости. Отсюда определяем точку $M = KX \cap DD_1$. Для построения других вершин, достаточно построить точки Y, Q, Z принадлежащие прямой l и соответствующим граням ABB_1A_1, DEE_1D_1, AEE_1A_1. Таким образом, задача о построении сечения данного многогранника разрешима.

Построение:

1) Как уже было замечено, данный след l и прямая CD лежат на плоскости основания призмы. Тогда мы можем определить точку пересечения следа l и прямой CD. Обозначим эту точку через $X = l \cap CD$, где $X \in \pi$;

2) Так как точки X и K принадлежат одной той же плоскости грани DCC_1D_1, то мы можем провести прямую XK, принадлежащая секущей плоскости π. Прямая XK пересекает ребро DD_1 в некоторой точке $M = \pi \cap DD_1$;

3) След l и прямая ED лежат на плоскости основания призмы. Тогда мы можем определить точку пересечения следа l и прямой ED. Обозначим эту точку через $Q = l \cap ED$, которая принадлежит секущей плоскости π;

4) Так как точки Q и M принадлежат одной той же плоскости грани DEE_1D_1, то мы можем провести прямую QM, принадлежащая секущей плоскости π. Прямая QM пересекает ребро EE_1 в некоторой точке $N = \pi \cap EE_1$, где $N \in \pi$;

5) Данный след l и прямая AE лежат на плоскости основания призмы. Тогда мы можем определить точку пересечения следа l и прямой AE. Обозначим эту точку через $Z = l \cap AE$, которая принадлежит секущей плоскости π;

6) Точки Z и N принадлежат одной той же плоскости грани AEE_1A_1, и принадлежат секущей плоскости π, то мы можем провести прямую ZN, принадлежащая секущей плоскости π. Прямая ZN пересекает ребро AA_1 в точке $P = \pi \cap AA_1$;

7) След l и прямая AB лежат на плоскости основания призмы. Тогда мы можем определить точку пересечения следа l и прямой AB. Обозначим эту точку через $Y = l \cap AB$, которая принадлежит секущей плоскости π;

8) Точки P и Y принадлежат одной той же плоскости грани ABB_1A_1, и принадлежат секущей плоскости π, то мы можем провести прямую PY, принадлежащая секущей плоскости π. Прямая PY пересекает ребро BB_1 в точке $R = \pi \cap BB_1$, которая принадлежат секущей плоскости π;

9) Соединяя точки K и M, M и N, N и P, P и R, R и K, получим геометрическую фигуру $KMNPR$.

Доказательство. В силу того, что след l и прямые BA, CD, DE, AE принадлежать плоскости основания данной призмы, можно однозначно определить точки $Y = l \cap BA,\ \ X = l \cap CD,\ \ Q = l \cap DE,\ \ Z = l \cap AE$.

Тогда, последовательно получаем:

1. $K \in \pi, X \in \pi \ \Rightarrow KX \in \pi$. Следовательно $KX \cap DD_1 = M \in \pi$. Отсюда имеем, что $KM \in \pi$.

2. $M \in \pi, Q \in \pi \ \Rightarrow QM \in \pi$. Отсюда находим, что $MQ \cap EE_1 = N \in \pi$. Тогда $MN \in \pi$.

3. $N \in \pi$, $Z \in \pi \ \Rightarrow NZ \in \pi$, а так же NZ принадлежит плоскости грани AEE_1A_1. Следовательно $NZ \cap AA_1 = P \in \pi$. Отсюда имеем, что $PN \in \pi$.

4. $P \in \pi$, $Y \in \pi \ \Rightarrow PY \in \pi$. Кроме того, прямая PY принадлежит и плоскости грани ABB_1A_1. Отсюда вытекает, что $PY \cap BB_1 = R \in \pi$. Тогда $RP \in \pi$.

5. Следовательно, $KMNPR$ — искомое сечение.

Исследование. След l искомой секущей плоскости расположен на плоскости основания данной призмы, однако не имеет общих точек с основанием этой призмы. Кроме того, данная точка K принадлежит секущей плоскости π и боковому ребру CC_1 призмы. Тогда секущая плоскость, определяемая точкой K и следом l пересекает боковые ребра (или их продолжения) в точках K, M, N, P, R рассматриваемой призмы. Таким образом, точки пресечения секущей плоскости с данной призмы существуют. С другой стороны $K \notin l$. Тогда точка K и след l однозначно определяет секущую плоскость π. Следовательно, рассматриваемая задача имеет единственное решение.

Задача 2. Дана пирамида $SABCDE$. Основанием пирамиды является пятиугольник $ABCDE$, продолжение каждого ребра основания пирамиды имеет общую точку пересечения следом l, который расположен на плоскости основания $ABCDE$, но не имеет общих точек с основанием данной пирамиды и точкой M, являющиеся внутренней точкой ребра AS. Требуется построить сечение этой пирамиды секущей плоскостью π.

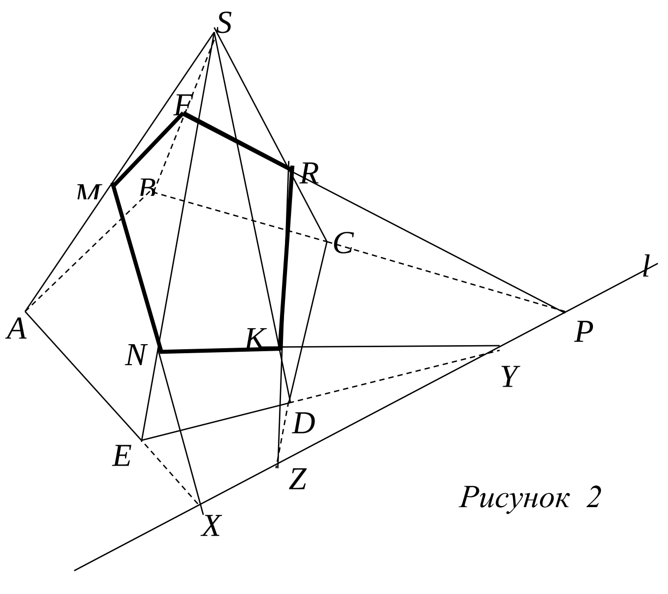


Рисунок 2

Плоскость π определена следом l и точкой M (рис.2).

Анализ. Выясним сначала, разрешима ли это задача. Пусть $SABCDE$ с точкой $M \in (A, S)$ является изображением данной пирамиды. Точкой $M \in (A, S)$ и прямой l однозначно определяется секущая плоскость π.

Для построения искомого сечения $MNKRF$ достаточно построить его вершины N, K, R, F, которые являются точками пересечения секущей плоскости π с соответствующими ребрами SE, SD, SC, SB пирамиды $SABCDE$.
Для построения точки $N = \pi \cap SE$ достаточно построить прямую, которая, получается, от пересечения данной секущей плоскости π с плоскостью грани SAE. Так как прямая l лежит в плоскости основания пирамиды, то секущая плоскость π может пересекать плоскость грани SAE лишь в точке, которая принадлежит прямой AE, т.е. в точке $X = AE \cap l$. Точки M и X принадлежат к одной той же плоскости. Отсюда определяем точку $N = MX \cap SE$. Для построения других вершин, достаточно построить точки Z, Y, P принадлежащие прямой l и соответствующим граням SED, SDC, SCB. Таким образом, задача о построении сечения данной пирамиды разрешима.
Построение: Ниже второй и третий этапы построения сечения - построение и доказательство - проведем совместно.

1) Как уже было замечено, данный след l и прямая AE лежат на плоскости основания пирамиды. Тогда мы можем определить точку пересечения следа l и прямой AE. Обозначим эту точку через $X = l \cap AE$, которая принадлежит секущей плоскости π.

Так как точки X и M принадлежат одной той же плоскости грани SAE и секущей плоскости π, то мы можем провести прямую XM, принадлежащая секущей плоскости π. Прямая XM пересекает ребро SE в некоторой точке $N = \pi \cap SE$;

2) След l и прямая ED лежат на плоскости основания пирамиды. Тогда мы можем определить точку пересечения следа l и прямой ED. Обозначим эту точку через $Y = l \cap ED$, которая принадлежит секущей плоскости π.

Так как точки Y и N принадлежат одной той же плоскости грани SED, то мы можем провести прямую NY, принадлежащая секущей плоскости π. Прямая NY пересекает ребро SD в некоторой точке $K = \pi \cap SD$, которая принадлежит секущей плоскости π;

3) Данный след l и прямая DC лежат на плоскости основания прирамиды. Тогда мы можем определить точку пересечения следа l и прямой DC. Обозначим эту точку через $Z = l \cap DC$, которая принадлежит секущей плоскости π.

Точки Z и K принадлежат одной той же плоскости грани SDC, и принадлежат секущей плоскости π, то мы можем провести прямую ZK, принадлежащая секущей плоскости π. Прямая ZK пересекает ребро SC в точке $R = \pi \cap SC$, которая принадлежит секущей плоскости π.

4) След l и прямая BC лежат на плоскости основания пирамиды. Тогда мы можем определить точку пересечения следа l и прямой BC. Обозначим эту точку через $P = l \cap BC$, которая принадлежит секущей плоскости π.

Точки P и R принадлежат одной той же плоскости грани SCB, и принадлежат секущей плоскости π, то мы можем провести прямую PR, принадлежащая секущей плоскости π. Прямая PR пересекает ребро SB в точке $F = \pi \cap SB$, которая принадлежат секущей плоскости π;

5) Соединяя точки M и N, N и K, K и R, R и F, F и M, получим искомое сечение $MNKRF$.

Исследование. След l искомой секущей плоскости расположен на плоскости основания данной пирамиды, однако не имеет общих точек с основанием этой пирамиды. Кроме того, данная точка M принадлежит секущей плоскости π и боковому ребру SA пирамиды. Тогда секущая плоскость, определяемая точкой M и следом l пересекает боковые ребра (или их продолжения) в точках M, N, K, R, F рассматриваемой пирамиды. Следовательно, точки пресечения секущей плоскости с рассматриваемой пирамидой существуют. С другой стороны $M \notin l$. Тогда точка M и след l однозначно определяет секущую плоскость π. Следовательно, рассматриваемая задача имеет единственное решение.

Теперь сконструируем задачу на построение сечения пирамиды в случае, когда секущая плоскость задается двумя точками расположенные на ребрах пирамиды и точкой расположенная внутри грани данной пирамиды.

Задача 3. Дана пирамида $ABCDS$.

Основанием этой пирамиды является четырехугольник $ABCD$. Требуется построить сечение пирамиды $ABCDS$ плоскостью, проходящей через данные точки M, N, K (рис.3). Точки N и M расположены на ребрах BS и CS грани BSC. Точка K расположена внутри грани ASD.

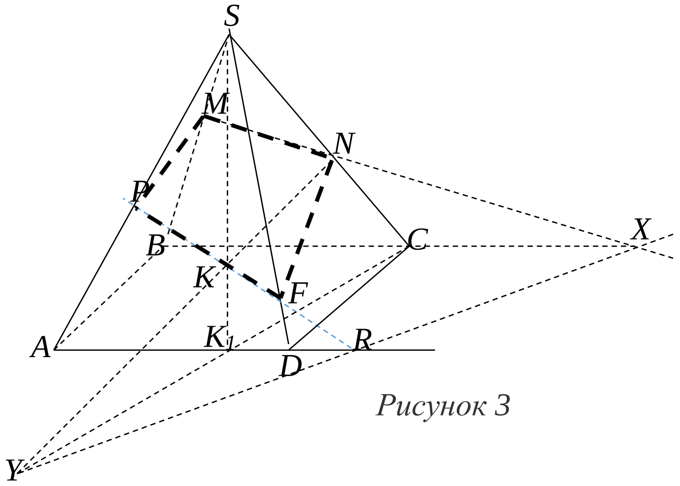


Рисунок 3

Построение.

1) Проведем прямую MN до пересечения с прямой BC. Прямая MN пересекает прямую BC в точке X. Точка X является общей точкой секущей плоскости и плоскости основания.

2) Проведем прямую SK до пересечения с ребром AD. Точку пересечения обозначим через K_1. Точки N и K расположены на данной секущей плоскости MNK. Найдем точку Y, в которой пересекаются прямые NK и CK_1. Так как точка Y лежит на прямой NK, а прямая NK лежит в секущей плоскости MNK, то и точка Y лежит в плоскости MNK. Аналогично, так как точка Y лежит на прямой CK_1, расположенная на плоскости основания ADC, то и точка Y лежит в плоскости основания ADC. Таким образом, Y - общая точка плоскости основания и секущей плоскости.

3) Строим прямую XY, по которой пересекаются секущая плоскость MNK и плоскость основания ADC. Следовательно, XY - след секущей плоскости.

4) Определим точку $R = XY \cap AD$. Точки R и K -точки секущей плоскости, расположенные на плоскости одной той же грани ADS. Тогда прямая KR лежит в секущей плоскости MNK и пересекает ребро DS в точке F, а ребро AS в точке P. Точки F и P расположены в секущей плоскости.

5) Соединяя точки M и N, N и F, F и P, P и M, получим искомое сечение $MNFP$.

Выводы

Сконструированы задачи на построение сечения данного многогранника плоскостью, которая определяется следом и некоторой точкой *К*, расположенная на поверхности данного многогранника. Для предложенных задач построение сечения выполнены соблюдением основных этапов решения задач: анализа, построения, доказательства, исследования. Опыт показывает, что предлагаемый алгоритмический метод решения задач на построение позволяет добиться формирования пространственного представления и алгоритмического мышления будущих учителей математики.

Список использованной литературы:

1 Методика преподавания математики в средней школе. Частная методика: Учебное пособие для студентов педагогических институтов. /Сост. В.И. Мишин. М.: Просвещение, 1987. – 416 с.

2 Методика преподавания математики в средней школе. Общая методика. / Сост.: Р.С. Черкасов, А.А. Столяр. – М.: Просвещение, 1985. –387 с.

3 Далингер В.А. Методика обучения учащихся стереометрии посредством решения задач: Учебное пособие. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2001. -365 с.

4 Бутырина В.И. Обучение построению сечений как средство развития пространственного представления на уроках стереометрии // Наука и школа,-2012,-№3.-С.86-89

5 Нургабыл Д.Н., Нурпеисов К.С. Алгоритмический метод построения сечения многогранников // Вестник ЖГУ,-2019, -№2.-38-43

МРНТИ 14.01.85
УДК 373.5

Ж.М.Нурмухамедова[1]*, Д.М.Нурбаева*[1]*, Б.М.Косанов*[1]*, С.Ералиев*[1]

[1]*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан*

О МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ УРАВНЕНИЙ И ИХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ GEOGEBRA

Аннотация

В данной статье предложена методика обучения решению уравнений и их систем с помощью компьютерной программы GeoGebra. А именно графическое решение уравнений не только в классическом случае, когда уравнения или их системы имеют одно или несколько решений, но и когда они не имеют решения. Наглядно показав решения приведенных примеров систем уравнений, можно говорить о более высоком усвоении учебного материала учащимися. Также это позволит оптимизировать учебный процесс, более рационально используя время на различных этапах урока; осуществлять дифференцированный подход в обучении; проводить индивидуальную работу, используя персональные компьютеры; снизить эмоциональное напряжение на уроке, внося в него элемент игры; расширить кругозор учащихся; способствует развитию познавательной активности учащихся.

Ключевые слова: методика, обучение, уравнение, система уравнений, графическое решение, компьютерная программа, GeoGebra.

Аңдатпа

Ж.М.Нұрмұхамедова[1]*, Д.М.Нұрбаева*[1]*, Б.М.Қосанов*[1]*, С.Ералиев*[1]
[1]*Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Казақстан*

ТЕҢДЕУЛЕРДІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЖҮЙЕЛЕРІН ШЕШУДІ GEOGEBRA КОМПЬЮТЕРЛІК БАҒДАРЛАМАСЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ ТУРАЛЫ

Мақалада теңдеулерді және олардың жүйелерін шешуді *GeoGebra* компьютерлік бағдарламасының көмегімен оқытудың әдістемесі ұсынылған. Атап айтқанда, теңдеулердің немесе олардың жүйелерінің бір немесе бірнеше шешімдері болатын классикалық жағдайдағы ғана емес, сондай-ақ олардың шешімдері болмайтын жағдайдағы графиктік шешу әдістері көрсетілген. Теңдеулер мен олардың жүйелерінің шешімдерін нақты мысалдар келтіре отырып, көрнекі көрсету арқылы оқу материалының меңгерілу дәрежесінің жоғарылайтыны туралы айтуға болады. Сонымен қатар бұл сабақтың әртүрлі кезеңдерінде уақытты тиімді пайдалана отырып, оқу үдерісін оңтайландыруға; саралап оқытуды жүзеге асыруға; дербес компьютерлерді пайдаланып өздік жұмыстарды ұйымдастыруға; сабаққа ойын элементтерін енгізу арқылы оқушылардың көңіл-күйін көтеруге; олардың дүниетанымын кеңейтуге және танымдық белсенділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: әдістеме, оқыту, теңдеу, теңдеулер жүйесі, графикалық шешім, компьютерлік бағдарлама, GeoGebra.

Abstract

ABOUT THE METHOD OF LEARNING TO SOLVE EQUATIONS AND THEIR SYSTEMS USING THE GEOGEBRA COMPUTER PROGRAM

Nurmukhamedova Zh.M. [1]*, Nurbayeva D.M.* [1]*, Kossanov B.M.* [1]*, Eraliyev S.* [1]
[1]*Abai Kazakh National pedagogical university, Almaty, Kazakhstan*

This article offers a method for teaching the solution of equations and their systems using the GeoGebra computer program. Namely, the graphical solution of equations not only in the classical case when the equations or their systems have one or more solutions, but also when they do not have a solution. Clearly showing the solutions of these examples of systems of equations, we can talk about a higher assimilation of educational material by students. It will also allow you to optimize the learning process, more efficiently using time at different stages of the lesson; to implement a differentiated approach to learning; conduct individual work using personal computers; reduce emotional stress in the lesson, introducing an element of play; expand the horizons of students; contributes to the development of cognitive activity of students.

Keywords: methodology, training, equation, system of equations, graphical solution, computer program, GeoGebra.

Линия уравнений и их систем имеет особое место и важное значение в математическом образовании. Как известно, уравнение является: 1) средством решения текстовых задач, 2) особого рода формулой, служащей в алгебре объектом изучения, 3) формулой, которой косвенно определяются числа или координаты точек плоскости (пространства), служащие его решением.

В школьном курсе математики можно рассматривать три основных направления раскрытия линии уравнений:

а) прикладная направленность;

б) теоретико-математическая направленность;

в) направленность на установление связей с остальными содержательно-методическими линиями курса математики [1].

Обучение решению уравнений начинается уже в начальной школе. Несомненно, умение решать уравнения является фундаментальным навыком при дальнейшем изучении математики. Поэтому важно подобрать такие методы обучения решению уравнений, которые будут способствовать качественному и глубокому усвоению учебного материала.

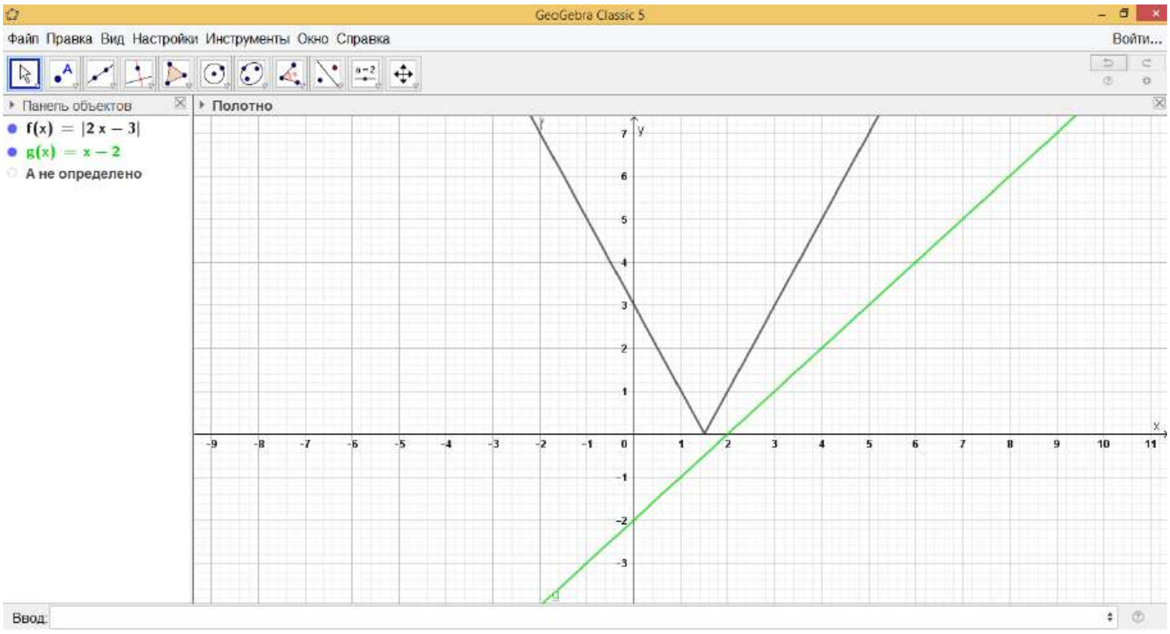
Современная школа предполагает применение различных компьютерных программ в обучении.

Предлагаем, графически показывать случаи, когда уравнения имеют или не имеют решения (корни), используя компьютерную программу GeoGebra, тем самым содействуя восприятию знаний учащимися. Использование именно этой программы обусловлено возможностью скачать ее с официального сайта www.geogebra.org совершенно бесплатно и тем, что данное приложение не требует особых навыков работы на компьютере, что немаловажное значение имеет в профессиональной деятельности учителей общеобразовательных школ.

Программа GeoGebra, как многофункциональное средство обучения математическим дисциплинам, выполняет множество учебных задач при проведении занятий в школе и вузе [2].

С помощью данной программы можно решать уравнения, содержащие модуль, которые часто вызывают затруднения у обучаемых. Графическое решение целесообразно использовать для проверки результата решения.

Например, необходимо решить линейное уравнение, содержащее переменную под знаком модуля: $|2x-3| = x-2$. Для решения уравнения в программе GeoGebra, необходимо ввести две функции: $f = |2x-3|$ и $g = x-2$ (при вводе функции *f* необходимо записать ее как *f=abs(2x-3)*). На Рис.1 видно, что линии графиков этих функций не пересекаются. Чтобы убедится в этом, необходимо кликнуть функцию «Точка пересечения» и указать линии графиков этих функций с помощью мышки. На панели объектов появится запись, что точка А не определена. Значит, данное уравнение не имеет решения.

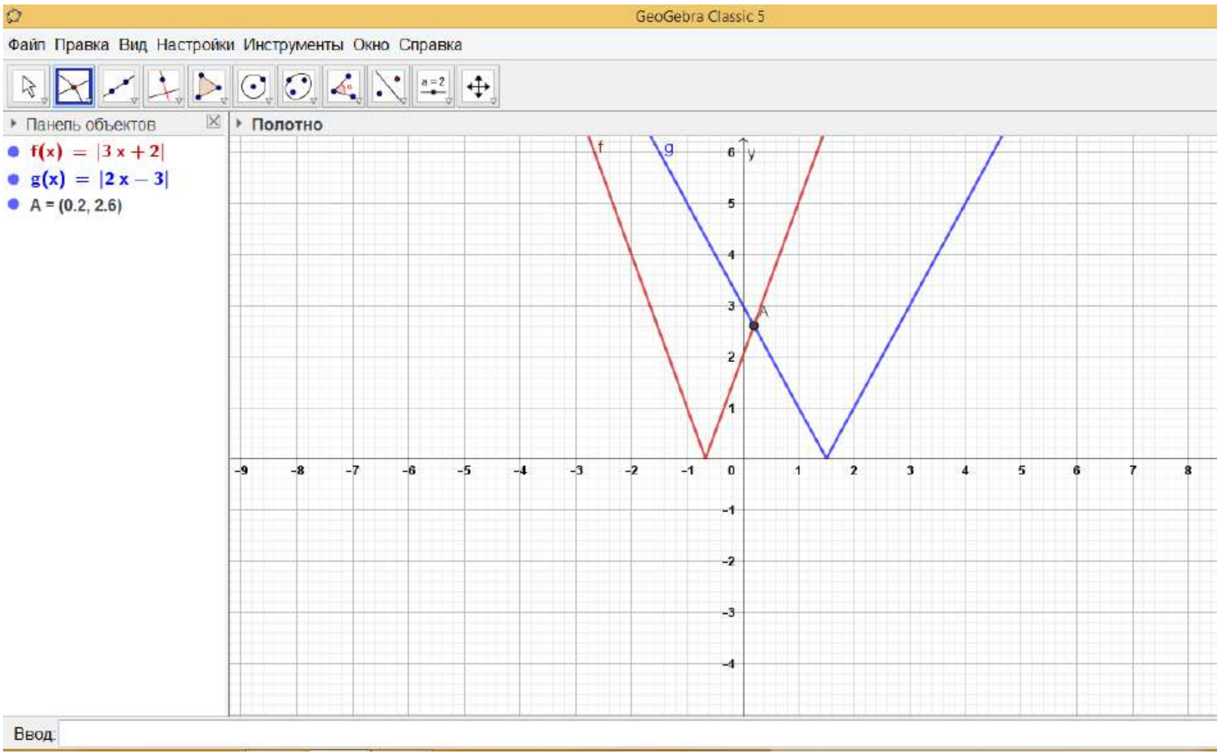


● $f(x) = |2x-3|$
● $g(x) = x-2$
○ А не определено

Рисунок 1. Изображение графиков функций

Рассмотрим уравнение, которое имеет решение, т.е. точку пересечения.

Например: $|3x+2| = |2x-3|$. На Рис.2 видно, что линии графиков пересеклись в точке, координаты которой можно посмотреть на панели объектов. Первая координата точки А и является решением данного уравнения. То есть *x=0,2*.

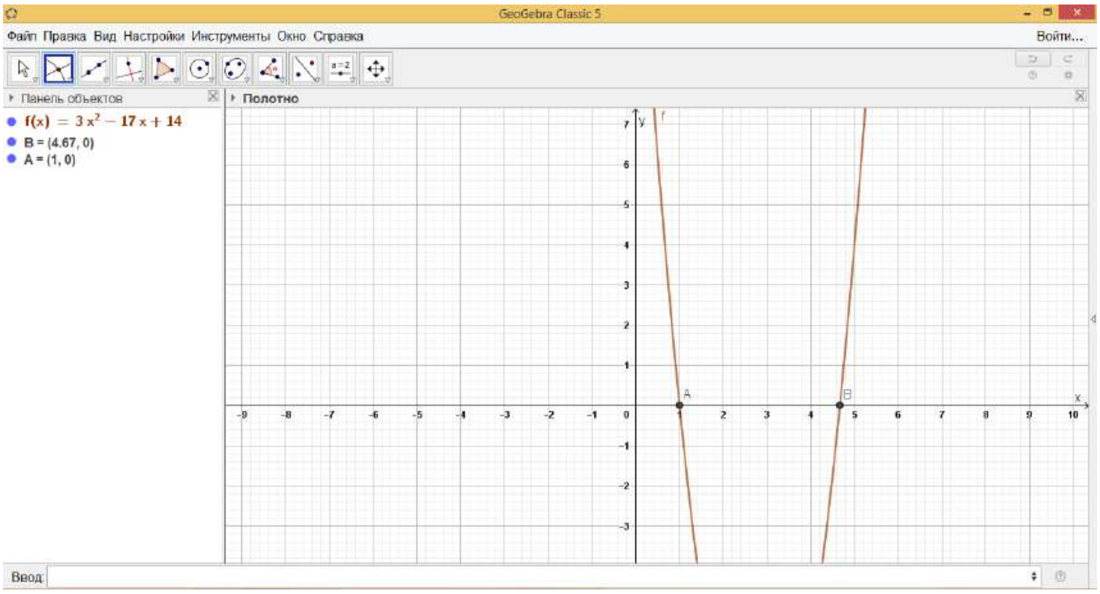


$f(x) = |3x + 2|$
$g(x) = |2x - 3|$
A = (0.2, 2.6)

Рисунок 2. Графическое решение уравнения

В компьютерной программе GeoGebra можно решать и нелинейные уравнения. Рассмотрим решение квадратного уравнения. Во-первых, необходимо объяснить школьникам, какие точки на графике будут являться корнями квадратного уравнения. Решение квадратного уравнения – точки пересечения линии графика с осью абсцисс.

Итак, пусть дано уравнение: $3x^2 - 17x + 14 = 0$. Изобразив график, найдем точки пересечения с осью абсцисс (Рис.3). Для ввода степени *x* используется знак «^», т.е. чтобы записать $3x^2$ в строку ввода необходимо ввести *3x^2*.



$f(x) = 3x^2 - 17x + 14$
B = (4.67, 0)
A = (1, 0)

Рисунок 3. Решение квадратного уравнения

На панели объектов видно, что точками пересечения параболы с осью Ох являются А(1; 0) и В(4,67; 0). Значит, корнями данного уравнения являются числа 1 и 4,67. в данном случае число 4,67 является приблизительным значением дробного числа $4\frac{2}{3}$.

При переходе к изучению решений систем уравнений в школе учащиеся часто затрудняются в усвоении таких понятий, как решение системы уравнений (т.е. что является решением системы уравнений), графическое изображение решения, а также в выборе наиболее приемлемого в каждом случае способа решения систем уравнений.

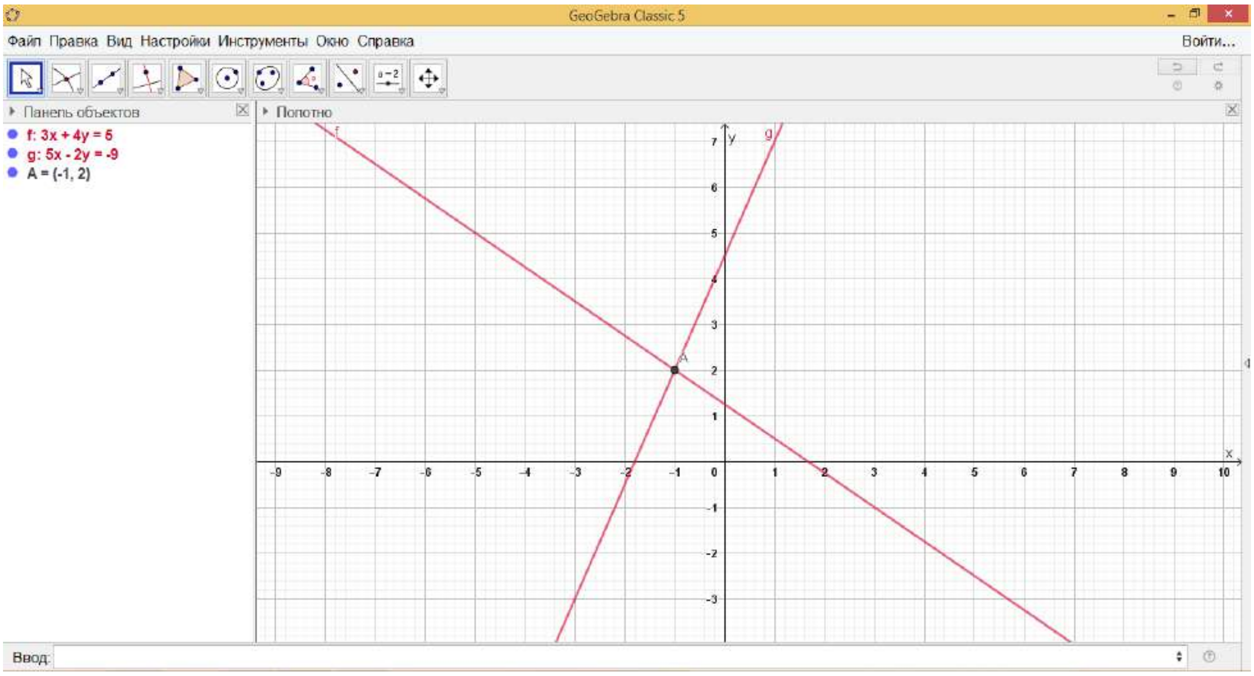
Учащиеся, решая систему уравнений, могут прийти к тому, что в итоге система не имеет решений. Часто возникают недопонимания в случае, когда каждое из уравнений системы по отдельности имеет корни, но т.к. общих корней нет, сама система уравнений не имеет корней.

Если визуализировать основные понятия, необходимые учащимся для изучения систем уравнений, то можно повысить уровень знаний школьников.

Известно, что система линейных уравнений может иметь единственное решение, не иметь решений или иметь множество решений. Покажем данные случаи с помощью программы GeoGebra.

1 случай. Система двух линейных уравнений с двумя неизвестными имеет единственное решение. Пусть нам необходимо решить систему линейных уравнений: $\begin{cases} 3x+4y=5 \\ 5x-2y=-9 \end{cases}$

Первым шагом построим графики функций $f\!: 3x+4y=5$ и $g\!: 5x-2y=-9$, после чего найдем координаты точки пересечения соответствующих им прямых (Рис. 4).

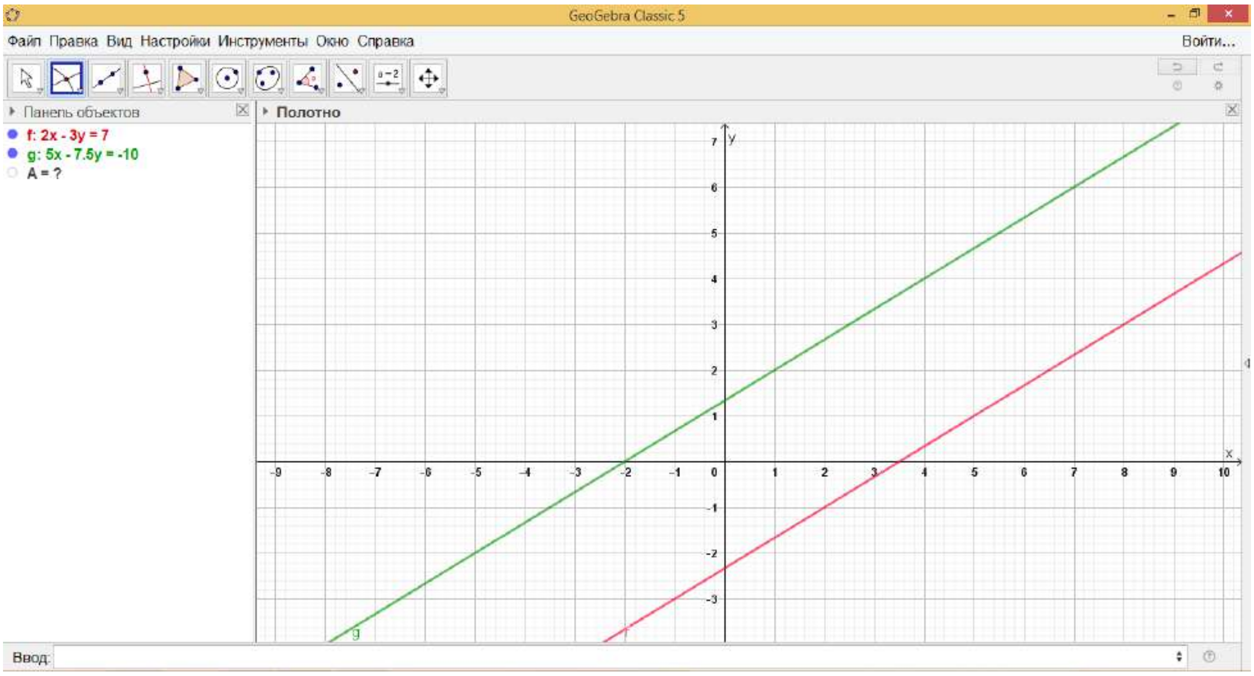


f: 3x + 4y = 6
g: 5x - 2y = -9
A = (-1, 2)

Рисунок 4. Графики функций $f\!: 3x+4y=5$ *и* $g\!: 5x-2y=-9$

Координаты точки пересечения А являются решением данной системы, а это пара чисел $x=-1,\ y=2$.

2 случай. Система двух линейных уравнений не имеет решений. Рассмотрим следующую систему: $\begin{cases} 2x-3y=7 \\ 5x-7{,}5y+10=0 \end{cases}$. Построив графики функций $f\!: 2x-3y=7$ и $g\!: 5x-7{,}5y+10=0$. На рисунке (Рис.5) видно, что линии не пересекаются, откуда можно сделать вывод, что у данной системы нет решения.

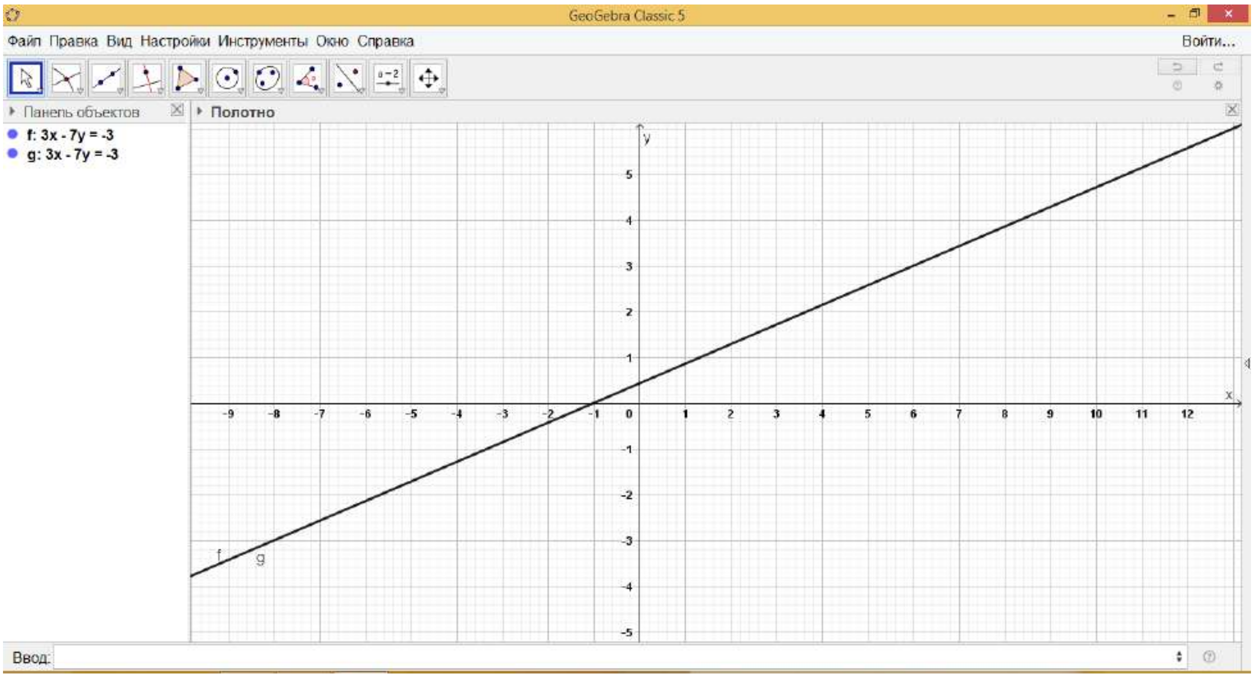


f: 2x - 3y = 7
g: 5x - 7.5y = -10
A = ?

Рисунок 5. Графики функций f: $2x-3y=7$ *и g:* $5x-7{,}5y+10=0$

3 случай. Система двух линейных уравнений имеет множество решений. Необходимо решить систему: $\begin{cases}3x-7y+3=0\\ 9x=21y-9\end{cases}$.

На рисунке линии графиков функций *f:* $3x-7y+3=0$ и *g:* $9x=21y-9$ совпадают, откуда следует, что каждая точка графика функции *f*, значения координат которой являются решением уравнения $3x-7y+3=0$, совпадает с каждой точкой графика функции *g*. То есть решения уравнений системы совпадают (Рис.6).



f: 3x - 7y = -3
g: 3x - 7y = -3

Рисунок 6. Графики функций f: $3x-7y+3=0$ *и g:* $9x=21y-9$

Наглядно показав решения приведенных примеров систем уравнений, можно говорить о более высоком усвоении учебного материала учащимися.

Так, применение программы GeoGebra на уроках позволяет: оптимизировать учебный процесс, более рационально используя время на различных этапах урока; осуществлять дифференцированный подход в обучении; проводить индивидуальную работу, используя персональные компьютеры; снизить эмоциональное напряжение на уроке, внося в него элемент игры; расширить кругозор учащихся; способствует развитию познавательной активности учащихся [3].

Список использованной литературы:

1 *Гончарова К.Л., Балыбердина Е.Г. Уравнения в школьном курсе математики. Методология мягких систем: Учебно-методическое пособие. – Алматы, 2003. – 96 с.*

2 *http: www.geogebra.org*

3 *Ларин С.В. Компьютерная анимация в среде GeoGebra на уроках математики: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Легион, 2015. – 192 с.*

МРНТИ 27.31.17
УДК 517.956

Б.Ж. Омарова

Актюбинский региональный государственный университет им. К.Жубанова, г. Актобе, Казахстан

МНОГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ОПЕРАТОРОМ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ПО ВЕКТОРНОМУ ПОЛЮ ЛЯПУНОВА

Аннотация

Рассматривается задача существования и интегрального представления единственного многопериодического решения неоднородной линейной системы второго порядка с постоянными коэффициентами и с оператором дифференцирования по направлениям главной диагонали пространства временных переменных и векторных полей вида системы Ляпунова относительно пространственных переменных. Устанавливается многопериодичность нулей этого оператора и условие отсутствия ненулевого многопериодического и вещественно аналитического решения однородной системы, соответствующей заданной системе. Получено интегральное представление многопериодических по временным переменным и вещественно аналитических по пространственным переменным решения неоднородной линейной автономной системы. При достаточно общих условиях обоснована теорема существования единственного многопериодического по временным переменным и вещественно аналитическим по пространственным переменными решений исходной линейной системы в терминах функции Грина.

Ключевые слова: многопериодичность, оператор дифференцирования, Ляпунов, автономная система, вещественно аналитическая функция.

Аңдатпа

Б.Ж. Омарова

Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

ЛЯПУНОВ ВЕКТОРЛЫҚ ӨРІСІ БОЙЫНША ДИФФЕРЕНЦИАЛДАУ ОПЕРАТОРЛЫ ЕКІНШІ РЕТТІ ЖҮЙЕНІҢ КӨППЕРИОДТЫ ШЕШІМІ

Тұрақты коэффициентті және уақыт айнымалылары кеңістігінде бас диагонал, кеңістік айнымалысы бойынша Ляпунов жүйесі түріндегі векторлық өрістер бағыттары бойынша дифференциалдау операторлы екінші ретті біртекті емес сызықты жүйенің жалғыз көппериодты шешімінің бар болуы мен интегралдық бейнеленуі есебі қарастырылады. Бұл оператордың нөлдерінің көппериодтыдығы мен берілген жүйеге сәйкес біртекті жүйенің нөлден өзгеше көппериодты және нақты аналитикалық шешінің болмауы шарты анықталды. Біртекті емес сызықты автномдық жүйенің уақыт айнымалысы бойынша көппериодты және кеңістік айнымалысы бойынша нақты аналитикалық шешімінің интегралдық бейнеленуі алынды. Жеткілікті жалпы шарттарда берілген сызықты жүйенің Грин функциясы терминінде уақыт айнымалылары бойынша көппериоды және кеңістік айнымалысы бойынша нақты аналитикалық шешімінің бар болуы мен жалғыздығы туралы теорема негізделді.

Түйін сөздер: Көппериодтылық, дифференциалдау операторы, Ляпунов, автономдық жүйе, нақты аналитикалық функция.

Abstract

MULTIPERIODIC SOLUTIONS OF SECOND-ORDER SYSTEMS WITH DIFFERENTIATION OPERATOR ON THE LYAPUNOV'S VECTOR FIELD

Omarova B.Zh.
K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

The problem of the existence and integral representation of a unique multiperiodic solution of a second-order linear inhomogeneous system with constant coefficients and a differentiation operator on the direction of the main diagonal of the space of time variables and of the vector fields in the form of Lyapunov systems with respect to space variables were considered. The multiperiodicity of zeros of this operator and the condition for the absence of a nonzero multiperiodic and real-analytic solution of the homogeneous system corresponding to the given system are established. An integral representation of solutions of an inhomogeneous linear autonomous system that multiperiodic in time variables and real-analytic in space variables is obtained. The existence theorem of a unique multiperiodic in time variables and real-analytic in space variables solutions of the original linear system in terms of the Green's function under sufficiently general conditions is substantiated.

Keywords: Multiperiodicity, differentiation operator, Lyapunov, autonomous system, real-analytic function.

1. Введение. Исследование решений систем дифференциальных уравнений в частных производных с колебательными свойствами в протяжении как временных, так и пространтвенных переменных относятся к важной части теории уравнений в обыкновенных в частных производных. Решение задач многочастотных колебаний получил большой импульс благодаря разработке КАМ-теории и работу Боголюбова-Митропольского-Самойленко. Фундаментальные исследования, основанные на Харасахала-Умбетжанова-Сартабанова [1-5] по многопериодическим колебаниям в системах уравнений в частных производных были развиты в духе трудов [6,7]. Идеи методов этих работ получили дальнейшее совершенствование и распространение на задачи для систем уравнений в частных производных первого порядка в исследованиях их последователей [8-12].

Рассмотрим систему уравнений

$$Dx = Ax + f(\tau, t, \xi) \tag{1.1}$$

с оператором дифференцирования

$$D = \frac{\partial}{\partial \tau} + \left\langle e, \frac{\partial}{\partial t} \right\rangle + \left\langle 2\pi\nu^0 J\xi + \varphi(\xi_1, \xi_2), \frac{\partial}{\partial \xi} \right\rangle, \tag{1.1*}$$

где $x = (x_1, x_2)$ − искомая вектор-функция переменных $\tau \in R, t = (t_1, ..., t_m) \in R^m$, $e = (1, ..., 1)$ − m-вектор, $\xi = (\xi_1, \xi_2) \in R^2$; ν^0 − положительная постоянная, J − симпликтическая единица второго порядка, $\varphi = (\varphi_1, \varphi_2)$ − вектор-функция переменных $(\xi_1, \xi_2) = \xi \in R_\varepsilon^2$ − ε-окрестность точки $(0,0)$; A − постоянная матрица второго порядка, $f = (f_1, f_2)$ − вектор-функция второго порядка.

Поставим задачу об исследовании вопроса о существовании и построении многопериодических по (τ, t), аналитических по $\xi \in R_\varepsilon^2$ решений системы (1.1) с оператором дифференцирования по векторным полям Ляпунова

$$\dot{t} = e, \quad \dot{\xi} = 2\pi\nu^0 J\xi + \varphi(\xi), \tag{1.2}$$

где $\dot{t} = dt/d\tau$, $\dot{\xi} = d\xi/d\tau$ и первое векторное уравнение (1.2) характеризует, что дифференцирование по временным переменным $(\tau, t) = (\tau, t_1, ..., t_m)$ проводится вдоль постоянных параллельных главной диагонали пространства (τ, t), а второе векторное уравнение (1.2) есть простейшая система Ляпунова, по направлениям которого дифференцируется по пространственным переменным $\xi = (\xi_1, \xi_2)$ в ε-окрестности начала координат. Следовательно, вектор-функция $\varphi(\xi_1, \xi_2)$ – аналитична при $\xi \in R_\varepsilon^2$, у которой разложение по степеням ξ начинается не ниже второго порядка

$$\varphi(\xi) = \sum_{|k| \geq 2} \varphi_k \xi^k, \; k = (k_1, k_2), \; |k| = |k_1| + |k_2| \tag{1.3}$$

при степенях $\xi^k=\xi_1^{k_1}\xi_2^{k_2}$ и имеем аналитический первый интеграл вида

$$|\xi|^2+h(\xi)=c^2,\quad h(\xi)=\sum_{|k|\geq 3} h_k\xi^k \tag{1.4}$$

с коэффициентами h_k и произвольной постоянной c, $|\,\xi\,|^2=\xi_1^2+\xi_2^2$. Таким образом, решением $x=x(\tau,t,\xi)$ системы (1.1) описывается некоторый колебательный процесс, происходящий во многомерном временем (τ,t) на плоскости $\xi=(\xi_1,\xi_2)$ со скоростью $v=Dx$. Не нарушая общности, матрицу A будем считать приведенной к действительной нормальной форме, следовательно, имеем

$$A=\begin{pmatrix}\alpha & \beta\\ -\beta & \alpha\end{pmatrix} \tag{1.5}$$

с постоянными α и $\beta=2\pi\nu_*>0$. Предположим, что вектор-функция $f=f(\tau,t,\xi)$ (θ,ω)-периодическая по (τ,t) и вещественно аналитическая при $\tau\in\Pi_\rho=\{\tau\in C:|\operatorname{Im}\tau|<\rho\}$, $\rho=const>0$, C − комплексная плоскость, $t=(t_1,...,t_m)\in\Pi_\rho\times...\times\Pi_\rho=\Pi_\rho^m$, $\xi\in R_\varepsilon^2$.

$$f(\tau,t,\xi)=\sum_{(j_0,j)\in Z\times Z^m,\,k\in N^2} f_{(j_0,j)k}\,\xi^k\exp\left[2\pi i\left(j_0\nu_0\tau+\langle j,\nu t\rangle\right)\right], \tag{1.6}$$

где Z − множество целых чисел, N − расширенное нулем множество натуральных чисел.

Если вектор-функция f зависит только от $\xi\in O_\varepsilon(0)$, то разложение (1.6) имеет вид

$$f^0(\xi)=\sum_{k\in N^2} f_k^0\,\xi^k. \tag{1.7}$$

2. Свойства нулей оператора дифференцирования по векторным полям. Рассмотрим нули $u=u(\tau,t,\xi)$ оператора D, заданного соотношением (1.1*), которые определяются уравнением

$$Du(\tau,t,\xi)=0. \tag{2.1}$$

Характеристической системой уравнения (2.1) является векторное поле (1.2), по которому, действует оператор (1.1*). Первое из уравнений (1.2) имеет общее решение $\lambda(\tau,\tau^0,t^0)=t^0-e(\tau-\tau^0)$, исходящее из точки $(\tau^0,t^0)\in R\times R^m$. С помощью из этого решения определим первый интеграл $\lambda=\lambda(s,\tau,t)$ с параметром $s\in R$, обладающий свойствами [1,2]:

$$\begin{gathered}D\lambda(s,\tau,t)=0,\quad \lambda(\tau,\tau,t)=t;\quad \lambda(s,\tau^0,\lambda(\tau^0,\tau,t))=\lambda(s,\tau,t);\\ \lambda(s+\theta,\tau+\theta,t+q\omega)=\lambda(s,\tau,t)+q\omega,\ q\in Z^m.\end{gathered} \tag{2.2}$$

Далее, рассмотрим второе уравнение системы (1.2), которое расписывается в виде

$$\dot{\xi}_1=\alpha\xi_1+\beta\xi_2+\varphi_1(\xi_1,\xi_2),\quad \dot{\xi}_2=-\beta\xi_1+\alpha\xi_2+\varphi_2(\xi_1,\xi_2). \tag{2.3}$$

Согласно методу Ляпунова [6,7] преобразованием $\xi_1=\eta\cos\zeta$, $\xi_2=\eta\sin\zeta$, в соответствии с условием (1.3) система (2.3) и первый интеграл (1.4) представляются в виде

$$\dot{\eta}=\eta^2\psi_1(\eta,\zeta),\quad \dot{\zeta}=2\pi\nu^0+\eta\psi_2(\eta,\zeta), \tag{2.4}$$

$$\eta[1+\eta h^*(\eta,\zeta)]=c, \tag{2.5}$$

где $h^*(\eta,\zeta)$ − функция аналитическая при $\eta\in R_\varepsilon=\{\eta\in R:|\,\eta\,|<\varepsilon\}$, $\zeta\in R$. Далее из (2.4) и (2.5) имеем

$$\tau=\frac{1}{2\pi\nu^0}\int_0^\zeta\left[1+\tau_1(\zeta)c+\tau_2(\zeta)c^2+...\right]d\zeta\equiv\tau(\zeta,c), \tag{2.6}$$

где $\tau_j(\zeta+2\pi)=\tau_j(\zeta)$ − аналитические по ζ коэффициенты. Из соотношения (2.6) ясно, что функция $\tau(\zeta,c)$ обратима относительно $\zeta=\zeta(\tau,c)$, аналитична и периодична с периодом

$$\theta^0=\tau(\zeta+2\pi,c)=\tau(\zeta,c)=\nu_0^{-1}\left(1+\theta_1^0c+\theta_2^0c^2+\ldots\right), \tag{2.7}$$

где коэффициенты $\theta_j^0=\frac{1}{2\pi}\int\limits_0^{2\pi}\tau_j(\zeta)d\zeta,\ j=0,1,2,\ldots$, причем $\theta^0=\frac{1}{\nu^0}$ при $c=0$.

В целом, соотношениями (2.3)-(2.7) схематично доказано, что любое решение

$$\xi=\mu(\tau,\tau^0,\xi^0) \tag{2.8}$$

системы (2.3) аналитично относительно всех аргументов при $\tau\in R,\ \tau^0\in R,\ \xi\in R_{\varepsilon_0}$ и θ^0-периодично по τ и τ^0. Таким образом, наряду с характеристикой $\lambda=\lambda(s,\tau,t)$ по временным переменным имеем другую характеристику по пространственным переменным $\mu=\mu(s,\tau,\xi)$ системы (1.2) обладающую свойствами:

$$\begin{aligned}
&1^0.\ \mu(s,\tau,\xi)=\sum_{j\in Z,\ k\in N^2}\mu_{jk}\,\xi^k\exp\left[2\pi i\,j\nu^0(\tau-s)\right],\ \mu(s,\tau,\xi)\in A^b\left(\Pi_\rho\times\Pi_\rho\times\Pi_{\varepsilon,\rho}^2\right),\\
&2^0.\ D\mu(s,\tau,\xi)=0,\ \ \mu(\tau,\tau,\xi)=\xi,\ \ \mu(s,\tau^0,\mu(\tau^0,\tau,\xi))=\mu(s,\tau,\xi),\\
&3^0.\ \mu(s+\theta^0,\tau,\xi)=\mu(s,\tau+\theta^0,\xi)=\mu(s,\tau,\xi),\\
&4^0.\ \left|\mu(s,\tau,\xi)\right|\le r,\ |\xi|\le\varepsilon,\ r=r(\varepsilon)\to 0,\ \varepsilon\to 0,
\end{aligned} \tag{2.9}$$

где $\Pi_{\varepsilon,\rho}=\{\xi_1\in C:|\operatorname{Re}\xi_1|<\varepsilon,|\operatorname{Im}\xi_1|<\rho\},\ \Pi_{\varepsilon,\rho}^2=\Pi_{\varepsilon,\rho}\times\Pi_{\varepsilon,\rho}$. Пункты 2° и 3° свойств (2.9) характеристики (2.8) доказывается на основе свойства единственности решений системы (2.3). Доказательства остальных пунктов приведены выше соотношениями (2.3)-(2.7). Теперь решим задачу Коши для уравнения (2.1) с начальным условием

$$u(\tau,t,\xi)\big|_{\tau=\tau^0}=v(t,\xi)\in C_{t,\xi}^{(e,\tilde e)}\left(R^m\times\overline{R}_r^2\right), \tag{2.1°}$$

где $R_r^2=\{\xi\in R^2:|\xi|<r\}$, $\overline{R}_r^2$ − замыкание R_r^2, $\tilde e=(1,1)$ − вектор. Легко иметь, что

$$u(\tau,t,\xi)=v(\lambda(\tau^0,\tau,\xi),\mu(\tau^0,\tau,\xi)) \tag{2.10}$$

является решением задачи (2.1)-(1.1*)-(2.1°). На основе свойств (2.2) и характеристик (2.8) легко доказать, чтобы решение $u(\tau,t,\xi)$ обладало свойством ω-периодичности по t необходимо и достаточно, чтобы начальная функция (2.1°) была ω-периодической по t:

$$v(t+q\omega,\xi)=v(t,\xi)\in C_{t,\xi}^{(e,\tilde e)}\left(R^m\times\overline{R}_r^2\right),\ q\in Z^m, \tag{2.11}$$

где $q\omega=(q_1\omega_1,\ldots,q_m\omega_m)$, Z^m − множество m-мерных целочисленных векторов $q=(q_1,\ldots,q_m)$.

В дальнейшем предполагается, что периоды $\omega_1,\ldots,\omega_m$ − рационально несоизмеримые.

При условии (2.11) и свойствах (2.2) и (2.9) нетрудно заметить, что решение (2.10) задачи (2.1)-(1.1*)-(2.1°) квазипериодично по τ с частотным базисом $\nu_1=\omega_1^{-1},\ldots,\nu_m=\omega_m^{-1},\nu_{m+1}=1/\theta^0$; $e=(1,\ldots,1)$ − m-вектор, $\tilde e=(1,1)$ − вектор.

Действительно, положим $\tilde\tau=(\tau_1,\ldots,\tau_m)$, $\tilde\tau^0=(\tau_1^0,\ldots,\tau_m^0)$ и $\tilde\lambda(\tilde\tau,\tilde\tau^0,t^0)=t^0+\tilde\tau-\tilde\tau^0$, то тогда имеем $\tilde\lambda(\tilde\tau,\tilde\tau^0,t^0)\big|_{\tilde\tau=e\tau,\ \tilde\tau^0=e\tau^0}=\lambda(\tau,\tau^0,t^0)$.

Следовательно, решение (2.10) можно получить от (θ^0,ω,ω)-периодической по $(\tau,\tilde\tau,t)$ функции $w(\tau^0,\tilde\tau^0,\tau,\tilde\tau,t,\xi)=v(\tilde\lambda(\tilde\tau^0,\tilde\tau,t),\mu(\tau^0,\tau,\xi))$ при $\tilde\tau=e\tau$ и $\tilde\tau^0=e\tau^0$, что означает квазипериодичность нуля (2.10) по τ.

В частности, начальная функция (2.11) вещественно аналитическая по $(t,\xi)\in\Pi_{\rho}^{m}\times\Pi_{\varepsilon,\rho}^{2}$, то имеем

$$v(t,\xi)=\sum_{j\in Z^m,\,k\in N^2} v_{jk}\,\xi^k\exp\left[2\pi i\left\langle j,\nu t\right\rangle\right] \tag{2.12}$$

с коэффициентами Фурье v_{jk}. Тогда соотношением (2.10) и (2.12) с учетом свойства 1° соотношений (2.9) имеем вещественно аналитический нуль $u(\tau^0,\tau,t,\xi)$ оператора D вида

$$u(\tau^0,\tau,t,\xi)=\sum_{k\in N^2,\,(j_0,j)\in Z\times Z^m} u_{(j_0,j)k}\xi^k\exp\left\{2\pi i\left[j_0\nu^0+\left\langle j,\nu(t-e\tau+e\tau^0)\right\rangle\right]\right\}. \tag{2.13}$$

В итоге имеем следующее утверждение.

Теорема 2.1. *При условиях (1.3), (1.4) и (2.12) нули (2.10) оператора дифференцирования (1.1*), определенные соотношением (2.10) являются вещественно аналитическими и представляются разложениями вида (2.13), причем они ω-периодичны по t и квазипериодичны по τ с частотным базисом (ν^0,ν).*

3. Многопериодические решения линейной однородной системы. Введем в рассмотрение однородную систему

$$Dx=Ax, \tag{3.1}$$

соответствующую системе (1.1) и начальное условие

$$x\big|_{\tau=\tau^0}=v(t+q\omega,\xi)=v(t,\xi)\in C_{t,\xi}^{(e,\tilde{e})}\left(\Pi_{\rho}^{m}\times\Pi_{\varepsilon,\rho}^{2}\right),\ q\in Z^m \tag{3.1°}$$

для ее решения.

Очевидно, что единственное вещественно аналитическое решение x задачи (3.1)-(3.1°) имеет вид

$$x(\tau^0,\tau,t,\xi)=X(\tau-\tau^0)\ u(\tau^0,\tau,t,\xi), \tag{3.2}$$

где $X(\tau)=\exp[A\tau]$, $u(\tau^0,\tau,t,\xi)=v(\lambda(\tau^0,\tau,\xi),\mu(\tau^0,\tau,\xi))$ – нуль оператора D, представляемой соотношением (2.12)-(2.13). При исследовании основного вопроса важно отсутствие (θ,ω)-периодических решений системы (3.1), отличных от нулевого. В связи с этим далее, рассмотрим два вида задач: 1°. Задача о существовании решений $x=x(\xi)$, вещественно аналитично зависящих только от $\xi\in\Pi_{\varepsilon,\rho}^{2}$ и 2°. Задача о существовании ω-периодических по t, θ-периодических по τ и вещественно аналитических по $(\tau,t,\xi)\in\Pi_{\rho}\times\Pi_{\rho}^{m}\times\Pi_{\varepsilon,\rho}^{2}$ решений $x=x(\tau,t,\xi)$, отличных от нулевого. Чтобы решить задачу 1° рассмотрим систему

$$D_{\xi}x=Ax \tag{3.3}$$

с оператором дифференцирования по ξ вида

$$D_{\xi}=\left\langle 2\pi\nu^0 J\xi+\varphi(\xi),\ \partial/\partial\xi\right\rangle \tag{3.3*}$$

и решение $x(\xi)$ ищем в виде степенного ряда

$$x(\xi)=\sum_{k\in N^2} x_k^0\,\xi^k\ , \tag{3.4}$$

где постоянные x_k^0 отыскиваются методом неопределенных коэффициентов. В силу комплексности собственных значений матрицы A задача 1° имеет единственное нулевое решение, так как коэффициенты $B_k x_k^0$ при ξ^k, полученные после подстановки (3.4) в (3.3)-(3.3*) слева имеют матрицы $B_0=0,\ B_k=\gamma_k E,\ |k|\neq 0$, а справа равны Ax_k^0, то есть имеем систему $[B_k-A]x_k^0=[\gamma_k E-A]x_k^0=0$ с постоянными γ_k и единичной матрицей E. Так как $\det[B_k-A]\neq 0$ то $x_k=0,\ (k=0,1,2,...)$. Следовательно, $x^0=0$.

Чтобы решить задачу 2° отметим, что при исследовании ее, большое значение имеет рациональная независимость периодов (частот) вида

$$\omega_0 = \theta, \omega_1, ..., \omega_m,\ \omega_{m+2} = \theta_* = \nu_*^{-1};\ \omega_{m+1} = \omega^0 = \theta^0(c):\ \omega_i / \omega_j \in Q,\ i \neq j \tag{3.5}$$

по временным переменным $t_0 = \tau, t_1, ..., t_m$, с которыми сталкиваемся в дальнейшем, где Q – множество рациональных чисел. Согласно теореме 2.1, при условии (3.5), (θ, ω)-периодические по (τ, t) нули оператора D зависят только от ξ: $u = u(\xi)$ или являются постоянными. Тогда решение системы (3.1) с θ-периодическим по τ нулем $u = u(\xi)$ в силу (3.2) представляется в виде

$$x(\tau^0, \tau, \xi) = X(\tau - \tau^0) u(\xi), \tag{3.6}$$

где $Du(\xi) = 0$, в частности $u(\xi)$ может быть постоянным вектором $u = u^0 - const$.

Ясно, что при $\alpha \neq 0$ из представления (3.6) следует, что система (3.1) имеет единственное θ-периодическое по τ решение $x = 0$. Если $\alpha = 0$, то, в силу условия (3.5), она также имеет только нулевое θ-периодическое решение, поскольку условие

$$\det[X(\theta) - E] \neq 0. \tag{3.7}$$

остается выполненным. Таким образом, можно сформулировать следующую теорему.

Теорема 3.1. *При условиях (1.3)-(1.5) и (3.5) система (3.1) не имеет* (θ, ω)*-периодическое по* (τ, t) *решений, кроме нулевого.*

Относительно существования ненулевых вещественно аналитических многопериодических решений однородной системы приводим следующую теорему.

Теорема 3.2. *При условиях (1.3)-(1.5) решение задачи (3.1)-(3.1°) вида (3.2) является вещественно аналитическим при* $(\tau, t, \xi) \in \Pi_\rho \times \Pi_\rho^m \times \Pi_{\varepsilon,\rho}^2$ ω*-периодическим по* t *и квазипериодическим по* τ *с частотным базисом* (ν, ν^0) *при* $\alpha \neq 0$ *и частотным базисом* (ν, ν_0, ν^0) *при* $\alpha = 0$.

Доказательство данного утверждения (3.2) следует из теорем 2.1 и 3.1 с учетом структуры решения (3.2) начальной задачи (3.1)-(3.1°).

Заметим, что в зависимости от значений c частота ν^0 может быть как соизмеримой, так и несоизмеримой с другими частотами ν_j, $j = \overline{0, m+1}$.

4. Многопериодичесое решение автономной системы.

Рассмотрим систему

$$Dx = Ax + f^0(\xi), \tag{4.1}$$

где вектор-функция $f^0(\xi)$ определяется соотношениям (1.7). Очевидно, что однородная система (3.1), соответствующая системе (4.1), не имеет многопериодических решений, кроме нулевого.

Следовательно, система (4.1) имеет также решения не более одного. Чтобы доказать существование единственного решения, зависящего только от ξ рассмотрим систему

$$D_\xi x = Ax + f^0(\xi), \tag{4.2}$$

которая соответствует однородной системе (3.3)-(3.3*), а ее аналитическое решение в окрестности $\xi = 0$ существует и ищем его в виде (3.4).

Подставив разложения (1.7) и (3.4) в систему (4.2) определим коэффициенты x_k^0 из систем $[\gamma_k E - A] x_k^0 = f_k^0$, $k \in N^2$ с определителями $\det[\gamma_k E - A] = (\gamma_k - \alpha)^2 + \beta^2 \geq \beta^2 > 0$. Следовательно,

$$x^*(\xi) = \sum_{k \in N^2} [\gamma_k E - A]^{-1} f_k \xi^k. \tag{4.3}$$

Очевидно, что решение (4.3) с коэффициентами x_k^0 является и решением системы (4.1).

Таким образом, доказано существование единственного решения автономной системы (4.1).

Теорема 4.1. *Пусть выполнены условия (1.3)-(1.5) и (1.7). Тогда автономная система (4.1) имеет единственное аналитическое при* $\xi \in \Pi_{\varepsilon,\rho}^2$ *вещественно аналитическое решение вида (4.3).*

На основе матричной функции $X(\tau)=\exp[A\tau]$ вида

$$X(\tau)=e^{\alpha\tau}\begin{pmatrix}\cos\beta\tau & \sin\beta\tau\\ -\sin\beta\tau & \cos\beta\tau\end{pmatrix},\ \beta>0 \tag{4.4}$$

введем в рассмотрение матрицу

$$G(\tau,s)=\begin{cases}[X^{-1}(\tau+\theta)-X^{-1}(\tau)]^{-1}X^{-1}(s+\theta), & s^*(\tau)-\theta\le s<\tau,\\ [X^{-1}(\tau+\theta)-X^{-1}(\tau)]^{-1}\ X^{-1}(s), & \tau\le s\le s^*(\tau),\end{cases} \tag{4.5}$$

где $s^*(\tau)$ – ступенчатая функция определенная при $\tau\in R$, обладающая свойствами $s^*(\tau+\theta)=s^*(\tau)+\theta$ и обобщенной производной $(d/d\tau)s^*(\tau)=0$.

На основе (4.4) легко проверить, что матрица (4.5) обладает свойствами

$$\frac{\partial}{\partial\tau}G(\tau,s)=AG(\tau,s),\ \tau\ne s;\quad G(\tau,\tau+0)-G(\tau,\tau-0)=E;\quad G(\tau+\theta,s+\theta)=G(\tau,s). \tag{4.6}$$

Матричную функцию (4.5) со свойствами (4.6) можно назвать функцией Грина задачи о многопериодических решениях для системы (1.1)-(1.1*).

Функцией Грина, как правило, задается интегральное представление неоднородной системы. Очевидно, что единственное θ-периодическое по τ решение $x(\tau,\xi)$ системы (4.1) интегрально представляется соотношением

$$x(\tau,\xi)=\int\limits_{s^*(\tau)-\theta}^{s^*(\tau)}G(\tau,s)\,f^0(\mu(s,\tau,\xi))ds \tag{4.7}$$

причем можно показать, что $x(\tau,\xi)\equiv x^*(\xi)$.

Заметим, что в силу автономности характеристический интеграл $\mu=\mu(s,\tau,\xi)$ представляется в виде $\mu=\mu^0(\tau-s,\xi)$ и периодичен относительно τ.

Следовательно, в процессе интегрирования (4.7) малых делителей не появляются и результат зависит только от ξ.

На основе интегральных представления (4.7) теорему 4.1 можно сформулировать в другом виде.

Теорема 4.2. *При условиях теоремы 4.1 единственное θ-периодическое решение x системы (4.1) имеет интегральное представление вида (4.7), зависящее только от ξ.*

5. Решение основной задачи о многопериодическом решении.

Пользуясь формулами Эйлера матрицу (4.4) можно представить в виде

$$X(\tau)=\Gamma_+e^{(\alpha+2\pi i\nu_*)\tau}+\Gamma_-e^{(\alpha-2\pi i\nu_*)\tau} \tag{5.1}$$

с матричными второго порядка коэффициентами $\Gamma_\pm=\frac{1}{2}\begin{pmatrix}1 & \mp i\\ \pm i & 1\end{pmatrix}$, где $\beta=2\pi\nu_0>0$.

В силу условий (1.6), (2.9) и (5.1) имеем разложение в ряд Тейлора-Фурье вида

$$\begin{aligned}X^{-1}(s)f(s,\lambda(s,\tau,t),\mu(s,\tau,\xi))=&\sum_{k\in N^2,\ \bar{j}\in Z^{m+3}}f_{k\bar{j}}\,\xi^k\exp\{2\pi i[j^0\nu^0\tau+\langle j,\nu(t-\tau)\rangle]\}\times\\ &\times\exp\{2\pi i[j^0\nu^0+j^*\nu^*+j_0\nu_0+\langle j,\nu\rangle]s\}\cdot e^{\alpha s},\end{aligned} \tag{5.2}$$

где $\bar{j}=(j^0,j^*,j_0,j)$, $j=(j_1,...,j_m)$, $|\xi|\le e^{2\pi\delta}=r,\ \tau\in\Pi_\delta, t\in\Pi_\delta^m$, коэффициенты Тейлора-Фурье $f_{k\bar{j}}$ удовлетворяют оценке $|f_{k\bar{j}}|\le\exp[-2\pi\delta(|k|+|\bar{j}|)]\,\|f\|_\delta$.

В дальнейшем, нам понадобиться условие сильной несоизмеримости вида

$$\left|\left\langle \bar{j},\bar{\nu}\right\rangle\right| \geq \frac{c_0}{2\pi}|\,\bar{j}\,|^{-\gamma},\ \bar{j}\in Z^{m+3} \tag{5.3}$$

при $\nu^0 \in I^0$, где c_0 и γ – положительные постоянные, $\bar{j}=(j^0,j^*,j_0,j_1,...,j_m)$, $\bar{\nu}=(\nu^0,\nu^*,\nu_0,\nu_1,...,\nu_m)$ – частоты, Z^{m+3} – множество целочисленных $(m+3)$-мерных векторов. Относительно I^0 следует учесть, что $\nu^0=\nu^0(c)$ – аналитично зависит от $c\in O_{\varepsilon_0}$ и промежуток $[\nu^0(0),\ \nu^0(\varepsilon_0)]$ является областью изменения. Здесь множество значений $\nu^0(c)$, для которых выполняется условие (5.3) обозначено через I^0. Введем в рассмотрение решение

$$x(\tau,t,\xi)=\int\limits_{s^*(\tau)-\theta}^{s^*(\tau)} G(\tau,s)\, f\big(s,\lambda(s,\tau,t),\mu(s,\tau,\xi)\big)ds \tag{5.4}$$

системы (1.1)-(1.1*). Предполагается существование интегралы (5.4), легко убедиться, что вектор-функция $x^*(\tau,t,\xi)$, определенная соотношением удовлетворяет системе (1.1) с оператором дифференцирования (1.1*). Из выражения

$$\begin{aligned} x^*(\tau,t,\xi)=&\left\{\int\limits_{s^*(\tau)-\theta}^{\tau} X^{-1}(\theta)X^{-1}(s)\, f\big(s,\lambda(s,\tau,t),\mu(s,\tau,\xi)\big)ds+\int\limits_{\tau}^{s^*(\tau)} X^{-1}(s)\, f\big(s,\lambda(s,\tau,t),\mu(s,\tau,\xi)\big)ds\right\}\times \\ &\times\left[X^{-1}(\tau+\theta)-X^{-1}(\tau)\right]^{-1}, \end{aligned} \tag{5.5}$$

полученного из (5.4) в силу (4.5), с учетом $X^{-1}(s+\theta)=X^{-1}(\theta)X^{-1}(s)$, следует, что существование интеграла (5.4) связано с интегрируемостью вектор-функции (5.2) по s .

При интегрировании с использованием разложения (5.2) из выражения (5.5) получим ряд с коэффициентами

$$f_{k\ \bar{j}}\left[\alpha+2\pi i\left\langle \bar{j},\bar{\nu}\right\rangle\right]^{-1},\ k\in N^2,\ \bar{j}\in Z^{m+3}. \tag{5.6}$$

В случае $\alpha\neq 0$, как видно из (5.6), малых знаменателей в полученном ряде не появляются, поскольку $\left|\alpha+2\pi i\left\langle \bar{j},\bar{\nu}\right\rangle\right| ng \geq |\alpha|>0$. При этом интеграл (5.5), следовательно (5.4) существует при $\tau\in\Pi_\delta, t\in\Pi_\delta^m, |\,\xi\,|\leq e^{2\pi\delta}$. Если $\alpha=0$, то появляются малые делители, но существование интеграла (5.5) обеспечивает условие (5.3) при $\tau\in\Pi_{\delta/2}, t\in\Pi_{\delta/2}^m, |\,\xi\,|\leq e^{\pi\delta}$.

Таким образом, можно сформулировать следующую теорему.

Теорема 5.1. *Пусть выполнены условия (1.3)-(1.6) и (3.5). Тогда а) при* $\alpha\neq 0$ *и б) при* $\alpha=0$ *с дополнительным условием (5.3) система (1.1) допускает единственное* (θ,ω)*-периодическое по* (τ,t) *вещественно аналитическое при* $(\tau,t,\xi)\in\left(\Pi_{\rho/2}\times\Pi_{\rho/2}^m\times\Pi_{\varepsilon,\rho/2}^2\right)$ *решение* $x^*(\tau,t,\xi)$*, интегрально представимое соотношением (5.4).*

Доказательство. Существование искомого решения в виде интегрального представления (5.4) легко обосновать в силу условий (1.3)-(1.6), (3.5) с учетом условия (5.3) и соотношений (5.5), (5.6) для случаев $\alpha\neq 0$ и $\alpha=0$. Многопериодичность решения периодов (θ,ω) по (τ,t) доказывается непосредственной проверкой. Единственность следует из выполнения неравенства (3.7) при условии (3.5). Теорема доказана полностью.

В заключении, выражаю благодарность своему научному руководителю профессору Ж.А. Сартабанову за постановку вопроса и указания структурно-методического характера по оформлению данной заметки.

Список использованной литературы:

1 Харасахал В.Х. Почти-периодические решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Алма-Ата: Наука, Каз. ССР 1970. 200 с.

2 Умбетжанов Д.У. Почти многопериодические решения дифференциальных уравнений в частных производных. Алма-Ата: Наука, 1979. - 210 с.

3 Мухамбетова А.А., Сартабанов Ж.А. Устойчивость решений систем дифференциальных уравнений с многомерным временем. Актобе: Принт А, 2007. 168 с.

4 Кульжумиева А.А, Сартабанов Ж.А. Периодические решения систем дифференциальных уравнений с многомерным временем. Уральск: РИЦ ЗКГУ, 2013. 168 с.

5 Sartabanov Z.A. The multi-period solution of a linear system of equations with the operator of differentiation along the main diagonal of the space of independent variables and delayed arguments // AIP Conference Proceedings. - 2017. – Vol. 1880, P. 040020. https://doi.org/10.1063/1.5000636.

6 Ляпунов А.М. Общая задачи об устойчивости движений. М.-Л.: ГИТТЛ, 1950. - 472 с.

7 Малкин И.Г. Некоторые задачи теории нелинейных колебаний. М.: Гостехиздат, 1956. 492 с.

8 Сартабанов Ж.А., Омарова Б.Ж. Метод Ляпунова в исследовании многопериодических решений одной линейной системы уравнений с оператором дифференцирования // Таймановские чтения 2017: Труды международной научно-практической конференции, Уральск, Казахстан, 2017. С. 67-72.

9 Sartabanov Zh.A., Omarova B.Zh. Multiperiodic solutions of the one autonomous system of equations with the operator of differentiation with respect to spatial and time variables // Scientific journal Vestnik of Aktobe's K.Zhubanov Regional State University. 2018. - №1(51). - P.60-64.

10 Sartabanov, Z.A., Omarova, B.Z. Multiperiodic solutions of autonomous systems with operator of differentiation on the Lyapunov's vector field // AIP Conference Proceedings. 2018. Vol. 1997, P. 020041. https://doi.org/10.1063/1.5049035

11 Sartabanov Zh.A., Omarova B.Zh. On multi-periodic solutions of quasilinear autonomous systems with operator of differentiation on the Lyapunov's vector field // BULLETIN OF THE KARAGANDA UNIVERSITY-MATHEMATICS. - 2019. – Vol. 94. №2. – P. 70-83. https://doi.org/10.31489/2019M2/70-83

12 Sartabanov Zh.A., Omarova B.Zh., Kerimbekov A. Research of multiperiodic solutions of perturbed linear autonomous systems with differentiation operator on the vector field // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physico-Mathematical Series. – 2019. Vol.6. №328. - P. 63-79. https://doi.org/10.32014/2019.2518-1726.7

МРНТИ 27.39.15
УДК 517.5

THE CONVOLUTION IN ANISOTROPIC TRIEBEL–LIZORKIN SPACES

Tleukhanova N.T. [1], Sadykova K.K. [1]

[1] L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Abstract

In this paper, we investigate the boundedness of the norm of the convolution operator in anisotropic Triebel-Lizorkin spaces. The Triebel-Lizorkin spaces are based on the Lorentz spaces L_{pq}. In the anisotropic case, we take the anisotropic Lorentz space $L_{\mathbf{pq}}$ as the base. The main goal of the paper is to solve the following problem: let f and g be functions from some classes of the Triebel-Lizorkin space scale. It is necessary to determine which conditions on the parameters of the spaces from f and g are taken and study which space belongs to their convolution $f*g$. An analogue of the O'Neil theorem was obtained for the Triebel-Lizorkin space scale $F_{\mathbf{p\tau}}^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}$, where $\boldsymbol{\alpha}$, $\boldsymbol{\tau}$, $\mathbf{p}$, $\mathbf{q}$ are vector parameters. Relations of the form $F_{\mathbf{r\mu}}^{\boldsymbol{\beta\eta}} * F_{\mathbf{h\nu}}^{\boldsymbol{\gamma\xi}} \hookrightarrow F_{\mathbf{p\tau}}^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}$ are obtained, with the corresponding ratios of vector parameters $\boldsymbol{\alpha}=\boldsymbol{\beta}+\boldsymbol{\gamma}$, $1+\frac{1}{\mathbf{p}}=\frac{1}{\mathbf{r}}+\frac{1}{\mathbf{h}}$, $\frac{1}{\boldsymbol{\tau}}=\frac{1}{\boldsymbol{\mu}}+\frac{1}{\boldsymbol{\nu}}$, $\frac{1}{\mathbf{q}}=\frac{1}{\boldsymbol{\xi}}+\frac{1}{\boldsymbol{\eta}}$. The research method is the functional spaces theory and inequalities of functional and harmonic analysis.

Keywords: Young-O'Neil inequality, anisotropic Triebel–Lizorkin spases, convolution.

Аңдатпа

Н.Т.Тлеуханова[1]*, К.К.Садыкова*[1]
[1] *Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

АНИЗОТРОПТЫ ТРИБЕЛЬ-ЛИЗОРКИН КЕҢІСТІКТЕРІНДЕГІ ҮЙІРТКІ

Берілген жұмыста үйірткі операторы нормасының анизотропты Трибель-Лизоркин кеңістіктеріндегі шенелуі зерттеледі. Трибель-Лизоркин кеңістіктері L_{pq} Лоренц кеңістіктерінің негізінде құрылады. Анизотропты жағдайда база ретінде анизотропты $L_{\mathbf{pq}}$ Лоренц кеңістігін аламыз. Жұмыстың негізгі мақсаты келесі есепті шешу болып табылады: айталық, f және g Трибель-Лизоркин кеңістігі шкаласының қандай да бір класынан болсын. f және g алынатын кеңістіктің параметрлеріне қойылатын шарттарды анықтау және осы функциялардын $f * g$ үйірткісі қай кеңістікке жататынын анықтау қажет. Жұмыста $F_{\mathbf{p\tau}}^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}$ Трибель-Лизоркин кеңістігінің шкаласы үшін О'Нейл теоремасының аналогы алынды, мұнда $\boldsymbol{\alpha}$, $\boldsymbol{\tau}$, $\mathbf{p}$, $\mathbf{q}$ векторлық параметрлер болып табылады. $F_{\mathbf{r\mu}}^{\boldsymbol{\beta\eta}} * F_{\mathbf{h\nu}}^{\boldsymbol{\gamma\xi}} \hookrightarrow F_{\mathbf{p\tau}}^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}$ түріндегі қатынас дәлелденді, мұнда қатынас параметрлеріне $\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\gamma}$, $1 + \frac{1}{\mathbf{p}} = \frac{1}{\mathbf{r}} + \frac{1}{\mathbf{h}}$, $\frac{1}{\boldsymbol{\tau}} = \frac{1}{\boldsymbol{\mu}} + \frac{1}{\boldsymbol{\nu}}$, $\frac{1}{\mathbf{q}} = \frac{1}{\boldsymbol{\xi}} + \frac{1}{\boldsymbol{\eta}}$ сәйкесінше шарттар қойылған. Зерттеу әдісі функционалдық анализдің теориясының тәсілдері мен функционалдық және гармоникалық анализ теңсіздіктерін қолдану болып табылады.

Түйін сөздер: Юнг-О'Нейл теңсіздігі, анизотропты Трибель-Лизоркин кеңістіктері, үйірткі.

Аннотация

Н.Т. Тлеуханова[1]*, К.К. Садыкова*[1]
[1] *Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан*

СВЕРТКА В АНИЗОТРОПНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ТРИБЕЛЯ-ЛИЗОРКИНА

В настоящей работе исследуется ограниченность нормы оператора свертки в анизотропных пространствах Трибеля-Лизоркина. Пространства Трибеля-Лизоркина базируются на основе пространств Лоренца L_{pq}. В анизотропном случае в качестве базы берем анизотропное пространство Лоренца $L_{\mathbf{pq}}$. Основной целью работы является решение следующей задачи: пусть f и g функции из некоторых классов шкалы пространств Трибеля-Лизоркина. Нужно определить условия на параметры пространств из которых берутся f и g и изучить класс, которому принадлежит их свертка $f * g$. В работе получен аналог теоремы О'Нейла для шкалы пространств Трибеля-Лизоркина $F_{\mathbf{p\tau}}^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}$, где $\boldsymbol{\alpha}$, $\boldsymbol{\tau}$, $\mathbf{p}$, $\mathbf{q}$ являются векторными параметрами. Получены соотношения вида $F_{\mathbf{r\mu}}^{\boldsymbol{\beta\eta}} * F_{\mathbf{h\nu}}^{\boldsymbol{\gamma\xi}} \hookrightarrow F_{\mathbf{p\tau}}^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}$, при соответствующих соотношениях векторных параметров $\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\gamma}$, $1 + \frac{1}{\mathbf{p}} = \frac{1}{\mathbf{r}} + \frac{1}{\mathbf{h}}$, $\frac{1}{\boldsymbol{\tau}} = \frac{1}{\boldsymbol{\mu}} + \frac{1}{\boldsymbol{\nu}}$, $\frac{1}{\mathbf{q}} = \frac{1}{\boldsymbol{\xi}} + \frac{1}{\boldsymbol{\eta}}$. Методом исследования являются аппараты теории функциональных пространств и неравенства функционального и гармонического анализа.

Ключевые слова: неравенства Юнга-О'Нейла, анизотропные пространства Трибеля-Лизоркина, свертка.

1. Introduction

Let I be either a n-dimensional torus $\mathbf{T}^n = [0,1)^n$, or a Euclidean space $\mathbf{R}^n$. Let $f(x)$ and $g(x)$ be determined and measurable functions on I with respect to the n-dimensional Lebesgue measure such that for almost all $x \in I$ there exists an integral

$$\int_I f(x-y)g(y)dy.$$

In this case, it is said that the convolution of these functions is defined

$$(f * g)(x) = \int_I f(x-y)g(y)dy. \tag{1.1}$$

The classical Young's inequality [1] has the form: suppose

$$1\le p,r,q\le\infty, \quad \frac{1}{q}+1=\frac{1}{p}+\frac{1}{r}. \tag{1.2}$$

If $f\in L_p(I)$, $g\in L_r(I)$, then almost everywhere in I there exists a convolution $f*g$, belonging to the space $L_q(I)$ and the following inequality holds

$$\|f*g\|_{L_q(I)}\le\|f\|_{L_p(I)}\|g\|_{L_r(I)}. \tag{1.3}$$

We write this statement in the form of a relation

$$L_p(I)*L_r(I)\hookrightarrow L_q(I).$$

These inequalities play an important role in harmonic analysis and in the theory of partial differential equations [1].

If

$$1<p,r,q<\infty, \quad \frac{1}{q}+1=\frac{1}{p}+\frac{1}{r}, \tag{1.4}$$

then for $g_0(x)=\frac{1}{|x|^{\frac{n}{r}}}$ the inequality holds

$$\|f*g_0\|_{L_q(I)}\le C\|f\|_{L_p(I)}.$$

This inequality is called the Hardy-Littlewood-Sobolev inequality. It does not follow from Young's inequality, since $\|g_0\|_{L_r(I)}=\infty$. Generalization of inequality (1.3) obtained by O'Neil [2].

If (1.4) is true and $0<s_1,s_2,s\le\infty$, $\frac{1}{s}=\frac{1}{s_1}+\frac{1}{s_2}$, then

$$L_{ps_1}*L_{rs_2}\hookrightarrow L_{qs} \tag{1.5}$$

and in particular

$$L_p*L_{r\infty}\hookrightarrow L_q, \tag{1.6}$$

where L_{ps} is Lorentz space.

Note that in relation (1.5), condition (1.4) is essential. The limiting cases of the O'Neil inequality with condition (1.2) were considered in [3].

The O'Neil inequality for anisotropic Lorentz spaces was studied in [4,5]. In the case of $n\ge 2$ these results are extended the inequality (1.6). In the one-dimensional case, the O'Neil inequality was extended in [6,7].

There are generalizations of the Young and O'Neil inequalities for various functional spaces: weighted L_p spaces, classical and Lorentz weighted spaces, Hardy spaces, Wiener spaces, Orlicz spaces; see [4], [8-11], and references therein.

Convolution operators were studied in spaces of smooth functions in [12-14].

In this paper, we investigate the boundedness of the convolution operator in anisotropic Triebel-Lizorkin spaces.

2. Anisotropic Triebel–Lizorkin spaces

Let $\mathbf{p}=(p_1,p_2)$, $\boldsymbol{\tau}=(\tau_1,\tau_2)$, $\boldsymbol{\mu}=(\mu_1,\mu_2)$, $\mathbf{v}=(\nu_1,\nu_2)$, $\mathbf{q}=(q_1,q_2)$, $\boldsymbol{\alpha}=(\alpha_1,\alpha_2)$, $\mathbf{k}=(k_1,k_2)$, $\mathbf{r}=(r_1,r_2)$, $\mathbf{h}=(h_1,h_2)$, $\boldsymbol{\beta}=(\beta_1,\beta_2)$, $\boldsymbol{\gamma}=(\gamma_1,\gamma_2)$, $\mathbf{x}=(x_1,x_2)$.

Let $1\le\mathbf{p},\boldsymbol{\tau}\le\infty$. For the function $f\in L_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}(\mathbf{T}^2)$ let us define

$$\Delta_{\mathbf{k}}f(x_1,x_2)=\sum_{m_2=2^{k_2}}^{2^{k_2+1}}\sum_{m_1=2^{k_1}}^{2^{k_1+1}}a_{\mathbf{m}}(f)e^{2\pi i(m_1x_1+m_2x_2)},$$

where the $\{a_{\mathbf{m}}(f):\mathbf{m}\in\mathbf{Z}^2\}$ are the Fourier coefficients of f with respect to the multiple trigonometric system, $k\in\mathbf{N}$.

Let $-\infty<\boldsymbol{\alpha}<\infty$.

The set of functions $f \in L_{\mathbf{p},\boldsymbol{\tau}}(\mathbf{T}^2)$ for which the following norms

$$\|f\|_{F_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}(\mathbf{T}^2)} = \left\| \left(\sum_{k_2=0}^{\infty} \left(\sum_{k_1=0}^{\infty} \left(2^{\alpha_1 k_1 + \alpha_2 k_2} |\Delta_{\mathbf{k}} f| \right)^{q_1} \right)^{q_2/q_1} \right)^{1/q_2} \right\|_{L_{\mathbf{p},\boldsymbol{\tau}}(\mathbf{T}^2)} \tag{2.1}$$

are finite, are called as Triebel-Lizorkin type spaces $F_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}(\mathbf{T}^2)$. In the isotropic case, these spaces were investigated in [15], where the interpolation properties were studied.

We define the concept of convolution for the elements of these spaces.

Let $f = \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} a_{k_1,k_2} e^{2\pi i (k_1 x_1 + k_2 x_2)}$ and $g = \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} b_{k_1,k_2} e^{2\pi i (k_1 x_1 + k_2 x_2)}$ be trigonometric series. By convolution of these series we mean the series

$$(f * g)(y_1, y_2) = \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} a_{k_1,k_2}(f) b_{k_1,k_2}(g) e^{2\pi i (k_1 x_1 + k_2 x_2)} . \tag{2.2}$$

Proposition 2.1.

$$\Delta_{\mathbf{k}}(f * g)(y_1, y_2) = \int_0^1 \int_0^1 \Delta_{\mathbf{k}} f(x_1, x_2) \Delta_{\mathbf{k}} g(y_1 - x_1, y_2 - x_2) dx_1 dx_2 .$$

Proof. We consider the following quantities

$$\Delta_{\mathbf{k}} f(x_1, x_2) = \sum_{m_2=2^{k_2}}^{2^{k_2+1}} \sum_{m_1=2^{k_1}}^{2^{k_1+1}} a_{m_1,m_2}(f) e^{2\pi i (m_1 x_1 + m_2 x_2)} ,$$

$$\Delta_{\mathbf{k}} g(y_1 - x_1, y_2 - x_2) = \sum_{m_2=2^{k_2}}^{2^{k_2+1}} \sum_{m_1=2^{k_1}}^{2^{k_1+1}} b_{m_1,m_2}(g) e^{2\pi i (m_1 (y_1 - x_1) + m_2 (y_2 - x_2))} .$$

According to Parseval's equality we have

$$\int_0^1 \int_0^1 \Delta_{\mathbf{k}} f(x_1, x_2) \Delta_{\mathbf{k}} g(y_1 - x_1, y_2 - x_2) dx_1 dx_2$$

$$= \int_0^1 \int_0^1 \sum_{m_2=2^{k_2}}^{2^{k_2+1}} \sum_{m_1=2^{k_1}}^{2^{k_1+1}} a_{m_1,m_2}(f) e^{2\pi i (m_1 x_1 + m_2 x_2)} \sum_{m_2=2^{k_2}}^{2^{k_2+1}} \sum_{m_1=2^{k_1}}^{2^{k_1+1}} b_{m_1,m_2}(g) e^{2\pi i (m_1 (y_1 - x_1) + m_2 (y_2 - x_2))} dx_1 dx_2$$

$$= \sum_{m_2=2^{k_2}}^{2^{k_2+1}} \sum_{m_1=2^{k_1}}^{2^{k_1+1}} a_{m_1,m_2}(f) b_{m_1,m_2}(g) e^{2\pi i (m_1 y_1 + m_2 y_2)} .$$

Theorem 2.1. Let $\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma} \in \mathbf{R}^2$, $\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\gamma}$, $1 < \mathbf{p}, \mathbf{r}, \mathbf{h} < \infty$, $1 + \frac{1}{\mathbf{p}} = \frac{1}{\mathbf{r}} + \frac{1}{\mathbf{h}}$, $1 \le \boldsymbol{\tau}, \boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\nu} < \infty$, $\frac{1}{\boldsymbol{\tau}} = \frac{1}{\boldsymbol{\mu}} + \frac{1}{\boldsymbol{\nu}}$, $1 \le \mathbf{q}, \boldsymbol{\xi}, \boldsymbol{\eta} \le \infty$, $\frac{1}{\mathbf{q}} = \frac{1}{\boldsymbol{\xi}} + \frac{1}{\boldsymbol{\eta}}$.

Suppose that f and g are respectively measurable on $[0,1]^2$ and $[-1,1]^2$ functions such that $f \in F_{\mathbf{r}\boldsymbol{\mu}}^{\boldsymbol{\beta}\boldsymbol{\eta}}([0,1]^2)$, $g \in F_{\mathbf{h}\boldsymbol{\nu}}^{\boldsymbol{\gamma}\boldsymbol{\xi}}([0,1]^2)$ and

$$\|f * g\|_{F_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}} \le C \|f\|_{F_{\mathbf{r}\boldsymbol{\mu}}^{\boldsymbol{\beta}\boldsymbol{\eta}}} \|g\|_{F_{\mathbf{h}\boldsymbol{\nu}}^{\boldsymbol{\gamma}\boldsymbol{\xi}}} .$$

Proof. Applying Proposition 2.1, we derive

$$\|f*g\|_{F^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}}=\left\|\left(\sum_{k_2=0}^{\infty}\left(\sum_{k_1=0}^{\infty}\left(2^{\alpha_1k_1+\alpha_2k_2}\left|\Delta_{\mathbf{k}}\left(f*g\right)\right|\right)^{q_1}\right)^{q_2/q_1}\right)^{1/q_2}\right\|_{L_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}}$$

$$=\left\|\left(\sum_{k_2=0}^{\infty}\left(\sum_{k_1=0}^{\infty}\left(2^{\alpha_1k_1+\alpha_2k_2}\left|\int_0^1\int_0^1\Delta_{\mathbf{k}}f(\mathbf{x})\Delta_{\mathbf{k}}g(\mathbf{y}-\mathbf{x})dx_1dx_2\right|\right)^{q_1}\right)^{q_2/q_1}\right)^{1/q_2}\right\|_{L_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}}$$

$$\leq\left\|\int_0^1\int_0^1\left(\sum_{k_2=0}^{\infty}\left(\sum_{k_1=0}^{\infty}\left(2^{\alpha_1k_1+\alpha_2k_2}\left|\Delta_{\mathbf{k}}f(\mathbf{x})\right|\left|\Delta_{\mathbf{k}}g(\mathbf{y}-\mathbf{x})\right|\right)^{q_1}\right)^{q_2/q_1}\right)^{1/q_2}dx_1dx_2\right\|_{L_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}}.$$

Thus, using Hölder's inequality for $\frac{1}{\mathbf{q}}=\frac{1}{\boldsymbol{\xi}}+\frac{1}{\boldsymbol{\eta}}$, we have

$$\|f*g\|_{F^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}}\leq\left\|\int_0^1\int_0^1\left(\sum_{k_2=0}^{\infty}\left(\sum_{k_1=0}^{\infty}\left(2^{\beta_1k_1+\beta_2k_2}\left|\Delta_{\mathbf{k}}f(\mathbf{x})\right|\right)^{\xi_1}\right)^{\xi_2/\xi_1}\right)^{1/\xi_2}\right.$$

$$\left.\times\left(\sum_{k_2=0}^{\infty}\left(\sum_{k_1=0}^{\infty}\left(2^{\gamma_1k_1+\gamma_2k_2}\left|\Delta_{\mathbf{k}}g(y_1-x_1,y_2-x_2)\right|\right)^{\eta_1}\right)^{\eta_2/\eta_1}\right)^{1/\eta_2}dx_1dx_2\right\|_{L_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}}.$$

Let

$$F(x_1,x_2)=\left(\sum_{k_2=0}^{\infty}\left(\sum_{k_1=0}^{\infty}\left(2^{\beta_1k_1+\beta_2k_2}\left|\Delta_{\mathbf{k}}f(x_1,x_2)\right|\right)^{\xi_1}\right)^{\xi_2/\xi_1}\right)^{1/\xi_2},$$

$$G(y_1-x_1,y_2-x_2)=\left(\sum_{k_2=0}^{\infty}\left(\sum_{k_1=0}^{\infty}\left(2^{\gamma_1k_1+\gamma_2k_2}\left|\Delta_{\mathbf{k}}g(y_1-x_1,y_2-x_2)\right|\right)^{\eta_1}\right)^{\eta_2/\eta_1}\right)^{1/\eta_2}.$$

Further, applying the O'Neil inequality for anisotropic Lorentz spaces [5] with parameters $1+\frac{1}{\mathbf{p}}=\frac{1}{\mathbf{r}}+\frac{1}{\mathbf{h}}$, $\frac{1}{\boldsymbol{\tau}}=\frac{1}{\boldsymbol{\mu}}+\frac{1}{\boldsymbol{\nu}}$, we derive

$$\|f*g\|_{L^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}}\leq\|F*G\|_{L_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}}\leq C\|F\|_{L_{\mathbf{r}\boldsymbol{\mu}}}\|G\|_{L_{\mathbf{h}\boldsymbol{\nu}}}.$$

Thus,

$$\|f*g\|_{F^{\boldsymbol{\alpha}\mathbf{q}}_{\mathbf{p}\boldsymbol{\tau}}}\leq C\left\|\left(\sum_{k_2=0}^{\infty}\left(\sum_{k_1=0}^{\infty}\left(2^{\beta_1k_1+\beta_2k_2}\left|\Delta_{\mathbf{k}}f\right|\right)^{\xi_1}\right)^{\xi_2/\xi_1}\right)^{1/\xi_2}\right\|_{L_{\mathbf{r}\boldsymbol{\mu}}}\left\|\left(\sum_{k_2=0}^{\infty}\left(\sum_{k_1=0}^{\infty}\left(2^{\gamma_1k_1+\gamma_2k_2}\left|\Delta_{\mathbf{k}}g\right|\right)^{\eta_1}\right)^{\eta_2/\eta_1}\right)^{1/\eta_2}\right\|_{L_{\mathbf{h}\boldsymbol{\nu}}}$$

$$=C\|f\|_{F^{\boldsymbol{\beta}\boldsymbol{\eta}}_{\mathbf{r}\boldsymbol{\mu}}}\|g\|_{F^{\boldsymbol{\gamma}\boldsymbol{\xi}}_{\mathbf{h}\boldsymbol{\nu}}}.$$

References

1 Bennett C., Sharpley R. Interpolation of Operators // Pure and Applied Mathematics 129, Boston, MA, Academic Press, INC. - 1988. - 469 p.

2 O'Neil R. Convolution operators and $L(p,q)$ spaces // Duke Math. J. - 1963. -V. 30. - P. 129-142

3 Nursultanov E., Tikhonov S. Convolution inequalities in Lorentz spaces // J. Fourier Anal. Appl. – 2011. – V. 17. – P. 486-505.

4 Blozinski A.P. On a convolution theorem for $L(p,q)$ spaces. Trans. Amer. Math. Soc. 1972. V. 164. P. 255-265.

5 Tleukhanova N.T., Sadykova K.K. O'Neil-type inequalities for convolutions in anisotropic Lorentz spaces // Eurasian Mathematical Journal, - 2019.- V. 10. № 3. - P. 68-83.

6 Nursultanov E., Tikhonov S., Tleukhanova N. Norm inequalities for convolution operators // C. R. Acad. Sci. Paris. - 2009. - V. I. № 347. - P. 1385-1388.

7 Nursultanov E., Tikhonov S., Tleukhanova N. Norm convolution inequalities in Lebesgue spaces // Rev. Mat. Iberoam. - 2018. - V. 34. № 2. - P. 811-838.

8 Heil C. An introduction to weighted Wiener amalgams. In Wavelets and their applications // Allied Publishers, New Delphi. - 2003. - P. 183-216.

9 Nursultanov E.D., Tleukhanova N.T. Multipliers of Multiple Fourier Series// Proc. Steklov Inst. Math. - 1999. - T .227. – P. 231-236.

10 Kerman R., Sawyer E. Convolution algebras with weighted rearrangement-invariant norm // Studia Math. - 1994. - V. 108. № 2. – P. 103-126.

11 Nursultanov E., Tikhonov S. Weighted norm inequalities for convolution and Riesz potential // Potential Analysis. - 2015. - № 42. № 2. - P. 435-456.

12 Batyrov B. E., Burenkov V. I. Estimates for convolutions in Nikol'skii-Besov spaces // Dokl. Akad. Nauk. - 1993. - V. 330. № 1. – P. 9-11.

13 Bui H. Weighted Young's inequality and convolution theorems on weighted Besov spaces // Math. Nachr. - 1994. - V. 170. - P. 25-37.

14 Sadykova K.K., Tleukhanova N.T. Estimates of the norm of the convolution operator in anisotropic Besov spaces with the dominated mixed derivative // Bulletin of the Karaganda University-Mathematics, - 2019. - V. 95. № 3. - P. 51-59.

15 Bekmaganbetov K., Nursultanov E. Interpolation of Besov $B_{p\tau}^{\sigma q}$ and Lizorkin-Triebel $F_{p\tau}^{\sigma q}$ spaces // Analysis Mathematica, - 2009. - V. 35. - P. 169-188.

МРНТИ 27.31.44
УДК 517.929.7

Б. Шәрін[1]*, А.Т. Есимова* [1]

[1]*Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

СЫЗЫҚТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУ ҮШІН БАСТАПҚЫ СЕКІРІСТІ ШЕТТІК ЕСЕП ШЕШІМІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Жұмыста үшінші ретті тұрақты коэффициентті сингулярлы ұйытқыған сызықты дифференциалдық теңдеу үшін шеттік есеп қарастырылған. Бұл есепте кіші параметр дифференциалдық теңдеу мен t = 0 нүктесіндегі шекаралық шарт құрамындағы жоғарғы туындылардың алдына қойылған. Біртекті сингулярлы ұйытқыған дифференциалдық теңдеудің іргелі шешімдер жүйесі оған сәйкес сипаттаушы теңдеудің түбірлері үшін алынған асимптотикалық жіктеулер негізінде құрылды. Осы жүйе Коши функциясын, арнайы шекаралық функцияларды және Грин функциясын құруда қолданылады. Аталған функциялардың көмегімен сингулярлы ұйытқыған шеттік есеп шешімінің аналитикалық формуласы алынды және t = 0 нүктесінде бұл шешімнің нөлінші ретті бастапқы секіріске ие болатыны анықталды. Қарастырылған сингулярлы ұйытқыған шеттік есеп шешімінің осы есептен $\varepsilon = 0$ жағдайында алынған сәйкес ұйытқымаған есеп шешіміне ұмтылатыны дәлелденді.

Түйін сөздер: ұйытқу, сингулярлық, асимптотикалық баға, бастапқы секіріс, Коши есебі, шекаралық есеп.

Аннотация

Б. Шарип[1], А.Т. Есимова[1]
[1]Казахский национальный женский педагогический университет, г.Алматы, Казахстан

ОЦЕНКА РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С НАЧАЛЬНЫМ СКАЧКОМ ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

В работе рассматривается краевая задача для сингулярно возмущенного линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами третьего порядка. В этой задаче малый параметр указывается перед старшими производными, входящими в состав дифференциального уравнения и краевого условия в точке t = 0. Фундаментальная система решений однородного сингулярно возмущенного дифференциального уравнения построена на основе асимтотических представлений, полученных для корней соответствующего характеристического уравнения. Эта система использована при построеним функции Коши, специальных функций краевых задач, а также функции Грина. С помощью названных функций получено аналитическая формула решения сингулярно возмущеннной краевой задачи и выяснимес, что это решение обладает явлением начального скачка нулевого порядка в точке t = 0. Доказано, что решение рассматриваемой сингулярно возмущенной краевой задаче стремится к соответствующей невозмущенной задачи, плученной из неё при $\varepsilon = 0$.

Ключевые слова: возмущение, сингулярность, асимптотическая оценка, начальный скачок, задача Коши, краевая задача.

Abstract

ESTIMATION OF A BOUNDARY VALUE PROBLEM SOLUTION WITH INITIAL JUMP FOR LINEAR DIFFERENTIAL EQUATION

Sharip B.[1], Yessimova A.T.[1]
[1]Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan

The paper considers a boundary value problem for a singularly perturbed linear differential equation with constant third-order coefficients. In this problem, a small parameter is indicated before the highest derivatives that are part of the differential equation and the boundary condition at t = 0.The fundamental system of solutions of a homogeneous singularly perturbed differential equation is constructed on the basis of asymptotic representations obtained for the roots of the corresponding characteristic equation. This system was used to construct the Cauchy function, special functions of boundary value problems, and also the Green function. With the help of these functions, an analytical formula is obtained for solving a singularly perturbed boundary value problem and it turns out that this solution has an initial zero-order jump at t = 0. It is proved that the solution to the considered singularly perturbed boundary value problem tends to the corresponding unperturbed problem obtained from it under $\varepsilon = 0$.

Keywords: disturbance, singularity, asymptotic estimate, the initial jump, Cauchy problem, boundary value problem.

Келесі сингулярлы ұйытқыған үшінші ретті сызықты дифференциалдық теңдеуді қарастырайық:

$$\varepsilon^2\, y''' + \varepsilon\, \mathrm{A}\, y'' + \mathrm{B}\, y' + C\, y = F \ , \tag{1}$$

мұндағы $\varepsilon > 0$ – кіші параметр, A, B, C, F – белгілі тұрақтылар.

Бұл теңдеуге мынадай шеттік шарттар қойылсын:

$$a_1\, y(0,\varepsilon) + \varepsilon\, a_2\, y'(0,\varepsilon) + \varepsilon^2\, a_3\, y''(0,\varepsilon) = b_1 \ ,$$
$$y'(0,\varepsilon) = b_2 \ , \qquad \int_0^1 y(t,\varepsilon)\, d\, t = b_3 \ , \tag{2}$$

мұндағы $a_i\, , b_i\ (i = \overline{1,3})$ – тұрақтылар.

(1), (2) сингулярлы ұйытқыған шеттік есептен $\varepsilon = 0$ жағдайында

$$\mathrm{B}\,\bar{y}' + C\,\bar{y} = F \ , \qquad \int_0^1 \bar{y}\,(t)\, d\, t = b_3 \tag{3}$$

ұйытқымаған есепті аламыз.

$$\varepsilon^2\, y''' + \varepsilon\, \mathrm{A}\, y'' + \mathrm{B}\, y' + C\, y = 0 \tag{4}$$

біртекті сингулярлы ұйытқыған дифференциалдық теңдеуге сәйкес

$$\varepsilon^2\, \lambda^3 + \varepsilon\, \mathrm{A}\, \lambda^2 + \mathrm{B}\, \lambda + C = 0$$

сипаттаушы теңдеудің түбірлерінің асимптотикалық жуықтаулары

$$\lambda_i(\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon}(\bar{\mu}_i+O(\varepsilon)),\, i=1{,}2 \quad , \quad \lambda_3(\varepsilon)=\bar{\lambda}+O(\varepsilon)$$

түрінде алынды, мұндағы $\bar{\mu}_i$ және $\bar{\lambda}$ – сәйкес

$$\bar{\mu}_i^2+\mathrm{A}\bar{\mu}_i+\mathrm{B}=0 \ , \ \mathrm{B}\bar{\lambda}+C=0$$

теңдеулерінің шешімдері.

Келесі шарттардың орындалуын талап етейік:

I. $\mathrm{A}>0$, $\mathrm{B}\neq 0$, $0\le t\le 1$;

II. $\bar{\mu}_1\neq\bar{\mu}_2$, $\bar{\mu}_i<0$, $i=1{,}2$;

III. $a_1\bar{y}(0)\neq b_1$.

(4) біртекті дифференциалдық теңдеудің келесі іргелі шешімдер жүйесі [1] жұмыстағы жолмен құрылды:

$$\begin{aligned} y_i^{(j)}(t,\varepsilon)&=\frac{1}{\varepsilon^j}(\bar{\mu}_i^j\, z_{io}(t)+O(\varepsilon)),\\ y_3^{(j)}(t,\varepsilon)&=e^{\bar{\lambda}\,t}(\bar{\lambda}^j+O(\varepsilon)), \end{aligned} \tag{5}$$

Мұндағы

$$z_{io}(t)=e^{-\frac{C}{3\bar{\mu}_i^2+2\mathrm{A}\bar{\mu}_i+\mathrm{B}}}\ ,\ i=\overline{1{,}2}\ ,\ j=\overline{0{,}2}\ .$$

Осы іргелі шешімдер жүйесінің көмегімен Вронский анықтауышы құрылып, оның асимптотикалық формуласы

$$W(t,\varepsilon)=\frac{\mathrm{B}}{\varepsilon^3}e^{\left(\frac{\bar{\mu}_1}{\varepsilon}+\frac{\bar{\mu}_2}{\varepsilon}+\bar{\lambda}\right)t}\,(z_{10}(t)\,z_{20}(t)(\overline{\mu_2}-\overline{\mu_1})+\mathrm{O}(\varepsilon))$$

түрінде алынды және $W(t,\varepsilon)\neq 0$ екені анықталды.

Келесі есепті қарастырайық [2]:

$$\begin{aligned} &\varepsilon^2\,\mathrm{K}_\varepsilon'''(t,s)+\varepsilon\,\mathrm{A}\mathrm{K}_\varepsilon''(t,s)+\mathrm{B}\mathrm{K}_\varepsilon'(t,s)+C\mathrm{K}_\varepsilon(t,s)=0,0\le s\le t\le 1\,,\\ &\mathrm{K}_\varepsilon(s,s)=0,\ \mathrm{K}_\varepsilon'(s,s)=0,\ \mathrm{K}_\varepsilon''(s,s)=1. \end{aligned}$$

Бұл Коши есебінің шешімі Коши функциясы деп аталады және $\mathrm{K}_\varepsilon(t,s)=\dfrac{\mathrm{K}_\varepsilon^*(t,s)}{W(s,\varepsilon)}$ формуласымен анықталады, мұндағы $\mathrm{K}_\varepsilon^*(t,\ s)$ анықтауышы $W(s,\varepsilon)$ вронскианның 3-ші жолын (5) іргелі шешімдер жүйесіне алмастырудан шығады.

$\mathrm{K}_\varepsilon(t,\ s)$ Коши функциясы үшін

$$\mathrm{K}_\varepsilon(t,s)=\frac{\varepsilon^2}{(\overline{\mu_2}-\overline{\mu_1})\mathrm{B}}\left[(\overline{\mu_2}-\overline{\mu_1})e^{\bar{\lambda}(t-s)}+(\overline{\mu_1}\frac{z_{20}(t)}{z_{20}(s)}e^{\frac{\overline{\mu_2}}{\varepsilon}(t-s)}-\overline{\mu_2}\frac{z_{10}(t)}{z_{20}(s)}e^{\frac{\overline{\mu_1}}{\varepsilon}(t-s)}+\mathrm{O}(\varepsilon)\right]$$

$$\mathrm{K}_\varepsilon'(t,s)=\frac{\varepsilon}{(\overline{\mu_2}-\overline{\mu_1})\mathrm{B}}\left[\varepsilon\bar{\lambda}(\bar{\mu}_2-\bar{\mu}_1)e^{\bar{\lambda}(t-s)}+\mathrm{B}(\frac{z_{20}(t)}{z_{20}(s)}e^{\frac{\bar{\mu}_2}{\varepsilon}(t-s)}-\frac{z_{10}(t)}{z_{20}(s)}e^{\frac{\bar{\mu}_1}{\varepsilon}(t-s)})+O\left(\varepsilon^2+\varepsilon(e^{\frac{\bar{\mu}_1}{\varepsilon}(t-s)}+e^{\frac{\bar{\mu}_2}{\varepsilon}(t-s)})\right)\right],$$

$$\mathrm{K}_\varepsilon''(t,s)=\frac{1}{(\overline{\mu_2}-\overline{\mu_1})\mathrm{B}}\left[\varepsilon^2\bar{\lambda}^2(\bar{\mu}_2-\bar{\mu}_1)e^{\bar{\lambda}(t-s)}+\mathrm{B}(\bar{\mu}_2\frac{z_{20}(t)}{z_{20}(s)}e^{\frac{\bar{\mu}_2}{\varepsilon}(t-s)}-\bar{\mu}_1\frac{z_{10}(t)}{z_{10}(s)}e^{\frac{\bar{\mu}_1}{\varepsilon}(t-s)})+O\left(\varepsilon^3+\varepsilon(e^{\frac{\bar{\mu}_1}{\varepsilon}(t-s)}+e^{\frac{\bar{\mu}_2}{\varepsilon}(t-s)})\right)\right]$$

асимптотикалық формулалары мен олардан туындайтын

$$|\,\mathrm{K}_\varepsilon(t,s)\,| \le C\varepsilon^2\,,\ \ |K'_\varepsilon(t,s)| \le C\varepsilon(\varepsilon + e^{-\gamma\frac{t-s}{\varepsilon}})\ \ ,\ |\,\mathrm{K}''_\varepsilon(t,s)\,| \le C(\varepsilon^2 + e^{-\gamma\frac{t-s}{\varepsilon}})$$

$(C = const > 0\ \ ,\ \gamma = const > 0)$

асимптотикалық бағалар алынды.

Іргелі шешімдер жүйесі көмегімен келесі анықтауыш құрылды:

$$\Delta_\varepsilon(0,1) = \begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ y'_1(0,\varepsilon) & y'_2(0,\varepsilon) & y'_3(0,\varepsilon) \\ \int_0^1 y_1(t,\varepsilon)dt & \int_0^1 y_2(t,\varepsilon)dt & \int_0^1 y_3(t,\varepsilon)dt \end{vmatrix} \ne 0\ ,$$

$$\alpha_{1i} = a_1\,y_i(0,\varepsilon) + \varepsilon a_1 y'_i(0,\varepsilon) + \varepsilon^2 a_2 y''_i(0,\varepsilon),\quad i = \overline{1,3}\,.$$

Бұл анықтауыштың асимптотикалық кескіні

$$\Delta_\varepsilon(0,1) = \frac{1}{\varepsilon}\left[\frac{e^{\bar\lambda}-1}{\bar\lambda}(\bar\mu_2 - \bar\mu_1)(a_0 + a_1\bar\mu_1 + a_2\bar\mu_1^{\,2})(a_0 + a_1\bar\mu_2 + a_2\bar\mu_2^{\,2}) + O(\varepsilon)\right]$$

түрінде табылды.

$\Delta_\varepsilon(0,1)$ анықтауышындағы $i-$ші жолды (5) іргелі шешімдер жүйесіне алмастырып, $\Delta_i(t,\varepsilon)$, $i = \overline{1,3}$ анықтауыштарын құрып,

$$\Phi_i(t,\varepsilon) = \frac{\Delta_i(t,\varepsilon)}{\Delta_\varepsilon(0,1)}\quad ,\ i = \overline{1,3}$$

шекаралық функцияларды аламыз. Бұл функциялар төмендегі шеттік есептердің шешімі болып табылады:

$$\varepsilon^2\Phi'''_i(t,\varepsilon) + \varepsilon\,\mathrm{A}\,\Phi''_i(t,\varepsilon) + \mathrm{B}\,\Phi'_i(t,\varepsilon) + C\,\Phi_i(t,\varepsilon) = 0\,,\qquad i = \overline{1,3}\quad ,$$

$$a_1\Phi_i(0,\varepsilon) + \varepsilon a_2\,\Phi'_i(0,\varepsilon) + \varepsilon^2 a_3\Phi''_i(0,\varepsilon) = \delta_{1i}\quad ,$$

$$\Phi'_i(0,\varepsilon) = \delta_{2i}\quad ,\quad \int_0^1 \Phi_i(t,\varepsilon)dt = \delta_{3i}\quad ,\quad i = \overline{1,3}\quad ,$$

мұндағы $\delta_{\kappa i}\ (\kappa = \overline{1,3})-$ Кронекер символы.

$\Phi_i(t,\varepsilon)\,, i = \overline{1,3}$ шекаралық функциялардың келесі асимптотикалық формулалары алынды:

$$\Phi_1(t,\varepsilon) = \frac{1}{\overline{\mu}_2 - \overline{\mu}_1}\left[\varepsilon\frac{\bar\lambda Q_1}{e^{\bar\lambda}-1} + \bar\mu_2 z_1(t,\bar\mu_1,\varepsilon) - \bar\mu_1 z_2(t,\bar\mu_2,\varepsilon) + \mathrm{O}(\varepsilon^2 + \varepsilon\mathrm{E})\right]\quad ,$$

$$\Phi'_1(t,\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon(\bar\mu_2 - \bar\mu_1)}\left[\varepsilon^2\frac{\bar\lambda^2 Q_1}{e^{\bar\lambda}-1}e^{\bar\lambda t} + \mathrm{B}[z_1(t,\bar\mu_1,\varepsilon) - z_2(t,\bar\mu_2,\varepsilon)] + \mathrm{O}(\varepsilon^3 + \varepsilon\mathrm{E})\right]\quad ,$$

$$\Phi''_1(t,\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^2(\bar\mu_2 - \bar\mu_1)}\left[\varepsilon^3\frac{\bar\lambda^3 Q_1}{e^{\bar\lambda}-1}e^{\bar\lambda t} + \mathrm{B}[\bar\mu_1 z_1(t,\bar\mu_1,\varepsilon) - \bar\mu_2 z_2(t,\bar\mu_2,\varepsilon)] + \mathrm{O}(\varepsilon^4 + \varepsilon\mathrm{E})\right]\quad ,$$

$$\Phi_2(t,\varepsilon) = \frac{\varepsilon}{\overline{\mu}_2 - \overline{\mu}_1}\left[\varepsilon\frac{\bar\lambda Q_2}{e^{\bar\lambda}-1}e^{\bar\lambda t} + z_2(t,\bar\mu_2,\varepsilon) - z_1(t,\bar\mu_1,\varepsilon) + \mathrm{O}(\varepsilon^2)\right]\quad ,$$

$$\Phi'_2(t,\varepsilon) = \frac{1}{\bar\mu_2 - \bar\mu_1}\left[\varepsilon^2\frac{\bar\lambda^2 Q_2}{e^{\bar\lambda}-1}e^{\bar\lambda t} + \bar\mu_2 z_2(t,\bar\mu_2,\varepsilon) - \bar\mu_1 z_1(t,\bar\mu_1,\varepsilon) + \mathrm{O}(\varepsilon^3 + \varepsilon\mathrm{E})\right]\quad ,$$

$$\Phi_2''(t,\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon\left(\overline{\mu}_2-\overline{\mu}_1\right)}\left[\varepsilon^3\frac{\overline{\lambda}^3 Q_2}{e^{\overline{\lambda}}-1}e^{\overline{\lambda}t}+\overline{\mu}_2^2 z_2\left(t,\overline{\mu}_2,\varepsilon\right)-\overline{\mu}_1^2 z_1\left(t,\overline{\mu}_1,\varepsilon\right)+\mathrm{O}\left(\varepsilon^4+\varepsilon\mathrm{E}\right)\right] \quad ,$$

$$\Phi_3(t,\varepsilon)=\frac{\overline{\lambda}}{\left(e^{\overline{\lambda}}-1\right)\left(\overline{\mu}_2-\overline{\mu}_1\right)}\left[\left(\overline{\mu}_2-\overline{\mu}_1\right)e^{\overline{\lambda}t}+a_0\left(\overline{\mu}_1 z_2\left(t,\overline{\mu}_2,\varepsilon\right)-\overline{\mu}_2 z_1\left(t,\overline{\mu}_1,\varepsilon\right)\right)+\mathrm{O}(\varepsilon)\right] \quad ,$$

$$\Phi_3'(t,\varepsilon)=\frac{\overline{\lambda}}{\varepsilon\left(e^{\overline{\lambda}}-1\right)\left(\overline{\mu_2}-\overline{\mu_1}\right)}\left[\varepsilon\overline{\lambda}\left(\overline{\mu_2}-\overline{\mu_1}\right)e^{\overline{\lambda}t}+\mathrm{B}a_0\left(z_2(t,\overline{\mu_2},\varepsilon)-z_1(t,\overline{\mu_1},\varepsilon)\right)+\mathrm{O}\left(\varepsilon^2+\mathrm{E}\right)\right],$$

$$\Phi_3''(t,\varepsilon)=\frac{\overline{\lambda}}{\varepsilon^2\left(e^{\overline{\lambda}}-1\right)\left(\overline{\mu_2}-\overline{\mu_1}\right)}\left[\varepsilon^2\overline{\lambda}^2\left(\overline{\mu_2}-\overline{\mu_1}\right)e^{\overline{\lambda}t}+\mathrm{B}a_0\left(\overline{\mu_2}z_2(t,\overline{\mu_2},\varepsilon)-\overline{\mu_1}z_1(t,\overline{\mu_1},\varepsilon)\right)+\mathrm{O}\left(\varepsilon^3+\mathrm{E}\right)\right],$$

мұндағы

$$z_i\left(t,\overline{\mu_i},\varepsilon\right)=\frac{z_{i0}(t)}{a_0+a_1\overline{\mu_i}+a_2\overline{\mu_i^2}}\; e^{\frac{\overline{\mu_i}}{\varepsilon}t} \quad , \; i=1,2 \quad ,$$

$$Q_1=\frac{\overline{\mu_2}}{\overline{\mu_1}\left(a_0+a_1\overline{\mu_1}+a_2\overline{\mu_1}^2\right)}-\frac{\overline{\mu_1}}{\overline{\mu_2}\left(a_0+a_1\overline{\mu_2}+a_2\overline{\mu_2}^2\right)} \quad ,$$

$$Q_2=\frac{1}{\overline{\mu_2}\left(a_0+a_1\overline{\mu_1}+a_2\overline{\mu_1}^2\right)}-\frac{1}{\overline{\mu_1}\left(a_0+a_1\overline{\mu_2}+a_2\overline{\mu_2}^2\right)} \quad ,$$

$$\mathrm{E}=e^{\frac{\overline{\mu_1}}{\varepsilon}t}+e^{\frac{\overline{\mu_2}}{\varepsilon}t} \quad .$$

I және II шарттар орындалған жағдайда (1), (2) есепке сәйкес біртекті сингулярлы ұйытқыған шеттік есеп үшін жалғыз $G_\varepsilon(t,s)$ Грин функциясы табылып, оның

$$G_\varepsilon(t,s)=\begin{cases} -\dfrac{1}{\varepsilon^2}\Phi_3(t,\varepsilon)\displaystyle\int_s^1 \mathrm{K}_\varepsilon(t,s)\,dt\,,\; 0\le t\le s \\ -\dfrac{1}{\varepsilon^2}\Phi_3(t,\varepsilon)\displaystyle\int_s^1 \mathrm{K}_\varepsilon(t,s)\,dt+\dfrac{1}{\varepsilon^2}\mathrm{K}_\varepsilon(t,s)\,,\; s\le t\le 1 \end{cases}$$

формуласымен өрнектелетіні және

$$\left|G_\varepsilon(t,s)\right|\le C\,,\quad t\le s\;,\quad s\le t\;;$$

$$\left|G_\varepsilon'(t,s)\right|\le C\left(1+\frac{1}{\varepsilon}e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}}\right),\quad t\le s\;,$$

$$\left|G_\varepsilon'(t,s)\right|\le C\left(1+\frac{1}{\varepsilon}e^{-\gamma\frac{t-s}{\varepsilon}}\right),\quad s\le t\;;$$

$$\left|G_\varepsilon''(t,s)\right|\le C\left(1+\frac{1}{\varepsilon^2}e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}}\right),\quad t\le s\;,$$

$$\left|G_\varepsilon''(t,s)\right|\le C\left(1+\frac{1}{\varepsilon^2}e^{-\gamma\frac{t-s}{\varepsilon}}\right),\quad s\le t$$ түрінде бағаланатыны анықталды.

Теорема 1. Егер I , II шарттар орындалса, онда (1), (2) сингулярлы ұйытқыған шеттік есептің $0\le t\le 1$ аралығында жалғыз шешімі бар және оның аналитикалық формуласы [3, 4]

$$y(t,\varepsilon)=b_1\Phi_1(t,\varepsilon)+b_2\Phi_2(t,\varepsilon)+b_3\Phi_3(t,\varepsilon)+F\int_0^1 G_\varepsilon(t,s)\,ds$$

болып табылады. Бұл шешім $\varepsilon\to 0$ үшін келесі түрде бағаланады:

$$|y(t,\varepsilon)| \le C\,(d_2 e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}} + d_1) \quad ,$$

$$|y'(t,\varepsilon)| \le C\,(\frac{d_2+d_1}{\varepsilon} e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}} + d_1) \quad ,$$

$$|y''(t,\varepsilon)| \le C\,(\frac{d_2+d_1}{\varepsilon^2} e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}} + d_1) \quad ,$$

мұндағы $d_1 = |b_3| + |F|,\, d_2 = |b_1| + \varepsilon|b_2|, C > 0$ және $\gamma > 0$ t мен $\varepsilon -$нан тәуелсіз тұрақтылар .

Бұл теоремадан (1), (2) шеттік есептің $y(t,\varepsilon)$ шешімі мен оның бірінші және екінші туындыларының t = 0 нүктесінде

$$y(0,\varepsilon) = O(1),\; y'(0,\varepsilon) = O(\frac{1}{\varepsilon})\;,\; y''(0,\varepsilon) = O(\frac{1}{\varepsilon^2})$$

түрінде өрнектелетіні шығады. Демек, (1) , (2) сингулярлы ұйытқыған шеттік есеп шешімі $\varepsilon \to 0$ кезінде t = 0 нүктесінде нөлінші ретті бастапқы секіріске ие болады.

Теорема 2. Егер I, II, III шарттар орындалса, онда $0 \le t \le 1$ аралығында (1), (2) сингулярлы ұйытқыған шеттік есеп пен (3) ұйытқымаған есеп шешімдерінің $y(t,\varepsilon) - \bar{y}(t)$ айырмасы

$$|y\,(t,\varepsilon) - \bar{y}\,(t)| \le C[\,d_3\, e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}} + \varepsilon] \quad ,$$

$$|y'\,(t,\varepsilon) - \bar{y}'\,(t)| \le C[\,\frac{d_3}{\varepsilon} e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}} + \varepsilon] \quad ,$$

$$|y''\,(t,\varepsilon) - \bar{y}''\,(t)| \le C[\,\frac{d_3}{\varepsilon^2} e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}} + \varepsilon]$$

түрінде бағаланады, мұндағы $d_3 = |b_1 - (a_1\bar{y}(0) + \varepsilon\, a_2\, \bar{y}'(0) + \varepsilon^2\, a_3\bar{y}''(0))| + \varepsilon|b_2 - \bar{y}'(0)|$, ал C > 0 , $\gamma > 0 -$ t және ε –нан тәуелсіз тұрақтылар.

Осы теоремадан

$$\lim_{\varepsilon\to 0}\; y(t,\varepsilon) = \bar{y}(t)\;\;,\;\; 0 \le t \le 1$$

$$\lim_{\varepsilon\to 0}\; y'(t,\varepsilon) = \bar{y}'(t)\;\;,\;\; 0 < t_0 \le t \le 1$$

$$\lim_{\varepsilon\to 0}\; y''(t,\varepsilon) = \bar{y}''(t)\;\;,\;\; 0 < t_0 \le t \le 1$$

шектік теңдіктер алынды, мұндағы $t_0 -$ бекітілген мейлінше аз сан.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *Есимова А.Т. Асимптотические решения краевых задач с начальными скачками для сингулярно возмущенных дифференциальных уравнений: Дисс. ... к.ф.-м.н.- Алматы, 1996.*

2 *Касымов К.А. Сингулярно возмущенные краевые задачи с начальными скачками, Алматы. Санат, 1997.*

3 *Есимова А.Т., Касымов А. Об оценках решений краевой задачи с начальным скачком первого порядка для линейных дифференциальных уравнений третьего порядка // Изв. НАН РК, Сер. физ.-мат. Алматы, 1995. №1. С. 16-21.*

4 *Әбдіманапова М.Ә., Есимова А.Т. Сингулярлы ұйытқыған дифференциалдық теңдеудің шеттік есебінің асимптотикалық бағалары // Абай атын. ҚазҰПУ хабаршысы, физ.-мат. сер., Алматы, 2017, №2(58) , 8-12 б.*

МРНТИ 27.33.17
УДК 519.642.5

Р.С. Ысмағұл[1], *А.Е. Нургельдина*[1]

[1]*А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай қ., Қазақстан*

ФРЕДГОЛЬМНІҢ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРІН ШЕШУ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа

Мақалада физиканың әртүрлі бөлімдерінде кеңінен қолданылатын интегралдық теңдеулер (сұйықтық бетіндегі толқындар теориясы, кванттық механика, спектроскопия, кристаллография, акустика, анализ және плазманың диагностикасы есептері және т. б.), геофизика (гравиметрия есептері, сейсмиканың кинематикалық есептері), механика (конструкциялардың тербелістері) және т. б. қарастырылған. Физикада соңғы әсер енгізілген кезде, жай дифференциалдық теңдеулер немесе дербес туынды теңдеулері жеткіліксіз болып табылады, басқаша айтқанда бастапқы шарттар болатын жағдайды анықтаушы еді. Алдыңғы күйлердің үздіксіз тізбегін ескеру үшін, интегралдық және интегралдық-дифференциалдық теңдеулерді пайдалану қажет, мұнда интеграл белгісінің астында параметрлердің функциялары беріледі, сонымен қатар қарастырылатын сәттің алдындағы кейбір кезең ішіндегі уақытқа тәуелді жүйені сипаттайды.

Бұл мақалада біз екінші түрдегі Фредгольм интегралдық теңдеулерінің шешімін біртіндеп жуықтау әдісімен және итерацияланған ядролар әдісімен шешуді қарастырдық.

Түйін сөздер: Фредгольмнің интегралдық теңдеулері, біртіндеп жуықтау әдісі, итерацияланған ядролар әдісі.

Аннотация

Р.С. Ысмагул[1], *А.Е. Нургельдина*[1]
[1]*Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, г.Костанай, Казахстан*

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ФРЕДГОЛЬМА

В статье рассмотрены интегральные уравнения, которые широко используются в различных разделах физики (теория волн на поверхности жидкостей, квантовая механика, задачи спектроскопии, кристаллографии, акустики, анализа и диагностики плазмы и т.д.), геофизики (задачи гравиметрии, кинематические задачи сейсмики), механики (колебания конструкций) и др. Когда в физике введено последействие, то уже недостаточно обыкновенных дифференциальных уравнений или уравнений в частных производных, иначе начальные данные определяли бы будущее состояние. Чтобы учесть непрерывную последовательность предшествующих состояний, нужно использовать интегральные и интегро-дифференциальные уравнения, где под знаком интеграла фигурируют функции параметров, характеризующих систему, которые зависят от времени в течение некоторого периода, предшествующего рассматриваемому моменту.

В данной статье мы рассмотрели решение интегральных уравнений Фредгольма второго рода методом последовательных приближений и метод итерированных ядер.

Ключевые слова: интегральные уравнения Фредгольма, метод последовательных приближений, метод итерированных ядер.

Abstract

METHODS FOR SOLVING FREDHOLM INTEGRAL EQUATIONS

Ysmagul R. S. [1], *Nurgeldina A. E.* [1]
[1]*A.Baytursynov Kostanay State University, Kostanay, Kazakhstan*

The article deals with integral equations that are widely used in various sections of physics (theory of waves on the surface of liquids, quantum mechanics, problems of spectroscopy, crystallography, acoustics, analysis and diagnostics of plasma, etc.), Geophysics (problems of gravimetry, kinematic problems of seismics), mechanics (vibrations of structures), etc. When the physics introduced aftereffect, it is not enough ordinary differential equations or partial differential equations, otherwise the initial data would determine the future state. To take into account the continuous sequence of previous States, we need to use integral and integro-differential equations, where the sign of the integral appears functions of parameters that characterize the system, which depend on time for some period preceding the moment under consideration.

In this article we have considered the solution of Fredholm integral equations of the second kind by the method of successive approximations and the method of iterated nuclei.

Keywords: Fredholm integral equations, sequential approximation method, iterated nuclei method.

Интеграл таңбасының астында белгісіз функциясы бар болатын болса, онда ол интегралдық теңдеу деп аталады. Келесі түрдегі интегралдық теңдеулер

$$\int_a^b K(x,t)y(t)dt = f(x)$$

және

$$y(x) = \lambda\int_a^b K(x,t)y(t)dt + f(x) \tag{1}$$

Фредгольмнің 1 текті және 2 текті сызықтық интегралдық теңдеулері деп аталады. Мұндағы $y(x)$ - ізделінді функция, $K(x,t)$ және $f(x)$- $[a,b]$ кесіндісіндегі берілген белгілі функциялар. $K(x,t)$ функциясы интегралдық теңдеудің ядросы, ал $f(x)$ - бұл теңдеудің бос мүшесі болып табылады [1].

(1) интегралдық теңдеудің $K(x,t)$ ядросы *өзгешеленген* деп аталады, егер ол келесі түрде берілген болса

$$K(x,t) = \sum_{k=1}^{n} p_k(x)q_k(t).$$

$$y(x) = \lambda\int_a^b K(x,t)y(t)dt + f(x). \tag{2}$$

Фредгольмнің біртекті интегралдық теңдеуі λ параметрінің нөлдік емес мәндері тривиалды емес шешімге ие болатын болса, ол берілген теңдеудің (немесе $K(x,t)$ ядросының) *характеристикалық сандары*, ал шешімдері λ характеристикалық санына сәйкес *меншікті функциялары* деп аталады. $\mu = \dfrac{1}{\lambda}$ сандары интегралдық теңдеудің *меншікті сандары* деп аталады [1].

Біртіндеп жуықтау әдісі

Егер (2) Фредгольм теңдеуінің λ сандық параметрі келесі шартты қанағаттандырса,

$$|\lambda| < \frac{1}{B}, \text{ мұндағы } B^2 = \int_a^b\int_a^b |K(x,t)|^2\, dxdt, \tag{3}$$

онда (1) теңдеу тек бір шешімге ие. Бұл жағдайда ол біртіндеп жуықтау әдісі бойынша табылады. Еркін түрде $y_0(x)$ нөлдік жуықтауды алып, $y_n(x)$ функциялар тізбегін құруға болады:

$$y_1(x) = \lambda\int_a^b K(x,t)y_0(t)dt + f(x),$$

$$y_2(x) = \lambda\int_a^b K(x,t)y_1(t)dt + f(x)$$

$$\ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots$$

$$y_n(x) = \lambda\int_a^b K(x,t)y_{n-1}(t)dt + f(x)$$

$$\ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots$$

Бұл тізбек $y(x)$ шешіміне жинақталады, яғни $\lim\limits_{n\to\infty} y_n(x) = y(x)$ [2].

1 мысал. Біртіндеп жуықтау әдісі бойынша интегралдық теңдеуді шешу керек

$$y(x) = e^x + \frac{1}{2}\int_0^1 e^{x-t}y(t)dt$$

Шешімі: Берілген теңдеуде $\lambda = \dfrac{1}{2}$, ал $K(x,t) = e^{x-t}$.

Сондықтан

$$B^2=\int_0^1\int_0^1|K(x,t)|^2dxdt=\int_0^1\int_0^1 e^{2(x-t)}dxdt=\int_0^1\int_0^1 e^{2x}\cdot e^{-2t}dxdt=\int_0^1 e^{2x}dx\int_0^1 e^{-2t}dt=-\frac{1}{4}e^{2x}\Big|_0^1\cdot e^{-2t}\Big|_0^1=$$

$$=-\frac{1}{4}(e^2-1)(e^{-2}-1)=\frac{(e^2-1)^2}{4e^2},$$

бұдан $B=\dfrac{e^2-1}{2e}$ және $|\lambda|=\dfrac{1}{B}$ шарты орындалады. Нөлдік жуықтау ретінде $y_0=e^x$ алып, келесі жуықтауларды құрайық:

$$y_1(x)=e^x+\frac{1}{2}\int_0^1 e^{x-t}\cdot e^t dt=e^x+\frac{1}{2}\int_0^1 e^x dt=e^x+\frac{1}{2}e^x\cdot t\Big|_0^1=\frac{3}{2}e^x;$$

$$y_2(x)=e^x+\frac{1}{2}\int_0^1 e^{x-t}\,\frac{3}{2}e^t dt=e^x+\frac{3}{4}e^x\cdot t\Big|_0^1=\frac{7}{4}e^x;$$

$$y_3(x)=e^x+\frac{1}{2}\int_0^1 e^{x-t}\,\frac{7}{4}e^t dt=e^x+\frac{7}{8}\int_0^1 e^x dt=\frac{15}{8}e^x.$$

$\{y_n(x)\}$ тізбегінің бірнеше бірінші мүшелерін есептеп, n-ші жуықтауды келесі түрде жазамыз:

$$y_n(x)=\frac{2^{n+1}-1}{2^n}e^x.$$

Дәл шешімін шек түрінде табамыз:

$$y(x)=\lim_{n\to\infty}y_n(x)=\lim_{n\to\infty}\frac{2^{n+1}-1}{2^n}e^x=e^x\lim_{n\to\infty}\left(\frac{2^{n+1}-1}{2^n}\right)=e^x\lim_{n\to\infty}\left(\frac{2^{n+1}}{2^n}-\frac{1}{2^n}\right)=2e^x.$$

2 мысал. Біртіндеп жуықтау әдісі бойынша интегралдық теңдеуді шешу керек:

$$y(x)=e^x+\int_0^1 xe^{x-t}y(t)dt.$$

Шешімі: Берілген теңдеуде $\lambda=1$, ал ядросы $K(x,t)=xe^{x-t}$ болады. Бұдан

$$B^2=\int_0^1\int_0^1|K(x,t)|^2dxdt=\int_0^1\int_0^1 x^2e^{2(x-t)}dxdt=\int_0^1\int_0^1 x^2\cdot e^{2x}\cdot e^{-2t}dxdt=\int_0^1 x^2e^{2x}dx\int_0^1 e^{-2t}dt=$$

$$=-\frac{1}{2}e^{-2t}\Big|_0^1\cdot\int_0^1 x^2e^{2x}dx=\left|\begin{matrix}u=x^2 & dv=e^{2x}dx\\ du=2xdx & v=\frac{1}{2}e^{2x}\end{matrix}\right|=-\frac{1}{2}(e^{-2}-1)\left(\frac{1}{2}x^2e^{2x}\Big|_0^1-\int_0^1 xe^{2x}dx\right)=$$

$$=\frac{e^2-1}{2}\left(\frac{1}{2}e^2-\int_0^1 xe^{2x}dx\right)=\left|\begin{matrix}u=x & dv=e^{2x}dx\\ du=dx & v=\frac{1}{2}e^{2x}\end{matrix}\right|=\frac{e^2-1}{2e^2}\left(\frac{1}{2}e^2-\frac{1}{2}xe^{2x}\Big|_0^1+\frac{1}{2}\int_0^1 e^{2x}dx\right)=$$

$$=\frac{e^2-1}{2e^2}\left(\frac{1}{2}e^2-\frac{1}{2}e^2+\frac{1}{4}e^{2x}\Big|_0^1\right)=\frac{(e^2-1)^2}{8e^2},$$

сәйкесінше $B=\dfrac{e^2-1}{2\sqrt{2}e}$ және $|\lambda|=\dfrac{1}{B}$ шарты орындалады. Нөлдік жуықтау ретінде $y_0=e^x$ алып, келесі жуықтауларды құрайық:

$$y_1(x)=e^x+\int_0^1 xe^{x-t}\cdot e^t dt=e^x+\int_0^1 xe^x dt=e^x+xe^x\cdot t\Big|_0^1=e^x+xe^x;$$

$$y_2(x)=e^x+\int_0^1 xe^{x-t}(e^t+te^t)dt=e^x+\int_0^1 xe^{x-t}\cdot e^t dt+\int_0^1 xe^{x-t}te^t dt=e^x+xe^x+xe^x\int_0^1 tdt=$$

$$=e^x+xe^x+xe^x\cdot\frac{t^2}{2}\Big|_0^1=e^x+\frac{3}{2}xe^x;$$

$$y_3(x)=e^x+\int_0^1 xe^{x-t}\left(e^t+\frac{3}{2}te^t\right)dt=e^x+\int_0^1 xe^{x-t}\cdot e^t dt+\frac{3}{2}\int_0^1 xe^{x-t}te^t dt=e^x+xe^x+\frac{3}{2}xe^x\int_0^1 tdt=$$

$$=e^x+xe^x+\frac{3}{2}xe^x\,\frac{t^2}{2}\Big|_0^1=e^x+\frac{4}{7}xe^x.$$

$\{y_n(x)\}$ тізбегінің бірнеше бірінші мүшелерін есептеп, n-ші жуықтауды келесі түрде жазамыз:

$$y_n(x)=\frac{2^n-1}{2^{n-1}}xe^x.$$

Дәл шешімін шек түрінде табамыз:

$$y(x)=\lim_{n\to\infty}y_n(x)=\lim_{n\to\infty}\left(e^x+\frac{2^n-1}{2^{n-1}}xe^x\right)=e^x+xe^x\lim_{n\to\infty}\left(\frac{2^n}{2^{n-1}}-\frac{1}{2^{n-1}}\right)=e^x+2xe^x=e^x(1+2x).$$

Итерацияланған ядролар әдісі

Егер біртіндеп тізбектеу әдісінде $y_0(x)=f(x)$ деп таңдасақ, онда n-ші жуықтауды есептеуде келесі формуланы алуға болады:

$$y_n(x)=f(x)+\sum_{m=0}^{n}\lambda^{m+1}\int_a^b K_m(x,t)f(t)dt=f(x)+\lambda\int_a^b\sum_{m=0}^{n}\lambda^m K_m(x,t)f(t)dt,$$

бұл жердегі $K_m(x,t)$ итерацияланған ядролары келесі қатынастар арқылы табылады:

$$K_0\equiv K(x,t),\qquad K_m(x,t)=\int_a^b K(x,s)K_{m-1}(s,t)ds.$$

Интеграл астындағы белгі $n\to\infty$ жағдайда келесі түрдегі қатарды аламыз:

$$\sum_{m=0}^{\infty}\lambda^m K_m(x,t).\tag{4}$$

λ-ның кейбір мәндері үшін бұл қатар $K(x,t)$ ядросының *резольвентасы* деп аталатын $R(x,t,\lambda)$ функциясына жинақталады. Бұл жағдайда интегралдық теңдеудің шешімі келесі формула бойынша табылады:

$$y(x)=f(x)+\lambda\int_a^b R(x,t,\lambda)f(t)dt,\tag{5}$$

және де (4) қатардың жинақталу облысы (3) шартта анықталғаннан кеңірек болуы мүмкін.

Жалпы айта келе, (1) интегралдық теңдеудің шешімі (5) формула бойынша табылатын функция ретінде алынған резольвента түсінігі, λ-ның кез келген мәндері үшін орындалады және де теңдеудің тек бір ғана шешімі болады [3].

3 мысал. Интегралдық теңдеуді итерацияланған ядролар әдісімен шешу керек:

$$y(x)=\lambda\int_0^1 xe^{x-t}y(t)dt+e^x;\ \lambda=-2.$$

Шешімі. Итерацияланған ядролар тізбегін табайық:

$$K_0(x,t)=K(x,t)=xe^{x-t};$$

$$K_1(x,t)=\int_0^1 K(x,s)K(s,t)ds=\int_0^1 xe^{x-s}se^{s-t}ds=\frac{1}{2}xe^{x-t};$$

$$K_2(x,t)=\int_0^1 K(x,s)K_1(s,t)ds=\int_0^1 xe^{x-s}\frac{1}{2}se^{s-t}ds=\frac{1}{4}xe^{x-t};$$

$$\ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots$$

$$K_m(x,t)=\left(\frac{1}{2}\right)^m xe^{x-t}.$$

Резольвентаны табамыз:

$$R(x,t,\lambda)=\sum_{m=0}^{\infty}\lambda^m K_m(x,t)=xe^{x-t}\sum_{m=0}^{\infty}\lambda^m\left(\frac{1}{2}\right)^m=xe^{x-t}\frac{2}{2-\lambda}.$$

Берілген қатардың жинақталу радиусы $|\lambda|<2$-ге тең. Берілген теңдеу үшін

$$B^2=\int_0^1\int_0^1|K(x,t)|^2dxdt=\int_0^1\int_0^1 x^2e^{2(x-t)}dxdt=\int_0^1\int_0^1 x^2e^{2x}e^{-2t}dxdt=\int_0^1 x^2e^{2x}dx\int_0^1 e^{-2t}dt=$$

$$=\left|\begin{matrix}u=x^2 & dv=e^{2x}dx\\ du=2xdx & v=\frac{1}{2}e^{2x}\end{matrix}\right|=\left(\frac{e^2}{2}-\int_0^1 xe^{2x}dx\right)\left(-\frac{1}{2}\left(e^{-2}-1\right)\right)=\left|\begin{matrix}u=x & dv=e^{2x}dx\\ du=dx & v=\frac{1}{2}e^{2x}\end{matrix}\right|=\frac{\left(e^2-1\right)^2}{8e^2}$$

$$B=\frac{\left(e^2-1\right)}{2\sqrt{2}e}\quad\Rightarrow\quad\frac{1}{B}\approx 1{,}2.$$

Осылайша, (4) қатардың жинақталу облысы (3) шартқа қарағанда резольвента үшін кеңірек болып шықты. Теңдеудің шешімін (5) формула бойынша табамыз:

$$y(x)=e^x+\lambda\int_0^1 xe^{x-t}\frac{2}{2-\lambda}e^tdt=e^x+\frac{2\lambda xe^x}{2-\lambda}.$$

Егер $\lambda=-2$ болса, онда

$$y(x)=e^x+\frac{2(-2)xe^x}{2-(-2)}=e^x-xe^x=e^x(1-x).$$

Қорытындылай келе, интегралдық теңдеулерді математикалық физика есептерін шешуде қолдануға мүмкіндік беретінін көрдік. Оларды басшылыққа ала отырып, қойылған міндеттерді шешу дағдыларын оңай меңгеруге болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. *Орынбасаров М., Сахаев Ш. Интегралдық теңдеулер курсы: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2014. 213 б.*

2 *Ysmagul R.S., Kolesnikova A.S. On one account system of integro-differential equations in private derivatives of first order. Abai University. Bulletin. “Physics & Mathematical Sciences” №3(63), A.2018. p. 471.*

3 *Попов В.А. Сборник задач по интегральным уравнениям. Казань, 2006. 30 с.*

ФИЗИКА, ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
ФИЗИКА, МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

МРНТИ 29.15.33
УДК 524.3

Э.М. Ақжігітова[1]*, В.О. Курмангалиева*[1]*, А.Д. Дүйсенбай*[1]*, Н.К. Калжигитов*[1]

[1] *әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан*

«АУЫР ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ» ЛЕПТОНДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ НЕЙТРОНДЫҚ ЖҰЛДЫЗДАРДА ПАЙДА БОЛУ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа

Жұмыс теориялық және ядролық астрофизиканың жаңа бағытын нейтрондық жұлдыздың қабаттарында аса үлкен қысым арқасында пайда болатын реакцияларды зерттеу арқылы дамытуға арналған. Нейтрондық жұлдыздарға деген қызығушылық оның құрылымының жұмбақтылығымен байланысты. Сонымен қоса үлкен тығыздығы мен өте күшті магниттік және гравитациялық өрісі де бар. Әлсіз әсерлесуге қатысатын бөлшектер тобы, лептондардың барлық физикалық қасиеттері қарастырылған. Лептондық әмбебаптық қасиеттерінің болжамдары талқыланған. Мюонның ыдырауы стандарттық модель аясында зерттелінген. Мюондардың аса тығыз материяда пайда болу жолдары қарастырылған. Мюон Жер бетінде өте тұрақсыз. Оның өмір сүру уақыты бірнеше микросекунды құрайды. Алайда, өте тығыз, нейтрондық жұлдыз құрамында ол тұрақты. Мюондардың аса тығыз жұлдыздар құрамында пайда болуы, яғни электронның мюонға айналуы энергетикалық тиімді. Және де кейбір ядролық реакцияларға қатыса алады.

Түйін сөздер: әлсіз әсерлесу, мюон, СР-инварианттың ауытқуы, Фейнман диаграммасы, нейтрондық жұлдыздар.

Аннотация

,Э.М. Ақжігітова[1]*, В.О. Курмангалиева*[1]*, А.Д. Дүйсенбай*[1]*, Н.К. Калжигитов*[1]
[1]*Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Қазахстан*

ЛЕПТОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ «ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕКТРОНОВ» И ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ В НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗДАХ

Работа предназначена для развития нового направления теоретической и ядерной астрофизики путем исследования реакций, возникающие при повышенном давление на слоях нейтронной звезды. Интерес к нейтронным звездам связан с загадкой его структуры. Кроме того, существуют большая плотность и чрезвычайно сильное магнитное и гравитационное поля. Предусмотрены физические свойства лептонов, частиц, участвующие в слабом взаимодействии. Обсужденопроявление лептонной универсальности. Распад мюона был изучен в стандартной модели. Изучены пути возникновения мюонов в более плотной материи. Мюон очень неустойчивая частица на Земле. Его время жизни составляет несколько микросекунд. Однако в очень плотной, нейтронной звезде он стабилен. Появление мюонов в составе более плотных звезд, то есть превращение электрона в мюон энергетически выгодно. Также может участвовать в некоторых ядерных реакциях.

Ключевые слова: слабое взаимодействие, мюон, нарушение СР-инвариантности, диаграмма Фейнмана, нейтронные звезды.

Abstract

LEPTON CHARACTERISTICS OF "HEAVY ELECTRONS" AND THEIR MANIFESTATIONS IN NEUTRON STARS

Akzhigitova E.M. [1]*, Kurmangaliyeva V.O.* [1]*, Duisenbay A.D.* [1]*, Kalzhigitov N.K.* [1]
[1]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

This work is intended to develop a new direction of theoretical and nuclear astrophysics by studying reactions that occur at high pressure on the crusts of neutron star. Interest in neutron stars is related to the mystery of its structure. In addition, there are a high density, an extremely strong magnetic and gravitational fields. The physical properties of leptons in weak interaction are involved and provided. The manifestation of lepton universality is discussed. The decay of the muon was investigated in the standard model. The ways in which muons occur in denser matter are studied. The muon is a very unstable particle on Earth. Its lifetime is a few microseconds. However, in a very dense, neutron star, it is stable. The appearance of muons in the composition of denser stars, that is, the transformation of the electron into a muon is energetically advantageous. It can also participate in some nuclear reactions.

Keywords: weak interaction, muon, violation of CP invariance, Feynman diagram, neutron stars.

Барлығына белгілі элементар бөлшектердің арасындағы әсерлесудің төрт түрі бар. Олардың бірі әлсіз әсерлесу. Табиғаттағы барлық заттар, бөлшектер бір-бірімен әсерлеседі. Бір қарағанда осындай сан-алуан болып келетін әсерлесулер негізінен іргелі әсерлесу деп аталатын төрт түрлі әсерлесудің нақтылы жағдайда көрініс табуы болып табылады. Іргелі әсерлесуге гравитациялық, электромагниттік, күшті және әлсіз әсерлесулер жатады.

Әлсіз әсерлесу деп фундаменталды әсерлесулердің ішіндегі ең әлсізін атайды. Оны эксперименттерде негізінен кванттық эффектер пайда болатын, элементар бөлшектердің ыдырауы арқылы зерттеледі. Әлсіз әсерлесуді байланыс тұрақтысы G_{Fermi} сипаттайды. Әсерлесудің бұл түріндегі жұптылықтың сақталмауы ерекше қасиет. Оның ашылуынан кейін теоретиктер оң және сол ұғымдарының арасындағы толық симметриялықтың бар екендігін көрсетуге тырысты, алайда ол бұрынғыға қарағанда кең мағыналы ұғым екені байқалды. Айналық шағылуы барлық фундаменталды әсерлесулер үшін инвариантты болуы бөлшектің антибөлшекпен (зарядтық түйіндес С) және токтың алмасуымен жүреді. Алайда кейінірек инварианттылықтың әмбебап еместігі орнатылды. Көп өмір сүретін бейтарап каондардың $\pi+$, $\pi-$ пиондарға әлсіз ыдырауы реакциялары бар. Егер де көрсетілген инварианттық орын алатын болса, онда ол тыйым салынған болар еді. Осылайша әлсіз әсерлесудің басқалардан ажыратылатын қасиеті ол - СР инварианттылықтың болмау қасиеті. Мүмкін бұл қасиет Ғаламдағы заттардың антибөлшектерден құралған антизаттардан басымдығын көрсететін жағдайға жауапты. Әлем және антиәлем симметриялық емес.

Әлсіз әсерлесудің тасымалдауы калибрлік базоны қандай деген сұраққа жауап ұзақ уақыт аралығында табыла қойған жоқ. Біріктірілген электроәлсіз әсерлесу - Вайнберг-Салам-Глэшоу теориясы барысында бұл түсінік қалыптаса бастады. Қазіргі уақытта әлсіз әсерлесуді тасымалдаушы бөлшек ретінде $W^{\pm}$- және Z^0 бозондары саналады. Зарядталған $W^{\pm}$- және бейтарап Z^0 бозондары спиндері 1 болатын, массасы жөнінде шамамен 100 m_p болатын элементар бөлшектер.

Лептондар жартылай спинге ие, күшті әсерлесуге қатыспайтын фундаменталды бөлшектер болып табылады. Олар кварктармен және калибрлі бозондармен бірге Стандартты модельдің бөлігін құрайды. Бізге белгілі лептондардың үш тобы белгілі. Олардың бірінші тобына электрон мен электрондық нейтрино, екінші тобына мюон және мюондық нейтрино, үшінші тобына тау-лептон және тау-нейтрино жатады. Әр топтың өзінің антибөлшектері бар. Сонда әр топтың құрамына теріс зарядталған лептон (заряды $-1e$), оң зарядталған антилептон (заряды $+1e$) және бейтарап нейтрино мен антинейтрино кіреді.

Мюонды алғаш рет ғарыштық сәулелерде тіркелді. Алғашқыда жапондық ғалым Х. Юкаваның гипотезасына сәйкес ядролық күштің тасымалдаушы бөлшегіне ұқсатуға тырысты. Алайда ондай бөлшек атом ядросымен қарқынды әсерлесу керек еді. Сол кездегі деректер бойынша оның затпен әлсіз әсерлесетіні байқалған. Осы «парадокс» Х. Юкаваның болжамдаған қасиеттеріне ие бөлшек, пи-мезон ашылғаннан кейін шешілді. Пи-мезон мюон мен нейтриноға ыдырайды. Мюондарды сипаттайтын барлық физикалық қасиеттер Кесте 1-де көрсетілген.

Кесте 1. Мюонды сипаттайтын физикалық шамалар

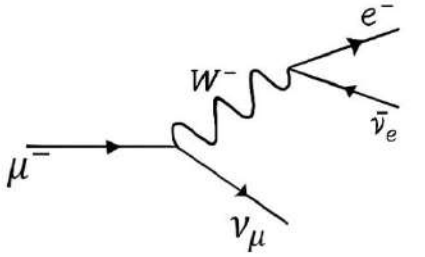
Атауы	*Мәні*	*Белгіленуі*	*Өлшем бірлігі*
Мюонның тыныштық массасы	*1,883532711*	m_μ	*10^{-28} кг*
Массаның атомдық бірлігінде мюонның тыныштық массасы	*0,11342891317*	m_μ	*м.а.б.*
Мюонның тыныштық массасы электронвольтта	*105,65838934*	m_μ-$m_\mu c^2/\{e\}$	*МэВ*
Мюонның массасынның электрон массасына қатынасы	*206,7682623*	$\frac{m_\mu}{m_e}$	
Мюонның молярлық массасы	*1,1342891317*	*M(μ)*	*10^{-4} кг/моль*
Мюонның магниттік моменті	*4,490451415*	μ_μ	*10^{-26} Дж*Тл*
Бор магнетонындағы мюонның магниттік моменті	*4,84197*	$\frac{\mu_\mu}{m_b}$	*10^{-3}*
Ядролық магнетондағы мюонның магниттік моменті	*8,890598113*	$\frac{\mu_\mu}{m_n}$	*10^{-3}*
Мюонның магниттік моментінің анеомалиясы	*1,165923084*		*10^{-3}*

Мюонның радиациялық ыдырауын зерттеу, мюонның электрон мен гамма квантқа ыдырауын зерттеуден басталды. Ең алғашқы эксперименттер 1947 жылы $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$ ыдырауы бойынша жүргізілді.

Бірақ Хинкс пен Понтерковоның жүргізген тәжірибелері жемісті болмады. Жұптылықтың сақталмайтындығы ашылғаннан кейін, әлсіз әсерлесудің тасымалдалдаушысы векторлық бозондар екені ашылды. 1958 жылы Фейнберг егер аралық бозон бар болса, онда ол келесі ыдырауды болдыратынын $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$ көрсетті. $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$ процессінің қандай да бір эксперименталдық қадағаулары болмағандықтан, екі нейтриноның бар екендігі туралы гипотезаға әкелді. Гипотеза бойынша нейтрино мюонмен қарпылады және ол электрондық қарпудан ерекшеленеді. Осылайша $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$ процессі тыйым салынған. Екі нейтринолық гипотеза эксперименталды түрде Брукхевен лабораториясында (Brookhaven National Laboratory BNL) пионнан ыдырап шыққан нейтриномен шашыраған мюондарды бақылау жолымен тексерілген. Эксперимент нәтежиесі бойынша, тұйықталған жүйеде күшті, электромагниттік және әлсіз әсерлесулердің әсерінен жүретін барлық процесстерде, әр лептондық сандар L_e, L_μ және L_τ бірдей сақталады [1]. Алайда лептондық зарядтың сақталмауы нейтрино үшін эксперименттің көрсетуі бойынша нейтринолардың арасында нейтринолық осцилляцияға алып келеді.

Заманауи элементар бөлшектер физикасы бойынша біздің түсінігіміз Стандарттық модельге сүйенген (СМ) [2,3,4]. Ол күшті және электроәлсіз әсерлесулердің біріккен теориясы. Стандартты модельдің құрылымы 1960-шы және 1970-шы жылдардағы калибрлік теорияның теориялық өңдеулері негізінде жасалынған. Сол уақыттан бері СМ негізінде көптеген теорияға сәйкес эксперименталдық тексерулер жүргізілген.

Мюон электроннан біршама ауыр болғандықтан, ол потенциалды түрде электронға және едәуір жеңіл бөлшектерге ыдырауы мүмкін. Бұл процесс неліктен болатындығы жұмбақ болған. Элементар бөлшектер физикасының Стандартты моделінде мюон теріс электр заряды және спині ½ болатын тұрақсыз бөлшек. Электрон, τ-лептон, нейтрино мюонмен қосылып, фермиондардың лептондық классын құрайды. Мюонның ыдырауы (Сурет 1-де) $\mu \rightarrow e\nu\bar{\nu}$ – әлсіз ыдырауларды зерттеуді бастайтын процесс. Себебі ол таза лептондық процесс және онда адрондар қатыспайды. Мюондық ыдыраудың басқада модалары, түрлері бар, олар келесі кестеде (Кесте 2) көрсетілген.



Сурет 1. Мюонның ыдырауы Фейнман диаграммасы бойынша көрсетілген

Кесте 2. Мюонның ыдырау каналдары

μ^-мюонның ыдырау каналдары	
Модалар	*Ыдырау ықтималдықтары*
$e^-\nu_\mu\bar{\nu}_e$	$\approx 100\%$
$e^-\nu_\mu\bar{\nu}_e\gamma$	$(6.0\pm0.5)*10^{-8}$
$e^-\nu_\mu\bar{\nu}_e e^- e^+$	$(3.4\pm0.4)*10^{-5}$
$e^-\nu_e\bar{\nu}_\mu$	$< 1.2\%$
$e^-\gamma$	$< 4.2 *10^{-13}$
$e^-e^+e^-$	$< 1.0 *10^{-12}$
$e^- 2\gamma$	$< 7.2 *10^{-11}$

«Ауыр электрондардың» аса тығыз жұлдызда пайда болу жолдары. Мюондардың нейтрондық жұлдыз құрамында пайда болуын Бете-Джонсон теңдеуі арқылы көрсеткен жөн. Бете-Джонсон потенциалы келесі түрде алынады:

$$V_{BJ}(r) = \sum_j C_j \frac{e^{-Jx}}{x} + V_T(r), \quad (1)$$

$$x \equiv \mu r, \qquad \mu \equiv \frac{m_\pi c}{\hbar} = 0{,}7\ \text{Фм}^{-1}. \qquad (2)$$

коэффициенті $j \neq 1$ болғанда эксперименталдық мәндермен салыстырылып алынады. C_1 және тензорлық потенциал бірпиондық алмасу моделіне сәйкес алынады.

Бете мен Джонсон өздерінің көпбөлшекті техникасын гиперондық сұйықтықты да зерттеуге қолданған. Гиперондық сұйық келесі бөлшектерден тұрады: n, p, Λ, Σ және Δ. Массалары 1250 Мэв-тан кіші болатын жеңіл гиперондар нейтрондық жұлдыздардың әдеттегі тығыздықтарында шын мәнінде пайда бола алады екен.

Басқа да бөлшектердің пайда болуын көрсету үшін осы күй теңдеуіне қосу керек. Алдымен мюонның нейтрон, протон және электроннан тұратын идеал газда пайда болуын қарастырамыз. Қалыпты жағдайларда мюон нейтринолар шығару арқылы электронға ыдырап кетеді.

$$\mu^- \to e^- + \nu_\mu + \overline{\nu_e}. \qquad 4)$$

Егер электрондардың Ферми энергиясы қажетті шамадан жоғары болса, онда электрондардың мюонға айналуы энергетикалық тұрақты болады. Сондықтан электрондар мен мюондар арасында тепе-теңдік орнайды:

$$\mu^- \leftrightarrow \mathrm{e}^-. \qquad (5)$$

Мұнда әдетте, жүйеден нейтрино ұшып шығады. Мюонды-электрондық өтулер, тепе-теңдік орын алатын уақыт бізді қызықтырады. Ол үшін реакция жылдамдықтарын табу қажет. Химиялық тепе-теңдік теңдеуін жазатын болсақ:

$$\mu_\mu = \mu_\mathrm{e}, \qquad (6)$$

және де кейбір шамалардың сақталуын талап етеміз (біздің жағдайымызда мысалы, зарядтың сақталу заңы). Нейтрондар, протондар және электрондар арасындағы тепе-теңдіктер келесі теңдеуге алып келеді:

$$\mu_n = \mu_p + \mu_\mathrm{e}, \qquad (7)$$

ал, электрлік бейтараптықтан келесі өрнек шығады:

$$n_p = n_e + n_\mu. \qquad (8)$$

Химиялық потенциал және бөлшектер концентрациясына байланысты белгілі (5) - (8) өрнектерден және тығыздыққа арналған теңдеуден құралған теңдеулер жүйесі арқылы барлық газдардың сипаттамаларын алуға болады. Мысалға, идеалды газ үшін:

$$m_\mu c^2\left(1 + x_\mu^2\right)^{1/2} = m_e c^2(1 + x_e^2)^{1/2}, \qquad (9)$$

$$m_n c^2(1 + x_n^2)^{1/2} = m_p c^2\left(1 + x_p^2\right)^{1/2} + m_e c^2(1 + x_e^2)^{1/2}, \qquad (10)$$

$$(m_p x_p)^3 = (m_e x_e)^3 + (m_\mu x_\mu)^3, \qquad (11)$$

$$\rho = \frac{m_n}{\lambda_n^3}\chi(x_n) + \frac{m_p}{\lambda_p^3}\chi\left(x_p\right) + \frac{m_e}{\lambda_e^3}\chi(x_e) + \frac{m_\mu}{\lambda_\mu^3}\chi\left(x_\mu\right), \qquad (12)$$

мұндағы x – қарапайым Ферми импульстары. Мюонның пайда болуына сәйкес келетін табалдырық шарттар $n_\mu = 0$, $x_\mu = 0$ түрге ие. Электрондар ультрарелятивистік болғандықтан, оларды $x_e \gg 1$ деп санауға болады. Сонда (9) - (11) формулалар келесі түрге енеді:

$$m_\mu = m_e x_e, \qquad (13\ )$$

$$m_n(1 + x_n^2)^{\frac{1}{2}} = m_p\left(1 + x_p^2\right)^{\frac{1}{2}} + m_e x_e, \qquad (14)$$

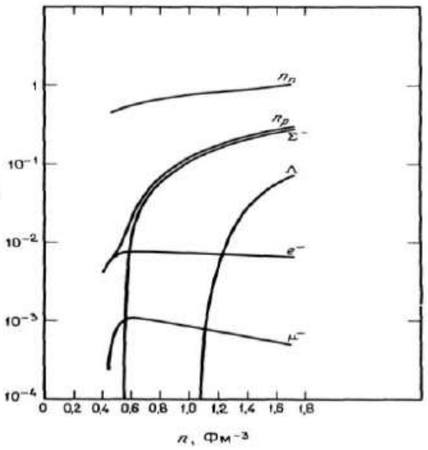
$$m_p x_p = m_e x_e. \qquad (15)$$

Осылайша,

$$x_n = \left\{\left[\frac{(m_p^2+m_\mu^2)^{\frac{1}{2}}+m_\mu}{m_n}\right]^2 - 1\right\}^{1/2} = 0,4986, \qquad (16)$$

және сонда $x_p = 0,1126$, $x_e = 206,8$ және $\rho = 8,21 \cdot 10^{14}$г/см^3.

Нейтрондық жұлдыздардағы бариондардың толық концентрациясынан газдағы бос гиперондардың салыстырмалы концентрациясы сурет 2-де көрсетілген. Бұл графикте көрсетілген нәтижелер, Кануто жұмысы бойынша [5] концентрацияларды салыстыру арқылы алынған.

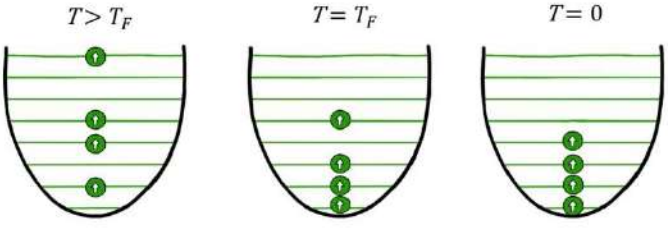


Сурет 2. Бариондардың толық концентрациясынан газдағы бос гиперондардың салыстырмалы концентрациясы

Барлық көпбөлшектік есептеу теңдеулері секілді, Бете мен Джонсонның нәтежиелері де айтарлықтай нақты емес. Мюондардың нейтрондық жұлдыздардың пішінделу барысында мюондардың пайда болуы нейтриноның ағыны мен энергиясын көбейтуге алып келеді. Және де ол жұлдыздың жылдамырақ сығылуына септігін тигізеді. Бұл дерекке Германия мен АҚШ–та астрофизиканы сандық модельдеу арқылы қол жеткізді.

Нейтрондық жұлдыз пайда болу уақытында нейтрино оның заттарымен тепе-теңдікке келеді. Содан кейін, бірнеше секунд ішінде кеңістікте шашырай бастайды. Бұл жағдайда электрондық нейтрино ағыны антинейтрино ағынына қарағанда біршама үлкен болады, сондықтан жұлдыз теріс электрондық лептон санына ие болады. Бұл жұлдыздың одан әрі эволюциясын анықтайды және оның зат құрамында протондар аз болуына әкеледі.

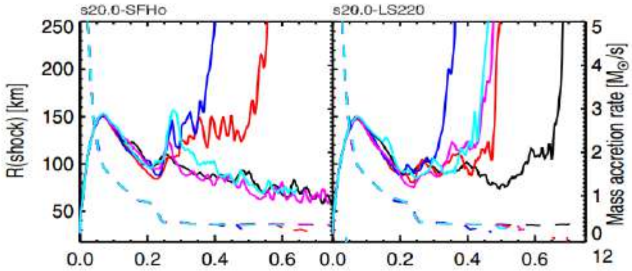
Әдетте астрофизиктер асқынжаңа жарылысы түрінде ерте ме кеш жарылып кететін «ыстық» нейтрондық жұлдызды қалыптастыру кезінде мюондардың пайда болуын елемейді. Бұл жуықтаудың негізділігі мюонның үлкен массасы арқылы негізделген, шамамен 105 мегаэлектронвольт, бұл электроннан 207 есе көп. Жас нейтрондық жұлдыз максималды 30 мегаэлектронвольт температураға (шамамен 3,5 × 10^{13} Кельвин) жетуі мүмкін, шын мәнінде бұл өте жақсы себеп емес, өйткені фотонды және электрондардың осы температура бөлу 100 мегаэлектронвольттен жоғары температураға дейін созылады. Сондықтан көшу мюон және антимюондар электрон мен позитрон аннигиляциясы ($e^+ e^- \to \mu^+\mu^-$) немесе екі жоғары энергетикалық фотон ($\gamma\gamma \to \mu^+\mu^-$) реакциясы есебінен пайда болуы мүмкін. Мюон спині жартылай бүтін спинге тең болғандықтан Паули принципіне бағынады (Сурет 3).



Сурет 3. Паули принципіне бағынатын бөлшектер үшін энергетикалық деңгейлер

Нейтрондық жұлдыздың пайда болуын және асқын жаңаның келесі жарқылдарын, мюон мен антимюонның пайда болуын және динамикасын он түрлі реакцияларын есепке ала отырып, модельделді [6]. Ғалымдардың есептеулері релятивистік емес нейтрино гидродинамикасын жұлдыздың эффективті потенциалында сипаттайтын, PROMETHEUS-VERTEX құралы көмегімен жүргізілді. Есептеулердің дәлдігі v/c шамасымен шектеледі, мұндағы v - «жұлдызды сұйықтық» жылдамдығы, ал c - жарық жылдамдығы.

Физиктер жұлдыз массасын Күн массасынан жиырма есе үлкен және зерттелетін нысан айналмайды деп есептеген. Есептеулерді ықшамдау мақсатында ғалымдар екіөлшемді симметриялық емес үлгіде жұмыс жасаған. Есептеулер нәтежиелері мюондарды есепке алғанда және мюондарды есепке алмағанда Сурет 4-те көрсетілген.



Сурет 4.Уақыттың жұлдыз радиусынан (сол жақта) және аккреция жылдамдығынан (оң жақта) тәуелділігі. Есептеулер нәтежиелері мюондарды есепке алғанда – қара сызықпен, мюондарды есепке алмағанда – қызыл сызықпен белгіленген

Нәтижесінде, мюондарды моделге енгізгенде, жұлдыздың қысу жылдамдығы артып, асқын жаңаның жарылысы тезірек жүреді. Сонымен біруақытта, мюондық антинейтрино ағыны едәуір ұлғаяды, бұл сол типтегі нейтрино ағындарынан асып түседі [7,8]. Сондықтан мюондар жұлдыздарда жинала бастайды. Бір қызығы, көптеген мюондар жоғары температура болатын жерлерде жиналады.

Егер электрондардың Ферми энергиясы жоғары болатын болса онда оған мюондық энергетикалық күйге ауысқаны энергетикалық тиімді. Себебі электрондар үшін энергетикалық күйлер Паули принципі бойынша толық болады. Ал мюондар үшін төменірек деңгейге мюонға айналып орналасса тиімді (Сурет 3).

Тау-лептондардың Нейтрондық жұлдыздарда пайда болуын қарастырмадық. Себебі тау-лептон массасы мюонның массасынан едәуір үлкен, ол шамамен 1777 МэВ болады. Бұл дегеніміз, нейтрондық жұлдыз затынын температурасынан алпыс есе, электрон массасынан үш жарым мың есе үлкен деген сөз. Сондықтан тау-лептонның нейтрино мен антинейтрино пайда болуына әсері мардымсыз аз. Мюонданудың нейтрондық жұлдыздың пайда болуына әсерінде атқаратын рөлін анықтау үшін, дәлдеу болып есептелетін үшөлшемді модельді қолданған абзал. Сонымен қоса спин-флейворлық осцилляцияны да есепке алған жөн, ол дегеніміз бір түрдегі нейтриноның екінші түрдегі нейтриноға айналуы.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *ALEPH Collaboration, Heister A. et al., Measurement of the Michel parameters and thenu/tau helicity in tau lepton decays// Eur. Phys. J. C - 2001 - Vol. 22 - P. 217-218.*

2 *Weinberg S.,A model of leptons//Phys. Rev. Lett. - 1967.- Vol. 19 - P. 1264-1268.*

3 *Glashow S.L.Partial symmetries of weak interactions//Nucl. Phys.- 1961.- Vol. 22 - P. 579-580.*

4 *Salam A. Elementary particle theory. Svartholm,Stockholm, Almqvist and Wiksel ,1968 - 367 p.*

5 *Шапиро С.Л., Тьюколски С.А. Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды // в 2 ч. / Пер.с англ. - М.: Мир, 1985. Ч.2- С. 400*

6 *BolligR.,JankaH.-T.,LohsA.,Martnez-PinedoG., HorowitzC.J.,MelsonT.,Muon creation in supernova matter facilitates neutrino-driven explosions//[arXiv:1706.04630v2], 17.10.2017*

7 *Haensel P., Potekhin A., Yakovlev D. Neutron Stars, Kluwer Academic Publishers, 2007. - P. 630*

8 *Camenzind M. Compact Objects in Astrophysics. - New York; Berlin Heidelberg: Springer, 2007. - P. 620*

МРНТИ 29.19.21
УДК 543.426; 678.073

STUDY OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF FILLERS OF IRRADIATED POLYMERIC COMPOSITE BY THE METHOD OF X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS

Baimolda D.[1]*, Cechak T.*[2]*, Tlebaev K. B.*[1]

[1]*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Czech Technical University, Prague, Czech Republic,*

Abstract

The article studies the elemental composition of the fillers (polytetrafluoroethylene and carbon nanopowder) of the polymer composite depending on various concentrations of fillers and electron irradiation and modified polytetrafluoroethylene (PTFE). The elemental composition of the fillers and their distribution over the depth of the polymer composite and modified polytetrafluoroethylene were studied by X-ray fluorescence analysis (XRFA) and confocal micro-X-ray analysis.

X-ray spectra of the polymer composite and modified polytetrafluoroethylene were obtained. It has been established that an increase in the concentration of one component and an irradiation dose leads to a weakening of the intensities of the spectra of the polymer composite and modified polytetrafluoroethylene.

Keywords: elemental composition, filler, polymer composite, electron irradiation, polytetrafluoroethylene, X-ray fluorescence analysis;

Аннотация

Д. Баймолда[1]*, Чехак Т.* [2]*, К.Б. Тлебаев* [1]
[1]*Казахский Национальный Педагогический Университет им. Абая, Алматы, Казахстан*
[2]*Чешский Технический Университет, Прага, Чехия*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОГО СОСТАВА НАПОЛНИТЕЛЕЙ ОБЛУЧЕННОГО ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

В статье исследованы элементный состав наполнителей (политетрафторэтилена и нанопоршок углерода) полимерного композита в зависимости от различных концентраций наполнителей и электронного облучения и модифицированного политетрафторэтилена (ПТФЭ). Элементный состав наполнителей и их распределение по глубине полимерного композита и модифицированного политетрафторэтилена исследовали методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) и конфокального микро-РФА-анализа.

Получены рентгеновские спектры полимерного композита и модифицированного политетрафторэтилена. Установлено, что увеличение концентрации одной компоненты и дозы облучения приводят к ослаблению интенсивностей спектров полимерного композита и модифицированного политетрафторэтилена.

Ключевые слова: элементный состав, наполнитель, полимерный композит, облучение электронами, политетрафторэтилен, рентгенофлуоресцентный анализ.

Аңдатпа

Д. Баймолда[1]*, Чехак Т.* [2]*, К.Б. Тлебаев* [1]
[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Казахстан*
[2]*Чехия Техника Университеті, Прага қ., Чехия Республикасы*

СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕН ПОЛИМЕРЛІ КОМПОЗИТ ТОЛТЫРҒЫШТАРЫНЫҢ ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫН РЕНТГЕНФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ

Бұл мақалада полимерлі композит толтырғыштарының элементтік құрамы (политетрафторэтилен және көміртегі наноұнтағы) әр түрлі толтырғыштардың концентрациясы және электронды сәулелену жағдайы сондай-ақ модификацияланған(өзгеріске ұшыраған) политетрафлороэтиленге (PTFE) қатысты зерттелгені туралы айтылады. Толтырғыштардың элементтік құрамы және олардың полимерлі композит және модификацияланған политетрафторэтиленнің қаншалықты терең таралу жағдайы рентгенфлуоресценция әдісімен (РФА) және конфокалды микрорентген әдісімен зерттелді.

Композиттік және өзгеріске ұшыраған политетрафторооэтиленнің рентген спектрлері алынды. Бір компоненттің концентрациясы мен сәулелену мөлшерінің жоғары болуы полимерлі композит және модификацияланған политетрафлороэтилен спектрінің қарқындылығының әлсіреуіне әсер ететіні анықталды.

Түйін сөздер: элемент құрамы, толтырғыш, полимер композит, электрондық сәулелену, политетрафторэтилен, рентгенфлуоресценция зерттеу әдісі.

INTRODUCTION

Among the materials used in modern technology, one of the important places occupies materials, the feedstock for the production of which is powders of metals, non-metals and various compounds.

Porous materials, many anti-frictional, frictional, heat-resistant, instrumental compositions, materials with special electrical, magnetic, nuclear and other properties are currently being obtained by mainly using powder technologies.These materials are used in mechanical engineering, aviation, chemical, food, metallurgical and other industries.

Quality control of finished products of powder technologies, as well as control of technological processes, requires the determination of the chemical and phase composition of both the feedstock - powders of various materials and finished products, most of which are porous materials.

In this case, two types of problems can be distinguished: determining the average composition of a powder or porous material and determining the composition of individual particles or the distribution of the concentration of the main and impurity components in porous materials.

The second type of tasks should also include determining the degree of homogeneity of the powder (or porous material) in composition.

The determination of the average composition of powder materials is successfully carried out using traditional for metallurgical production of chemical and spectral methods of analysis, neutron activation and other methods.

However, these data are insufficient for both production control and the targeted development of new technologies. To determine the characteristics of individual particles and the distribution of properties by particles, the methods of local analysis and surface analysis are most adequate.

Among these methods, a special position is occupied by X-ray fluorescence analysis, the high locality of which (units and fractions of a micrometer) provides a fundamental opportunity to solve the problem of analytical control, and the hardware design of most modern micro analyzers combining the capabilities of a scanning electron microscope (SEM), and in some cases and transmission electron microscope, allow the determination of the composition of individual particles, morphological and particle size analysis.

The traditional methods of elemental analysis (atomic and emission spectrometry) are very laborious, expensive, and require the involvement of highly qualified personnel. Currently, for the elemental analysis of various materials in production conditions, X-ray fluorescence devices, including wearable are wider applied. This is due to significant achievements in the field of x-ray technology over the past ten years.

These devices are designed for mass consumers; the main task is the express analysis of samples of rock samples, widespread alloys, and technological control of products during production, etc.

The X-ray fluorescence method has no competitors in the analysis of waste, as it allows screening and quantification of all elements present in samples at significant (> 0.001%) concentrations, and elemental analysis is quick and cheap. The method is based on the fact that atoms of chemical elements emit characteristic radiation when excited.

The emission of characteristic spectral lines can be caused by any bombardment by accelerated particles such as electrons, photons, alpha particles and ions; or high energy radiation from an x-ray tube or other suitable radioactive source. In the field of creation of polymer composite materials for special purposes, the greatest relevance acquired polymer composites, whose properties are largely determined by the interaction of the polymer with the filler at the interface.

That is a group of new polymer composite materials was created as a result of scientific research conducted in the educational physical-technological center of the Kazakh National Pedagogical University named after Abai.

Therefore, the regulation of adhesive interaction with the aim of improving the properties of composite materials when creating functional filled polymers is an important task and requires focused basic research, including in the field of modifying the surface of the filler, changing its structure, synthesis, phase and structure formation of metal-oligomeric fillers capable of chemical interaction with reactive groups of the polymer matrix. In the synthesis of small quantities of new materials, the ability to determine the composition of small particles plays a large role. In connection with the foregoing, the development of quantitative X-ray fluorescence analysis (XRF) of powder materials is an urgent problem.

So to obtain information about the elemental compositions of the modifiers and the matrix and their distributions over the depth of the polymer composite, studies were performed using XRF and confocal micro X-ray analysis.

MATERIALS AND METHODS

Composite materials with different concentrations of components and modified PTFE by using of XRF and confocal micro-X-ray analysis were studied[1-6].

The investigated samples were polymer composite materials made in the form of tablets with different concentrations of the components:

a) 10% - PTFE nanopowder, 30% - carbon, 60% - epoxy resin

b).20% - PTFE nanopowder, 20% - carbon, 60% - epoxy resin.

c) 30% - PTFE nanopowder, 10% - carbon, 60% - epoxy resin.

The method of obtaining polymer composite materials is given in [4].

Modified PTFE samples were obtained from PTFE nanopowder in two ways, the first by pressing and sintering at a temperature T = 410^0 C and the second by pre-irradiating the nanopowder in vacuum with a dose of D = 0.18 MGy, followed by pressing and sintering at temperature T = 410^0C.

Irradiation of composites and modified PTFE samples was carried out on an ELU-6 electron accelerator with energy of 2 MeV to integral doses of 20 and 30 kGy.

The investigated samples were analyzed using XRF method, a very useful technique for a non-destructive investigation of elemental composition of materials. The principle of XRF analysis lies in emission and detection of so called characteristic X-rays. When any object is exposed to ionizing radiation (e.g. X-rays or gamma radiation), the irradiated atoms absorb its energy and characteristic X-rays are produced. Since the energy of characteristic X-rays is directly related to the atomic number of the atom, the spectrometry of emitted characteristic X-rays enables us to determine the elements present in the investigated sample.

The investigated samples were measured using the XRF setup designed at the Department of Dosimetry and Application of Ionizing Radiation at the Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Czech Technical University in Prague. The device contains an X-ray tube (type M47 Newton Scientific) with Rh anode and an SDD (silicon drift) detector (type X-123 SDD from the AmptekCompany).

The measurement conditions for all samples on XRF and confocal X-ray analysis were: voltage - 30 kV, current - 10 μA, spectrum acquisition time - 120 s: axis X = E [keV] is the energy of the characteristic X-rays. Y axis = Log10 (count) logarithm decimal measured pulses.

An X-ray tube with a voltage of up to 30 kV and a high current strength allow obtaining detection limits and reproducibility/accuracy for elements throughout the periodic table, as well as reducing test time.

RESULTS AND DISCUSSION

Analysis of the X-ray spectra of the composites is given in Fig. 1 – 4. They showed that at low gamma-quanta energies, characteristic fluorescence of silver-Ag, calcium-Ca, titanium-Ti, iron-Fe, zinc-Zn and gold-Au elements is observed on the spectrum. Moreover, the characteristic peaks of iron are more intensive.

At high energies, a continuous spectrum is observed.

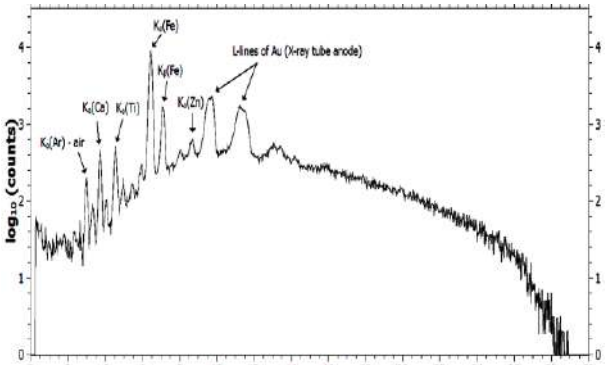


Figure 1. X-ray spectrum of the composite:
10% - Teflon, 30% - carbon, 60% - epoxy resin.
Radiation dose of 30 kGy.

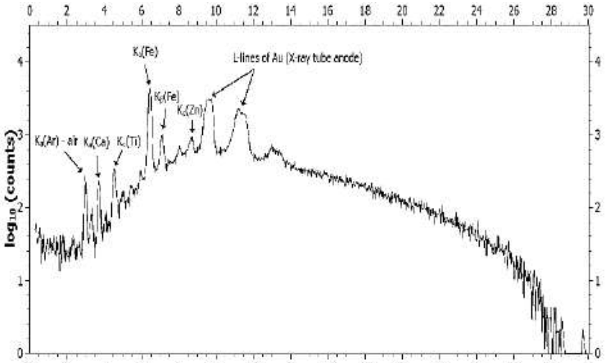


Figure 2. X-ray spectrum of the composite:
20% - Teflon, 20% - carbon, 60% - epoxy resin.
Radiation dose of 20 kGy.

It was found that with increasing in the concentration of PTFE nanopowder and decreasing in the concentration of carbon in the matrix volume and with increasing in the radiation dose, the intensity of the characteristic lines is weakening, indicating a decrease in the atoms of a given substance (see Fig. 2).

The study of the distribution of the elemental composition over the depth of the sample (see Fig. 4) shows that with a low X-ray energy and with a high PTFE concentration and radiation dose, a maximum is observed, indicating the prevalence of PTFE atoms in depth.

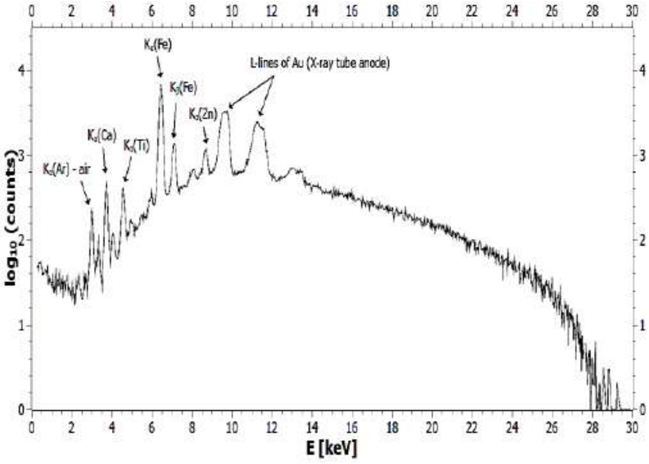


Figure 3. X-ray spectrum of the composite: 30% - Teflon, 10% - carbon, 60% - epoxy resin. Radiation dose of 30 kGy.

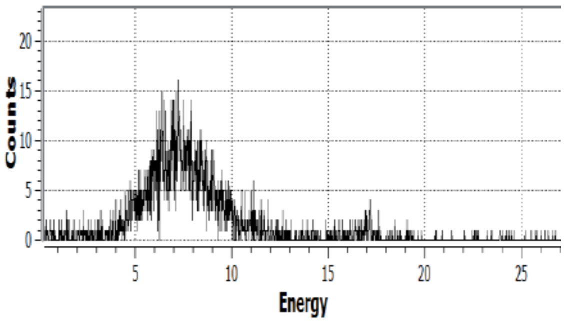
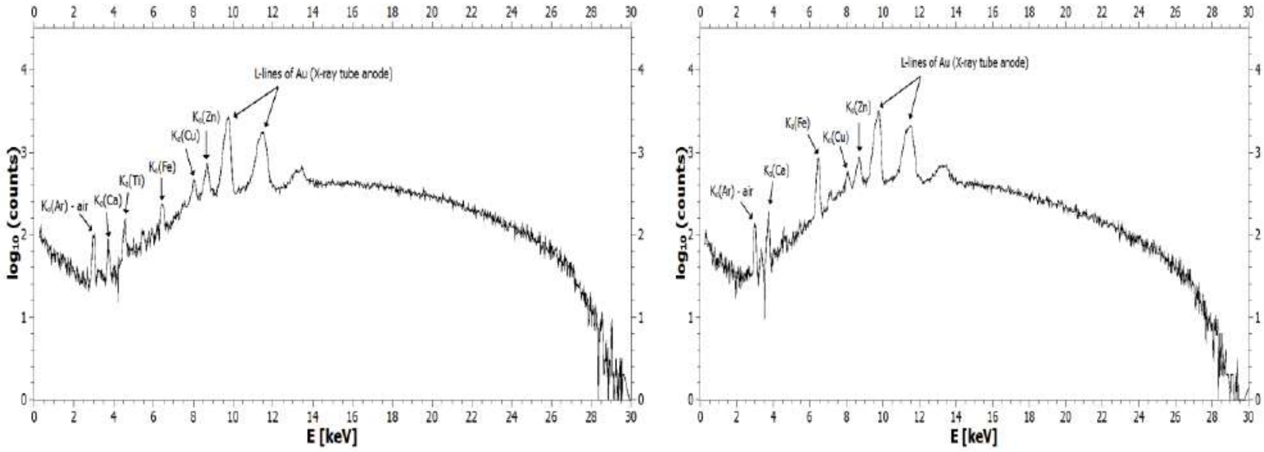


Figure 4. X-ray (3D) spectrum of the composite: 30% Teflon, 10% carbon, 60% epoxy resin. Radiation dose of 30 kGy.

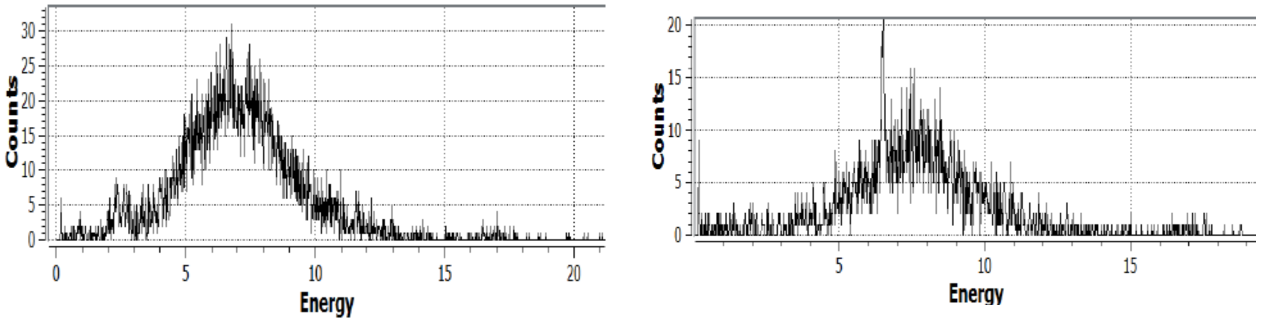
Analysis of X-ray spectra of modified PTFE samples, illustrated in Figure 5 a, b shows that the intensity of the characteristic lines of other chemical elements is significantly reduced, due to the decrease in the concentration of atoms of these substances in the sample.



a)　　　　　　　　b)

Figure 5. X-ray spectrum of modified PTFE samples obtained:
a) by pressing and sintering at a temperature T = 410^0 C and b) by irradiation in vacuum with a dose of D = 0.18 MGy, pressing and sintering at a temperature T = 410^{0}C.

The data on the study of the distribution of elements in depth in the modified PTFE samples (Fig. 6 a, b) show peaks. Moreover, the peak for the first sample is more intense than for the second sample, which says about uniform, dense distributions of fluoroplastic atoms in depth.



a) b)

Figure 6. X-ray (3D) spectrum of modified PTFE samples obtained by
a) pressing and sintering at a temperature $T = 410^0$ C and b) irradiation in vacuum with a dose of D = 0.18 MGy, pressing and sintering at a temperature $T = 410^0C$.

CONCLUSIONS

New polymer composite materials and modified polytetrafluoroethylene (PTFE) based on PTFE and carbon nanopowders have been investigated. The results of elemental analysis of new composites, performed by x-ray fluorescence spectroscopy are presented for the first time.

The research results allow making the following conclusions.

They showed that at low gamma-quanta energies, characteristic fluorescence of silver-Ag, calcium-Ca, titanium-Ti, iron-Fe, zinc-Zn and gold-Au elements is observed on the spectrum.

Moreover, the characteristic peaks of iron are more intensive. At high energies, a continuous spectrum is observed.

It was found that with increasing in the concentration of PTFE nanopowder and decreasing in the concentration of carbon in the matrix volume and with increasing in the radiation dose, the intensity of the characteristic lines is weakening, indicating a decrease in the atoms of a given substance.

The dispersed carbon filler with respect to PTFE nanoparticles is not homogeneous and consists of impurities that do not exhibit structural activity and do not affect the morphology and degree of order of the modified polymer matrix.

With an increase in the concentration of one filler in the volume of the matrix and the dose of radiation, significant attenuations of the intensity of characteristic lines are observed.

Analysis of X-ray spectra of modified PTFE samples showed that the intensity of the characteristic lines of other chemical elements is significantly reduced, due to the decrease in the concentration of atoms of these substances in the sample. The distribution of elements in depth in the modified PTFE samples exhibits peaks. It was found that the peak for the first sample is more intense than for the second sample, which says about uniform, dense distributions of fluoroplastic atoms in depth.

A significant change in the morphology and phase composition of the supramolecular structure of the polymer matrix is possible with the use of fillers with a more developed specific surface.

References:

1. Baimolda D. Application of X-ray fluorescence analysis in the coal industry// Monograph, -2018, Ulagat publishing house, Almaty.

2. Musilek L., Cechak T., Baimolda.D., Wolterbeek H. XRFA in Monitoring Impact of Coal Burning// Radiation Physical and Chemistry Journal. 1998. no. 4-6, p. 627-628

3. Baimolda.D., Cechak T.,Determination of ash content in coal by X-ray fluorescence analysis // Bulletin of KazNPU named after Abai. // 2018. -№1(61).Pages 143-147.

4. Tlebaev K.B, Kupchishin A.I. Properties of a composite with different contents of polytetrafluoroethylene nanopowder irradiated with electrons // Proceedings of higher educational institutions, № 9/2, 2016. - p. 184-189.

5. Baimolda D., Cechak T., Kulbek M., Khamraev Sh., Yerzhenbek B. Investigation of new ceramic materials obtained based on the ash of the Yekibastuz coal by X-ray fluorescence analysis, Polish Journal of Science,№24(2020), Vol1, p.39-46

6. Baimolda D., Cechak T., Yerzhenbek B.,Tlebaev K.B `Determination of sulphurand ash contents in the coal X-ray fluorescence method`//`Ponte` International Journal of Sciences and research. Italy, Florence. Issue 3, Mar 2019, Volume 75, DOI: 10.21506/j.ponte.2019.3.8

МРНТИ 14.35.09
УДК 378:58

А.К. Джумадиллаева[1]*, Қ.Н. Жұмаділлаев*[2]*, Ж.О. Джакупова*[3]*, А.Қ.Қозыбай*[1]

[1] *Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[2] *Физика-математикалық бағыттағы Назарбаев зияткерлік мектебі, Алматы қ., Қазақстан*
[3] *№172 мектеп – гимназия, Алматы қ., Қазақстан*

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМИ БІЛІМ БЕРУДЕ ФИЗИКАНЫҢ ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫМЕН ПӘНАРАЛЫҚ БАЙЛАНЫСЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ

Аңдатпа

Мақалада жаратылыстану ғылыми білім беруде физиканың жаратылыстану ғылымдарымен пәнаралық байланысын жүзеге асырудың мәселелері қарастырылған. Жаратылыстану ғылыми білім беруде физиканың жаратылыстану ғылымдарымен пәнаралық байланысын жүзеге асырудың көкейкестілігі, маңызы, мақсаттары, тәсілдері және түрлері тағайындалған. Болашақ физика пәні мұғалімдерінің терең, кешенді, жинақталған білімдерін қалыптастырудың бірден бір жолы – оларды пәнаралық байланысты жүзеге асыруға дайындау екендігі көрсетілген. Пәнаралық байланысты әр түрлі ғылымдар байланысының оқу үдерісіндегі бейнесі ретінде түсіну керек. Ешқандай дара ғылым, маңызы мен даму дәрежесі қаншалықты үлкен болса да, әлем жайлы жалпылама, бір тұтас көзқарас қалыптастыра алмайды, ол тек оны қалыптастыруға өз үлесін қосады. Пәнаралық байланыс барлық пәндер мен ғылымдарды байланыстыратын көпір қызметін атқаратын болғандықтан, нақты ғылымдар мен әлемнің ғылыми бейнесін жетілдіруге зор мүмкіндіктер ашады. Яғни, пәнаралық байланыс ғылыми білімді нәтижелі дамытудың алғы шарты және жаңа нәтижелер іздеу мен оқу танымының әдісі болып, түлектер алдында әлемді танудың жолын ашады және ойлаудың концептуалдылығын қамтамасыз етеді.

Түйін сөздер: пәнаралық байланыс, әдістеме, жаратылыстану, ғылыми білім, тәсіл, кіріктірілген.

Аннотация

А.К. Джумадиллаева[1]*, К.Н. Джумадиллаев*[2]*, Ж.О. Джакупова*[3]*, А.Қ.Қозыбай*[1]
[1]*Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан*
[2] *Назарбаев интеллектуальная школа физико-математического направления, Алматы, Казахстан*
[3] *№172 школа- гимназия, Алматы, Казахстан*

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ФИЗИКИ С ЕСТЕСТВЕННЫМИ НАУКАМИ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ

В статье рассмотрены проблемы реализации межпредметных связей физики с естественными науками при естественнонаучном образовании. Установлены актуальность, значение, цели, способы и формы реализации межпредметных связей физики с естественными науками при естественнонаучном образовании. Показано, что единственным способом формирования у будущих учителей физики глубоких и систематических знаний является подготовка их к реализации межпредметных знаний. Межпредметную связь следует рассматривать как проявление в учебном процессе взаимосвязи разных наук. Никакая отдельная наука, как бы значительна и развита он ни была, не может создать целостного представления о мире, может только принимать участие при ее формировании. Межпредметная связь, выступая как мост, связывающий все предметы и науки, открывает возможности для развития конкретных наук и научной картины мира. Следовательно, межпредметная связь, являясь предпосылкой успешного развития научных знаний, и как метод поиска новых результатов и познания, раскрывает перед студентами путь познания мира, и тем самым, обеспечивает концептуальность мышления.

Ключевые слова: межпредметная связь, методика, естествознание, научное знание, способ, интегрированный.

Abstract

METHODOLOGICAL BASIS OF REALIZATION OF INTERSUBJECT COMMUNICATIONS OF PHYSICS WITH THE NATURAL SCIENCES IN SCIENCE EDUCATION

Jumadillayeva A. [1]*, Jumadillayev K.* [2]*, Jakupova Z.* [3]*, Kozybay A.* [1]
[1]*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*
[2] *Nazarbayev Intellectual School of Physics and Mathematics, Almaty, Kazakhstan*
[3] *№172 school-gymnasium, Almaty, Kazakhstan*

The article deal with the problems of implementing intersubject communications of physics with the natural sciences in natural science education. The relevance, significance, goals, methods and forms of the implementation of intersubject communications of physics with the natural sciences in natural science education are established.

It is shown that the only way for future teachers of physics to form deep and systematic knowledge is to prepare them for the implementation of interdisciplinary knowledge. Intersubject communication should be considered as a manifestation in the educational process of the relationship of different sciences. No single science, no matter how significant and developed it may be, can create a holistic view of the world, but can only take part in its formation.

Interdisciplinary communication, acting as a bridge connecting all objects and sciences, opens up wide opportunities for the development of specific sciences and the scientific picture of the world. Therefore, interdisciplinary communication, as a prerequisite for the successful development of scientific knowledge, and as a method of searching for new results and cognition, reveals to students the way of understanding the world, and thereby ensures conceptual thinking.

Keywords: intersubject communications, methodology, science and scientific knowledge, method, integrated.

Жоғары білім берудің мемлекеттік стандартында студенттің қоршаған әлемді дүниетанымдық ұстанымдар негізінде бағалауды, мифологиялық, діни және ғылыми дүниетанымның мазмұнын талқылап түсіндіруді және білімді интеграциялық үдерістердің қазіргі заманғы өнімі ретінде жалпылап жинақтауды білуі қажет екендігі айтылған [1].

Бұл ебдейліктер мен дағдылар пәнаралық байланысты саналы түрде жүзеге асырғанда ғана қалыптасады. Болашақ физика пәні мұғалімдерінің терең, кешенді, жинақталған білімдерін қалыптастырудың бірден бір жолы – оларды пәнаралық байланысты жүзеге асыруға дайындау. Яғни, оқу үдерісі кезінде оқушылар мен студенттердің түрлі жаратылыстану ғылымдарынан алатын білімдері ортақ ғылыми жүйеге бірігуі керек. Пәнаралық байланыс та осы мәселені шешу керек.

Пәнаралық байланыс ұғымын біз де, И.Д. Зверев пен В.Н. Максимовалар берген анықтамаға сай түсінеміз [2].

Пәнаралық байланыс дегеніміз – оқу-тәрбие үдерісінде жүзеге асқанда білімнің беріктігіне, жүйелілігіне және оны жалпылауға көмектесетін, жалпылама дағдылар мен ебдейліктерді қалыптастыратын, нәтижесінде біртұтас ғылыми көзқарас пен оқушылардың жан жақты дамуын қалыптастыратын – оқу пәндерінің мақсаттары, қызметтері және мазмұндық құраушыларының бірлігі.

Пәнаралық байланысты әр түрлі ғылымдар байланысының оқу үдерісіндегі бейнесі ретінде түсіну керек. Жаратылыстану ғылымдарының байланысы жүзеге асатын негізгі тәсілдер:

1) бір нысанды әр түрлі ғылымдардың кешенді зерттеуі;
2) бір ғылым нысанын зерттеу үшін екінші бір ғылым әдістерін қолдану;
3) әр түрлі ғылым салаларында бірдей ұғымдарды және заңдарды қолдану;
4) түрлі ғылымдардың білімдерін жинақтау негізінде жаңа теориялар, құрал-саймандар, технологиялар, заттар құрастыру.

Мысалы, биологиялық жүйелерді зерттегенде биология ғылымына тән ерекше әдістермен қоса физика, химия, география және математика ғылымдарының да зерттеу әдістері мен заңдылықтары кең қолданылады. Биологиялық жүйелерді зерттеуге:

- физиканың тасымал құбылысын, энергияның сақталу және түрлену үдерістерін, фазалық түрленулерді, қайтымды және қайтымсыз үдерістерді, жылулық құбылыстарды, денелердің әрекеттесу үдерістерін сипаттайтын заңдылықтары кең қолданылады;
- химияның тотығу-тотықсыздану және полимерлену реакцияларын, электролиттік диссоциация және еру үдерістерін, периодты заңдылықты, химиялық байланыстарды, химиялық реакциялардың жылулық әсерін, химиялық реакциялардың жүру жылдамдығына әсер етуші шарттарды сипаттайтын заңдары қолданылады;
- ал географияның климат өзгерісін, топырақтың түзілу процесін, қоршаған ортаны, табиғат белдеулерін сипаттайтын заңдары қолданылады.

Математика жайлы айтпаса да болады, себебі барлық жаратылыс ғылымдарының заңдылықтары математикалық өрнек, кесте және графиктер арқылы өрнектеледі. Жоғарыда келтірілген, ғылым аралық байланыстан білім беру үдерісіндегі пәнаралық байланыс туындайды.

Жаратылыстану ғылыми білім беруде оның физика курсымен пәнаралық байланысын жүзеге асыру үдерісі кезінде келесі мақсаттар көзделеді:

- табиғат жайлы біртұтас көзқарас қалыптастыру;
- білімнің жүйелілігін қамтамасыз ету;
- табиғат заңдарының жалпыламалылығы жайлы көзқарас қалыптастыру;
- құбылыстардың нақты, ұғымдық және әдістемелік байланыстарын айқындау, студенттердің құбылыстар, теориялар, ұғымдар арасындағы жан-жақты байланыстарды тағайындау дағдыларын қалыптастыру;

- студенттердің пәнаралық байланысты нысан немесе жүйе жайлы білімдерін дамытатын және тереңдететін тәсіл деп түсінуін қамтамасыз ету;

- білім мазмұнын жинақтау және жалпылау мәселесін және білімнің бір тұтас пәнаралық құрылымын қамтамасыз ету.

Ешқандай дара ғылым, маңызы мен даму дәрежесі қаншалықты үлкен болса да, әлем жайлы жалпылама, бір тұтас көзқарас қалыптастыра алмайды, ол тек оны қалыптастыруға өз үлесін қосады.

Бұл мәселенің маңыздылығы мен көкейкестілігін әлем ғылымдарының зерттеулерінен байқауға болады. Соңғы 20-30 жыл ішінде концептке (негізгі ұғым, жетекші идея, құбылыстарға көзқарастар жүйесі) негізделген оқыту технологиясы Л.Эриксон, С.Томлинсон және басқа ғылымдардың еңбектерінің арқасында қарқынды дамуда [3]. Концептке негізделген және пәнаралық байланысты қолдануға негізделген оқыту әдістері бір-бірімен тығыз сабақтастықта. Олардың бір-бірімен ортақ жақтары өте көп, өз ерекшеліктері де бар.

Бұл жұмыста біз оқу үдерісінде пәнаралық байланыста қолдану мәселелерін ғана қарастырамыз. Пәнаралық байланыс барлық пәндер мен ғылымдарды байланыстыратын көпір қызметін атқаратын болғандықтан, нақты ғылымдар мен әлемнің ғылыми бейнесін жетілдіруге зор мүмкіндіктер ашады. Сондықтан, пәнаралық байланыс дамыта оқытудың да құралы бола алады.

Яғни, пәнаралық байланыс ғылыми білімді нәтижелі дамытудың алғы шарты және жаңа нәтижелер іздеу мен оқу танымының әдісі болып, түлектер алдында әлемді танудың жолын ашады және ойлаудың концептуалдылығын қамтамасыз етеді [3].

Пәнаралық байланысты саналы түрде қолдану елеулі практикалық және теориялық пайда әкеледі. Тұлғаның танымдық әрекеті кезінде ол ойлаудың ерекше түріне айналады, себебі пәнаралық байланыс табиғаттағы құбылыстарды, құбылыстардың жалпылама байланысын зерттеудің бір саласынан екінші саласына өткізудің әдісіне айналады. Оқу танымдық әдіс ретінде ол нысанды тану кезеңдерін айқындайды, зерттеудің келесі сатыларында сол нысанның қандай жақтарына көңіл бөлу керек екендігін көрсетеді және ғылымда қалыптасқан ұғымдар жүйесін тереңдетеді.

Осылардың көмегі арқасында студенттер мен оқушылар белгілі бір ғылымның нақты орнын, сол ғылымның дербес әдістерінің қолданылу шекарасын табуды үйренеді. Бұл әдістер студенттерді айтылған шекараның ауқымын негізсіз ұлғайтудан сақтайды. Себебі, қазіргі таңда, жаратылыстану ғылымдарының қарқынды дамуының нәтижесінде олардың кейбір дербес қорытындылары мен әдістеріне жаппай бойсыну қауіпі көрініс беруде.

Пәнаралық байланыс әлемнің өмір сүруінің ең жалпылыма заңдарын бейнелейтін болғандықтан, ол оқыту теориясында да оның ең маңызды ұстанымдарына айналуы керек. Жаратылыстану ғылыми білімінің пәнаралық құрылымын айқындау нақты бір ғылымның табиғат заңдылықтарын бейнелейтін заңдарын теріске шығармайды. Пәнаралық байланысты қолдану студенттер мен оқушылар үшін жаратылыстану ғылымдарының барлығынан бірыңғай кешенді білім беретін және ебдейліктер мен дағдылар қалыптастыратын әдістемеге айналуы керек.

Оқу үдерісінде пәнаралық байланысты жүзеге асырудың тәсілдері көп. Олардың негізгілері:

- әр түрлің пәндердің жадығаттарын басқа сабақта қолдану;
- бір біріне жақын пәндерге ортақ білімді бөліп көрсету;
- пәнаралық сипаттағы проблемдік жағдайлар туғызу;
- пәнаралық сипаттағы ғылыми жобалар оындау;
- білімді біріншісінен екіншісіне ауыстыруды қамтамасыз ететін, жалпы пәндік және жалпылама дағдыларды қалыптастыру;
- кіріктірілген сабақтар өткізу;
- кіріктірілген таңдау және факультативті сабақтарды өткізу.

Физиканың басқа жаратылыстану пәндерімен байланысы осы пәндердің мазмұндарын талдау барысында анықталады. Физика пәнінің мазмұнын талдау оның басқа жаратылыстану пәндерімен қоса қоғамдық пәндермен, математикамен және технологиямен терең байланысты екенін аңғартты.

Жоғарыда биологиямен физиканың байланысы айтып өтілген. Физика мен химияның байланысы негізінен ұғымдық деңгейде. Атом және оның құрылысы, зат мөлшері, молдік масса алдымен химия пәнінде оқылады. Физика мен химия пәндері тығыз байланысты. Мысалы, атом құрылысы және периодтық жүйе, алдымен олардың біреуінде оқылады, екіншісінде тереңдетіледі, сонан соң біріншісінде қайта дамытылады. Физикалық химия негізінен физикадан алған білімдерге сүйенеді.

География пәнінде оқылатын су қоймаларының климатқа әсері, ауа райында болатын құбылыстар (жаңбыр, қар, боран, дауыл және т.с.с.) –негізінен физикалық заңдылықтармен түсіндіріледі.

Олар физика пәнінде оқылатын- жылусыйымдылық, атмосфералық қысым, булану, конденсация, кристалдану, еру, конвекция сияқты ұғымдармен сипатталады. Технология пәні де физикамен тығыз байланысты. Бұл пәнді мектепте оқығанда физикада оқылатын: қатаңдық, деформация, беріктек шегі, морттық, күйреу, жылуөткізгіштік сияқты ұғымдар кең қолданылады. Ал, жаңа немесе композит заттарды жасау технологиялары физикалық және компьютерлік модельдеумен байланысты. Экологиялық мәселелер болмысынан пәнаралық сипатта. Олар барлық жаратылыстану пәндерінде қарастырылады. Экологиялық мәселелерді шешу барысында барлық жаратылыстану пәндері іс жүзінде бірігеді. Физиканы оқытудағы ең басты міндеттің бірі студенттер мен оқушылар бойында, әлемнің ғылыми бейнесінің бірі болатын, әлемнің физикалық бейнесін қалыптастыру. Ол тек пәнаралық байланыс арқылы жүзеге асады, себебі оны қалыптастыруға әрбір ғылым өз үлесін қосады [4]. Екінші сөзбен айтқанда жеке ғылымдардың (жаратылыстану пәндерінің) қарым-қатынасы нәтижесінде ғылыми білімнің дамуы жүзеге асады. Бұл пәнаралық байланыс студенттер мен оқушылардың танымдық әрекеттерін ұйымдастырудың бір тәсілі болатынын дәлелдейді. Пәнаралық байланыс арқылы жеке ғылымдар қарым-қатынасының маңыздылығы айқындалумен қатар, сол қарым-қатынас жүзеге асады [5].

Жаратылыстану ғылыми білім беруде физиканың жаратылыстану ғылымдарымен пәнаралық байланысын жүзеге асыруды ұйымдастырудың негізгі бернеше тәсілдеріне тоқталуға болады. Олар:

1. Дәстүрлі сабақ өткізу барысында физикалық құбылыстар мен заңдылықтардың химиялық, биологиялық, географиялық құбылыстармен өзара байланысын көрсету;
2. Жаратылыстану пәндерінің өзара байланысын кіріктірілген сабақтарда көрсету;
3. Физикадан практикалық жұмыстарды орындау барысында оқушылардың басқа пәндерді оқығанда алған білімдері мен дағдыларын, оларға сілтеме жасап, қолдану;
4. Екі не одан да көп пәндерден алған білімдерді қолданатын сыныптан тыс сабақтар өткізу, іс-шаралар өткізу, іс-шаралар ұйымдастыру;
5. Кәсіпорындар мен мекемелергі кешенді саяхаттар ұйымдастыру;
6. Бірнеше пән кіріктірілетін (мысалы жоғарыда айтылған «Биологиялық жүйелер») электив және факультатив сабақтар өткізу.
7. Пәнаралық байланысты ұйымдастырудың айтылған тәсілдері басқа пән жадығаттары қолданылатын әңгіме не баяндама, оқушылар хабарламасы мен көрсетілімдері, пәнаралық мәселелерді шешу, пәнаралық сипаттағы жобалар жасау, көңілділер мен тапқырлар сайысы және т.б түрінде ұйымдастыруға болады. Мұның барлығы пәнаралық сипаттағы дидактикалық жадығаттармен қамтамасыз етілуі керек.

Қорыта айтқанда, физиканың басқа жаратылыстану пәндерімен пәнаралық байланысын жүзеге асыру барысында физика басқа пәндер зерттейтін құбылыстар мен қасиеттерді түсіндіруші негіз қызыметін атқарады. Физика пәні жаратылыстану ғылыми білім алудың ақпараттық негізі және құралы. Физика пәні басқа пәндерге тәжірибелік, зерттеу, мәселені шешу, өлшеу сияқты жалпылама әдістерін ұсынады. Яғни, пәнаралық байланысты жүзеге асыру барысында физика сабағында басқа пәндерден алған жадығаттар қолданылады, бірақ мәліметтерді өңдегенде физика пәнінің өзіне тән әдістерімен амалдары қолданылады. Физика пәнаралық мәселелерді шешудің ақпараттық негізін түзеді және де жалпылама дағдылар мен әрекеттерді қолдану жайлы білімді кеңейтеді және тереңдетеді. Студенттер мен оқушыларды осы білімді жүзеге асыруға дағдыландырады. Физиканың басқа жаратылыстану пәндерімен пәнаралық байланысының ерекшелігі де осы. Пәнаралық байланыс жүйелі, тұрақты, мақсатты түрде жүргізіліп, барлық жаратылыстану пәндеріне ортақ болу керек.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Жоғары білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарты. – Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2018 жылғы 31 қазандағы № 604 бұйрығы

2 Зверев И.Д., Максимова В.Н. Межпредметные связи в современной школе. – М.: Педагогика, 1981.– 160с.

3 Lynn Erickson H., Carol A. Tomlinson. Concept-Based Curriculum and Instruction for the Thinking Classroom. – California: Corwin Press Thousand Oaks, 2007

4 Теория и методика обучения физике в школе: общие вопросы. Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений /С.Е . Каменецкий, Н.С. Пурышева и др. / Под.ред. С.Е. Каменецкого. – М.:Академия, 2000. – 369с

5 Қозыбай А., Жексенбиева Н. Кәсіптік білім беру жүйесіндегі қазіргі оқыту технологиялары. Оқулық. – Астана: Фолиант, 2015. – 232 бет.

МРНТИ 14.35.09
УДК 378.147.34

Л.У. Жадраева[1]*, Д.Е. Куатбаева*[1]

[1]*Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан*

ПРЕПОДАВАНИЕ ШКОЛЬНОЙ ФИЗИКИ В УСЛОВИЯХ STEM ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация

В данной статье раскрывается проблема формирования современного стиля мышления, логической культуры у обучающихся при STEM образовании.

Современная система обучения направлена на то, чтобы ориентировать учащегося на стимулы и оценки, получаемые извне, из социума. В условиях бурно развивающейся информационной технологии стало возможным более наглядно демонстрировать многие «реальные эксперименты» в реальном времени, применяя знания, полученные на уроках. В частности, нами была проанализирована эффективность использования STEM образования на уроках физики. В статье рассмотрены преимущества STEM технологий. Приведены результаты по проведению идентичных уроков в параллельных классах, доказывающие, что новый подход позволяет повысить интерес и познавательную деятельность учащихся. Использование STEM технологий на уроках физики показывает улучшение как в качестве обучения, так и в приобщении учеников к миру науки.

Ключевые слова: формирование, мышление, STEM, система образования, креативность.

Аңдатпа

Л.У. Жадраева[1]*, Д.Е. Куатбаева*[1]
[1]*Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

STEM БАҒДАРЛАМАСЫ АЯСЫНДА МЕКТЕП ФИЗИКАСЫ ПӘНІНЕН САБАҚ БЕРУ

Бұл мақалада қазіргі заманауи ойлау дағдысын, STEM білім жүйесінде оқитын оқушыларлар арасында логикалық мәдениетті қалыптастыру мәселесі ашылады.

Заманауи білім беру жүйесі оқушының сырттан не қоғамнан алынған біліктілігін ынталандырып, бағалауға бағытталған. Қарқынды дамып келе жатқан ақпараттық технологиялар заманында сабақта алған білімдерін қолдана отырып, «іс жүзінде құрастырылған тәжірибені» іс жүзінде көрсетуге мүмкіндік туды. Атап айтқанда, физика сабақтарында STEM жағдайын қолданудың тиімділігіне талдау жасадық. STEM технологиясының артықшылықтарын қарастырдық. Екі бірдей сабақты зерттеу жүргізілді, бұл жаңа тәсіл оқушылардың қызығушылығы мен танымдық қабілетін арттыратындығын дәлелдейді. Физика сабақтарында STEM технологияларын қолдану білім сапасының жақсарғанын, сонымен қатар оқушыларды ғылым әлеміне тартылғаның көрсетеді.

Түйін сөздер: қалыптастыру, ойлау, STEM, білім беру жүйесі, шығармашылық.

Abstract

TEACHING SCHOOL PHYSICS AT STEM EDUCATION

Jadrayeva L. [1]*, Kuatbayeva D.* [1]
[1]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

This article reveals the problem of the formation of a modern style of thinking, a logical culture among students in STEM education. The modern educational system is aimed at orienting the student to incentives and assessments received from the outside, from society. In the conditions of rapidly developing information technology, it became possible to more clearly demonstrate many “real experiments” in real time using the knowledge gained in the lessons. In particular, we analyzed the effectiveness of using the STEM condition in physics lessons. We examined the benefits of STEM technology. A study of two identical lessons was carried out in which we prove that the new approach improves the interest and cognition of students. The use of STEM technologies in physics classes shows an improvement in the quality of education, as well as attracting students to the world of science.

Keywords: formation, thinking, STEM, education system, creativity.

Одна из основных проблем, которая стоит в настоящее время перед учебным заведением – это повышение качества знаний учащихся школы.

Современная система обучения направлена на то, чтобы ориентировать человека на стимулы и оценки, получаемые извне, из социума. Проблема формирования логической культуры у учащихся в дидактике и педагогической психологии показывает, что современные процессы демократизации общества и развития его экономической сферы требуют качественно нового уровня профессиональной подготовки специалистов, связанного в значительной степени с их логико-методологической подготовкой. Отсюда вытекает, что основной задачей школы является помощь обучающемуся в процессе его становления не только как будущего специалиста, но и как личности, обладающей развитой логической культурой мышления.

В настоящее время STEM является одним из главных трендов в мировом образовании. Благодаря стремительному развитию технологий появляются новые профессии, повсеместно растет востребованность специалистов STEM. К примеру, в странах ЕС доля трудоустроенных специалистов в данной области увеличилась с 2000 по 2013 гг. на 12%. Также в европейских странах прогнозируется, что спрос на профессионалов в области STEM вырастет к 2025 году на 8%, тогда как на другие профессии – только на 3%. В 2011 году из 16 рассматриваемых стран ОЭСР в Финляндии наблюдалось наиболее высокое число выпускников STEM-специальностей: 1109 на 100 тыс. населения в возрасте 20-39 лет. Данный показатель вдвое больше, чем в Канаде и Швейцарии [1].

В своем выступлении на форуме «Ұлы дала мұрагерлері», посвященного десятилетию НИШ, Первый Президент нашей республики – Елбасы Н.А. Назарбаев отметил: «Необходимо активное внедрение STEAM-образования. В переводе с английского это означает естественные науки, технологии, инженерия и математика. Это дисциплины, которые становятся востребованными в современном мире» [2].

Чем отличается от традиционного обучения наукам и математического образования STEAM-образование? Оно подразумевает смешанную среду обучения и показывает ученикам, как научный метод может быть применен к повседневной жизни. STEAM – это одно из направлений реализации проектной и учебно-исследовательской деятельности в школе и вне школы.

STEM образование это совокупность методик, программ обучения, ориентированных именно на глубокое прикладное обучение четырем основополагающим направлениям. Уже сейчас миру требуются специалисты в области робототехники, программирования, проектирования, кибернетики, новейших направлений науки, но и обучение всему этому должно быть соответствующим для того, чтобы быть в ногу с прогрессом и, в связи с этим, необходим эффективный способ передачи информации. Полвека назад, никто не мог подумать и представить себе такие профессии, как инженер по обслуживанию мобильных телекоммуникационных сетей, или инженер по тестированию солнечных батарей для спутников, или спроектировать роботов похожих на людей.

Сегодня повсюду внедряется междисциплинарный и проектный подход к обучению, который позволит школьникам усилить исследовательский и научно-технологический потенциал, развить навыки критического, инновационного и творческого мышления, решить проблемы коммуникации и командной работы.

В современном мире «получение» креативного специалиста – требует хорошего творческого образования! Именно творческое образование предоставляет сегодняшней молодежи реальную возможность всесторонне развивать навыки XXI века, а творческие мероприятия могут служить образцом для инновационного обучения. Креативность стала ключевым фактором развития экономики и общества, и в этом движущая сила всех процессов. Креативность стала решающим фактором конкурентного преимущества. Практически во всех отраслях – от автомобилестроения до индустрии моды, от пищевой промышленности и до информационных технологий – в долгосрочной перспективе побеждает тот, кто способен творить.

Креативность – слово, которое сегодня у всех на устах. За креативными людьми охотятся крупные компании, ими восхищаются. Многие уверены, что это качество в современном мире просто необходимость, однако, как и в чем его измерять, точно не знает никто [3].

Креативностью называется умение создавать что-то новое, отклоняясь от шаблонов и общепринятых схем. С помощью креативности появляются новые идеи, схемы действий, предметы и многое другое. Благодаря такому мышлению человек может легко найти выход из затруднительной ситуации или в нужный момент опередить соперника в бизнесе. Поэтому развитие креативности является важным пунктом для людей, желающих стать успешными.

Урок физики отличает наибольшая приближенность к жизнедеятельности людей, и физика, как никакая другая наука имеет непосредственную практическую направленность. И все же, применяя различные подходы к обучению, сегодняшнего школьника очень сложно заинтересовать и мотивировать к учебе. Существует множество методик, которые можно заполнить новыми видами. В настоящее время в Казахстане обучение проводится по обновленной программе содержания, где основную роль играет не оценка, а мотивация детей к учебе. Здесь важно учитывать ответ каждого отдельного обучающего, и поэтому к каждому заданию прилагаются дескрипторы, в которых приводится ряд требований, что необходимо выполнить обучающемуся. По этим дескрипторам обучающийся выполняет задания, и по выполненному алгоритму, обучающийся понимает, за что и как получает баллы [4].

На сегодня идет преобразование содержания урока физики, с использованием интерактивного оборудования, процесс урока стал более интересным и занимательным, так как помимо, видео и презентации мы используем электронные книги, флипчарты тем и показываем виртуальные лабораторные.

Новое поколение требует иного подхода и других методик, как показывает практика – традиционные занятия не удовлетворяют потребностям современного обучающегося.

Исследование показывает, что в условиях STEM - образования улучшается эффект усвоения темы и качество понимания. Нами был проделан небольшой эксперимент. В этом эксперименте принимали участие ученики 7-х классов, а именно два класса: 7^A (контрольная группа) и 7^B (экспериментальная группа). В каждом классе по 23 ученика.

Нами проведен анализ двух совершенно идентичных уроков. В одном классе (в 7^A классе) уроки проводились в обычных условиях, а в другом (в 7^B) – в условиях STEM образования.

В течение 2 четвертей проводился анализ серий уроков. Ниже приведена таблица 1 проведенных уроков и заданий к ним.

Таблица 1 Виды уроков и заданий для контрольной и экспериментальной групп

Вид урока	*Контрольная группа*	*Экспериментальная группа*
Физика – наука о природе	*Урок с применением АКТ*	*Проводится межпредметная связь с химией и биологией. На уроке демонстрируется модель «физике как наука о природе».*
Лабораторные работы	*Эксперименты проводились с специальными школьными приборами*	*Проводится эксперимент и одновременно показывается компьютерное моделирование и решение на уроке*
Оценивание знаний	*Проводится тестирование*	*Написание эссе и теста с содержанием открытых и закрытых вопросов*
Раздел «Механическое движение»	*По каждым темам показывают демонстрации*	*Ученики самостоятельно придумывают демонстрации, и защищают свои работы*
Практические работы	*По раздаточным материалам выполняют задания*	*Ученики выполняют индивидуальные задания по электронным пособиям и тем самым каждый отдельный ученик оценивается сразу после окончания задания. Каждому ученику предоставляется возможность выполнить задания на креативность.*

Как показал анализ, мы понимаем, что время не стоит на месте. Новая методика, с одной стороны, позволяет текущему курсу физики состоять из всех тематических, информативных, материальных заданий, а с другой стороны, обучать и передавать такие типы информации, как текст, графика, фотографии, картинки, видео и т.д. во время обучения, помогает ознакомиться с данными, необходимыми для работы с современным телекоммуникационным оборудованием. С учениками обеих классов (7^A и 7^B) готовились и проводились специальные задания в соответствии с приведенной ниже таблицей. Надо отметить, что программа STEM образования ориентирована не только на учеников, но и на учителей.

Сформулируем преимущества STEM образования:

1. Интегрированное междисциплинарное обучение по темам – это означает рассмотрение одного вопроса с точки зрения совершенно разных дисциплин, к примеру: *Деление бактерии в стеклянной пробирке.* Химик спрашивает: какие вещества являются возбудителями начала процесса деления спирали ДНК, на сколько это энергозатратный процесс для бактерии? Следовательно, физику нужно вычислить – сколько тепла выделяется при этом. Биолог: мы можем вырастить культуру бактерии и

зная скорость мутации генов у этих бактерий, предсказать появления определенного нам нужного гена, например, гена устойчивости гербицидов. Математик: с помощью дифференциального уравнении первого порядка, зная скорость размножения бактерии в стеклянной пробирке, мы можем предсказать их количество через нужный нам промежуток времени.

2. Применение знаний в реальной жизни. Критический подход к проблеме. Это значит, что задача будет проблемно-ориентированной, скажем что у нас стоит задача: сделать самолетик для солдатика весом 500 *г*. Каким должен быть материал, от чего вообще зависит полет самолетика? С каждым разом, совершенствуя концепт самолетика, ученики будут укреплять свою уверенность в том, что они успешно приближаются к цели, а именно – создания продукта, отвечающего всем необходимым требованиям.

3. Преимущество командной работы. Работа в команде приучит учеников: выдвигать свои идеи свободно, не бояться ошибиться, уметь слушать чужие идеи, спрашивать, если что-то непонятно. Активное участие в процессе обучения ведет к твердому пониманию изучаемых явлений и понятий.

4. Пробуждение интереса к инженерным специальностям.

Ниже в таблице 2 представлен анализ проведенных уроков.

Таблица 2 Анализ STEM и обычного уроков

STEM урок	*Обычный урок*
Ученики работают со специальной программой	*Ученики работают только с учебником*
Знания ученика оцениваются с помощью компьютерной системы и способны выполнять дополнительные задания.	*Работа ученика оценивается учителем, а дополнительные задания не предусматриваются*
Стимулирует развитие логического мышления	*Логическое мышление остается на прежнем уровне*
Человек с развитым мышлением и восприимчивый к новинкам иностранной системы образования	-
Будет улучшена способность работать с информационными и коммуникационными инструментами.	-

На уроках физики учащиеся должны не просто заучивать теории и формулы, а уметь строить, например, модель ракеты, чтобы воочию могли «увидеть своими глазами» как работают те же законы притяжения. Конструируя его, дети работают головой и руками, проверяют свои расчеты в реальности.

Так они могут уже, сидя за школьной партой, примерить профессии инженера, технолога, экспериментатора, ученого, которые всегда оттачивают свои навыки, проводя сотни часов над тестированиями прототипов и экспериментами.

На STEM уроках применяется платформа Arduino и её аналоги, которые используются и в образовательном процессе, и на курсах робототехники. Плата Arduino подключается к компьютеру или к ноутбуку, также может быть соединена с мобильным телефоном посредством технологии OTG через USB-кабель передачи данных.

Полное освоение платформы Arduino требует от учащихся постановки конкретной цели и задач на уроке физики, написания программы в бесплатной среде Arduino IDE – одной из актуальных языков программирования на основе C/C++.

Освоение программирования в среде Arduino IDE и последующее совместное применение программы и датчиков для измерения физических величин в лабораторном практикуме позволяет сформировать у школьников умения, необходимые для инженерных профессий. Полученные с помощью датчиков данные можно анализировать традиционным для физического практикума способом, формируя навык проведения физического эксперимента.

Сигнал от датчиков можно направлять в другие схемы и конструкции, что позволяет говорить о возможности развития проектов школьников в области технического конструирования и автоматики. Программирование платы для работы датчиков возможно организовать на уроках информатики; снятие данных – на уроках физики. Однако более целесообразно проведение интегрированного урока.

В качестве вводной лабораторной работы для 7 класса предлагается исследовать светофор и его характеристики. В зависимости от уровня подготовки обучающихся количество шагов может быть выборочным.

Целью нашего урока было собрать из предложенных материалов Arduino светофор. Здесь на рисунке 1 представлен обычный светофор, который был собран ученики. Для того, чтобы его собрать им потребовалось знание законов физики, а также необходим был учет последовательного и параллельного соединения проводников. Помимо знаний по физике, ученикам необходимо знание языка программирования, что является неотъемлемой частью STEM образования.

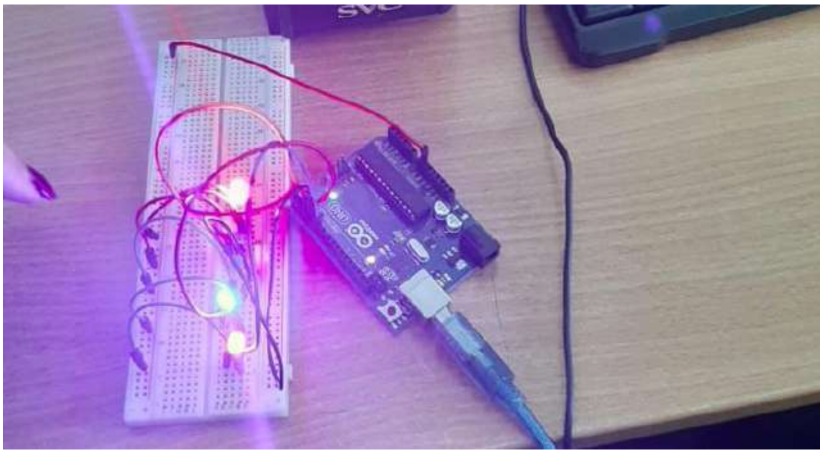


Рисунок 1. Светофор

Необходимо отметить, что STEM-подход можно применять везде, поскольку для этого не всегда нужны дорогостоящие лаборатории и оборудования. Базовые инженерные навыки уже формируются, когда ученик строит ту же ракету из подручных материалов.

Обучаясь по новой технологии, наши ученики уже показывают свои результаты. На сегодня одним из результатов является второе место в городском конкурсе инновационных проектов «Зерде», а также первое место на республиканской дистанционной олимпиаде по физике.

Таким образом, использование STEM технологий на уроках физики доказывает их состоятельность в улучшении качества образования, а также в деле привлечения учащихся к миру науки.

Тем самым мы способствуем рождению новых талантливых и креативных учеников, способных думать и творить. О STEM образовании нужно знать одну главную вещь – это не просто мода в образовании. Сейчас это самый реальный и эффективный подход для решения глобальных мировых проблем: в экологии, энергетике, медицине, инженерии, строительстве и т.д.

Школа должна как можно скорее внедрить этот подход, поскольку будущее сложно представить без высококвалифицированных специалистов, умеющих креативно мыслить и принимать правильные решения.

Список используемой литературы:

1 Ногайбаева Г. Развитие STEM образования в мире и Казахстане. //Білімді ел - Образованная страна №20 (57), 2016. –52 с. bilimdi_el@mail.ru

2 Кузекбай А. Назарбаев: В Казахстане необходимо активно внедрять STEAM- образование// [Электрон.ресурс]. Baigenews №1, 2018 . –12 с. https://baigenews.kz/news/

3 Захарова О.Г. Определение понятия «креативность» в научной литературе [Электрон.ресурс]. – 2017. URL: http://moluch.ru/conf/ped/archive/216/12734/(дата обращения: 08.05.2020)

4 Методические рекомендации по внедрению STEM образования. – Астана: Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, 2017. – 162 с. www.nao.kz.

МРНТИ 29.05.03
УДК 530.1:51-72

THE HIERARCHY OF ASSOCIATIVITY EQUATIONS FOR n=3 CASE WITH AN METRIC $\eta_{11}\neq 0$

Zhadyranova A.A.[1], Myrzakul Zh.R.[2], Myrzakulov K.R.[1]

[1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
[2]Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Abstract

This paper describes the hierarchy for N = 2 and n=3 case with an metric $\eta_{11}\neq 0$ when $V_0 = 0$ of associativity equations. The equation of associativity arose from the 2D topological field theory. 2D topological field theory represent the matter sector of topological string theory. These theories covariant before coupling to gravity due to the presence of a nilpotent symmetry and are therefore often referred to as cohomological field theories. We give a description of nonlinear partial differential equations of associativity in 2D topological field theories as integrable nondiagonalizable weakly nonlinear homogeneous system of hydrodynamic type.

The article discusses nonlinear equations of the third order for a function f = f(x,t)) of two independent variables x, t. In this work we consider the associativity equation for n=3 case with an a metric $\eta_{11}\neq 0$. The solution of some cases of hierarchy when N = 2 and $V_0 = 0$ equations of associativity illustrated.

Keywords: the string theories, the physical fields, the hierarchy of associativity equations.

Аннотация
А.А. Жадыранова[1], Ж.Р. Мырзакул[2], К.Р. Мырзакулов[1]
[1]Евразийский национальный университет имени Н. Гумилева, г.Нур-Султан, Казахстан
[2]Назарбаев Университет, Нур-Султан, Казахстан

ИЕРАРХИЯ УРАВНЕНИЯ АССОЦИАТИВНОСТИ ДЛЯ СЛУЧАЯ $n=3$ С $\eta_{11}\neq 0$ МЕТРИКОЙ

Статья описывает иерархию уравнения ассоциативности для случая N = 2 и n=3 с метрикой $\eta_{11}\neq 0$, когда $V_0=0$. Уравнение ассоциативности возникло из 2D топологической теории поля. 2D топологическая теория поля представляет собой материальный сектор топологической теории струн. Эти теории ковариантны перед связыванием с гравитацией из-за наличия нильпотентной симметрии и поэтому часто называются когомологическими теориями поля. Дано описание нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных ассоциативности в 2D топологических теориях поля как интегрируемой недиагонализуемой слабонелинейной однородной системы гидродинамического типа.

В статье рассматриваются нелинейные уравнения третьего порядка для функции f = f(x,t)) двух независимых переменных x, t. В работе рассматривается уравнение ассоциативности для n = 3 случая с метрикой $\eta_{11}\neq 0$. Проиллюстрировано решение некоторых случаев иерархии при N=2 и $V_0=0$ уравнения ассоциативности.

Ключевые слова: теория струн, физические поля, иерархия уравнения ассоциативности.

Аңдатпа
А.А. Жадыранова[1], Ж.Р. Мырзакул [2], К.Р.Мырзакулов[1]
[1]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан
[2]Назарбаев университеті, Нур-Султан қ., Қазақстан

$\eta_{11}\neq 0$ МЕТРИКАСЫМЕН $n=3$ ЖАҒДАЙЫ ҮШІН АССОЦИАТИВТІ ТЕҢДЕУІНІҢ ИЕРАРХИЯСЫ

Бұл мақалада $\eta_{11}\neq 0$ метрикасымен $V_0=0$ болғандағы N=2 және n = 3 жағдайы үшін ассоциативтілік теңдеуінің иерархиясы қарастырылады. Ассоциативті теңдеуі 2D топологиялық өріс теориясынан туындаған. 2D топологиялық өріс теориясы ішектердің топологиялық теориясының материалдық секторы болып табылады. Бұл теориялар нильпотентті симметрияның болуына байланысты гравитациямен байланыстыру алдында ковариантты және сондықтан жиі өрістің когомологиялық теориялары деп аталады. 2D топологиялық теориясында ассоциативтілік теңдеу жүйесінің гидродинамикалық типтегі интегралданатын сызықты емес біртекті жүйе ретінде берілген.

Бұл жұмыста x, t тәуелсіз айнымалыларынан тұратын f=f(x,t) функциясы үшін үшінші ретті сызықты емес теңдеулер талқыланады. Ассоциативтілік теңдеу метрика $\eta_{11}\neq 0$ болғандағы n=3 жағдайы үшін қарастырылады. Ассоциативтілік теңдеулер N=2 және $V_0=0$ иерархиясының бірнеше шешімдері сипатталады.

Түйін сөздер: ішектер теориясы, физикалық өрістер, ассоциативтілік теңдеуінің иерархиясы.

The physical correlation functions are metric-independent is the consequence of a symmetry of topological quantum field theory which reduces the Hilbert space H to the space H $_{phys}$ of physical states, and causes the stress-tensor T $_{\alpha\beta}$ to decouple from physical correlation functions [1]. Almost all of the information of the amplitudes can be encoded in the operator algebra of the local physical operators. These coefficients c_{ijk} can be used to formally define the operator algebra of the physical fields

$$\phi_i \times \phi_k = \sum_k c_{ij}^k \phi_k$$

The factorization expansion

$$\left\langle \phi_i \phi_j \phi_k \phi_l \right\rangle_0 = \sum_{m,n} \left\langle \phi_i \phi_j \phi_m \right\rangle_0 \eta^{mn} \left\langle \phi_n \phi_k \phi_l \right\rangle_0 = \sum_m c_{ij}^m c_{mkl}$$

This equation states that the four-point amplitude can be obtained by gluing together two three-point functions. This function F(t) call the free energy of the topological cohomological field theory, plays the role of the generating functional and F(t) can write

$$F(t) = \left\langle \exp\left(\sum_n t_n \int \Phi_n \right) \right\rangle$$

Topological string theory closely resembles the string theories and in particular there are many correspondences with fermionic string theory [1]. To couple the topological field theories to two-dimensional gravity need to modify the ordinary gravity theory, such that it also exhibits a Q-symmetry. This theory is called two-dimensional topological gravity. In topological string theory besides the bosonic moduli m_k, there are also an equal number of anti-commuting moduli $\widehat{m_k}$, which are their Q-superpartners. An geometric description of such gauge quivalence classes is as the Q-symmetric generalization of Riemann surfaces. The complete amplitudes of topological string theory are given by the integral over $sM_{g,s}$ of a function which, via the identification, represents a volume form on $M_{g,s}$. The integrand is given by the product of the closed forms represented by the matter and gravitational correlators

$$\left\langle \sigma_{n1}\left(\phi_{ij}\right) \ldots \sigma_{ns}\left(\phi_{js}\right) \right\rangle = \int_{sM_{gs}} dm_k d\hat{m}_k \left\langle \sigma_{n1} \ldots \sigma_{ns} \right\rangle_{\Sigma(m,\hat{m})} \left\langle \phi_1 \ldots \phi_s \right\rangle_{\Sigma(m,\hat{m})}$$

For instance, given any Riemann surface I in space-time, we define [2]

$$\theta_{k,\Sigma} = \int_{\Sigma} \theta_{k(2)}$$

As in ordinary string theory, the amplitudes of topological strings can be written as integrals over the moduli space M_g Riemann surfaces [3]. For the partition function F of a general model with lagrangian [4]

$$L = L_0 - \sum_{n,\alpha} t_{n,\alpha} \int \sigma_n\left(\theta_\alpha\right)$$

Two dimensional quantum gravity can be formulated as a sum over random surfaces. The geometric picture is that the measure of 2-d topological gravity may be thought of as being fully concentrated on degenerate surfaces [5].

In this paper we shall consider so-called nonlinear partial differential equations of associativity in 2D topological field theories (see [6-8]). The equation of associativity arising originally in two-dimensional topological field theories [6, 8]: in general, have the following form:

$$\frac{\partial^3 F}{\partial t^i \partial t^j \partial t^p} \eta^{pq} \frac{\partial^3 F}{\partial t^q \partial t^k \partial t^r} = \frac{\partial^3 F}{\partial t^j \partial t^k \partial t^p} \eta^{pq} \frac{\partial^3 F}{\partial t^i \partial t^q \partial t^r}, \quad \forall i, j, k, r \in \{1, ..., n\}$$

The free energy F is the promised function whose third derivatives with respect to the $t_{0,\alpha}$ at any point define a commutative, associative algebra [9].

In this work we consider the equation of associativity for $n=3$ case with an metric such that $\eta_{11}\neq 0$

$$\eta=\begin{pmatrix}1&0&0\\0&0&1\\0&1&0\end{pmatrix}. \qquad (1)$$

When the metric is as follows (1) the interval is denoted:

$$ds^2=g_{\mu\nu}dx^{\mu}dx^{\nu}=g_{11}dx^1dx^1+g_{23}dx^2dx^3+g_{32}dx^3dx^2=dxdx+dydz+dzdy=dx^2+2dydz$$

The equations of associativity for $n=3$ case with an metric such that $\eta_{11}\neq 0$ (1) given by:

$$\frac{\partial^3F}{\partial x\partial x\partial y}\frac{\partial^3F}{\partial t\partial t\partial y}+\frac{\partial^3F}{\partial x\partial x\partial x}\frac{\partial^3F}{\partial t\partial t\partial t}=\frac{\partial^3F}{\partial t\partial x\partial y}\frac{\partial^3F}{\partial x\partial t\partial y}+\frac{\partial^3F}{\partial t\partial x\partial x}\frac{\partial^3F}{\partial x\partial t\partial t}$$

where F is a prepotential and have the following form:

$$F(y,x,t)=\frac{1}{6}y^3+yxt+f(x,t).$$

For these cases the equations of associativity reduce to the following nonlinear equations of the third order for a function $f=f(x,t)$) of two independent variables [7, 8, 10]:

$$f_{xxx}f_{ttt}-f_{xxt}f_{xtt}=1, \qquad (2)$$

Let us introduce new variables a, b, c as follows [7, 8]:

$$a=f_{xxx},\quad b=f_{xxt},\quad c=f_{xtt}.$$

In the above variables the equation (2) can be rewritten as a system of three equations in the following way [7, 8]:

$$\begin{cases} a_t=b_x,\\ b_t=c_x,\\ c_t=\left(\dfrac{(1+bc)}{a}\right)_x \end{cases} \qquad (3)$$

The Lax pair for the system (3) is given by [7, 8]:

$$\begin{aligned}\Psi_x&=\lambda U\Psi,\\ \Psi_t&=\lambda V\Psi,\end{aligned} \qquad (4)$$

where U is given by [7, 8]:

$$U=\begin{pmatrix}0&1&0\\0&b&a\\1&c&b\end{pmatrix} \qquad (5)$$

and V is given by [7, 8]:

$$V=\begin{pmatrix}0&0&1\\1&c&b\\0&\dfrac{(1+bc)}{a}&c\end{pmatrix}.$$

The compatibility condition for the system (4) is given by:

$$\begin{aligned} U_t &= V_x, \\ [U,V] &= 0. \end{aligned}$$

The solution to a hierarchy for $N=1$ case with an metric $\eta_{11}\neq 0$ corresponds to the system of equations (3). The solution to a hierarchy for n=3 and $N=2$ case with an antidiagonal metric η when $V_0\neq 0$ is given in the work [11]. In the paper [12, 13] considers the hierarchy for n=3 and N=2 case with an antidiagonal metric η when $V_0=0$. In this article we consider a hierarchy for n=3 and N=2 case with an metric $\eta_{11}\neq 0$ for $V_0=0$.

Consider the Lax pair for $N=2$ case when $V_0=0$

$$\Psi_x = \lambda U\Psi,$$

$$\Psi_t = (\lambda^2 V_2 + \lambda V_1)\Psi = V\Psi$$

The compatibility condition of (4) is given by:

$$\lambda U_t - V_x + \lambda[U,V] = 0. \tag{6}$$

Collecting terms in (6) by the powers of λ we obtain

$$\lambda^3 : [U,V_2] = 0, \tag{7}$$

$$\lambda^2 : -V_{2x} + [U,V_1] = 0, \tag{8}$$

$$\lambda^1 : U_t - V_{1x} = 0. \tag{9}$$

The values of the matrix U are given by in the equation (5). Denote the matrices V_2, V_1 as follows:

$$V_2 = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} \end{pmatrix}, \qquad V_1 = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} \\ y_{31} & y_{32} & y_{33} \end{pmatrix}.$$

using (7), we obtain the following relations:

$$z_{21} = z_{13},$$

$$z_{22} = z_{11} + bz_{12} + cz_{13},$$

$$z_{23} = az_{12} + bz_{13},$$

$$z_{31} = z_{12},$$

$$z_{32} = cz_{12} + \frac{1+bc}{a} z_{13},$$

$$z_{33} = z_{22}.$$

Thus the matrix V_2 has the form

$$V_2 = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{13} & z_{11} + bz_{12} + cz_{13} & az_{12} + bz_{13} \\ z_{12} & cz_{12} + \frac{1+bc}{a} z_{13} & z_{11} + bz_{12} + cz_{13} \end{pmatrix}.$$

Hence, only z_{11}, z_{12}, z_{13} are independent elements of V_2, and the other elements can be written in terms of them. Now let us find the elements of V_1. To do so we use the equation (8)

Hence, dependent elements of V_1 are given by:

$$y_{21} = z_{11x} + y_{13}, \tag{10}$$

$$y_{22} = z_{12x} + y_{11} + by_{12} + cy_{13}, \tag{11}$$

$$y_{23} = z_{13x} + ay_{12} + by_{13}, \tag{12}$$

$$ay_{31} = 2z_{13x} - bz_{11x} + ay_{12}, \tag{13}$$

$$ay_{32} = 2z_{11x} + b_x z_{12} + bz_{12x} + c_x z_{13} + 2cz_{13x} + y_{13} + acy_{12} + bcy_{13}, \tag{14}$$

$$ay_{33} = a_x z_{12} + 2az_{12x} + b_x z_{13} + bz_{13x} + ay_{11} + aby_{12} + acy_{13}. \tag{15}$$

By substituting the values for z_{31x}, z_{32x}, z_{33x} we have a system

$$3z_{12x} - cz_{11x} - \frac{b}{a} z_{13x} + \frac{b^2}{a} z_{11x} + \frac{a_x}{a} z_{12} + \frac{b_x}{a} z_{13} = 0, \tag{16}$$

$$c_x z_{12} + 2cz_{12x} + \left(\frac{1+bc}{a}\right)_x z_{13} + \frac{3+2bc}{a} z_{13x} - \frac{b}{a} z_{11x} + \frac{ca_x}{a} z_{12} + \frac{cb_x}{a} z_{13} = 0, \tag{17}$$

$$3z_{11x} + 2b_x z_{12} + 2bz_{12x} + 2c_x z_{13} + 2cz_{13x} = 0 \tag{18}$$

Now let us use the equation (9), writing a new system with equations for a_t, b_t, c_t yields

$$a_t = y_{23x}, \tag{19}$$

$$b_t = y_{22x}, \tag{20}$$

$$b_t = y_{33x}, \tag{21}$$

$$c_t = y_{32x}. \tag{22}$$

Using necessary terms in the system (10)-(15) in (19)-(22), we have

$$a_t = z_{13xx} + ay_{12x} + a_x y_{12} + b_x y_{13} + by_{13x}, \tag{23}$$

$$b_t = z_{12xx} + y_{11x} + b_x y_{12} + by_{12x} + c_x y_{13} + cy_{13x}, \tag{24}$$

$$b_t = \frac{aa_{xx} - a_x^2}{a^2} z_{12} + \frac{a_x}{a} z_{12x} + 2z_{12xx} + \frac{ab_{xx} - a_x b_x}{a^2} z_{13} + \frac{b_x}{a} z_{13x} + \frac{ab_x - ba_x}{a^2} z_{13x} + \frac{b}{a} z_{13xx}$$

$$+ y_{11x} + b_x y_{12} + by_{12x} + c_x y_{13} + cy_{13x}, \tag{25}$$

$$c_t = \frac{2}{a} z_{11xx} - \frac{2}{a^2} z_{11x} + \frac{b_{xx}a - a_x b_x}{a^2} z_{12} + \frac{b_x}{a} z_{12x} + \frac{b}{a} z_{12xx} + \frac{ab_x - ba_x}{a^2} z_{12x} + \frac{c_x}{a} z_{13x} + \frac{ac_{xx} - a_x c_x}{a^2} z_{13} +$$

$$\frac{2ac_x - 2ca_x}{a^2} z_{13x} + \frac{2c}{a} z_{13xx} + c_x y_{12} + cy_{12x} + \frac{1+bc}{a} y_{13x} + \left(\frac{1+bc}{a}\right)_x y_{13} \tag{26}$$

Since $z_{11xx} = 0$ we have

$$z_{13xx} = \frac{1}{a} z_{13x} + \frac{ab_x - ba_x}{2a} z_{11x} \tag{27}$$

Equating the RHSs of the equations (24, 25) for b_t above, we obtain the following equation:

$$\frac{aa_{xx}-a_x^2}{a^2}z_{12}+\frac{a_x}{a}z_{12x}+z_{12xx}+\frac{ab_{xx}-a_xb_x}{a^2}z_{13}+\frac{b_x}{a}z_{13x}+\frac{ab_x-ba_x}{a^2}z_{13x}+\frac{b}{a}z_{13xx}=0. \tag{28}$$

From equation (28) we express z_{12xx} and obtain the following equation:

$$z_{12xx}=\frac{a_x^2-aa_{xx}}{a^2}z_{12}-\frac{a_x}{a}z_{12x}+\frac{a_xb_x-ab_{xx}}{a^2}z_{13}-\frac{b_x}{a}z_{13x}+\frac{ba_x-ab_x}{a^2}z_{13x}-\frac{b}{a^2}z_{13x}+\frac{b^2a_x-abb_x}{2a^2}z_{11x} \tag{29}$$

From equation (18) we express z_{11x} which is given by:

$$z_{11x}=-\frac{1}{3}(2b_xz_{12}+2bz_{12x}+2c_xz_{13}+2cz_{13x}). \tag{30}$$

We plug z_{11x} in (30) into (16) and (17) and obtain the following equations, respectively

$$(2acb_x-2b^2b_x+3a_x)z_{12}+(9a+2acb-2b^3)z_{12x}+(2acc_x-2b^2c_x+3b_x)z_{13}+(2ac^2-2b^2c-3b)z_{13x}=0 \tag{31}$$

$$\left(3a^2c_x+2abb_x+3aca_x\right)z_{12}+\left(6a^2c+2ab^2\right)z_{12x}+\left(6acb_x+5abc_x-3a_x-3bca_x\right)z_{13}+\left(9a+8abc\right)z_{13x}=0 \tag{32}$$

Now we express z_{12x} in (31) to obtain

$$z_{12x}=\frac{1}{(2b^3-9a-2abc)}\left\{(2acb_x-2b^2b_x+3a_x)z_{12}+(2acc_x-2b^2c_x+3b_x)z_{13}+(2ac^2-2b^2c-3b)z_{13x}\right\} \tag{33}$$

Now we express z_{13x} in (32) to obtain

$$z_{13x}=-\frac{1}{(9a+8abc)}\left\{\left(3a^2c_x+2abb_x+3aca_x\right)z_{12}+\left(6a^2c+2ab^2\right)z_{12x}+\left(6acb_x+5abc_x-3a_x-3bca_x\right)z_{13}\right\} \tag{34}$$

The solution to a hierarchy for $n=3$ and N = 2 case with an metric $\eta_{11}\neq 0$ when $V_0=0$ the system is given by (3) corresponds to the system of above equations (23), (24), (26), where values z_{12x}, z_{12xx}, z_{13x} and z_{13xx} from Eqs. (33), (29), (34), (27).

So, in this work we considered the hierarchy of the associativity equation for $n=3$ and N = 2 case with an metric $\eta_{11}\neq 0$ when $V_0=0$. The equation of associativity for $n=3$ case with an metric $\eta_{11}\neq 0$ was written in general form. So, we considered of some cases of hierarchy for $n=3$ and N = 2 case with an metric $\eta_{11}\neq 0$ when $V_0=0$ of the associativity equations.

Lax pairs for the system of three equations, that contains the equation of associativity are written to find the hierarchy of associativity equation. Using the compatibility condition are found the relations between the matrices U, V_2 ,V_1.

Thus, we obtained the elements of the matrices V_2 ,V_1 for this described case. The elements of matrix V_2 are found with the expression of z_{ij} and independent and dependent variables for the matrix V_2.

It was found, that only z_{11}, z_{12}, z_{13} are independent elements of V_2, and the other elements can be written in terms of them. Also solving elements of matrix V_1 expressed through y_{ij} and independent and dependent variables for the matrix V_1.

It is found, that y_{11}, y_{12}, y_{13} are independent elements of V_1, and the other elements can be written in terms of them and z_{11}, z_{12}, z_{13}. We accepted that elements of matrix V_0 are zero.

It is found the relationship between the elements a_t ,b_t ,c_t and y_{ijx} of the matrices U_t, V_{1x}. So, expressed are variables a_t, b_t, c_t of three equations are written with the help of matrix elements z_{12}, z_{13}, y_{12}, y_{13}.

References:

1 Dijkgraaf R., Verlinde H.L., Verlinde E.P. Notes on topological string theory and 2d quantum gravity // IASSNS-HEP-90-80

2 Witten E. On the structure of the topological phase of two-dimensional gravity // Nucl. Phys. B340 – 1990. – P. 281-332Verlinde E., Verlinde H. A Solution of two dimensional topological quantum gravity // preprint IASSNS-HEP-90/40, PUPT-1176 - 1990

4 Dijkgraaf R., Witten E. // Nucl. Phys. B342 - 1990. – 486 p.

5 Dijkgraaf R., Verlinde E., Verlinde H. Loop equations and Virasoro constraints in Non-Perturbative 2D Quantum Gravity // preprint PUPT-1184 -Nucl. Phys. B to be publishe

6 Strachan Ian A.B, Stedman R. Generalized Legendre Transformations and Symmetries of The WDVV equations // Journal of Physics A: Math. Theor. 50 – 2017. – Volume 50 -№ 9

7 Mokhov O.I., Ferapontov Y.V. The associativity equations for two-dimensional topological field theory as integrable hamiltonian non-diagonalizable systems of hydrodynamic type // Functional analysis and its applications- 30 (3),1996. - P. 62-72

8 Mokhov O.I. Symplectic and poisson geometry on loop spaces of manifolds and nonlinear equations // Translations of the American Mathematical Society-Series 2 170 – 1995. - 121-152, arXiv:hep-th/9503076

9 Witten E. Two-dimensional gravity and intersection theory on moduli space // Surv. Diff. Geom. 1- 1991. - P. 243-310

10 Dubrovin B.A. Geometry of 2D topological field theories, Springer Lecture Notes in Math. 1620, 120-348, 1996. [arXiv:hep-th/9407018]

11 Zhadyranova A.A., Myrzakul Zh.R., Anuarbekova Y.Ye. Hierarchy of WDVV associativity equations for n = 3 case and N = 2 when $V_0 \neq 0$ // Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University - 4(125) - 2018. – P. 79-85

12 Zhadyranova A.A., Anuarbekova Y.Ye. Hierarchy of WDVV associativity equations for n = 3 case and N = 2 when $V_0=0$ // Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University - 3(128) - 2019. – P. 60-66

13 Zhadyranova A.A. Hierarchy of WDVV associativity equations for n=3 and N=2 case when $V_0=0$ with new system a_t, b_t, c_t // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series. https://doi.org/10.32014/2019.2518-1726.39 – 4(326) – 2019 – P. 14–21

МРНТИ 29.05.23; 29.05.29; 29.05.41
УДК 539.1

Д.М. Зазулин[1,2], С.Е. Кемелжанова[1], П.Д. Эзау[3]

[1] Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
[2] Институт Ядерной Физики, г. Алматы, Казахстан
[3]Петербургский Институт Ядерной Физики, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРОТЕРМОДИНАМИКИ К СИСТЕМЕ С НУЛЕВЫМ ЗВУКОМ ОПИСАННОЙ МЕТОДОМ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ ДУАЛЬНОСТЕЙ

Аннотация

В рамках метода геометротермодинамики в настоящей работе исследованы свойства равновесного многообразия системы с нулевым звуком, предсказанной методом голографических дуальностей. Получены результаты инвариантные относительно преобразований Лежандра, т.е. независимые от выбора термодинамического потенциала. Для рассматриваемой системы рассчитаны соответствующие метрики и скалярные кривизны, а также описаны их свойства. С помощью голографического подхода в работе был обнаружен новый тип квантовой жидкости. Теплоемкость, полученной в этой работе жидкости, при низких температурах зависит от температуры $\sim T^6$. В качестве термодинамического потенциала бралась энтропия, зависящая от температуры и барионной плотности. Получены 3-мерные графики, на которых хорошо видно, при каких значениях термодинамических переменных скалярные кривизны стремятся к бесконечности или к нулю, что указывает на возможные фазовые переходы и на возможную компенсацию взаимодействий квантовыми эффектами соответственно.

Показано, что оба варианта метрик в данном случае приводят к одному и тому же выводу относительно расположения линий возможных фазовых переходов в рассмотренной голографической системе с нулевым звуком.

Ключевые слова: геометротермодинамика, преобразования Лежандра, метрический тензор, скалярная кривизна, голографические дуальности, нулевой звук.

Аңдатпа

Д.М. Зазулин[1,2], С.Е. Кемелжанова[1], П.Д. Эзау[3]
[1] әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2] Ядролық Физика институты, Алматы қ., Қазақстан
[3]Петербург ядролық физика институты, Россия

ГОЛОГРАФИЯЛЫҚ ДУАЛЬДІК ӘДІСПЕН СИПАТТАЛҒАН НӨЛДІК ДЫБЫСЫ БАР ЖҮЙЕГЕ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ТЕРМОДИНАМИКАНЫ ҚОЛДАНУ

Термодинамика геометриясы әдісі аясында бұл жұмыста голографиялық дуальдік әдіспен болжанған нөлдік дыбысы бар жүйенің тепе-теңдік күйдегі алуан түрлілігінің қасиеттері зерттелді. Лежандр түрлендірулеріне қатысты инвариантты нәтижелер термодинамикалық потенциалды таңдауға тәуелсіз есептелінді. Осы қарастырылып отырған жүйе үшін тиісті метрикалар мен скалярлы қисықтар есептелініп, қасиеттері сипатталды.

Голографиялық тәсіл көмегімен жұмыста кванттық сұйықтықтың жаңа түрі табылып, сұйықтықтың жылу сыйымдылығы төмен температурада қарастырылды. Термодинамикалық потенциал ретінде температура мен бариондық тығыздыққа байланысты энтропия алынып және де 3-өлшемді графиктер тұрғызылды. График арқылы ондаға термодинамикалық айнымалы скаляр қисықтары шексіздікке немесе нөлге ұмтылады, бұл дегеніміз мүмкін болатын фазалық ауысуларды және сәйкесінше кванттық әсермен өзара ірекеттесудің мүмкін болатындығын көрсетеді.

Бұл жағдайда метриканың екі нұсқасы да нөлдік дыбысы бар қаралған голографиялық жүйеде ықтимал фазалық ауысулар сызықтарының орналасуы туралы бірдей қорытындыға әкелетіндігі көрсетілген.

Түйін сөздер: геометротермодинамика, Лежандр түрлендірулері, метрикалық тензор, скалярлық қисық, голографиялық екі жақтылық, нөлдік дыбыс.

Abstract

APPLICATION OF GEOMETROTHERMODYNAMICS TO THE SYSTEM WITH ZERO SOUND DESCRIBED BY THE METHOD OF HOLOGRAPHIC DUALITY

Zazulin D.M[1,2]*., Kemelzhanova S.E*[1]*., Ezau P.D.*[3]
[1]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan*
[3]*Petersburg Institute of Nuclear Physics, Russia*

In the framework of the method of geometrothermodynamics, in present work, we studied the properties of equilibrium manifold of the system with zero-sound predicted by the holographic duality method. The results are invariant under the Legendre transformations, i.e. independent of the choice of thermodynamic potential. For the systems under consideration, the corresponding metrics, determinants of metrics and scalar curvatures are calculated, and their properties are also described. Using the holographic approach, a new type of quantum liquid was discovered. The heat capacity of the liquid obtained in this work at low temperatures depends on the temperature ~ T6. Entropy, which depends on temperature and baryom density, was taken as the thermodynamic potential. 3-dimensional obtained that clearly show at which values of thermodynamic variables scalar curvatures tend to infinity or to zero, which indicates possible phase transitions and possible compensation of interactions by quantum effects, respectively.

It is shown that both variants of metrics in this case lead to the same conclusion regarding the location of possible phase transition lines in the considered holographic system with zero sound.

Keywords: geometrothermodynamics, Legendre transformations, metric tensor, scalar curvature, holographic duality, zero sound.

Введение

В методе голографических дуальностей описываются квантовые системы в режиме сильной связи [1]. Голографические модели приводят к ряду предсказаний, которые хорошо согласуются с экспериментальными данными. Более того с помощью голографического метода предсказываются новые типы квантовых систем. Например, в работе [2] обнаружена система, у которой при низких температурах имеется нулевая звуковая мода как у Ферми жидкости, но у этой системы совершенно иная температурная зависимость теплоемкости. Поэтому становится актуальной задача исследования термодинамических свойств новой квантовых систем предсказанным методом голографических дуальностей. Калибровочная / гравитационная двойственность [3,4] стала полезным инструментом для исследования сильно связанные теории поля. В классе моделей, где этот инструмент может быть применен, предел сильной связи теории поля сопоставляется со слабой связью, классическим пределом теории поля. Теория гравитации, которую можно изучать либо аналитически, либо с минимальными вычислительными мощностями. Нашего понимания квантовых жидкостей являются два феноменологических явления теории.

Это теория жидкости Ферми Ландау [5-9] а также квантовая теория Бозе-жидкости [10,11]. Эти две теории описывают два различных поведения квантовой жидкости в точке низкие импульсы и температуры. В Бозе-жидкости единственное низкоэнергетическое элементарное возбуждение является ли сверхтекучий фонон с линейной дисперсией. В Ферми-жидкостях нулевой звук – это коллективное возбуждение, включающее фермионы вблизи Ферми поверхность. Он был предсказан Ландау [6] и экспериментально наблюдался в жидком гелии-3.

В настоящая работе, было проведено исследование термодинамических свойств голографической системы с нулевым звуком. В качестве метода исследования использовалась геометротермодинамика [12], а в качестве термодинамического потенциала - энтропия, зависящая от температуры и плотности барионов.

Геометротермодинамика

В геометротермодинамике (ГТД), предложенной Э. Кеведо [12], взаимодействия в термодинамических системах описывается с помощью кривизны равновесного многообразия, инвариантной относительно преобразований Лежандра. В термодинамике тоже физические свойства системы не зависят от выбора термодинамических потенциалов, с помощью которых эта система описывается. Переход от одного набора термодинамических потенциалов к другому осуществляется при помощи преобразований Лежандра, и в этом смысле термодинамика инвариантна относительно преобразований Лежандра [13]. В ГТД, например, как это было показано в [12], идеальный газ, частицы которого не взаимодействуют друг с другом, соответствует многообразию с нулевой кривизной. В случае взаимодействующих систем с нетривиальной структурой фазовых переходов, ГТД воспроизводит поведение системы вблизи точек, где происходят фазовые переходы. Как было показано на примере газов Ван-дер-Ваальса, Бозе - Эйнштейна, термодинамик различных черных дыр и т.д. [14], вблизи фазовых переходов скалярная кривизна соответствующих равновесных многообразий стремится к бесконечности. Этот факт удобен для поисков неизвестных фазовых переходов в малоизученных термодинамических системах.

В настоящей работе для изучения термодинамических систем мы вычисляли метрические тензоры соответствующих равновесных многообразий, детерминанты метрических тензоров и соответствующие скалярные кривизны. В качестве формул для вычисления метрик [15] и соответствующих метрических тензоров мы использовали [12]:

$$dl^2 = E_a \frac{\partial \Phi}{\partial E^a} \delta_{ab} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial E^b \partial E^c} dE^a E^c \tag{1}$$

$$dl^2 = E_a \frac{\partial \Phi}{\partial E^a} \eta_{ab} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial E^b \partial E^c} dE^a E^c \tag{2}$$

де l^2 - квадрат термодинамической длины, $\Phi \equiv \Phi(E^a)$ – термодинамический потенциал, который явно зависит от других термодинамических потенциалов - E^a, (a=1, …, n), n – количество термодинамических потенциалов, от которых зависит Φ, $\delta_{ab} = diag(1,1,...,1)$ и $\eta_{a,b} = diag(1,-1,....,-1)$. Оба соотношения (1) и (2) инвариантны относительно преобразований Лежандра[12].

Выражение для тензора кривизны имеет обычный вид:

$$R_{abcd} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 g_{ad}}{\partial E^b \partial E^c} + \frac{\partial^2 g_{bc}}{\partial E^a \partial E^d} - \frac{\partial^2 g_{ac}}{\partial E^b \partial E^d} - \frac{\partial^2 g_{bd}}{\partial E^a \partial E^c} \right) + g_{np}\left(\Gamma^n_{bc}\Gamma^p_{ad} - \Gamma^n_{bd}\Gamma^p_{ac} \right) \tag{3}$$

где $g^{nm}(g_{ad})$ – метрический тензор, $\Gamma^n_{bc} = \frac{1}{2} g^{nm}\left(\frac{\partial g_{mb}}{\partial E^c} + \frac{\partial g_{mc}}{\partial E^b} - \frac{\partial g_{bc}}{\partial E^m} \right)$ – символы Кристофеля.

Далее, скалярная кривизна вычисляется по формуле $R = g^{ac} g^{bd} R_{abcd}$.

Поскольку в дальнейшем мы будем иметь дело с системами, зависящими только от двух термодинамических потенциалов, то выражение для скалярной кривизны упрощается до:

$$R = \frac{2P_{1212}}{\det(g)}, \tag{4}$$

где $\det(g)$ – детерминант двумерного метрического тензора.

Система с нулевым звуком из голографического описания

С помощью голографического подхода в работе [12] был обнаружен новый тип квантовой жидкости. Теплоемкость, полученной в этой работе жидкости, при низких температурах зависит от температуры ~ T^6. Несмотря на нехарактерное для Ферми-жидкостей поведение теплоемкости, система имеет моду нулевого звука при низких температурах. В работе [12] приведено выражение для энтропии этой жидкости в приближении $Td^{-\frac{1}{p}} \prec\prec 1$:

$$S(T,d) = S_0 + N_q \left(\frac{4\pi}{p+1} \right)^{2p+1} \left(\frac{T^{2p}}{2d} \right) \tag{5}$$

где T – температура, d – барионная плотность, p – размерность пространства (мы взяли 3), в котором рассматривается данная жидкость, S_0 - энтропия при нулевой температуре и N_q - некоторая константа.

На рисунке 1 представлен график (5) для $\frac{N_q}{2}\left(\frac{4\pi}{p+1} \right)^{2p+1} \equiv 1$ и некоторого диапазона параметров T и d.

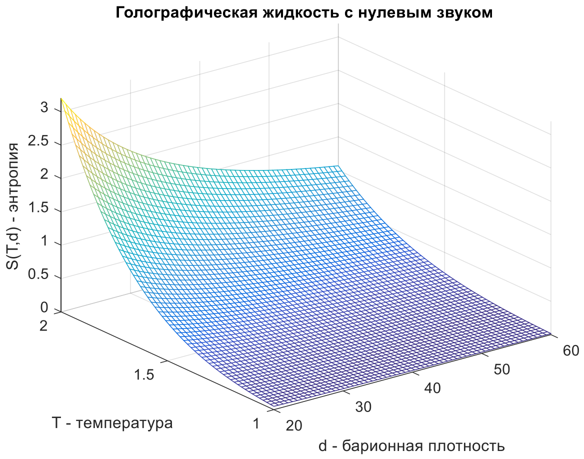


Рисунок 1. Энтропия (5) в зависимости от температуры и плотности барионов для голографической системы с нулевым звуком [12].

Применяя к выражению (5) формулу для метрики (1) и, для упрощения, принимая $\frac{N_q}{2}\left(\frac{4\pi}{p+1} \right)^{2p+1}$ за единицу, получим метрический тензор:

$$g(T,d) = \begin{bmatrix} \frac{180T^{10}}{d^2} & -\frac{15T^{11}}{d^3} \\ -\frac{15T^{11}}{d^3} & -\frac{2T^{12}}{d^4} \end{bmatrix} \tag{6}$$

Далее детерминант этого тензора:

$$\det(g) = -\frac{585T^{22}}{d^6} \tag{7}$$

И скалярная кривизна (4):

$$R = -\frac{985d^2}{135T^{12}} \tag{8}$$

Применяя же к выражению (5) формулу (2) и также принимая $\frac{N_q}{2}\left(\frac{4\pi}{p+1} \right)^{2p+1}$ за единицу, получим метрический тензор:

$$g(T,d)=\begin{bmatrix} \frac{180T^{10}}{d^2} & -\frac{21T^{11}}{d^3} \\ -\frac{21T^{11}}{d^3} & -\frac{2T^{12}}{d^4} \end{bmatrix} \tag{9}$$

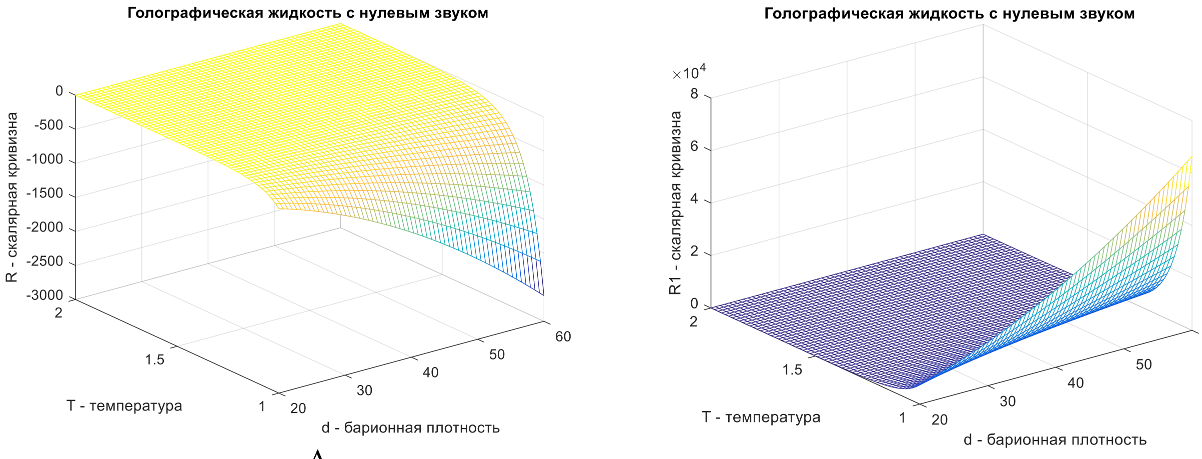
Детерминант этого тензора:

$$\det(g)=-\frac{81T^{22}}{d^6} \tag{10}$$

И скалярная кривизна:

$$R_1=\frac{398d^2}{216T^{12}} \tag{11}$$

Из формул (8) и (11) видно, что скалярная кривизна стремиться к минус и плюс бесконечностям при стремящейся к нулю температуре и при увеличении барионной плотности, что указывает на возможный фазовый переход в этой области. Также видно, что скалярные кривизны стремятся к нулю при стремящейся к нулю плотности барионного заряда и при увеличении температуры, что указывает на ослабление взаимодействия между частицами в системе. Полученные результаты для некоторого диапазона параметров T и d показаны на рисунках 2а и 2б. Для данной системы обе метрики (1) и (2) приводят к одному общему результату относительно расположения сингулярностей для соответствующих кривизн.



А

Б

Рисунок 2. Зависимость скалярной кривизны от температуры и плотности барионов:
а) - метрика вычислялась по формуле (1), б) - метрика вычислялась по формуле (2).

Заключение

В настоящей работе в рамках ГТД рассмотрено равновесное многообразие сильновзаимодействующей квантовой системы с нулевым звуком, предсказанной методом голографических дуальностей [16], для двух возможных выриантов метрик вычислены метрические тензоры и скалярные кривизны. В качестве термодинамического потенциала бралась энтропия, зависящая от температуры и барионной плотности.

Получены 3-мерные графики, на которых хорошо видно, при каких значениях термодинамических переменных скалярные кривизны стремятся к бесконечности или к нулю, что указывает на возможные фазовые переходы и на возможную компенсацию взаимодействий квантовыми эффектами соответственно.

Показано, что оба варианта метрик (1) и (2) в данном случае приводят к одному и тому же выводу относительно расположения линий возможных фазовых переходов в рассмотренной голографической системе с нулевым звуком.

Список использованной литературы:

1 Maldacena J. The large N limit of super conformal field theories and supergravity //Adv. Theor. Math. Phys. – 1998. –Vol.38. – P. 231–252.

2 Karch A., Son D.T., and Starinets A.O. Zero sound from holography // Phys. Rev. Lett. – 2009. – Vol.102. – P. 1103-1125. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.102.051602

3 Gubser S. S., Klebanov I. R. and Polyakov A. M. Gauge theory correlators from non-critical string theory // Phys. Lett. B. - 1998. –Vol. 428. –P. 105. [arXiv:hep-th/9802109]

4 Witten E. Anti-de Sitter space and holography // Adv. Theor. Math. Phys. - 1998. – Vol.2. - P. 253 [arXiv:hep-th/9802150]

5 Landau L. D. The theory of a Fermi liquid // JETP Theoretical Physics. - 1956. – Vol. 30. - P. 1058.

6 Landau L. D. Oscillations in a Fermi liquid // JETP Theoretical Physiks. - 1959. – Vol. 32. - P. 59.

7 Lifshitz E. M. and Pitaevskii L. P., Statistical Physics Part 2 // Pergamon Press, Oxford, 1980. ISBN 0-08-0230-73-5

8 Abrikosov A. A., Gor’kov L. P., and Dzyaloshinskii I. E. Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics // Prentice Hall Englewood Cliffs, NJ. -1963. – Vol.17. – P.1-78.

9 Pines D. and Nozi`eres P. The Theory of Quantum Liquids, Benjamin // New York. -1966. ISSN 978-020147747

10 Quevedo H., Sasha A., Zaldivar. A geometrothermodynamic approach to ideal quantum gases and Bose-Einstein condensates // J. General Relativity and Quantum Cosmology. - 2015. – Vol. 1. – P. 1512-1535. arXiv:1512.08755v3

11 Harry L. Morrison, James V. Lindesay, Uwe K. Albertin Quantum theory of the two-dimensional Bose liquid // Physics Letters A. – 1985. –Vol. 8. – P.397-400.

12 Karch A., O'Bannon A. Holographic thermodynamics at finite baryon density: some exact results // JHEP 0711. - 2007. – Vol. 074. – P. 256. https://doi.org/10.1088/1126-6708/2007/11/074

13 Quevedo H., Sanchez A., Taj S., Vazquez A., Phase transitions in Geometrothermodynamics // Gen.Relativistic Gravity. - 2011. - Vol. 43. – P. 1153. https:doi.org/10.1007/s10714-010-0996-2

14 Quevedo H. Geometrothermodynamics // J. Math. Phys. – 2007. – Vol. 48. - P.013506. Pineda V., Quevedo H., Maria N. Quevedo, Sanchez A., Valdes E. The physical significance of geometrothermodynamic metrics // J. of Geometric Methods in Modern Physics. - 2019. – Vol.16. – No. 11. – P.1950168. https:doi.org/10.1142. /S0219887819501688

15 Engelhardt N and Horowitz G.T. Recovering the spacetime metric from a holographic dual // Adv. Theoretical Math. Phys. - 2017. – Vol. 21. No.7. – P.1635-1653.

МРНТИ 29.01.01.
УДК 621.391

А. Заурбек[1], Д.З.Джуруntaев[1]

[1]*Satpaev University, г. Алматы, Казахстан*

СХЕМА ЦИФРОВОГО ГЕНЕРАТОРА С УВЕЛИЧЕННЫМ ПЕРИОДОМ ПОВТОРЕНИЯ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСОВ

Аннотация

В данной работе рассматривается вопрос модернизации схемы цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов, который может быть использован для создания криптографических алгоритмов шифрования. Необходимость модернизации схемы цифрового генератора связана с увеличением количества формируемых на его выходе последовательности импульсов псевдослучайной длительности и с псевдослучайными интервалами между ними. Для достижения этой цели в схему цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов, построенного на основе пятиразрядного регистра сдвига с линейной обратной связью, включены небольшое количество дополнительных элементов.

На основе модернизированной схемы цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов и активного RC фильтра нижних частот второго порядка Саллена-Ки построен цифровой генератор акустического шума, который в отличие от прототипа имеет истинно случайный характер выходного сигнала в пределах периода ~ $4*(2^N - 1)$ при соблюдении схемотехнической простоты.

Ключевые слова: цифровой генератор псевдослучайной последовательности импульсов, регистр сдвига с линейной обратной связи, логический элемент XOR, фильтр нижних частот второго порядка.

Аңдатпа

А. Заурбек[1], *Д.З. Джуруntaев*[1]

[1]*Satpaev University, Алматы қ., Қазақстан*

ПСЕВДО-КЕЗДЕЙСОҚ ИМПУЛЬСТЕР ТІЗБЕГІНІҢ ҰЗАРТЫЛҒАН ҚАЙТАЛАНУ ПЕРИОДЫ БАР ЦИФЛЫҚ ГЕНЕРАТОР СУЛБАСЫ

Бұл жұмыста криптографиялық шифрлау алгоритмдерін құру үщін пайдалануға болатын псевдо(жалған)-кездейсоқ импульстер тізбегінің сандық генераторының сұлбасын жаңарту туралы мәселені қарастырылған. Цифрлық генератор сұлбасын модернизациялау қажеттілігі оның шығысында пайда болған ұзақтылығы кездейсоқ және олардың арасындағы интервалдары жалған-кездейсоқ ипульстер тізбегі санының артуымен байланысты. Осы мақсатқа жету үшін бес разрядты сызықтық кері байланысы бар ығыстыру регистрі негізінде құрылған жалған-кездейсоқ импульстер тізбегінің сандық генераторының сұлбасына аздаған қосымша элементтер қосылған.

Импульстердің жалған-кездейсоқ тізбегінің сандық генераторының жаңартылған сұлбасы және Саллена-Ки атты екінші ретті төменгі жиілікті белсенді RC фильтрінің негізінде, дыбыстық шудың сандық генераторы жасалынған. Оның, прототипке қарағанда айырмашылығы, қайталану периоды ~ 4 * (2N) – 1) - ға тең аралығында шығыс сигналдары шынымен кездейсоқ және сұлба дизайны қарапайым.

Түйін сөздер: реттілігі псевдокездейсоқ импульстердің цифрлық генераторы, сызықтық кері байланысы бар ығыстыру тіркегіш, логикалық элемент XOR, екінші реттегі төменгі жиілікті фильтр.

Abstract

DIGITAL OSCILLATOR CIRCUIT WITH AN EXTENDED REPETITION PERIOD OF A PSEUDO-RANDOM PULSE SEQUENCE

Zaurbek A. [1], *Dzhuruntaev D.Z.* [1]

[1]*Satpaev University, Almaty, Kazakhstan*

In this paper, we consider the issue of upgrading the circuit of a digital generator of a pseudo-random pulse sequence, which can be used to create cryptographic encryption algorithms. The need to modernize the digital generator circuit is associated with an increase in the number of pseudorandom pulse train sequences generated at its output and with pseudorandom intervals between them. To achieve this, a small number of additional elements are included in the circuit of a digital pseudorandom sequence of pulses based on a five-digit shift register with linear feedback.

Based on the modernized circuit of a digital generator of a pseudorandom sequence of pulses and an active second-order Slenlen-Key RC low-pass filter, a digital acoustic noise generator is constructed, which, unlike the prototype, has a truly random output signal over a period of ~ 4 * (2N - 1), subject to circuit simplicity.

Keywords: the digital generator of pseudorandom pulse string, shift register from a linear feed-back, logical element of XOR, filter of lower frequencies the second order.

Введение

У цифровых источников шума «цифровой» шум представляет собой временной случайный процесс, близкий по своим свойствам к процессу физических шумов и называющийся поэтому «псевдослучайным процессом». Генерируемая цифровыми генераторами шума цифровая последовательность двоичных символов представляет собой последовательность прямоугольных импульсов псевдослучайной длительности с псевдослучайными интервалами между ними. Период повторения всей последовательности значительно превышает наибольший интервал между отдельными импульсами последовательности.

Псевдослучайная цифровая последовательность максимальной «длины» – М-последовательности [1], имеющая максимальный период повторения, обычно формируется на основе регистра сдвига, охваченного линейной обратной связью (англ. linear feedback shift register, LFSR), в общем случае многопетлевой. При этом в каждой петле (в цепи обратной связи) регистра сдвига, состоящего из последовательно соединенных триггеров, используются двоичные сумматоры по модулю 2 (логические элементы XOR – «исключающее ИЛИ»). Регистр сдвига LFSR с определенным числом разрядов может синтезировать несколько видов псевдослучайных цифровых последовательностей импульсов. Период повторения псевдослучайных последовательностей импульсов, генерируемых регистром сдвига LFSR зависит от выбранных разрядов для обратной связи регистра [1-4]. Комбинируя варианты включения логических элементов XOR в цепь обратной связи, можно получить последовательности импульсов с различными периодом и структурой.

Максимальный период генерируемой последовательности регистра сдвига LFSR разрядности (длины) N определяется как 2^N-1.

Отсюда для достижения приемлемого периода повторения псевдослучайной последовательности импульсов необходимо увеличить число разрядов регистра сдвига N [2, 5,6].

Целью данной работы является модернизация схемы цифрового генератора псевдослучайной последовательности, обеспечивающей возможность расширения области его применения благодаря формированию последовательности импульсов относительно большего периода, чем 2^N-1.

Методы

В работе на основе регистра сдвига LFSR предлагается схема цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов, которая может быть использована для создания криптографических алгоритмов шифрования [7,8]. Схема цифрового генератора псевдослучайной последовательности, построенная на регистре сдвига LFSR длиной N (N = 5) с линейными обратными связями и основанная на примитивном трехчлене $x^5 + x^3 = 1$, имеет возможность увеличения периода формируемых псевдослучайных последовательностей импульсов, т. е. формирования случайных импульсов внутри периода ~ $4*(2^N – 1)$, при соблюдении схемотехнической простоты и сравнительно небольшого количества дополнительных элементов.

На основе цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов, т.е. М-последовательности и активного RC фильтра нижних частот второго порядка Саллена-Ки получена схема генератора акустического шума, которая представлена на рис. 1.

В схему регистра сдвига LFSR для увеличения периода генерируемой последовательности импульсов дополнительно введены новые элементы: второй генератор тактовых импульсов $Г_2$, логические элементы $И_1$, $И_2$, $И_3$, второй сумматор по модулю два XOR_2, логические элементы (ЛЭ) ИЛИ-НЕ и НЕ. Введение новых элементов и их связи с остальными элементами схемы позволяют увеличить период повторения псевдослучайной последовательности импульсов до $4*(2^N – 1)$.

Таким образом, цифровой генератор акустического шума состоит из двух генераторов тактовых импульсов $Г_1$ и $Г_2$, 5-разрядного регистра сдвига с линейной обратной связью на D-триггерах, двух сумматоров по модулю два, трех логических элементов 2И, ЛЭ 2ИЛИ-НЕ и НЕ, активного RC фильтра нижних частот (НЧ) второго порядка Саллена-Ки. К выходу фильтра НЧ подключен пьезоэлектрический вибропреобразователь, который создает акустический шум хаотического характера. Асинхронные входы D-триггеров соединены с входами начальной установки регистра сдвига Ra и Sa. Эти входы подключаются к источникам питания, напряжения которых могут быть равны 0 или 5 В. Рассмотрим работу цифрового генератора акустического шума. 5-ти разрядный регистр сдвига с линейной обратной связью на D-триггерах тактируется прямоугольными импульсами, подаваемыми с выхода тактового генератора $Г_1$. С помощью сумматора по модулю два XOR_1, далее через логические элементы $И_3$ и ИЛИ-НЕ на вход регистра сдвига подается последовательный сигнал, представляющий собой сумму по модулю два 3-го и последнего 5-го разрядов регистра сдвига.

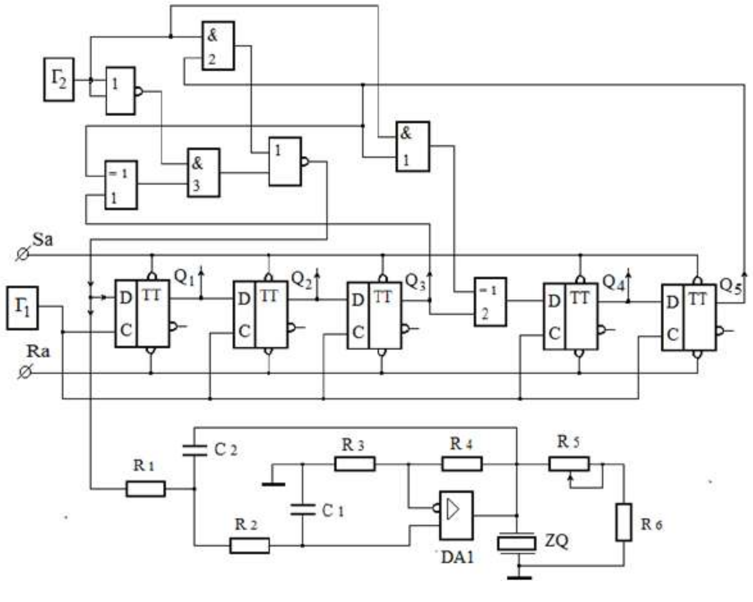


Рисунок 1. Схема цифрового генератора акустического шума

Вначале с помощью сигналов на асинхронных входах Ra (Ra = 5 В) и Sa (Sa = 0 В) регистр сдвига устанавливается в нулевое состояние (можно установить регистр сдвига в единичное состояние с помощью тех же сигналов Ra = 0 В и Sa = 5 В).

После этого на асинхронных входах устанавливаются Ra = 5 В и Sa = 5 В. Для вывода регистра сдвига из нулевого состояния в схему введен ЛЭ ИЛИ-НЕ, формирующий на своем выходе сигнал логической единицы (если начальное состояние регистра сдвига единичное, то на выходе ЛЭ ИЛИ-НЕ будет сигнал логического нуля), который подается на вход D-триггера 1-го разряда.

На выходе регистра сдвига формируются псевдослучайные последовательности импульсов, длительность и интервал между которыми определяются импульсами тактовых генераторов $Г_1$ и $Г_2$, то есть рабочими частотами импульсов этих генераторов. Если примем частоту импульсов тактового генератора $Г_1$, равной 50 кГц, а частоту генератора $Г_2$, равной 5 кГц, тогда регистр сдвига будет поочередно генерировать псевдо-случайные импульсы как регистр сдвига с линейной обратной связью конфигурации Фибоначчи и Галуа [9]. При этом регистр сдвига с линейной обратной связью под воздействием импульсов тактовых генераторов $Г_1$ и $Г_2$ начинает генерировать псевдослучайные импульсы с периодом повторения, равным ~ $4{*}(2^N -1)$.

Далее эти импульсы с таким периодом подаются на вход активного RC фильтра нижних частот второго порядка Саллене-Ки и на его выходе формируются акустические шумы хаотического характера. В общем случае цифровой генератор акустического шума может иметь N (в частности, 31) разрядов. При этом количество дополнительных элементов практически не увеличивается, кроме разрядных D-триггеров. Другими словами, с помощью тактового генератора $Г_2$ управляя структурой 5-ти разрядного регистра сдвига при относительно небольшого количества дополнительных элементов (ИЛИ-НЕ, НЕ, трех ЛЭ 2И, и тактового генератора $Г_2$) можно, по сравнению с известными схемами [2,9,12-14], увеличить период повторения импульсов псевдослучайной последовательности примерно в 4 раза. Если N = 31, тогда период повторения ~ $4{*}(2^N – 1)$ будет достаточно большим и на выходе цифрового генератора акустический шум хаотического характера практический не будет отличаться от случайного.

Далее для проверки данного технического решения с помощью программы Electronic WorkBench была моделирована схема цифрового генератора шума согласно рис.1.

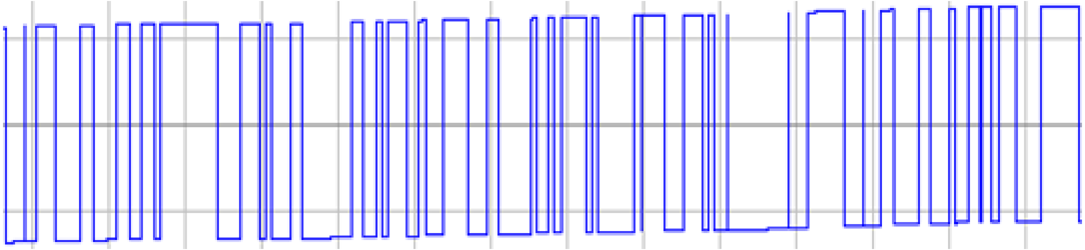


Рисунок 2. Псевдослучайные импульсы цифрового генератора акустического шума

Получены эпюры сигналов в характерных точках цифрового генератора акустического шума, которые представлены на рис.2 и рис.3.

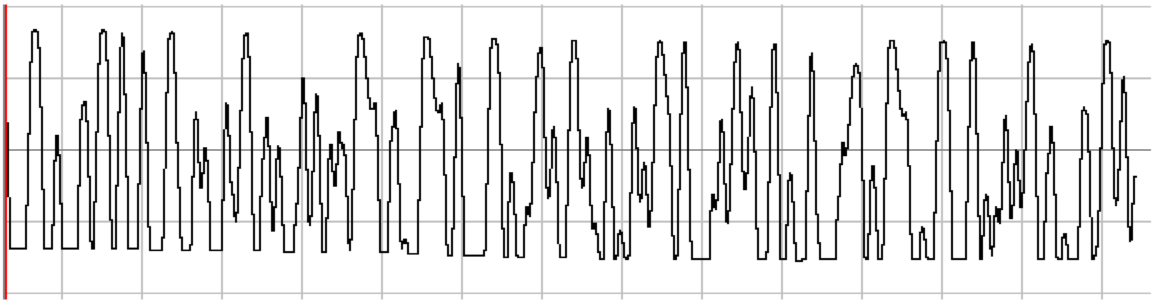


Рисунок 3. Акустические сигналы хаотического характера на выходе цифрового генератора

Эпюрой на рис.2 представлена случайная последовательность импульсов в пределах периода повторения ~ 4*(2^N – 1), а эпюра на рис. 3 иллюстрирует хаотически меняющейся акустический сигнал, пропущенный через схему активного фильтра нижних частот второго порядка Саллена-Ки.

В качестве тактовых генераторов $Г_1$ и $Г_2$ можно использовать одну из схем генераторов импульсов на логических элементах, например, схему, приведенную в работе [15].

Результаты

В зависимости от логического состояния импульсов тактового генератора $Г_2$ изменяется структура схемы, вначале, когда импульсы тактового генератора $Г_2$ отсутствуют, т. е. соответствуют логическому нулю схема генерирует псевдослучайные импульсы как цифровой генератор конфигурации Фибоначчи, а когда импульсы тактового генератора $Г_2$ соответствуют логической единице схема генерирует псевдослучайные импульсы как цифровой генератор конфигурации Галуа, а следовательно, на выходе регистра сдвига можно получить хаотические наборы случайных последовательностей в течение времени, равной ~ 4*(2^N – 1).

При этом на выходе активного RC фильтра нижних частот второго порядка Саллена-Ки, т. е. на выходе цифрового генератора акустического шума получим хаотический сигнал при относительно небольшого количества дополнительных логических элементов.

Работа относится к области вычислительной техники, информационно-измерительной радиотехники и может быть использовано для защиты речевой информации от несанкционированного доступа путем создания шумового сигнала по акустическим и электронно-оптическим каналам, а также в системах кодирования для генерации псевдослучайных последовательностей.

Список использованной литературы:

1 Брескина О.М., Корешкова А.А., Иванов А.П. Реализация генератора псевдослучайной последовательности на ПЛИС фирмы Altera. – Пенза: Изд-во Пензенского гос. ун-та, 2015. – №5. – С 17-20.

2 Песошин В.А. Генераторы псевдослучайных и случайных чисел на регистрах сдвига.: моногр. / Песошин В.А., Кузнецов В.М. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2007. – 296 с.

3 Zaurbek A., Seilova N.A, Dzhuruntaev D. Z. Synthesis and simulation of digital pseudo-random impulse sequence generator based on PLIC FPGA Xilinx using CAD Vivado 2016.2 and development of acoustic noise generator scheme for the protection of information. – COMPUTER MODELLING & NEW TECHNOLOGIES 2017 21(1), Scientific and research journal, Mathematical and Computer Modelling, ISSN 1407-5806, ISSN: 1407-5814, Latvia, Riga, 2017. – C.39-46.

4 Zaurbek A., Zhaibergenova A. ZH., Dzhuruntaev D.Z. Developing of the project of a random access memory on FPGA with use of a CAD of QUARTUS II and the Verilog language. – Information Technologies, Management and Society The 16 th International Scientific Conference 2018. April 26-27, ISMA University, Riga, 2018.

5 Ветров Ю.В., Макаров С.Б. Криптографические методы защиты информации в телекоммуникационных системах: учеб. пособие. – СПб : Изд-во политехн. ун-та, 2011. – 174 с.

6 Патент RU 2446444, G06F7/58, опубл. 27.03.2012.

7 Патент РФ № 2472286, H03B29/00, опубл. 10.01.2013.

8 Заурбек А. Джуруntаев Д.З. Функциональное моделирование регистра сдвига с линейной обратной связью на ПЛИС в среде САПР QUARTUS II с использованием языка VERILOG. – Алматы: Вестник КазНИТУ, 2018. – №6 (130). – С. 97-105.

МРНТИ 29.03.77
УДК 53.072

Л.Г. Касенова[1]*, М.Ж. Есекеева*[1]*, Г.С. Енсебаева*[1]

Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, г. Нур-Султан, Казахстан

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-РЕДАКТОРА BLENDER

Аннотация

В условиях информатизации общества большое внимание уделяется применению информационных и коммуникационных технологий в образовательном процессе. Молодое поколение информационного общества – люди экранной динамичной информации. Информация на экране монитора, проектора или телевизора воспринимается ими намного лучше, чем печатная, книжная информация. Использование информационных технологий в учебном процессе дает возможность улучшить качество проведения занятий, заинтересовать проблемой, а также визуализировать материал, наглядно представляя явления, которые невозможно продемонстрировать иначе. Современные техническо-программные средства позволяют создавать и использовать учебные модели объектов и процессов, максимально приближенных к реальности. Сочетание одновременно графической и звуковой информации обеспечивает воздействие на два важнейших органа чувств - зрение и слух, что существенно повышает информативность учебного процесса и эффективность его восприятия. Представленные в рамках статьи компьютерные модели могут быть использованы в учебном процессе вуза для проведения элективных курсов и факультативов физико-технической направленности.

Ключевые слова: физические процессы, визуализация, 3D моделирование, Blender.

Аңдатпа

Л.Ғ. Қасенова[1]*, М.Ж. Есекеева*[1]*, Г.С. Енсебаева*[1]
Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

НАҚТЫ ФИЗИКАЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІ 3D-BLENDER РЕДАКТОРЫ КӨМЕГІМЕН ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ

Қоғамды ақпараттандыру жағдайында білім беру процесінде ақпараттық және коммуникациялық технологияларды қолдануға көп көңіл бөлінеді. Ақпараттық қоғамның жас буыны - экрандық динамикалық ақпарат адамдары. Олар монитор, проектор немесе теледидар экранындағы ақпаратты баспа, кітап ақпаратынан әлдеқайда жақсы қабылдайды. Оқу үрдісінде ақпараттық технологияларды қолдану сабақты өткізу сапасын жақсартуға, мәселемен қызықтыруға, сонымен қатар, өзгеше қабылданбайтын құбылыстарды көрнекі түрде көрсете отырып, материалды визуализациялауға мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы техникалық-бағдарламалық құралдар шынайылыққа барынша жақын объектілер мен процестердің оқу үлгілерін жасауға және пайдалануға мүмкіндік береді. Графикалық және дыбыстық ақпараттың үйлесуі көру және есту - екі маңызды сезім органына әсерін қамтамасыз етеді, бұл оқу процесінің ақпараттылығын және оны қабылдау тиімділігін айтарлықтай арттырады. Мақала шеңберінде ұсынылған компьютерлік модельдер физика-техникалық бағыттағы элективті курстар мен факультативтерді өткізу үшін ЖОО-ның оқу үрдісінде қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: физикалық үдерістер, визуализациялау, 3D моделдеу, Blender.

Abstract

VISUALIZATION OF REAL PHYSICAL PROCESSES USING 3D-EDITOR BLENDER

Kassenova L.G.[1]*, Yessekeyeva M.Zh.*[2]*, Ensebaeva G.S.* [3]
Kazakh University of Economics, Finance and international trade, Nur-Sultan city, Kazakhstan

In the context of Informatization of society, much attention is paid to the use of information and communication technologies in the educational process. The younger generation of the information society are people of dynamic information on the screen. Information on the screen of a monitor, projector or TV is perceived by them much better than printed, book information. The use of information technologies in the educational process makes it possible to improve the quality of classes, to get interested in the problem, as well as to visualize the material, visually presenting phenomena that can not be demonstrated otherwise. Modern technical and software tools allow you to create and use educational models of objects and processes that are as close to reality as possible. The combination of both graphic and audio information provides an impact on the two most important sensory organs-vision and hearing, which significantly increases the information content of the educational process and the effectiveness of its perception. The computer models presented in the article can be used in the educational process of the University for elective courses and electives of physical and technical orientation.

Keywords: physical processes, visualization, 3D modeling, Blender.

Чтобы понять физическое явление, а потом суметь его объяснить, нужно его визуально представить. К сожалению, в учебных лабораториях провести физический эксперимент или продемонстрировать тот или иной физический процесс, не всегда представляется возможным. Причиной тому могут быть не сколько отсутствие необходимого оборудования, сколько опасность проведения эксперимента или даже невозможность его проведения в реальных условиях. Тут на помощь приходит компьютерная демонстрация моделей.

Компьютерная модель процесса – имитация физических явлений и экспериментов, созданная в специальной программе. Чаще всего интерактивная компьютерная модель позволяет замедлить или ускорить ход времени, увеличить или уменьшить, повторить или изменить ситуацию для более детального и оперативного разбора тематики.

Приведем ряд физических процессов, которые невозможно продемонстрировать в условиях проведения классического урока:

- фотоэффект – сложное явление. Совершенно невозможно пронаблюдать явление выбивания электронов с поверхности металла частицами света;

- двигатель внутреннего сгорания не менее сложный объект. Конечно же реальный двигатель запустить в обычных условиях невозможно, а также невозможно увидеть работу двигателя изнутри;

- ядерные реакции протекают на атомном уровне, что также невозможно увидеть ни при каких условиях, поскольку здесь присутствует высокий уровень опасности.

Компьютерное моделирование данных явлений позволяет наблюдать динамику происходящих процессов, как внутри, так и снаружи [1-3].

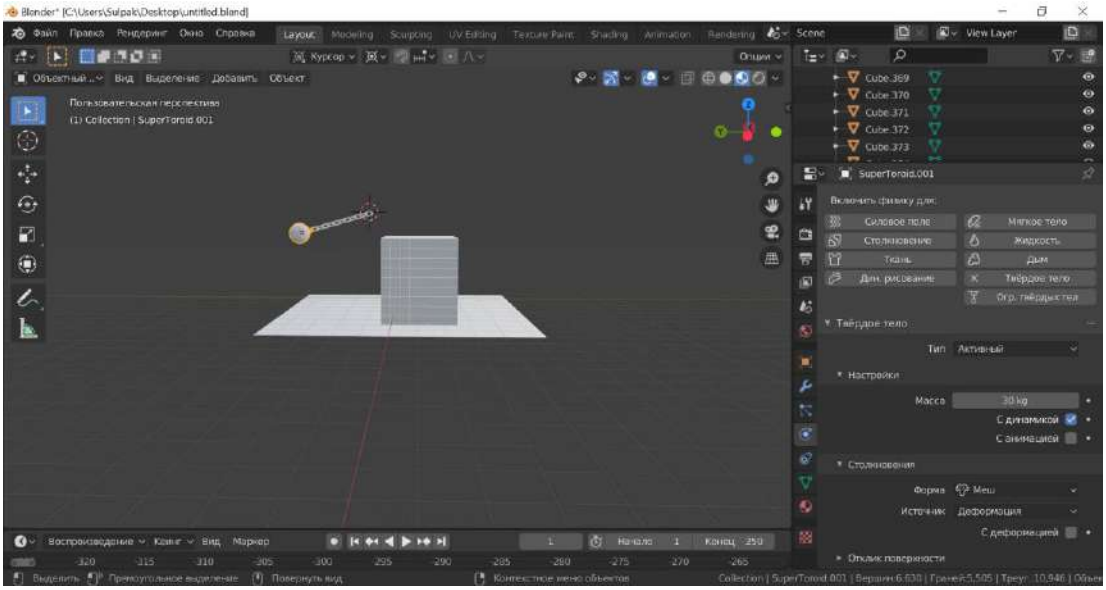
Для объяснения сложных физических процессов можно использовать такие программы как 3ds Max, Maya, Cinema 4D, SketchUp, Blender и другие.

В данной статье для наглядного примера выбрана программа Blender. Blender – редактор трехмерной графики, предназначенный для объёмного моделирования, визуализации, создания как статических, так и динамических сцен, анимации, а также создания игр [4].

Здесь для физических процессов предусмотрен инструмент «настройка физики», благодаря которому можно провести виртуальный опыт по любым законам физики. В нашем эксперименте затронуты темы «Столкновение тел», «Упругие и неупругие столкновения», продемонстрировано как могут отличаться удары различных тел при столкновении и как на это влияют ускорение и вес тела.

Для характеристики ударов использованы такие абстрактные понятия как абсолютно упругий и абсолютно неупругий удар. Абсолютно упругий удар - столкновение двух тел, в результате которого сохраняется кинетическая энергия. Абсолютно неупругий удар кинетической энергии не сохраняет.

Рассмотрим на примере нижеприведенных кадров моделированный процесс столкновения двух тел: конструкции, состоящей из множества кубов, а также подвешенного на цепи шара (рис. 1-5).



Тип: Активный

Масса: 30 kg

☑ С динамикой

☐ С анимацией

Форма: Меш

Источник: Деформация

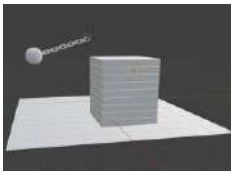
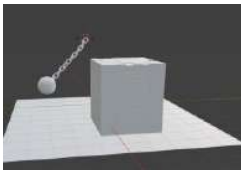
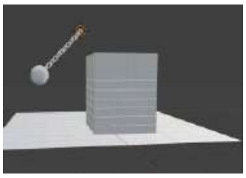
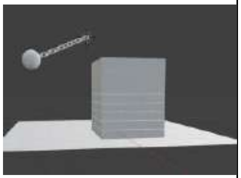
☐ С деформацией

Collection | SuperToroid.001 | Вершин:6.630 | Граней:5.505 | Треуг.:10.946

Рисунок 1. Скриншот смоделированной программы на Blender

Таблица 1 демонстрирует разницу в углах отклонения шара и массе куба. Рассмотрим каждый пример по отдельности. В данном случае (угол в 80º, масса шара 30кг и куба 57,6кг) мы наглядно видим, что шар, разгоняясь, абсолютно разрушает конструкцию.

Таблица 1 - Состояние тел до столкновения шара различных углов отклонения с кубами разной массы

	№1	*№2*	*№3*	*№4*
Начальное заданное состояние	 *угол в 80º*	 *угол в 45º*	 *угол в 45º*	 *угол в 80º*
Масса конструкций	*Шар = 30 кг* *Куб = 57,6 кг*	*Шар = 30 кг* *Куб = 57,6 кг*	*Шар = 30 кг* *Куб = 576 кг*	*Шар = 30 кг* *Куб = 576 кг*

Масса шара практически в 2 раза меньше конструкции, за счет ускорения и достаточно высокой начальной точки, сила с которой шар бьет по конструкции, уменьшает разницу в массе.

Во второй модели (угол в 45º, масса шара 30 кг и масса куба 57,6 кг) мы оставили массу конструкций без изменений и изменили высоту начальной точки шара. За счет недостаточного разгона шар не может набрать нужную скорость как в первом случае и при ударе приводит в действие куб, разрушая лишь половину.

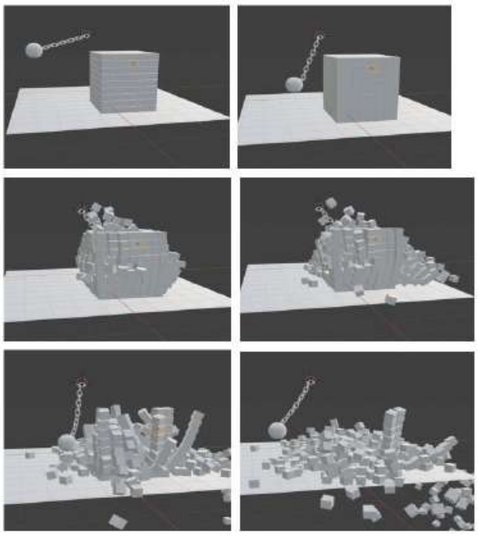


Рисунок 2. Кадры опыта первой модели

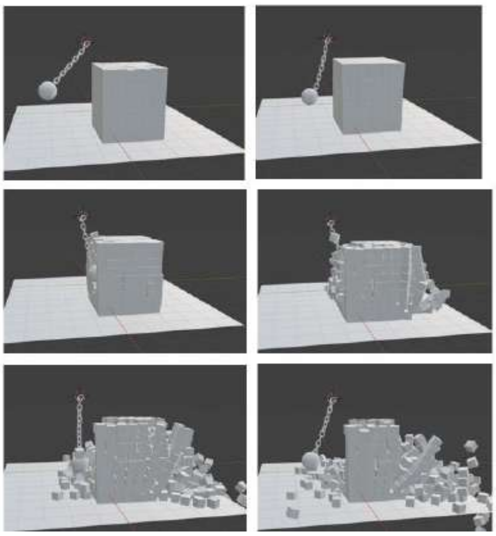


Рисунок 3. Кадры опыта второй модели

В третьей модели (угол в 45º, масса шара 30 кг и масса куба 576 кг) оставили начальную высоту, как и во втором случае 45º, масса шара не изменилась, а массу куба увеличили в 10 раз. В данном случае шар не может с такой массой и высотой достичь нужной силы, даже, чтобы пробить стену насквозь, однако наблюдается небольшие разрушения, значит все-таки импульс был передан. Также можем заметить, как на последнем кадре уменьшилась амплитуда движения шара, т.к. основная часть импульса была передана кубу.

В четвертом случае (угол в 80º, масса шара 30 кг и масса куба 576 кг) масса шара и конструкции оставили, как и в третьей модели, мы изменили высоту до 80º. В данном случае шар набирает скорость, но не достаточную, чтобы полностью разрушить конструкцию, ведь мы увеличили массу куба с 57,6 кг до 576 кг. Однако по сравнению с третьей моделью импульс был гораздо больше, как видно на последнем кадре. Следующая Таблица 2 демонстрирует состояние исходного и конечного состояний вышепредставленных процессов, созданной нами модели.

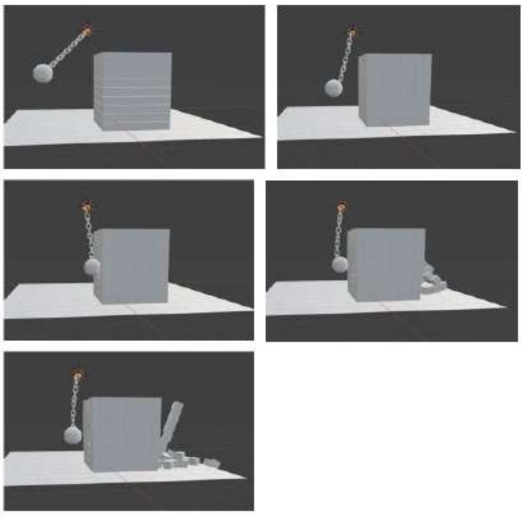


Рисунок 4. Кадры опыта третьей модели

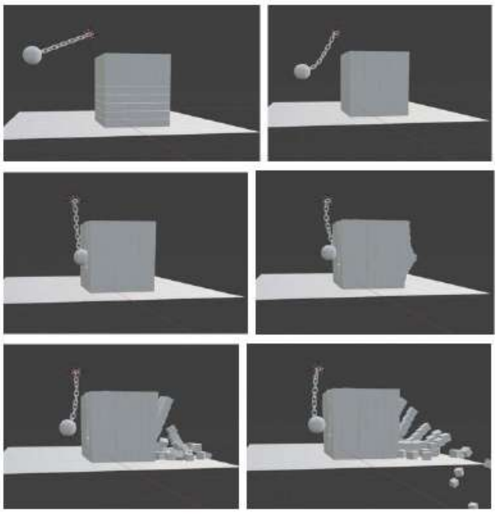
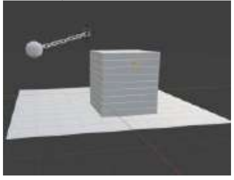
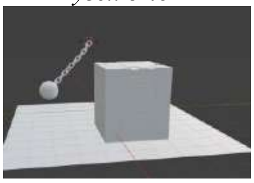
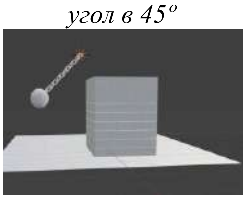
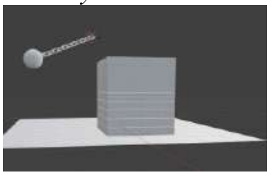
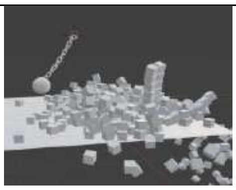
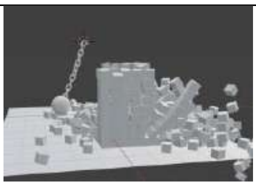
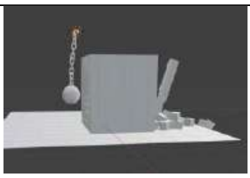
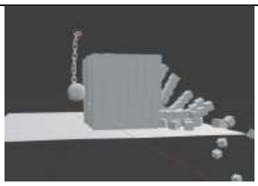


Рисунок 5. Кадры опыта четвертой модели

Во второй таблице видно насколько сильно влияют на исход событий масса тела, ускорение и угол наклона шара при столкновении тел. Все это мы наглядно продемонстрировали на Blender, создав нужную конструкцию и меняя лишь характеристики объектов. Возможности данной программы гораздо большие: можно продемонстрировать свойства веществ, сравнить плотности жидкостей, проверить расчеты тормозного пути машины через смоделированную дорогу, с учетом ее скорости, состояния поверхности дороги и многого другого.

Таблица 2. Сравнение исходного и конечного состояний процессов

	№1	*№2*	*№3*	*№4*
Начальное заданное состояние	*угол в 80^{o}* 	*угол в 45^{o}* 	*угол в 45^{o}* 	*угол в 80^{o}* 
Конечное состояние				
Масса конструкций	*Шар = 30 кг* *Куб = 57,6 кг*	*Шар = 30 кг* *Куб = 57,6 кг*	*Шар = 30 кг* *Куб = 576 кг*	*Шар = 30 кг* *Куб = 576 кг*

Компьютерное моделирование в современном мире доступно для всех, не нужно быть специализированным инженером или дизайнером, чтобы работать в подобных программах. При использовании моделирования на занятиях повышается вовлеченность обучащихся в процесс, появляются студенты, проявляющие интерес к самому моделированию и изучению графических программ по визуализации сложных процессов [5].

Список использованной литературы

1 Касенова Л.Г., Мусайф Г.Компьютерное моделирование физических процессов как метод научного познания и исследования. // Вестник КазНПУ, серия «Физико-математические науки». – 2017. - №3 (59). - С.224-229

2 Касенова Л.Г., Мерейхан Л. Flash-технологиялар көмегімен физикалық үдерістерді әзірлеу және моделдеу. // Вестник КазНПУ, серия «Физико-математическая». – 2019. - №2 (66). - С.152-157

3 Kassenova L.G. Elements of innovation in teaching physics to students of technical specialties in the conditions of modernization of education. // Вестник КазНПУ, серия «Физико-математические науки». – 2019. - №3 (67). - С.154-158

4 Прахов, A. Blender. 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих / А.Прахов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 256 с.: ил.

5 Блинов Д. Компьютерное моделирование физических процессов. [Электрон.ресурс]. – 2018. – URL: https://novator.team (дата обращения: 22.12.2019)

МРНТИ 29.03.35
УДК 53:378.147

А.Қ. Қозыбай[1]*, Г.И. Жанбекова*[1]*, Г.А.Ахметкалиева*[2]

[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[2]*М. Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қ., Қазақстан*

ТЕХНИКАЛЫҚ ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА ФИЗИКА ПӘНІНЕН ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ОРЫНДАУДА НЕГІЗГІ ҰҒЫМДАРДЫ ТҮСІНДІРУ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа

Бұл мақалада техникалық жоғары оқу орындарында жалпы физика курсының электр және магнетизм тарауы бойынша зертханалық жұмыстарды орындауда студенттерге электр өлшеуіш аспаптардың ішкі құрлысымен және жұмыс істеу ретін түсіндіру, амперметр мен вольтметрдің өлшеу шегін кеңейту және олардың шкаласындағы бөліктерінің мәнін анықтау әдістеріұсынылады.

Мақалада оқытудың белгі-контекстік әдісін жүзеге асыруға бағытталған зерттеу элементтерімен, физика бойынша зертханалық жұмыстарды жүргізу әдістемесін жасау және оны негіздеу мәселелері қарастырылады. Мұнда аналитикалық жұмысымыздың әдіснамасы ғылыми деректерді дедуктивтік жинақтаудан және зертханалық жұмыстарда ғылыми элементтерді пайдалану бойынша студенттерді оқыту үдерісінде ғылыми теория мен кәсіптік саланы кіріктіру болып табылады.Техникалық жоғары оқу орындарында зертханалық жұмыстарды жүргізудің әдістемелік тәсілдері, болашақ мамандар үшін олардың құндылығы түсіндіріледі.

Түйін сөздер: зертханалық жұмыс, белгі-контекстік тәсіл, ғылыми теория, электродинамикалық, электромагниттік және электростатикалық электр өлшеуіш аспаптар.

Аннотация

А.К. Козыбай[1]*, Г.И. Жанбекова*[1]*, Г.А. Ахметкалиева*[2]
[1]*Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан*
[2]*Казахская академия транспорта и коммуникации им М.Тынышпаева, г.Алматы, Казахстан*

МЕТОДИКА РАЗЪЯСНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

В статье при выполнении лабораторных работ по разделу электричества и магнетизма курса общей физики в технических вузах студентам предлагается объяснить порядок работы и внутреннего строения электроизмерительных приборов, расширить пределы измерения амперметра и вольтметра и определить значения их частей на шкале.

В статье рассматриваются вопросы разработки и обоснования методики проведения лабораторных работ по физике с элементами исследования, направленными на реализацию критериально-контекстного метода обучения. Здесь методикой нашей аналитической работы является интеграция научной теории и профессиональной сферы в процессе обучения студентов по использованию научных элементов из дедуктивного сбора научных данных и лабораторных работ. Разъясняются методические приемы проведения лабораторных работ в технических вузах, их ценность для будущих специалистов.

Ключевые слова: лабораторная работа, электродинамические, электромагнитные и электростатические электроизмерительные приборы, знак-контекстный подход, научная теория.

Abstract

METHODS OF PRESENTATION OF THE BASIC CONCEPTS TO STUDENTS WHEN PERFORMING LABORATORY WORK IN PHYSICS IN TECHNICAL UNIVERSITIES

Kozibay A.K.[1], Zhanbekova G.I.[1],Akhmetkalieva G.A.[2]
[1]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
[2]*Kazakh academy of transport and communication named after by M. Tynyshpaev, Almaty, Kazakhstan*

In this article, when performing laboratory work with electricity and magnetism general physics in technical universities students are encouraged to explain the operation procedure and the internal structure of the electrical appliances to expand the measurement range of the ammeter and voltmeter and to determine the values of parts on the scale.

The article deals with the development and justification of methods of laboratory work in physics with elements of research aimed at the implementation of criteria-context method of training. Here, the methodology of our analytical work is the integration of scientific theory and professional sphere in the process of teaching students to use scientific elements from deductive scientific data collection and laboratory work. Methodological methods of laboratory work in technical universities, their value for future specialists are explained.

Keywords: a boratory work, sign-context approach, scientific theory, electrodynamic, electromagnetic and electrostatic electrical measuring devices.

Кіріспе

ҚР Президенті Қ. Тоқаев «Сындарлы қоғамдық диалог – Қазақстанның тұрақтылығы мен өркендеуінің негізі» тақырыбындағы Жолдауында еліміздің білім саясатына кеңінен тоқталды. Бұл Жолдауда Президент Қазақстанның гүлденуі мен экономикалық өсімі білімді азаматтарымызбен ғана жүзеге асатынын баса айтқан болатын. Әсіресе, бүгінгідей әлем Төртінші өнеркәсіптік революцияға ұмтылған шақта бұл кезек күттірмес мәселе екені айтпасада түсінікті [1].

“Жүз жылджығын ойлаған халық ағаш егеді, мың жылдығын ойлаған халық саналы ұрпақ тәрбиелейді” деп дана халқымыз айтқандай, бүгінгідей көз ілеспес қарқынмен алға ұмтылған заманда еліміздің бұл көштен қалмау үшін ғылым мен білім мәселесін бірінші кезекке қойған жөн. Егер аталған мәселелер дер кезінде өз шешімін табар болса, онда аз ғана уақытта еліміз дамыған 30 елдің қатарынан көрінері хақ. Осындай келелі мәселелерді Қ.Тоқаев өз Жолдауында айта келіп: “Экономикамызда техника саласының мамандарына сұраныс өте жоғары, бірақ мүмкіндіктер аз. Кәсіпорындар тиісті мамандарды шетелден шақыруға мәжбүр. Осындай келеңсіз мәселелерді жедел түзетуіміз керек”, – деп Жоғары оқу орындарына жауапты міндеттерді жүктеді. Бұл еліміздің жоғарғы оқу орындары ендігі жерде мемлекет сұранысына қарай мамандар даярлау қажет деген сөз. Егер техникалық білім ордалары өз студенттерін соңғы үлгідегі озық тәжірибелермен қаруландыратын болса, IT технологияны еркін меңгерген жас мамандар мемлекет сұранысын қанағаттандыра алады. Бұл үшін біз ең алдымен техникалық мамандықтарға арналған заманауи әдістерді оқыту барысында кеңінен қолданғанымыз абзал. жан-жақты ғылыми тәжірбиелер арқылы өз білімін шыңдаған студент-жастар еліміздің басты адами капиталы.

Зерттеудің дереккөздері

Техникалық жоғары оқу орындарында мамандардың кәсіби құзреттілігін қалыптастыруда біз төмендегідей әдіскер ғалымдардың еңбектеріне шолу жасадық. Айталық, Абдраман Ш.А. [2], Нуркасымова С.Н. [3], Можанов Ж.У. [4] Мұсабеков О.У [5] секілді ғалымдардың зерттеу еңбектерінде мамандар даярлау әдістері әр қырынан қарастырылған. Яғни маман дайындау ісінде ең алдымен студенттердің шығармашылық қабілетін қалыптастыра білу қажет. Өйткені бүгінгідей уақытта жеке тұлғаның психологиялық, теориялық және практикалық дайындығы бірінші кезекте болуы тиіс.

Отандық әдіскер, ғалым Ш.Таубаеваның еңбегінде «шеберлік дегеніміз- кез-келген маманның өз тәжірибесінде ең тиімді әдістерді пайдаланып, жоғары нәтижелерге қол жеткізе алу қабілеті» деген тұжырымы осы ойымызды толықтырғандай [6].

Тақырыптың өзектілігі

Физика курсының электр және магнетизм тарауы бойынша зертханалық жұмыстарды орындауда білім алушылардың теориялық білімдерін практикада жүзеге асыру дағдыларын қалыптастыруға болады. Осы орайда орыс ғалымы В.Беспалько кәсіби саладағы барлық іс-әрекеттердің құрылымын меңгерудің мынадай деңгейлерін деп атап көрсетеді. Оларды: «1-деңгей. Репродуктивтік- алдында оқығанның негізінде нысандарды, құбылыстарды, қасиеттерді, әдістерді танып білу; 2-деңгей. Репродуктивтік- ақпаратты, амалдарды, іс-әрекет әдістерін, іс-әрекеттің типтік ережесін (алгоритмдерді) өздігінен пайдаланып қайталап беру; 3-деңгей. Өнімді- репродуктивті іс-әрекет», бөліп қарастырады [7]. Бұл дегеніміз интуицияға, аса тапқырлыққа сүйене отырып орындалатын әрекет. Соның барысында объективті жаңа ақпарат жасалады. Студенттердің білімін жетілдіруде, дағдысын қалыптастыру мен тәжірибелік даярлығын ұйымдастыруда пән оқытушысы білікті болуы шарт.

Техникалық мамандықтағы студенттерге физика пәнінен зертханалық жұмыстарды ұйымдастыруда біріншіден физика құбылыстарын бақылау мен мағынасын талдап, сараптаудан бастаймыз [8]. Сондықтан электрлік және магниттік құбылыстарға байланысты зертханалық жұмыстарды орындау кезінде алдымен электр өлшеу аспаптарымен және олардың құрлысымен жұмыс істеу жолдарын таныстырудың маңызы зор.

Электрөлшегіш аспаптардың жұмыс істеу қағидаларына сәйкес мынадай түрлерге бөліп қарастырамыз. Олар: магнитэлектрлік, электродинамикалық, электромагниттік, электростатикалық және т.б. бөлінеді.

Біз зертханалық жұмысымызда қарастырылып отырған магнитэлектрлік жүйе ток жүретін раманың магнит өрісімен әсерлесу құбылысына негізделген. Тұрақты магнит өрісінде орналасқан орам саны рама өсіне бекітілгенін прибормен көрсетеміз. Біздің зертханалық жұмысымыз білімалушыларға түсінікті болу үшін оның теориясын қатар алып отыруымыз керек. Өйткені студенттер зертхана жұмысын жүргізерде оның теориялық жағымен жан-жақты таныс болғаны дұрыс. Біз бүгінгі сабағымызда қарастырылып отырған мәселеміз түсінікті болуы үшін магнитэлектрлік жүйенің ішкі құрылысына ары қарай тоқталамыз.

Бұл өске тілше, спиральді серіппе және жұқа алюминий пластина бекітілген. Рама арқылы электр тогы өтіп, магнит өрісінің индукция векторының бағытына перпендикуляр орналасқан рамаға Ампер күші әсер етеді. Егер бұл жерде серіппе болмайтын болса, онда рама ток шамасына тәуелсіз магнит өрісінде перпендикуляр орналасқан болар еді.Серіппенің серпімділік күшінің әсері раманың еркін қозғалуына кедергі жасайды.

Серпімділік күші раманың бұрылу бұрышына тура пропорционал болғандықтан,Ампер күші мен серпімділік күші моменттерінің тепе-теңдігі кезінде раманың бұрылу бұрышы рама арқылы жүретін ток күшіне пропорционал. Электромагниттік аспап шкаласының бөліктері бірқалыпты өзгереді. Тепе-теңдік бұзылған жағдайда қозғалмалы жүйетепе-теңдік күйі маңында тербеліске түсіп, уақыт өтуімен біртіндеп өше бастайды.Тербелістің өшу уақытын кеміту үшін жүйеге тұрақты магнит өрісінде орналастырылған, айналу өсіне енгізілген жұқа алюмини пластина қолданылады. Тербеліс жағдайында пластинада пайда болған индукциялық ток пластина қозғалысына кедергі жасап, құрылғының қозғалмалы жүйесін тыныштандырады.

Сондай-ақ, тізбек бөлігі үшін алынған Ом заңына сәйкес ток күші оның ұштарына түскен потенциалдар айырымына пропорционал болып, аспаптың қысқыштарына түскен кернеуді де өлшейміз. Магнитэлектрлік жүйелі аспаптар арқылы тұрақты ток желісіндегі ток күші мен кернеу анықталса, ал электродинамикалық аспаптарда тұрақты магнит пайдаланылмайтынын ұғындырамыз. Сол себепті мұнда тілше бекітілген қозғалмалы жүйеміз екі орамдағы (катушканың) электр токтарының өзара электродинамикалық әсерлесуі нәтижесінде бұрылатынын айта аламыз.

Электродинамикалық амперметр мен вольтметрдегі екі орама бір-біріне тізбектей жалғанғандықтан олардан бірдей ток өтеді. Орамның біреуі қозғалмайтын етіп бекітіліп, екіншісі айналу өсіне бекітіледі. Қозғалмалы орамдағы әсер ететін күш моменті, олардан өткен ток шамасының квадратына пропорционал.

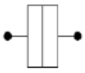
Сондықтан, бұл аспаптар шкаласының бөліктері бір-бірімен бірдей емес. Электродинамикалық аспаптар тұрақты және айнымалы ток желісіндегі ток пен кернеуді өлшеуге пайдаланылады.

Электростатикалық аспаптарда қозғалмалы жүйенің айналуы әраттас зарядтағы өткізгіштер электростатикалық әсерлесу күші нәтижесінде жүзеге асырылады. Бұл аспаптардың ең басты ерекшелігі желідегі токты қажет етпейді.

Мұндай аспаптар арқылы тек желідегі кернеуді өлшейміз. Аспаптардың шартты белгілері 1-кестеде келтірілген:

Кесте 1. Аспаптардың шартты белгілері

Электр өлшеуіш аспаптардың шартты белгілері	*Аспаптардың аталуы*	*Өлшем бірліктерінің атаулары*
A	*Амперметр*	*А, ампер*
V	*Вольтметр*	*В,вольт*
Ω	*Омметр*	*Ом*
W	*Ваттметр*	*Вт,ватт*

Аспаптардың жүйесі	*Шартты белгілері*
Электростатикалық	
Электрмагниттік	
Электрдинамикалық	
Магнитэлектрлік	

Өлшеуіш құралдар жеткілікті дәлдікпен жасалғанымен өлшеу кезінде қате кетуі мүмкін. Сондықтан барлық өлшенген шамалардың абсолют дәл мәнін таптық деуге болмайды. Жүргізілген өлшеулердің мақсаты іздеп отырған шамалардың жуық мәндерін табумен қатар, өлшеулер кезінде кеткен қателіктердің шамсын анықтап, оны есептей білу болып табылады.

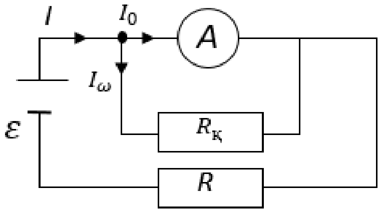
Зерттеу әдісі

Амперметрдің өлшеу шегін кеңейту үшін Амперметрді ток жүріп тұрған R кедергіге тізбектей жалғаймыз. Сонда амперметрдің R_0 кедергісін жүйедегі R кедергімен салыстырған жағдайда $R_0 << R$ есе кіші болуы керек (1-сурет).

Жұмыс аясында аспаптардың өлшеу шегін кеңейту қажеттілігі көптеп кездеседі. Өйткені, кейде жүйедегі ток күші мәні амперметрдің өлшеушегінен де асып кететіні бар.

Біз Амперметрдің шектік өлшемінен артық токты анықтауда оның өлшеу шегін кеңейтуде оған параллель шнут деп аталатын $R_ш$ кедергіні қосамыз.

Шнут негізінен металл сымнан жасалады.



Сурет 1. Амперметрдің өлшеу шегін кеңейту

Өлшеу шегі шнутпен кеңейтілген жағдайда аспаппен өлшенген ток күші екіге бөлінеді:

$I = I_0 + I_ш$ мұндағы I_0 - амперметрмен ал, $I_ш$- шнут арқылы өтетін ток күші.

Жүйе бөлігіне арналған Ом заңын пайдаланып, шнуттың кедергісін табатын болсақ:

$$R = \frac{U}{I_ш} \tag{1}$$

мұндағы $I_ш = I - I_0$ және $U = I_0 R_0$ амперметрдің ішкі кедергісіне түсетін кернеудің мәнін қойсақ,

$$R_ш = \frac{I_0}{I - I_0} \cdot R_0 \tag{2}$$

өрнегі арқылы шнуттың кедергісін табамыз.

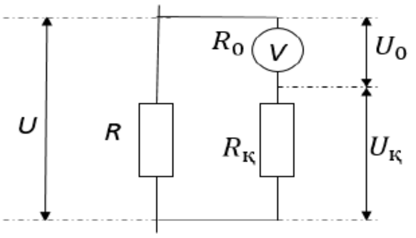
Мұндағы R_0 - амперметрдің ішкі кедергісі. $R_{ш}$ мәнін (2) – өрнектен басқаша әдіспен анықтауға да болады. Егер амперметрдің өлшеу шегін k есе үлкейтейін десек, онда $\frac{I}{k}$, ал $I_{ш} = I - I_0 = I_0(k-1)$ Кирхгофтың ережесін қолданатын болсақ,

$$R_{ш} = \frac{R_0}{k-1} \tag{3}$$

өрнегі арқылы шнут кедергісін анықтауға болады. Осылайша,амперметрдің өлшеу шегішнут арқылы k есе кеңейтіледі. Бұл зертханалық тәжірибені студенттер өз алдына да жасап көруіне болады.

Вольтметрдің өлшеу шегін кеңейту жолдары мынадай: егер де, жүйедегі кернеу мәні вольтметрдің өлшейтін шектік межесінен асып кететін болса, онда вольтметр кедергісін арттыру керек. Ол үшін қосымша кедергі деп аталатын $R_к$ -кедергісін тізбектеп қосуымыз қажет (2-сурет).

Жүйе бөлігіндегі кернеуді өлшеу үшін вольтметр оған параллель жалғанады. Бірақ вольтметрдің кедергісі жүйедегі кедергіден көп есе артық болуы қажет. Жүйеге түсірілген U -кернеу мәнін өлшеу шегі U_0 одан k есе кіші вольтметр арқылы өлшеу жолын қарастырамыз. Ол үшін қажетті $R_к$ қосымша кедергіні анықтау керек.



Сурет 2. Вольтметрдің өлшеу шегін кеңейту

Қосымша кедергі арқылы I ток жүрген кезде оған түсетін кернеуді $U_к$ деп белгілейтін болсақ, онда $U_к + U_0 = U$. $U = kU_0$ шарты бойынша $U_k = U_0(k-1)$ немесе $IR_к = IR_0(k-1)$ теңдеуді I – ге қысқартсақ, қосымша кедергінің мәнін анықтайтын теңдеуді табамыз:

$$R_к = R_0(k-1) \tag{4}$$

Егер берілген вольтметр үшін токтың I және өлшенетін кернеудің U шекті мәні белгілі болса, онда: $U = IR_0 + IR_к$ бұдан

$$R_к = \frac{U - IR_0}{I} \tag{5}$$

Мұндағы $I = \frac{U_0}{R_0}$

Тәжірибелік зерттеулеріміз өз нәтижесін беруі үшін зерттеу жұмыстарын теорияда көрсетілген өлшеу қорытындыларымен салыстыра талдау жасай білуіміз керек.

Бұл тұжырымды Х.Сеитов: «физиканың лабораториялық жұмыстарының негізгі міндеттерінің бірі, физикалық шаманың сандық мөлшерін дұрыс өлшеуді және алынған қорытындыны олардың теориялық мәндерімен дұрыс салыстыра білуді үйрету» деп келтіреді [9].

Дұрыс өлшей білу деп өлшеу қорытындысының дәлдігін сауатты есептеп, зерттеліп отырған құбылыс жөнінде толық мағұлмат алуды айтамыз.Сабақ барысында оқытушы студенттің қарым-қабілетін зерттеу арқылы оған зертханалық жұмыс ұсына алады. Зертханалық жұмыс кезеңінде студент қажетті өлшемдерді жүргізіп, есептеулер жасайды;өлшеу нәтижелерінің дәлдігіне мониторниг жүргізеді; қорытынды нәтижелерін сандық өсте немесе график арқылы көрсетіп, орындалған жұмысты баяндайды. Өзіндік ой қорытындысын жасап, жұмысты оқытушы алдында қорғайды.

Студенттердің зертханалық жұмысқа жіберілуі сабақтың басында өтеді. Эксперименттік бөлім мыналарды қамтиды: Аспаптарды орнату, бақылау, өлшенетін шамаларды есептеу. Эксперименттерге дайындық барысында студенттер алдағы эксперименталды жұмыстың барлық жақтарын барынша ұғынуға ұмтыла отырып, жеке кеңестер мен оқытушының көмегін пайдалана алады.

Қорытынды.

Зертханалық сабақтарда білімді бақылау және бағалаудың келесі әдістері қолданылады: студенттің сөзі (рұқсат алу және қорғау); зертханалық жұмыс бойынша жазбаша есепті талдау, әңгімелесу.

Зертханалық сабақтарды ұйымдастыру және өткізу кезінде берілген әдіс оларды ұйымдастыру және өткізу әдістемесінің принциптік кемшіліктерінің бір бөлігін жояды, зертханалық сабақтар, практикалық сабақтар мен дәрістер арасындағы алшақтықты қысқартады, теория мен практика арасындағы байланысты күшейтеді, білім алушылардың белсенділігі мен дербестігін арттыруға ықпал етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Қазақстан Республикасының Президенті Қ.Тоқаев «Сындарлы қоғамдық диалог--Қазақстанның тұрақтылығы мен өркендеуінің негізі», - атты Қазақстан халқына Жолдауы. // «Егемен Қазақстан». 2019 жыл 3 қыркүйек. №169 (29648).

2 Абдраман Ш.А. Жоғары техникалық оқу орындары студенттердегі кәсіби-техникалық бағыттылықты қалыптастырудың дидактикалық негіздері: пед.ғыл.докт.....дис.-Алматы 1998.-295 б.

3 Нуркасымова С.Н. Методические особенности преподавания профессионально-направленного курса физики в техническом вузе /диссертация./ Алматы.2010.-122с

4 Можанов Ж.У. Методика – Индивидуально ориентированный системы обучения физики в техническом университете. /диссертация./ 13.00.02.-Алматы,2010.-161с.

5 Мұсабеков О.У. Болашақ инженердің ғылыми технологиялық даярлығын жетілдірудің әдіснамасы, теориясы және практикасы (монография).-Алматы, 2002.-213 б.

6 Таубаева Ш.Т.және т.б Педагогика,.Алматы, 2017.-328б.

7 Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии.-М.:Педагогика,1989.-с.192

8 Көшеров Т.С. және т.б. Жалпы физика курсы бойынша зертханалық жұмыстар.-АТУ,2009,141б.

9 Сеитов Х. Физикалық тәжірибелердің қорытындыларын математикалық жолмен өңдеудің негізгі әдістері. Алматы,1993.-56 б.

МРНТИ 30.17.35
УДК 533.15:536.25

В.Н. Косов[1], С.А. Красиков[2], О.В. Федоренко[2], А.Б. Калимов[1]

[1]Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан,
[2]Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном университете имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан,

КОНВЕКТИВНОЕ СМЕШЕНИЕ В НАКЛОННОМ КАНАЛЕ, ВЫЗВАННОЕ ТРОЙНОЙ ДИФФУЗИЕЙ ПРИ УСЛОВИИ И ВОЗРАСТАНИИ ПЛОТНОСТИ СМЕСИ С ВЫСОТОЙ

Аннотация

Методами численного моделирования проведено исследование квазистационарного массопереноса изотермических тройных газовых смесей в вертикальном и наклонном каналах для зоны выхода течения из заданного канала в нижнюю колбу диффузионной ячейки. Конвективное смешение рассматривается при условиях, предполагающих возрастание плотности смеси с высотой канала. При определенном содержании компонента с наибольшим молекулярным весом в смеси изучены характерные особенности структурированных течений. Проведено сравнение конвективных формирований в вертикальном и наклонном каналах. Проанализирована динамика структурированных конвективных течений при различных углах наклона.

Приводятся оценки по времени существования структурного формирования, состоящего преимущественно из компонента с наибольшим молекулярным весом, движущегося в газовой смеси с меньшим значением плотности.

Ключевые слова: газы, диффузия, смеси, конвекция, угол наклона, разделение.

Аңдатпа

В.Н. Косов[1]*, С.А. Красиков*[2]*, О.В. Федоренко*[2]*, А.Б. Калимов*[1]
[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан,*
[2]*әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің эксперименттік және теориялық физика ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан*

ҮШТІК ДИФФУЗИЯ ӘСЕРІНЕН ҚОСПАЛАРДЫҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫ БИІКТІККЕ БАЙЛАНЫСТЫ АРТУЫ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ КӨЛБЕУ АРНАДАҒЫ ҚОСПАНЫҢ КОНВЕКТИВТІ АРАЛАСУЫ

Сандық модельдеу әдістерімен диффузиялық ұяшықтың төменгі колбасына берілген арнадан ағынынң шығу зонасына арналған тік және көлбеу каналдардағы үштік газ қоспаларының изотермиялық квазистационарлық массаалмасуды зерттеу жүргізілді. Каналдың биіктігіне байланысты қоспаның тығыздығының жоғарлауын болжамдайтын жағдайларда конвективті араласу қарастырылады. Қоспадағы анықталған құрамындағы неғұрлым көп молекулалық салмағымен компоненттің құрылымдалған ағындардың тән ерекшеліктері зерттелді. Тік және көлбеу каналдардағы конвективті құрылымдардың қалыптасуын салыстыру жүргізілді. Әр түрлі көлбеу бұрыштарында құрылымдалған конвективті ағыстардың динамикасы талданды.

Тығыздықтың аз мәні бар газ қоспасында қозғалатын ең үлкен молекулалық салмағы бар компоненттен тұратын құрылымдық қалыптасудын бар болуы уақыты бойынша бағалау келтіріледі.

Түйін сөздер: газдар, диффузия, қоспалар, конвекция, көлбеу бұрышы, бөліну.

Abstract

CONVECTIVE MIXING IN AN INCLINED CHANNEL CAUSED BY TERNARY DIFFUSION UNDER CONDITION OF INCREASING DENSITY OF THE MIXTURE WITH HEIGHT

Kosov V.N. [1]*, Krasikov S.A.* [2]*, Fedorenko O.V.* [2]*, A.B. Kalimov*[1]
[1]*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Institute of Experimental and Theoretical Physics at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Using methods of numerical simulation, we studied the quasi-stationary mass transfer of isothermal ternary gas mixtures in the vertical and inclined channels for the zone of flow exit from a given channel into the lower flask of a diffusion cell. Convective mixing is considered under conditions involving an increase in the density of the mixture with the height of the channel. The characteristic features of structured flows were studied at a certain content of the component with the highest molecular weight in the mixture. The convective formations in the vertical and inclined channels are compared. The dynamics of structured convective flows at various inclination angles is analysed.

Estimates of the lifetime of a structural formation consisting mainly of the component with the highest molecular weight moving in a gas mixture with a lower density value are given.

Keywords: gases, diffusion, mixtures, convection, inclination angle, separation.

Введение

Массоперенос в многокомпонентных газовых смесях играет важную роль при описании и прогнозировании природных и технологических процессов [1, 2]. Различие диффузионных механизмов может привести к возникновению специфических режимов [3, 4], связанных с появлением конвективных течений, обусловленных многоскоростным смешением компонентов смеси [5]. Даже в предельном изотермическом случае различие в коэффициентах диффузии может привести к мультипликативному увеличением скорости смешения компонентов, которое вызывает возникновение неустойчивостей гидродинамического типа [6]. Как следствие в поле силы тяжести возникают структурированные конвективные течения [7, 8], существенно искажающее ожидаемое при диффузии смешение.

При определенных условиях взаимодействие между парциальными конвективными потоками приводит к преимущественному переносу самого тяжелого по плотности компонента смеси [7, 9], что не типично для диффузии. На интенсивность суммарного массопереноса существенное влияние оказывают давление, исходный состав смеси, температура и направление ее градиента, геометрические характеристики диффузионного канала и его ориентация относительно вертикали [6, 10,11].

Проведенный анализ показывает, что несмотря на схожесть с тепловыми задачами [12, 13], механизмы возникновения гравитационной конвекции для изотермического случая имеют определенные отличия [3-6], в том числе, связанные с учетом направление градиента плотности смеси в диффузионном канале.

В данной работе приводятся численные результаты по изучению динамических характеристик структурированных конвективных формирований, возникших при изотермической диффузии на выходе наклонного канала в нижней колбе при возрастании плотности смеси по высоте. Также исследуется влияние угла наклона диффузионного канала на интенсивность конвективного течения, вызванного неустойчивостью механического равновесия газовой смеси. Моделирование процесса движения фронта структурного образования осуществляется с помощью пакета «FlowSimulation», входящего в систему автоматизированного проектирования «SolidWorks» [14].

Базовая система уравнений конвекции.

Численное моделирование конвективных течений, вызванных неустойчивостью механического равновесия изотермических бинарных смесей в вертикальных прямоугольных каналах, с помощью пакета «FlowSimulation», входящего в систему автоматизированного проектирования «SolidWorks», показало удовлетворительную сходимость с опытными данными и детализировало специфику возникновения структурированных формирований на границе смены режимов «диффузия – конвекция» [15]. Следует ожидать, что распространение подхода [15] на случай изотермического смешения в тройных газовых смесях также позволит выявить особенности структурообразования в многокомпонентных газовых системах.

Массоперенос в вертикальных каналах, в которых плотность газовой смеси увеличивается с высотой, осуществляется с помощью совместного решения уравнений Навье – Стокса, а также законов, описывающих сохранения массы, импульса и энергии среды. Кроме этого, используются уравнения состояния компонентов текучей среды и эмпирические зависимости вязкости и теплопроводности компонентов среды от температуры. Как и в [15] для моделирования турбулентных течений в уравнении Навье – Стокса используется усредненное по малому масштабу времени влияние турбулентности на параметры потока, а крупномасштабные временные изменения осредненных по малому масштабу времени составляющих газодинамических параметров потока учитываются введением соответствующих производных по времени. В результате уравнения имеют дополнительные члены – напряжения по Рейнольдсу, а для замыкания этой системы уравнений используются уравнения переноса кинетической энергии турбулентности и ее диссипации в рамках k – ξ модели турбулентности.

Эта система уравнений сохранения массы, импульса и энергии нестационарного пространственного течения имеет следующий вид [14, 15]:

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}+\frac{\partial y}{\partial x_i}\left(\rho u_i\right)=0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial\rho u_i}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho u_i u_j\right)+\frac{\partial p}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\tau_{ij}+\tau_{ij}^R\right)+S_i,\ i=1,\,2,\,3 \tag{2}$$

$$\frac{\partial\rho H}{\partial t}+\frac{\partial\rho u_i H}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left(u_j\left(\tau_{ij}+\tau_{ij}^R\right)+q_i\right)+\frac{\partial p}{\partial t}-\tau_{ij}^R\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\rho\varepsilon+S_i u_i, \tag{3}$$

$$H=h+\frac{u^2}{2}, \tag{4}$$

где t – время, u – скорость текучей среды, ρ – плотность текучей среды, p – давление текучей среды, S_i – внешние массовые силы, действующие на единичную массу текущей среды, в нашем случае $S_i=S_i^{gravity}$, действие гравитации $S_i^{gravity}=-\rho g_i$, g_i – составляющая гравитационного ускорения в координатном направлении x_i.

Для ньютоновских сред тензор вязких сдвиговых напряжений определяется как:

$$\tau_{ij}=\mu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}+\frac{2}{3}\delta_{ij}\frac{\partial u_k}{\partial x_k}\right)+\frac{2}{3}\rho k\delta_{ij}, \tag{5}$$

где $\mu=\mu_l+\mu_t$, μ_l – коэффициент динамической вязкости,
μ_t – коэффициент турбулентной вязкости,
δ_{ij} – дельта функция Кронекера ($\delta_{ij}=1$ при $i=j$; $\delta_{ij}=0$ при $i\neq j$), k – кинетическая энергия турбулентности.

В соответствии с k – ξ моделью турбулентности, μ определяется через величины кинетической энергии турбулентности k и диссипации этой энергии ξ:

$$\mu = f_{\mu} \frac{c_{\mu} \rho k^{2}}{\varepsilon}, \tag{6}$$

где $f_{\mu} = \left[1 - \exp\left(-0,025 R_{y}\right)\right]^{2} \left(1 + \frac{20,5}{R_{T}}\right)$, $R_{y} = \frac{\rho \sqrt{k} y}{\mu_{l}}$, $R_{T} = \frac{\rho k^{2}}{\mu_{l} \varepsilon}$, y – расстояние от поверхности стенки, $c_{\mu} = 0,09$.

Кинетическая энергия турбулентности k и диссипация этой энергии ε определяются из следующих уравнений:

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_{k}} \left(\rho u_{k} k\right) = \frac{\partial}{\partial x_{k}} \left(\left(\mu_{l} + \frac{\mu_{t}}{\sigma_{k}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_{k}} \right) + S_{k}, \tag{7}$$

$$\frac{\partial \rho \varepsilon}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_{k}} \left(\rho u_{k} \varepsilon\right) = \frac{\partial}{\partial x_{k}} \left(\left(\mu_{l} + \frac{\mu_{t}}{\sigma_{\varepsilon}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_{k}} \right) + S_{\varepsilon}, \tag{8}$$

где $S_{k} = \tau_{ij}^{R} \frac{\partial u_{i}}{\partial x_{i}} - \rho \varepsilon + \mu_{l} P_{B}$, $S_{\varepsilon} = c_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} \left(f_{i} \tau_{ij}^{R} \frac{\partial u_{i}}{\partial x_{j}} + \mu_{i} c_{B} P_{B} \right) - c_{\varepsilon 2} f_{2} \frac{\rho \varepsilon^{2}}{k}$,

$\tau_{ij}^{R} = \mu_{t} \left(\frac{\partial u_{i}}{\partial x_{j}} + \frac{\partial u_{j}}{\partial x_{i}} + \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_{l}}{\partial x_{l}} \right) + \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij}$, $P_{B} = \frac{g_{i}}{\sigma_{B}} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x_{i}}$,

$\sigma_{B} = 0,9$, $c_{B} = 1$ при $P_{B} \succ 0$ и $c_{B} = 0$ при $P_{B} \leq 0$, $f_{1} = 1 + \left(\frac{0,05}{f_{\mu}} \right)^{3}$,

$f_{2} = 1 - \exp\left(-R_{T}^{2}\right)$, $c_{\varepsilon 1} = 1,44$, $c_{\varepsilon 2} = 1,92$, $\sigma_{\varepsilon} = 1,3$, $\sigma_{k} = 1$.

По аналогии с [15] влияние угла наклона диффузионного канала учитывается за счет изменения осевой и ортогональных составляющих g_i гравитационного ускорения при изменении угла наклона диффузионного канала к вертикали.

Диффузионный тепловой поток моделируется с помощью уравнения:

$$q_{k} = -\left(\frac{\mu_{l}}{\Pr} + \frac{\mu_{t}}{\sigma_{c}} \right) c_{p} \frac{\partial T}{\partial x_{k}}, \quad k = 1, 2, 3 \tag{9}$$

где $\sigma_{c} = 0,9$, Pr – число Прандтля, c_{p} – удельная теплоемкость при постоянном давлении, T – температура текучей среды.

Для многокомпонентных газовых смесей изменение концентраций компонентов смеси в пространстве вследствие диффузии моделируется следующими уравнениями:

$$\frac{\partial \rho y_{i}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_{k}} \left(\rho u_{k} y_{i}\right) = \frac{\partial}{\partial x_{k}} \left(\left(D_{ij} + D_{ij}^{t} \right) \frac{\partial y_{j}}{\partial x_{k}} \right), \quad i = 1, 2, \ldots.N, \tag{10}$$

где y_i – концентрация i–го компонента смеси $\left(\sum_{i=1}^{N} y_{i} = 1 \right)$, N – число компонентов смеси, D_{ij}, D_{ij}^{t} – коэффициенты молекулярной и турбулентной диффузии, которые подчиняются закону Фика, так что $D_{ij} = D \cdot \delta_{ij}$, $D_{ij}^{t} = \delta_{ij} \cdot \frac{\mu_{t}}{\sigma}$, где D – коэффициент взаимной диффузии, σ – турбулентное число Шмидта.

С помощью пакета «FlowSimulation», входящего в систему автоматизированного проектирования «SolidWorks», для решения системы уравнений (1)-(10) была смоделирована виртуальная модель типового двухколбового аппарата для изучения особенностей диффузионного и конвективного смешения, приведенная на рис. 1.

Диффузионный канал модельной ячейки по геометрическим характеристикам аналогичен устройствам разделения, описанных в [6,7,11].

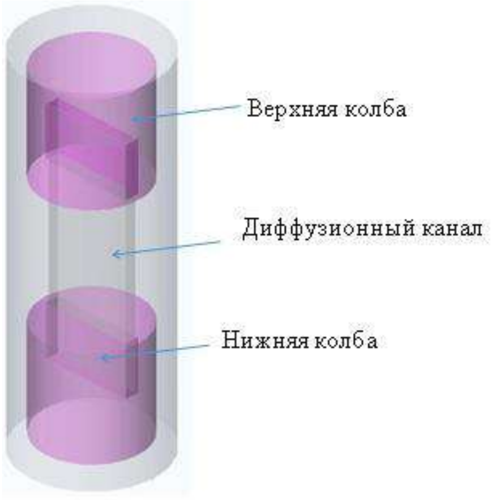


Рисунок 1. Виртуальная численная модель двухколбового аппарата

Результаты численных исследований

Система уравнений (1)-(10), описывающая процессы в разделительном канале, решалась методом конечных объемов для созданной виртуальной численной модели установки с помощью пакета «FlowSimulation». Использовались следующие начальные условия: вверху размещалась смесь 0,92 Ar + 0,08 He, а нижняя колба заполнялась азотом.

В начале проводились исследования при строго вертикальном расположении диффузионного канала. Затем угол наклона канала изменялся от 0 до 90 градусов относительно вертикали. Давление $p_{абс}$ = 0,6 МПа, время смешения t = 4 с. Геометрические параметры тестируемого диффузионного канала, следующие: $a = 6\cdot10^{-3}$ м, $b = 30\cdot10^{-3}$ м, L = 0,165 м. Диффузионный канал заглублен на 35 мм в каждую из колб. Размеры колбы: D = 60 мм, H = 70 мм.

Результаты численного расчета приведены на рис. 2. В нижней части разделительного канала фиксируются конвективные структурированные течения в виде «вихревого шнура» смещающегося в нижнюю колбу диффузионной ячейки (рис. 1), заполненной преимущественно азотом.

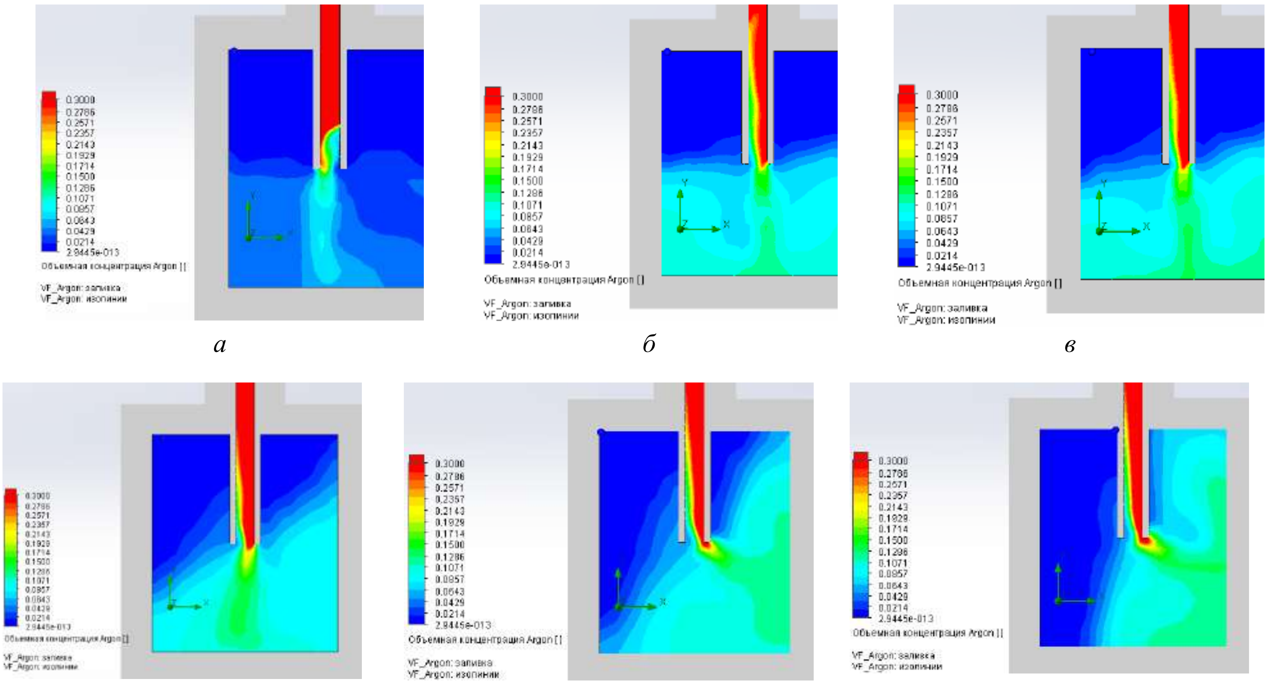
Расчеты проводились в предположении, что концентрация тяжелого компонента в образовавшейся вихревой структуре содержит не менее 0,92 мольных долей аргона после прохождения зоны разделения компонентов газовой смеси и формирования структурных элементов [6].

Таким образом проведенные расчеты касаются моделирования процессов зоны выхода структурированного течения из диффузионного канала и движения образовавшихся структур в нижней колбе конвективного сепаратора.

При вертикальном расположении диффузионного канала (рис. 2а) происходит формирование структур компонента с наибольшим молекулярным весом. Анализ результатов, приведенных на рис. 2б-2е, показывает, что при углах наклона от 0° до 40° происходит интенсификация процесса обмена тяжелыми и легкими по плотности компонентами.

На рис. 3 приведена зависимость концентрации Ar в ядре образовавшейся структуры от угла наклона канала конвективного сепаратора α.

Как показано на рис. 3, в образовавшихся структурах наблюдается повышение объемной концентрации Ar (от 0,08 до 0,17) в центральной зоне структуры.



а б в

г д е

Рисунок 2. Образование нисходящих структур тяжелого компонента газовой смеси в нижней колбе конвективного сепаратора (p = 0,6 МПа, T = 293 К, t = 4 с) при различных углах наклона α: а – 0°, б – 10°, в – 20°, г – 40°, д – 60°, е – 80°

Диаметр пятна контакта структуры, образованной тяжелым компонентом Ar, со стенкой нижней колбы (рис. 2) меняется от 0 (при $\alpha = 0°$) до величин порядка 60 мм (при $\alpha > 40°$). Таким образом, максимальная интенсивность переноса тяжелого компонента Ar наблюдается при 40°.

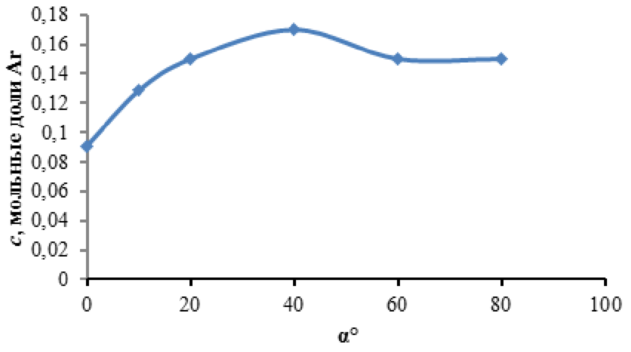


Рисунок 3. Зависимость концентрации Ar в ядре образовавшейся структуры от угла наклона диффузионного канала α

Заключение

Концентрационные гравитационные течения, возникающие как следствие неустойчивости механического равновесия тройной газовой смеси, образуют структурированные формирования. При этом возникают противотоки за счет различного вклада концентрационных градиентов компонентов и угла наклона. При изменении угла наклона от 0° до 40° происходит интенсификация конвективных течений. При этом также наблюдаются зоны касания вихревых структур тяжелого компонента, которые должны быть учтены при разработке конструкций конвективного сепаратора с дополнительным отбором тяжелого компонента в нижней колбе.

Часть результатов, приведенных в работе, была получена при финансовой поддержке грантов AP05130712 и AP05132427 Комитета Науки МОН РК.

Список использованной литературы:

1 Incropera F.P., DeWitt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. – Wiley, 2006. – 999 p.

2 Bird R.B., Stewart W.E., Lightfoot, E.N. Transport Phenomena. – New York: John Wiley & Sons, 2007. – 905 p.

3 Рыжков И.И. Термодиффузия в смесях: уравнения, симметрии, решения и их устойчивость. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2013. – 201 с.

4 Lyubimova T., Zubova N. Onset and nonlinear regimes of convection of binary fluid with negative separation ratio in square cavity heated from above // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2017. – Vol. 106. – P. 1134–1143.

5 Руев Г.А., Федоров А.В., Фомин В.М. Описание аномальной неустойчивости Рэлея – Тейлора на основе модели динамики трехскоростной трехтемпературной смеси // ПМТФ. – 2009. – Т. 50, №1. – С. 58-67.

6 Косов В.Н., Селезнев В.Д. Аномальное возникновение свободной гравитационной конвекции в изотермических тройных газовых смесях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 149 с.

7 Косов В.Н., Селезнев В.Д., Жаврин Ю.И. Эффект разделения компонентов при изотермическом смешении тройных газовых систем в условиях свободной конвекции // Журн. техн. физики. – 1997. – Т. 67, № 10. – С. 139-140.

8 Дильман В.В., Липатов Д.А., Лотхов В.А., Каминский В.А. Возникновение неустойчивости при нестационарном испарении бинарных растворов в инертный газ // Теоретические основы химической технологии. – 2005. – Т. 39, № 6. – С. 600-606.

9 Косов В.Н., Жаврин Ю.И. Коэффициенты диффузии некоторых бинарных и трехкомпонентных газовых смесей, содержащих фреон-12 // Теплофизические свойства веществ и материалов. – М.: Издательство стандартов, 1989. – Вып. 28. – С. 112-122.

10 Kossov V., Krasikov S., FedorenkoO. Diffusion and convective instability in multicomponent gas mixtures at different pressures // The European Physical Journal. Special Topics. – 2017. – Vol. 226, No. 6. – P. 1177-1187.

11 Косов В.Н., Кульжанов Д.У., Жаврин Ю.И., Красиков С.А., Федоренко О.В. Особенности разделения углеводородных изотермических газовых смесей при конвективной диффузии / Под ред. чл.- корр. НАН РК, проф. В.Н. Косова. – Алматы: MV-Принт, 2014. – 144 с.

12 Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости. – М.: Наука, 1972. – 392 с.

13 Nield D.A., Bejan A. Convection in Porous Media. – New York: Springer, 2006. – 654 p.

14 Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

15 Косов В.Н., Красиков С.А., Федоренко О.В. Численное моделирование возникновения конвективных течений при казистационарном смешении в бинарных газовых смесях при различных углах наклона диффузионного канала // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2018. – № 2. – С. 134-142.

МРНТИ 30.17.35
УДК 533.15:536.25

В.Н. Косов[1], В. Мукамеденкызы[2], О.В.Федоренко [2], М.Тукен[1]

[1]Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан,
[2]Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики при
Казахском национальном университете имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

ИЗОКОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ В ТРОЙНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ ПРИ НАЛИЧИИ ОСОБЫХ РЕЖИМОВ ДИФФУЗИОННОГО СМЕШЕНИЯ

Аннотация

Исследованы особенности образования конвективных течений, возникающих в трехкомпонентных газовых смесях при наличии особых режимов диффузионного смешения. В качестве характеристик конвективных течений рассматривается изменение во времени изоконцентрационных линий тяжелого компонента смеси и средней кинетической энергии. Для расчета характеристик конвективных течений, возникающих в вертикальном цилиндрическом канале, использована численная модель, основанная на схеме расщепления по физическим параметрам. Показано, что в трехкомпонентных газовых смесях, где проявляются особые диффузионные режимы, возможно возникновение немонотонных распределений концентраций компонентов и кинетической энергии. Определены время потери устойчивости механического равновесия смеси и время развитых конвективных течений.

Ключевые слова: диффузия, концентрация, плотность, смеси, квазистационарное смешение.

Аңдатпа

ЕРЕКШЕ РЕЖИМДЕР БАЙҚАЛАТЫН ҮШ КОМПОНЕТТІ ГАЗ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ КОМПОНЕТТЕРДІҢ ИЗОКОНЦЕНТРАЦИЯЛЫҚ ТАРАЛУЫ

В.Н. Косов [1], В. Мукамеденкызы[2], О.В. Федоренко [2], М.Тукен[1]
[1]Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан,
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің эксперименттік және теориялық физика ғылыми зерттеу институты, Алматы,Қазақстан

Диффузиялық араласудың арнайы режимдері байқалатын үш компонентті газ қоспаларында пайда болатын конвективті ағындардың пайда болу ерекшеліктері зерттелді. Конвективті ағындардың сипаттамалары ретінде қоспаның ауыр компонентінің изоконцентрациялық сызықтарының уақыттық өзгеруі және орташа кинетикалық энергия қарастырылды.Вертикаль цилиндрлікканалда пайда болатын конвективті ағындардың сипаттамаларын есептеу үшін физикалық параметрлердегі бөлу схемасына негізделген сандық модель қолданылды.Ерекше диффузиялық режимдер пайда болатын үш компонентті газ қоспаларында компоненттер концентрациясының және кинетикалық энергияның монотонды емес таралуы мүмкін болатындығы көрсетілді.Қоспаның механикалық тепе-теңдігінің тұрақтылығын жоғалту уақыты және дамыған конвективті ағындар уақыты анықталады.

Түйін сөздер: диффузия, концентрация, тығыздық, қоспалар, квазистационарлы араласу.

Abstract

ISOCONCENTRATION DISTRIBUTIONS OF COMPONENTS IN TERNARY GAS MIXTURES IN THE PRESENCE OF SPECIAL DIFFUSION MIXING MODES

V.N. Kossov [1], V. Mukamedenkyzy [2], O.V. Fedorenko [2], M. Tuken [1]
[1]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Institute of Experimental and Theoretical Physics at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The features of the formation of convective flows arising in three-component gas mixtures in the presence of special diffusion mixing regimes are investigated. The time variation of the isoconcentration lines of the heavy component of the mixture and the average kinetic energy are consideredas characteristics of convective flows. A numerical model based on the splitting scheme in physical parameters is used to calculate the characteristics of convective flows arising in a vertical cylindrical channel. It is shown that nonmonotonic distributions of component concentrations and kinetic energy can occur in ternary gas mixtures, where special diffusion regimes are manifested. The time of stability loss of the mechanical equilibrium of the mixture and the time of developed convective flows are determined.

Keywords: diffusion, concentration, density, mixtures, quasi-stationary mixing.

Введение

Изучение изотермической диффузии в многокомпонентных газовых смесях при различных давлениях [1] и составах [2] показало возможность появления концентрационной гравитационной конвекции, которая значительно интенсифицируют суммарный массоперенос.

Возникновение концентрационной конвекции связано с проявлением неустойчивости механического равновесия смеси и может быть описано по аналогии с представлениями, которые реализуются в тепловых задачах Рэлея [3]. Приведенный в [4,5] аналитический анализ на устойчивость изотермических тройных газовых смесей показал, что за счет различия в диффузионных способностях компонентов в системах возможно возникновение областей с нарастающими гидродинамическими возмущениями, в которых при определенных условиях реализуются структурированные конвективные течения.

Вместе с тем исследования, проведенные в [6-8] показали, что многокомпонентная диффузия в газах является весьма сложным процессом, описание которого не решено до настоящего времени. Характерные для многокомпонентного диффузионного смешения эффекты (диффузионный барьер, диффузионный «затвор», реверсивная диффузия, осмотическая диффузия) показывают многофакторность переноса и возможность синергетического взаимодействия между диффундирующими компонентами, которое не учитывалось в тепловых задачах Рэлея [3]. Поэтому для многокомпонентных газовых систем, где проявляются перечисленные выше особые режимы диффузионного смешения [6-8] анализ на изотермическую устойчивость, разработанный в [4,5], может привести к существенному расхождению между опытными и расчетными данными, определяющими смену режимов «диффузия – конвекция».

В связи с этим для более корректного описания параметров характеризующих смену кинетических режимов необходимо применять численные подходы [9], моделирующие сложный массоперенос, которые показали хорошее согласие между вычислительным экспериментом и опытными данными по диффузионному смешению газов [10,11].

В данной работе приведены результаты численного исследования изоконцентрационных распределений компонентов при диффузии в вертикальном канале для тройной смеси гелий – фреон-12 – аргон. Особенностью данной смеси является проявление особого режима смешения – диффузионного «затвора» компонента с наибольшим молекулярным весом в системе [6]. При различных временах смешения проанализированы распределения концентраций компонентов и кинетической энергии. Оценивается время смешения, при котором исследуемая система теряет механическое равновесие.

Математическая модель

Макроскопическое движение изотермической тройной газовой смеси описывается общей системой уравнений гидродинамики, которая включает в себя записанные в приближении Буссинеска уравнения Навье-Стокса, сохранения числа частиц смеси и компонентов. Принимая во внимание условие независимой диффузии, при которой для газовой смеси $\sum_{i=1}^{3}\vec{j}_i=0$; $\sum_{i=1}^{3}c_i=1$, эта система уравнений имеет следующий вид [4,5]:

$$\rho\left[\frac{\partial\vec{u}}{\partial t}+\left(\vec{u}\nabla\vec{u}\right)\right]=-\nabla p+\eta\nabla^2\vec{u}+\left(\frac{\eta}{3}+\xi\right)\nabla\mathrm{div}\vec{u}+\rho\vec{g},$$

$$\frac{\partial n}{\partial t}+\mathrm{div}\left(n\vec{v}\right)=0\,,\ \frac{\partial c_i}{\partial t}+\vec{v}\nabla c_i=-\mathrm{div}\vec{j}_i\,, \tag{1}$$

$$\vec{j}_1=-\left(D_{11}^{*}\nabla c_1+D_{12}^{*}\nabla c_2\right),$$

$$\vec{j}_2=-\left(D_{21}^{*}\nabla c_1+D_{22}^{*}\nabla c_2\right).$$

Здесь $\vec{u}$ – вектор среднемассовой скорости; $\vec{v}$ – вектор среднечисловой скорости; ρ – плотность; p – давление; η и ξ – коэффициенты сдвиговой и объемной вязкости; $\vec{g}$ – вектор ускорения свободного падения; n – числовая плотность; t – время; c_i – концентрация i-го компонента; $\vec{j}_i$ – вектор плотности диффузионного потока i-го компонента; D_{ij}^{*} – практические коэффициенты диффузии.

Система уравнений (1) дополняется уравнением состояния среды

$$\rho=\rho(c_1,\,c_2,\,p),\ T=\mathrm{const} \tag{2}$$

Упростим систему уравнений (1) и (2) используя метод малых возмущений [3], в котором предполагается, что концентрацию i-го компонента c_i и давление p можно представить в виде суперпозиции постоянных средних значений $<c_i>$, $<p>$, принимаемых в качестве начала отсчета и малых возмущений c_i', p' следующим образом:

$$c_i=\langle c_i\rangle+c_i'\,,\ p=\langle p\rangle+p'\,.$$

Возмущения c_i', p' малы и обусловленные ими отклонения плотности c' от среднего значения $c_0 = c(<c_i>, <p>)$ малы по сравнению с c_0, а также считая, что различия в возмущенных значениях скоростей не существенны [12], систему уравнений (1) возможно свести к возмущенным уравнениям (штрихи опущены) следующего вида:

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u}\nabla)\vec{u} = -\frac{1}{\rho_0}\nabla p + \nu\nabla^2\vec{u} + g\left(\beta_1 c_1 + \beta_2 c_2\right)\vec{\gamma}\,,$$

$$\frac{\partial c_1}{\partial t} + \vec{u}\nabla c_1 = D_{11}^*\nabla^2 c_1 + D_{12}^*\nabla^2 c_2\,, \tag{3}$$

$$\frac{\partial c_2}{\partial t} + \vec{u}\nabla c_2 = D_{21}^*\nabla^2 c_1 + D_{22}^*\nabla^2 c_2\,,$$

$$div\vec{u} = 0\,.$$

В системе уравнений (3) $\nu = \eta/\rho$ – кинематическая вязкость смеси, β_i –изотермический аналог коэффициента теплового расширения, $\vec{\gamma}$ – единичный вектор.

Обезразмерим уравнения (3) относительно заданных масштабных единиц: длины $-x_1^* = \frac{x}{H}$, $x_2^* = \frac{z}{H}$, времени $-\tau = t\nu/H^2$, скорости $-u_1^* = uH/D_{22}^*, u_2^* = wH/D_{22}^*$, давления $-p^* = p\frac{H^2}{\rho_0\nu D_{22}^*}$, концентрации *i*-го компонента $c_1^* = c_1/A_1H$, $c_2^* = c_2/A_2H$.

Критериальными параметрами подобия являются: $P_{ii} = \frac{\nu}{D_{ii}^*}$ – диффузионное число Прандтля, $Ra_1 = \frac{g\beta_1A_1H^4}{D_{22}^*\nu}$, $Ra_2 = \frac{g\beta_2A_2H^4}{D_{22}^*\nu}$ –парциальное число Рэлея, $A_1 = c_1/d$, $A_2 = c_2/d$.

Как следут из опытных данных [12], смешение осуществляется в случае когда смесь из двух компонентов с максимальным и минимальным молекулярным весом (фреон-12 и гелий) находится в верхней части канала, а газ с промежуточным значением молекулярного веса (аргон) в нижней части канала.

По аналогии с [10,11] для решения задачи будут приняты следующие упрощения. Рассматривается двумерная область цилиндрическогосечения $H \times d$ в декартовой системе координат (*x*, *y*), где *H*–длина высоты цилиндрического канала, а *d* = 2*r* – диаметр. Для регистрации изоконцентрационных линий, характеризующих возникновение и развитие конвекции, достаточно рассматривать часть данной области (*H*/*d*>>1), где происходит диффузия компонентов пренебрегая остальными областями двумерной области. Для численного решения системы уравнений (3) используется схема расщепления по физическим параметрам. Пространственные производные аппроксимируются на равномерной прямоугольной сетке с числом узлов 64х64.

Производные по времени аппроксимируются разностями вперед с первым порядком. Как и в [10,11] будем считать, что на первом этапе перенос количества движения осуществляется только за счет диффузионных механизмов и концентрационной гравитационной конвекции. Промежуточное поле скорости находится методом пятиточечной прогонки [9,13] с четвертым порядком точности по пространству и третьим порядком точности по времени с использованием явной схемы Адамса-Башфорта для конвективных членов и неявной схемы Кранка-Николсона для диффузионных членов:

$$\frac{\overline{u}^* - \overline{u}^n}{\tau} = -\overline{u}^n\nabla\overline{u}^* + \Delta\overline{u}^* + \tau_{11}Ra_1C_1 + Ra_2C_2. \tag{4}$$

На втором этапе, по найденному промежуточному полю скорости, восстанавливается поле давления. Промежуточное поле скорости находится при использовании метода дробных шагов.

На каждом этапе метода дробных шагов используется метод прогонки для нахождения этапных значений промежуточного поля скорости [9,13,14]:

$$\Delta p = \frac{\nabla\overline{u}^*}{\tau}. \tag{5}$$

Третий этапе предполагает, что перенос осуществляется только за счет градиента давления, где пересчитывается окончательное поле скоростей:

$$\frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1}+\frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_2}=\frac{1}{\tau}\left(\frac{\partial^2 p}{\partial x_1^2}+\frac{\partial^2 p}{\partial x_2^2}\right). \qquad (6)$$

Наконец на последнем, четвертом этапе вычисляется концентрация компонентов смеси на основе метода пятиточечной прогонки с использованием схемы Адамса-Башфорта с учетом найденных полей скоростей:

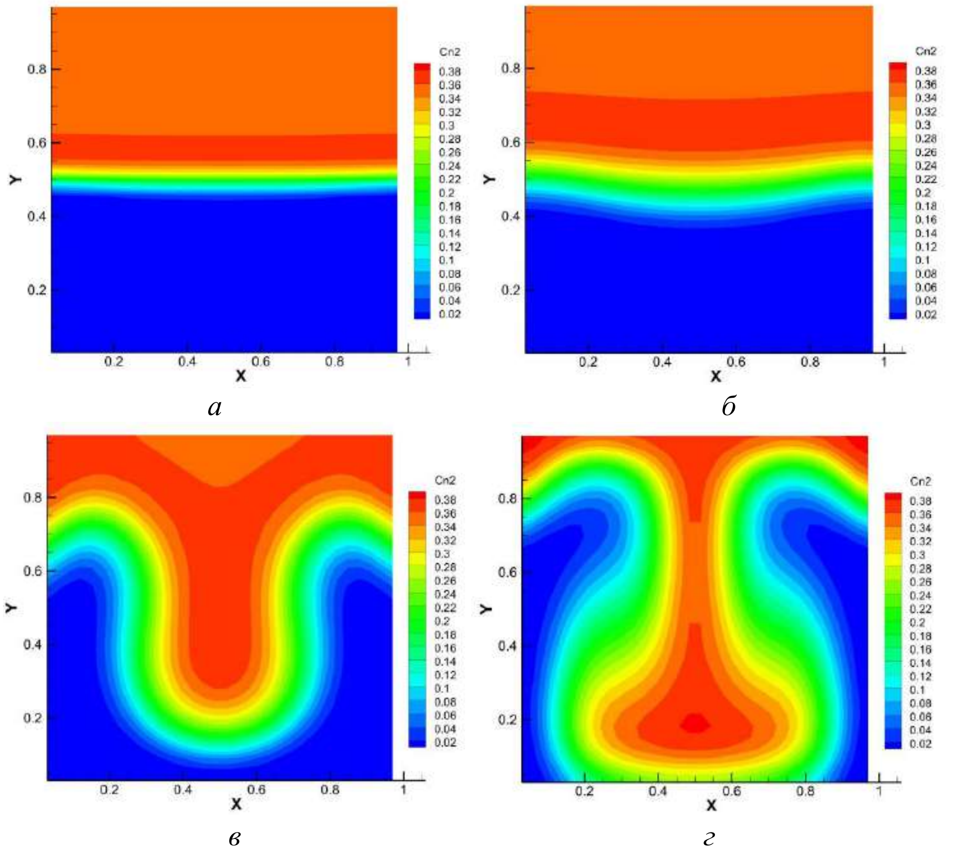
$$\frac{\bar{C}_1^{n+1}-\bar{C}_1^{n}}{\tau}=-\left(\bar{u}^{n+1}\nabla\right)\bar{C}_1^{*}+\frac{1}{Pr_{11}}\Delta\bar{C}_1^{*}+\frac{1}{Pr_{12}}\Delta\bar{C}_2^{*}, \qquad (7)$$

$$\frac{\bar{C}_2^{n+1}-\bar{C}_2^{n}}{\tau}=-\left(\bar{u}^{n+1}\nabla\right)\bar{C}_2^{*}+\frac{1}{Pr_{21}}\Delta\bar{C}_1^{*}+\frac{1}{Pr_{22}}\Delta\bar{C}_2^{*}. \qquad (8)$$

Результаты численного моделирования

На рисунке 1(а-г) представлены численные результаты, характеризующие диффузионное и конвективное смешение для системы 0,65He+0,35R_{12}– Ar при давлении p=0,5 МПа и температуре T=298,0 К в различные моменты времени. Анализ результатов численного исследования показывает, что искривление изоконцентрационных линий существенным образом возрастает с течением времени и приводит к возникновению сложного структурированного течения, который интенсифицирует суммарный массоперенос, отмеченный в [12].

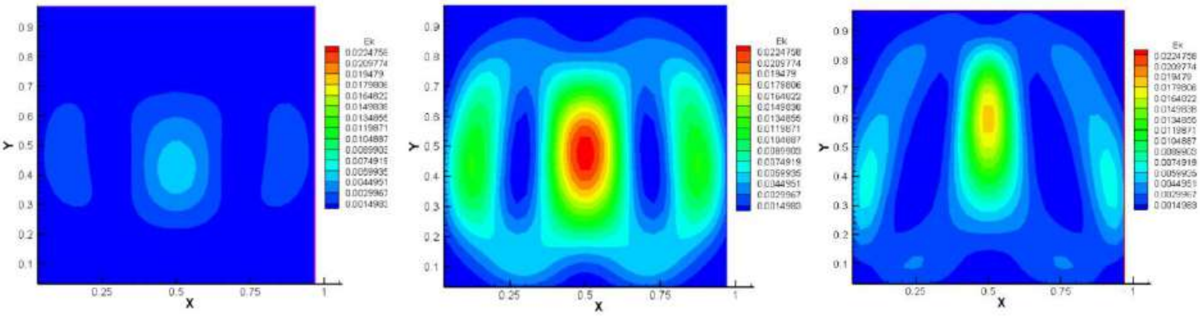
Наличие сложной динамики суммарного массопереноса подтверждается и результатами, приведенными на рисунке 2. Расчеты, приведенные на рисунке 2 показывают, что на начальной стадии возникают течения с малыми скоростями и малыми средними кинетическими энергиями. Затем развитие более интенсивных течений приводит к существенному искривлению изоконцентрационных линий и увеличению скорости переноса и средней кинетической энергии.



а *б*

в *г*

Рисунок 1. Динамика изменения концентрации фреона-12 по времени при p= 0,5МПа, T = 298,0 K, L = 165·10^{-3} м, r = 3·10^{-3} м: а) t = 4,6 с; б) t = 8,78 с; в) t =18,8 с; г) t= 20,7с



а б в

Рисунок 2. Распределение кинетической энергии для системы 0,65He+0,35R$_{12}$–Ar при p=0.5МПа, T = 298,0 K,L = 165·10^{-3}м, r = 3·10^{-3}м:
а) t = 12,5 с; б) t=18,8 с; в) t= 20,7с

Время потери устойчивости механического равновесия смеси для данной системы может быть связано с началом искривления изоконцентрационных линий и составляет несколько секунд, что соизмеримо с опытными данными, приведенными в [12]. Формирование структурированных конвективных течений происходит несколько позднее. Причем в ядре конвективного формирования происходит накопление компонента с наибольшим молекулярным весом, что является причиной его отрыва и дальнейшего движения в поле силы тяжести. Затем при определенных значениях скорости и за счет большой диффузионной подвижности гелия происходит размывание конвективного формирования.

Заключение

Таким образом, результаты расчетов показывают, что используемая модель и метод расчета позволяют определить параметры смены режимов «диффузия – концентрационная конвекция», получить надежные данные по концентрационным полям на границе смены кинетических режимов смешения.

Несмотря на приведенные допущения по полученным распределениям концентраций компонентов и кинетической энергии можно судить о разнообразии режимов переноса, где проявляются особые режимы смешения.

Работа выполнена в рамках проекта №AP05130986 «Особые режимы и возникновение пространственно-временных конвективных формирований при диффузии в многокомпонентных газовых смесях» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Список использованной литературы:

1 *Жаврин Ю.И.*, *Косов В.Н., Федоренко О.В., Акжолова А.А. Некоторые особенности изотермического многокомпонентного массопереноса при конвективной неустойчивости газовой смеси // Теоретические основы химической технологии. – 2016. – Т. 50, №2. – С. 177-183.*

2 *Косов В.Н., Кульжанов Д.У., Жаврин Ю.И., Федоренко О.В. Влияние концентрации компонентов смеси на возникновении конвективных режимов смешения при диффузии в тройных газовых смесях // Журнал физической химии. – 2017. – Т. 91, №6. – С. 931-936.*

3 *Джозеф Д. Устойчивость движений жидкости, пер. с англ. – М.: Мир, 1981.– 639 с.*

4 *Kosov V.N., Fedorenko O.V., ZhavrinYu.I., Mukamedenkyzy V. Instability of mechanical equilibrium during diffusion in a three-component gas mixture in a vertical cylinder with a circular cross section // Technical Physics. – 2014. – Vol. 59, No. 4. – P. 482-486.*

5 *Kossov V., Krasikov S., Fedorenko O. Diffusion and convective instability in multicomponent gas mixtures at different pressures // European Physical Journal. Special Topics. –2017. – Vol. 226, No. 6. – P. 1177-1187.*

6 *Селезнев В.Д., Смирнов В.Г. Диффузия трехкомпонентной смеси газов в системе двух колб // Журнал технической физики. – 1981. – Т. 51, № 4. – С. 975-980.*

7 *Каминский В.А. Особые режимы трехкомпонентной диффузии в газах // Журнал физической химии. – 2011. – Т. 85. No. 12. – С. 2359-2364.*

8 *Каминский В.А. Расчет диффузионных потоков и распределение концентраций для трехкомпонентной диффузии // Журнал физической химии. – 2011. – Т. 85, No. 11. – С. 2127-2130.*

9 Полежаев В.И., Бунэ А.В, Верезуб Н.А. и др. Математическое моделирование конвективного тепломассообмена на основе уравнений Навье-Стокса. – М.: Наука, 1987. – 274 с.

10 Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В. Численный анализ конвективных движений, возникающих при изотермической диффузии в вертикальных каналах в трехкомпонентных газовых смесях // Известия НАН РК. Серия физ.-мат. – 2017. – Т. 315, Выпуск 5. – С. 134-142.

11 Kossov V., Fedorenko O., Zhakebayev D. Features of multicomponent mass transferring as mixtures containing hydrocarbon components // Chemical Engineering and Technology. – 2019. – Vol. 42, No. 4. – P. 896-902.

12 Косов В.Н., Селезнев В.Д. Аномальное возникновение свободной гравитационной конвекции в изотермических тройных газовых смесях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 149 с.

13 Kim J., Moin P. Application of a fractional-step method to incompressible Navier-Stokes equations // Journal of Computational Physics. – 1985. – Vol. 59. – P. 308-323.

14 Abdibekova A.U., Zhakebayev D.B, Zhumagulov B.T. The Decay of MHD turbulence depending on the conducting properties of environment // Magnetohydrodynamics. – 2014. – Vol. 50, No. 2. – P. 121-138.

МРНТИ 29.01.45
УДК 53(07.07)(063)

М.Р. Кушербаева[1]

[1]*Абай атындағы Қазақ Ұлтттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ФИЗИКАЛЫҚ БІЛІМНІҢ ҚОЛДАНБАЛЫ БАҒЫТЫ

Аңдатпа

Мақалада жаңартылған білім беру жүйесіне сәйкес төменгі басқыш оқушыларының физика пәнінен алған теориялық білімдерін күнделікті өмірде пайдалану жолдары-нақты мысалдар арқылы талқыланған.Оқушылар негізгі мектеп физика курсында өтілетін тақырыптарды жаңа мазмұнда теориялық және практикалық тұрғыдан жоғары деңгейде ұғынулары қажет. Атап айтқанда, болашақта физика мамандығын таңдаған оқушылар қазірден бастап Блум таксономиясы бойынша алған білімдерін практикада қолдана алуы міндетті болып табылады. Сондықтан, математика мен физика пәндерінің қолданбалы бағытына орта мектептерде ерекше көңіл бөлу керек.

Ұсынылып отырған мақалада негізгі мектепте физикалық құбылыстарды күнделікті өмірде кездесетін мысалдар арқылы түсіндіріп, олардың шешу жолдары қарастырылған. Сондай-ақ, оқушы білімін бағалаудың жаңа формасы-жиынтық бағалаудың нәтижесі туралы баяндалады.

Түйін сөздер: жаңартылған білім беру жүйесі, шығармашылық ойлау қабілеті, физикалық құбылыстар, жиынтық бағалау.

Аннотация

М.Р. Кушербаева[1]
[1]*Казахский национальный педагогический университет имени Абая г. Алматы, Казахстан*

ПРИКЛАДНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

В статье обсуждаются теоретические знания по физике младших школьников в соответствии с обновленной системой образования, путем изучения конкретных примеров использования их в повседневной жизни человека.Учащиеся должны на высоком теоретическом и практическом уровне осмыслить те темы, которые будут проводиться в основной школьной курсе физики .В частности те учащиеся, которые выбравшие в будущем техническую специальность уже сейчас обязаны применять на практике физические знания по таксономии Блума.Поэтому необходимо уделить особое внимание прикладному направлению математики и физики в средних школах.

Предлагаемая статья содержит обзор физических явлений в основной школе на примерах, которые можно встретит в повседневной жизни и рассматривается пути их решения. А также описывает новую форму оценивание знаний учащихся-результат суммативного оценивание.

Ключевые слова*:* обновленная система образования, творческое мышление, физические явления, суммативное оценивание.

Abstract

APPLIED DIRECTION OF PHYSICAL KNOWLEDGE

Kuscherbayeva M.R. [1]

[1]*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The article discusses the theoretical knowledge of physics of primary school students in accordance with the updated education system, by studying specific examples of their use in everyday life. Students should at a high theoretical and practical level to comprehend the topics that will be held in the main school course of physics. In particular, those students who have chosen in the future a technical specialty are now required to apply in practice the physical knowledge of Bloom's taxonomy. Therefore, it is necessary to pay special attention to the applied direction of mathematics and physics in secondary schools.

This article provides an overview of physical phenomena in the primary school with examples that can be found in everyday life and discusses ways to solve them. It also describes a new form of assessing student knowledge, the result of summative assessment.

Keywords: updated education system, creative thinking, physical phenomena, summative assessment.

Жаңартылған білім беру жүйесі бойынша оқушы алған білімді өмірде қолдана білуге үйретеді,тапқырлық пен шығармашылық бағыттағы ойлау қабілеттерін дамытады. Мектеп физика курсына арналып шығарылған есептер жинағындағы мысалдардың басым көпшілігі шығармашылықпен ойлауды талап етпейді. Себебі, онда келтірілген есептерді оқушы шығару үшін алдымен жүйеге келтіріп, одан соң дайын формуланы пайдаланып, өзі іздестіріп отырған параметрді есептеп табады. Сондықтан біз бәсекеге қабілетті мамандар даярлау үшін мектеп физика пәнінің есептер жинағының мазмұнын *қазіргі заман талабына* сәйкес қайта қарастырған дұрыс сияқты [1].

Негізгі мектепте физика пәнін оқытуда теориялық немесе сөзбен берілген есептерді талқылау маңызды процесс болып табылады. Яғни физиканы оқыту мен теориялық зерттеулерде сапалық есепті шешудің келесі бір қарапайым схемасын ұсынуға болады:

1.Есептің шартын оқу:онда сипатталған құбылыстарды талдау.

2. Мәселені ашу.

3. Бірінші логикалық сілтеме:есептің шарттарын ұғыну.

4. Екінші логикалық сілтеме: есеп шартына сәйкес физикалық заң немесе анықтаманы қолдана отырып,қажетті формуланы жазу.

5. Қорытынды:есептің жауабын беру.

Физикалық формулалар бойынша кейде математикалық операциялар орындалмайды, бірақ оларға сілтеме жасауға рұқсат етіледі. 7-8 сыныптың физика пәнінде математикалық формулалары жоқ бірқатар бөлімдерінен сапалы есептерді шешу- физика жаттығуларының ерекше түрі болып табылады. Физикалық есептерді шешкен кезде, анализ бен синтездің бір-бірімен тығыз байланысты болғанын қадағалау керек. Сонда ғана физикалық сапалық есептерді шешудің бірыңғай аналитикалы-синтездік әдісі туралы айтуға болады.Сапалық есептер физика заңдылықтарына негізделген, графикалық және эксперименталды түрде логикалық тұжырымдармен шешіледі.Сапалы есепті шешудің мысалын қарастырайық: алдымен суда, содан кейін керосинде жүзіп жүрген кішкентай ағаш денеге әсер ететін кері итеруші күштің шамасы бірдей болама ? Бұл есептің шешімін тапқанда 7-сынып физика курсындағы «Кері итеруші күш.Архимед заңы» тақырыбына сүйенеміз. Архимед заңы: Сұйыққа батырылған денеге осы дене ығыстырып шығарған сұйықтың салмағына тең әрекет күш әрекет етеді [2]. Сондай-ақ дененің жүзу шарттарын да ескерген жөн.

Физиканы оқытудың алғашқы басқышында оқушыларда физикалық ойлау элементтерін қалыптастыруды мүмкін болғанша жүзеге асыру қажет (өтілген физикалық құбылыстарды талдай білу, эксперименттік деректерді сараптау және солардың негізінде сәйкес құрытындылар жасау,жасалған қорытындыларды тәжірибе жүзінде тексеру және т.с.с.). Дидактикалық материалмен қатар, осы мақсаттағы тапсырмаларға мына типтегі сұрақтарды енгізуге болады:

- сендер қалай талқыладыңдар?
- сендер неліктен мұндай ойдасыңдар?

7-сыныпта оқушы алғаш рет физика ғылымымен таныса бастайды,яғни осы кезде оның пәнге деген қызығушылығын ояту үшін, күнделікті көріп жүрген табиғат құбылыстарын сипаттайтын есептерді қарастыруға болады.Төменде бірқатар есептердің шешімін ұсынамын:

Экологиялық мазмұндағы есептер:

№1,2,3 есептердегі мәліметтер табиғат қорларын тиімді пайдалануға жол ашады.

1. Егіншілік үшін экологиялық тұрғыдан қыстың қарлы немесе қарсыз болғанының қайсысы тиімді?

Жауабы: Қыста қардың көп болғаны тиімді, себебі қар күздік егістіктерді үсіп кетуден сақтайды және көктемде қар суы топырақты жақсы ылғалдандырады.

2. Неліктен суыққа төзімсіз бақша дақылдарын өзен, тоған жағаларына жақын жерге отырғызу қажет?

Жауабы: Су қоймаларының маңындағы ауада өте көп мөлшерде су буы болады. Аяз күндері бу конденсацияланып, жылу бөліп шығарады.

3. Жер шарындағы көптеген елді мекендерде ауыз су жетіспейді. Оны теңіз суларын буландыру немесе мұз етіп қатыру арқылы алуға болады. Жыл мезгіліне байланысты осы әдістердің қайсысы тиімдірек?

Жауабы: Қыста қатыру- кристалдандыру, жазда буландыру- конденсациялану.

4,5,6 есептердегі мәліметтер атмосфераны ластанудан сақтауға және ауа бассейінін қорғауға арналған.

4. Қоршаған ортаны ластай отырып жеңіл автомобильдің двигателі күн бойына массасы 20 кг жанғыш қоспа жақса, осы кезде қоршаған ортаға қанша көлемде улы газ бөлініп шығады? Жанғыш қоспаның 0℃ температурадағы тығыздығы 0,002 кг/м^3.

Шешуі: $V = m/\rho$= 20 кг/0,002 кг/м^3 = 1000 м^3.

5. Автомобильдер жанар жағар майын қай кезде көп шығындайды: а) тоқтап тұрған кезде ме?

ә) тоқтамай жүрген кезде ме?

Жауабы: Тоқтамай жүрген кезде майын көп шығындамайды. Себебі, тоқтаған кезде автомобильдің кинетикалық энергиясы тормоз жүйесіне,шина т.б. тетіктердің ішкі энергиясына айналып кетеді. Қайтадан жылдамдық алу үшін двигатель жанар май жұмсау керек. Қоршаған ортаға улы газ соғұрлым көп бөлініп шығады.

6. Жылу элекр станцияларында және тағы басқа өндіріс орындарында түтін құрамындағы бөлшектерді тұту үшін қолданылатын электростатикалық фильтрлер қалай жұмыс істейді?

Жауабы: Фильтрлер осьтері ұзын сымдармен керілген металл труба сияқты. Сым оң зарядталған, ал труба теріс зарядталған. Түтіннің бөлшектері оң зарядты тасымалдайды, сондықтан олар күшті электр өрісінің әсерінен трубаның ішкі жағына қарай қозғалып, сонда қонады.

№7,8,9,10,11 есептердегі мәліметтер табиғаттағы болып жатқан өзгерістерге ғылыми негізде баға беруге арналған және радиоактивті сәулелердің адам ағзасына тигізетін әсері туралы экологиялық сана қалыптастырады:

7. Аспан денесі Жер – ғарыш кеңістігіне үздіксіз сәуле жібереді. Жер неге қатып қалмайды?

Жауабы: Жер ғарыш кеңістігіне энергия жіберумен қатар Күннен келген энергияны жұтады. Одан басқа жердегі радиоактивті элементтер радиоактивті түрлену кезінде энергия бөліп шығарады да, планетаны жылытады.

8.Күнге жақындағанда комета айналасында құйрық тәрізді бұлт пайда болатыны неліктен ?

Жауабы: Күнге жақындаған сайын комета өзінің мұзының біраз бөлігінен айырылады. Себебі, оған күннің жылулық сәуле шығаруы әсер етеді. Сондықтан мұздың біраз бөлігі буланады. Шамамен мың рет өткеннен кейін комета заттарының арасынан мұз толығымен жойылады. Кометада тек қана майда тастар және шаң-тозаңдары қалады.

9. Радиацияның тірі организм клеткаларына әсері қандай?

Жауабы: Тірі организм клеткаларының радиациядан алған энергиясы мол болған сайын, олардың биофизикалық қасиеттері өзгеріп, генетикалық деңгейдегі бұзылуы арта береді.

10. «Күн өтіпті» деген халық диагностикасымен «сәулелік ауру» деген қазіргі медицина диагностикасы арасында қандай байланыс бар?

Жауабы: «Күн өтіпті» деген халық диагностикасымен «сәулелік ауру» деген қазіргі медицина диагностикасы арасында тура байланыс бар. Жаздың ыстық күндерінде білмеген адамға ерсі көрінгенімен өзбек пен тәжіктің ала шапан киюінде, қырғыз бен түрікменнің ақ киіз қалпағы мен елтірі бөрігін, дала қызының түйежүн шекпенін тастамауында, халықтың радиациядан қорғануының ғасырлық тәжірибесі жатыр. Күн шуақты елдердегі әйелдердің бетін, денесін бүркеп жүруінің де бір сыры осында жатыр.

Жаңартылған білім мазмұнының негізгі бағыттарының бірі-оқушының өз бетінше ойлануына,ізденуіне,оқу материалын түсінуіне,ойын ашық айтуына,тақырып мазмұнын дәйектер келтіре отырып жеткізе білуіне,яғни физика ғылымын өмірмен байланыстыра отырып қабылдауына мүмкіндік беру. Бәрімізге белгілі қазір оқушы білімін тексеру үшін орта мектепте бөлім бойынша бағалау және тоқсандық жиынтық бағалау қолданылады.

Әрбір бөлім бойынша жиынтық бағалау тапсырмалары әртүрлі,мысалы 7-сыныптың бірінші тоқсанында «Физика-табиғат туралы ғылым» бөлімі бойынша жиынтық бағалау тапсырмасы мынадай үлгіде берілген:

«Физика – табиғат туралы ғылым» бөлімі бойынша жиынтық бағалау

Оқу мақсаттары:

7.1.1.1 - физикалық құбылыстарға мысалдар келтіру

7.1.1.2 - табиғатты зерттеудің ғылыми әдістерін ажырату

Бағалау критерийі- *білім алушы:*

- Физикалық құбылыстарды ажыратады.
- Табиғатты зерттеудің ғылыми әдістерін анықтайды.

Ойлау дағдыларының деңгейлері: білу және түсіну [3].

Орындау уақыты: 10 минут

Тапсырма

1. Төмендегі физикалық құбылыстарды түрлеріне қарай топтарға бөліп, кестеге жазыңыз:

Доптың домалауы, қорғасынның балқуы, күн күркірегенінің естілуі, қар еруі, жұлдыздар жарқырауы, судың қайнауы, таң атуы, жаңғырық, сағат маятнигінің тербелуі, бұлттар қозғалысы, көгершіннің ұшуы, найзағай жарқылдауы, электр шамының жануы.

Механикалық,электрлік,дыбыстық,жылулық,магниттік,жарықтық (6 балл)

2. Төменде көрсетілген физикалық құбылыстардың қайсысын зерттеу кезінде эксперимент әдісін қолдану жеңілірек болады?

A. Найзағай

B. Күннің тұтылуы

C. Поляр шұғыласы

D. Қағаздан жасалған ұшақтың ұшуы (1балл)

3. Найзағай бен кемпірқосақты зерттеу кезінде ғылыми әдістің қандай түрін қолдануға болады?

A. Бақылау арқылы

B. Тәжірибе жасау арқылы

C. Сауалнама жүргізу арқылы

D. Модельдеу арқылы (1балл)

Жалпы: (8 балл) [3]. Төмендегі кестеде бағалау критериіне сәйкес балл көрсетілген.

Кесте 1. Бағалау формасы

Бағалау критерийі	*Тапсырма №*	*Дескриптор*	*Балл*
		Білім алушы	
Физикалық құбылыстардың түрлерін ажырата алады	*1*	*механикалық құбылыстарды түсінеді,таңдай біледі*	*1*
		электр құбылыстарын түсінеді,таңдай біледі	*1*
		дыбыс құбылыстарын түсінеді,таңдай біледі	*1*
		жылу құбылыстарын түсінеді,таңдай біледі	*1*
		магниттік құбылыстарды түсінеді,таңдай біледі	*1*
		жарық құбылыстарын түсінеді,таңдай біледі	*1*
Табиғатты зерттеуге арналған ғылыми әдістерді ажырата алады	*2*	*әрбір физикалық құбылыс үшін ғылыми әдісті таңдай алады*	*1*
	3	*ғылыми әдісті анықтай алады*	*1*
		Жалпы балл	*8*

Бұл тапсырманың мазмұнына қарап отырып, сыныптағы барлық оқушылардың орындай алатынын көруге болады. Дәлел ретінде 2019/2020 оқу жылындағы Тараз қ., №3 мектеп-лицейінің 7Е-сынып оқушыларының осы тапсырманы орындағаны туралы нәтижеге көз жүгіртейік: Сыныптағы оқушылар саны-26, оның ішінде 3 оқушы-7 балл, 11 оқушы -6 балл, 8 оқушы -5 балл, 4 оқушы - 4 балл алды. 8 балдық бағалау жүйесіне жүгінер болсақ, орташа балл жуық шамамен 6. Яғни бұл бөлімді сыныпта 14 оқушы 75 пайыздық сапа көрсеткішімен қорытындылаған. Яғни оқушылар теориялық білімді күнделікті көріп жүрген құбылыстармен ұштастыра білген.

Жалпы алғанда, логикалық ойлауды талап ететін есептердің алгоритмі мынадай болу керек:

1. Берілген есептің қиындық деңгейін оқушының өзінің таңдау мүмкіндігіне көңіл бөлу;
2. Оқушыны жүйелі түрде ойлауға дағдыландыру;
3. Берілген есеп шартын оқып,зерделеп,проблеманы айқындап, қойылған сұрақтарға сауатты түрде жауап беру;
4. Есептің мазмұнын дұрыс түсініп,талдай білуге дағдыландыру;
5. Физикалық құбылыстардың мағынасын, олардың бір-бірімен байланыстылығын табуға үйрету;
6. Қажет болған жағдайда қосымша суреттер, графиктер салдырып,физиканың барлық *жаратылыстану ғылымдарымен байланыстылығын* көрсету.

Оқушыларды танымдық процеске еліктірудің,олардың оқу еңбегін «интенсивтендірудің» методикалық әдістері мен құралдарының ішіндегі ең көп таралғаны дидактикалық материалдар,олар мұғалімнің оқушыларға әртүрлі: өтілген материалды пысықтау,практикалық икемдікті жетілдіру,білімді меңгеру деңгейін айқындау,ойлау операцияларын дамыту тағы басқа мақсаттардағы дифференциалданған тапсырмалар ұсынуына мүмкіндік береді [5]. Егер дидактикалық материалдар талапқа сай жасалып,тақырыпқа сәйкес келетін материалдарды қамтитын болса,онда оқушы тарапынан қарастырып отырған құбылысты толық түсінгені және меңгергені туралы нәтиже алуға толық мүмкіндік туады. Мысалы,ыдысқа түтін толтырып,бетін шыны пластинкамен жауып қоямыз.Содан соң, пластинканы алып оның бетіне үлкен шыны ыдысты төңкереміз.Ыдыстарды біраз уақыт сол күйінде қалдырады.Мұнда түтіннің көлемі бұрынғы қалпында сақталып қала ма? Бұл есептің шешімін қарастырғанда заттың агрегаттық күйіне аса мән берген жөн. Оқушының логикалық ойлауын шыңдайтын, күнделікті тұрмыста кездесетін бірнеше мысалдарды қарастырайық:

1. Трамвай сымы үзіліп, ол жерде жатыр.Ток өткізетін аяқ киімдегі адам оған тек кішкентай қадамдарды жасауа арқылы ғана бара алады.Үлкен қадам жасау өте қауіпті.Себебін түсіндіріңіз [4].

Шешімі: Электр тогы құлаған сымнан барлық жаққа бірдей бағытта таралады. Ал жердегі кернеудің шамасы өткізгішке дейінгі осы екі нүкте арасындағы қашықтықтың айырмасына тәуелді болады. Адам үзіліп қалған өткізгішке жақындаса өзінің бойындағы кедергіден көп болатын жер учаскесінде кедергіге тап болады. Егер адам үлкен қадам жасаса, онда оның аяғы орналасқан нүктелер арасындағы кернеудің шамасы көп болуы мүмкін және адам арқылы өтетін бұл ток өмірге қауіпті болады.

2. Бөлмеде шам бар. Бөлменің сыртында 3 қосқыш бар, олардың біреуі осы шамды қосуға арналған, ал қалғандары жұмыс істемейді. Бөлмеге бір-ақ рет кіру арқылы, осы қосқыштардың қайсысы шамды қосатынын білу қажет.

Шешімі: бірінші қосқышты өшірулі күйде қалдырамыз, ал екіншісін қосамыз. Одан соң үшіншісін қосып қайта өшіреміз. Нәтижесінде екінші шам жанады,үшінші шам жанбайды. Қолымызбен ұстау арқылы оның жылы екенін байқаймыз,яғни үшінші шам қосқыш болып табылады.

3. Аспалы таразының екі тостағында су толтырылған екі шелек бар. Олардағы су деңгейі бірдей. Біреуінде ағаш тығын жүзіп жүр. Таразы тепе-тең күйде бола алама?

Шешімі: Ия бола алады,себебі кез келген сұйыққа батырылған дене өз салмағындай сұйықты ығыстырып шығарады.

4. Қайнаған су суық суға қарағанда отты тезірек сөндіреді (ол тез арада жалынның булану жылуын алып, отты ауа кіруге кедергі келтіретін бу қабатымен қоршап алады).Жанып жатқан отқа насос арқылы бірден қайнаған суды құюға болама?

Шешімі: жоқ, болмайды. Себебі сорғының поршенінің астында, босатылған ауаның орнында шамасы 1 атмосфера болатын бу болады. Сондықтан қайнаған су шлангіге ағып кете алмайды.

5. Пароход қай ортада суға терең батып кете алады? Өзендеме әлде теңіздеме? Неліктен?

Шешімі:Әрине өзенде,себебі тұзды судың тығыздығы тұщы суға қарағанда үлкен. Ал теңізде Архимед күшінің шамасы артады.

6. Бір тонна темір ауырма әлде бір тонна ағаш ауырма? Жауабын негіздеңіз.

Шешімі: Бір тонна ағаш темірден ауыр болады.

Осы ретте Архимед заңының тек сұйықтықтарға ғана емес, сонымен қатар газдарға да қатысты екенін айта кеткен жөн. Әрбір дене өз салмағының, ауа ығыстырғандай шамасында салмағын жоғалтады. Бірақ бір тонна ағаш темірге қарағанда 15 еседей көп көлемді алып жатады. Сондықтан бір тонна ағаштың таза салмағы бір тонна темірдің салмағынан көп. Физикалық ойлаудың негізгі элементі-нақтылы материалдан дерексіз материалға көшу,сипатталып отырған құбылысты ойша көзге елестету қабілеті,сол құбылыс бақыланатын тәжірибе,өту шарты,осы шарттардың мүмкін өзгерістері т.с.с. Осыған орай оқушыларға аталған шарттарды жеңілдету үшін,оларды ойлау операцияларына үйрету керек және аталған құбылыстарды практикада қолдануды –өмірде кездесетін мысалдар арқылы түсіндірген дұрыс болар еді [5].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Бижігітов Т., Парманбеков У., Избасарова М., Сембиева А. Жоғары сынып оқушыларының физика пәнінен алған теориялық білімдерін практикада қолдана білулеріне ықпалы // Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің хабаршысы-2016.- №4 (64)-44б.

2 Башарұлы Р. Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық.-Алматы: Атамұра, 2017.-208 б.

3 Жиынтық бағалауға арналған әдістемелік ұсыныстар.Физика.7-сынып.-Астана:Педагогикалық шеберлік орталығы,2017.- 40б.

4 Слободецкий И.Ш., Орлов В.А. Всесоюзные олимпиады по физике.М:- Просвещение, 1982.-256с.

5 Чеботарева А.В. Оқушылардың физикадан орындайтын өзіндік жұмыстары.-А:Мектеп,1989.-154б.

МРНТИ 41.03.15
УДК 521.1

М.Дж. Минглибаев[1], *О.Б. Байсбаева*[1]

[1] *Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан*

ПОСТУПАТЕЛЬНО-ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЯ ТРЕХОСНОГО ТЕЛА С ПЕРЕМЕННЫМИ СЖАТИЯМИ ПРИ НАЛИЧИИ РЕАКТИВНЫХ СИЛ И МОМЕНТОВ

Аннотация

В работе исследуется поступательно-вращательное движение трехосного тела постоянной динамической формы и переменного размера и массы в нестационарном ньютоновском центральном поле тяготения. Выведены дифференциальные уравнения поступательно-вращательного движения трехосного нестационарного тела в относительной системе координат с началом в центре нестационарного сферического тела – математическая модель исследуемой проблемы. Оси собственной системы координат нестационарного трехосного тела направлены по главным осям инерции спутника, и предполагается, что в ходе эволюции их относительная ориентация остаются неизменными. Приведены аналитическое выражение силовой функций ньютоновского взаимодействия трехосного тела переменной массы и размера с сферическим телом переменного размера и массы. Получены уравнения поступательно-вращательного движения трехосного нестационарного тела в оскулирующих элементах при наличии реактивных сил и моментов.

Ключевые слова: трехосное нестационарное тело, переменная масса, реактивная сила.

Аңдатпа

М.Ж. Минглибаев[1], *О.Б. Байсбаева*[1]

[1] *әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан*

РЕАКТИВТІ КҮШТЕРМЕН МОМЕНТТЕР БАР КЕЗДЕГІ АЙНЫМАЛЫ СЫҒЫЛУЫ БАР ҮШӨСТІ ДЕНЕНІҢ ІЛГЕРІЛМЕЛІ-АЙНАЛМАЛЫ ҚОЗҒАЛЫСЫ

Мақалада өлшемі мен массасы айнымалы, тұрақты динамикалық пішіні бар үшөсті дененің бейстационар ньютондық орталық тартылыс өрісіндегі ілгерілмелі-айналмалы қозғалысы қарастырылады. Бейстационар сфералық дененің центрінен басталатын салыстырмалы координата жүйесінде үшөсті бейстационар шардың ілгерілмелі-айналмалы қозғалысының дифференциалдық теңдеулері қорытылып шығарылды - зерттеліп отырған мәселенің математикалық моделі алынды. Бейстационар үшөсті дененің өзіндік координаттар жүйесінің өстері жасанды серіктің бас өстерімен бағыттас және эволюция барысында олардың салыстырмалы бағдарлары өзгеріссіз қалады деп ұйғарылды. Массасы мен өлшемі айнымалы үшөсті денемен өлшемі мен массасы айнымалы сфераның арасындағы ньютондық тартылысын сипаттайтын күштік функциясының аналитикалық өрнегі келтірілді. Реактивті күштер мен моменттер болған кездегі оскуляциялаушы элементтерде бейстационар үшөсті дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалыс теңдеулері алынды.

Түйін сөздер: үшөсті бейстационар дене, айнымалы масса, реактивті күш.

Abstarct

TRANSLATIONAL-ROTATIONAL MOTION OF THE TRIAXIAL BODY WITH VARIABLE COMPRESSIONS IN THE PRESENCE OF REACTIVE FORCES AND MOMENTS

Minglibayev M.Zh. [1], *Baisbayeva O.B.* [1]
[1]*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

In this paper we investigated the translational-rotational motion of a triaxial body of constant dynamic shape and variable mass and size in a non-stationary Newtonian central gravitational field. Differential equations of the translational-rotational motion of the triaxial non-stationary body in the relative coordinate system with the origin at the center of a non-stationary spherical body are derived. The axes of the own coordinate system of the non-stationary triaxial body are directed along the principle axes of inertia of the body and we assumed that in the course of evolution their relative orientation remains unchanged. An analytical expression for the force function of the Newtonian interaction of the triaxial body of variable mass and size with a spherical body of variable size and mass is given. In the presence of reactive forces and moments the equations of translational-rotational motion of a triaxial non-stationary body in osculating elements are obtained in the presence of reactive forces and moments.

Keywords: triaxial non-stationary body, variable mass, reactive force.

Введение. Как известно, реальные небесные тела нетвердые и неточечные, в процессе эволюции меняется их размеры, массы, формы и структуры [1-5]. В связи с этим становится актуальным создание математических моделей движения небесных тел с переменной массой, размерами, формой и структурой. Целью данной работы является исследование поступательно-вращательного движения нестационарных двух тел – сферическое тело и трехосное тело. При этом сферическое тело остается сферической телом, трехосное тело остается трехосным телом. В ходе эволюции трехосное тело, все время, имеет симметрию относительно трех взаимоперпендикулярных плоскостей. Но их массы, размеры и коэффициенты сжатия по трем осям инерции со временем меняются [5].

Физическая постановка задачи и допущения.

Рассмотрим частный случай поступательно-вращательного движения двух нестационарных тел взаимогравитирующих по закону Ньютона [5].

Пусть первое – сферическое тело со сферическими распределениями масс. Предположим, что его масса и радиус со временем меняется, при этом его динамическая форма сохраняется. Другими словами, тело все время остается сферическим телом, его эллипсоид инерции все время шаровое (одномерное). Допустим, что масса сферического тела изменяется изотропно, при этом реактивные силы и дополнительные вращательные моменты не появляются.

Пусть второе тело такое что, его эллипсоид инерции трехосное (трехмерное). Допустим, что масса, размеры и форма второго тело переменные. Исходные расположения главных осей инерции и центр инерции трехосного тела, в ходе эволюции остаются неизменными и направлены вдоль линии пересечения трех взаимоперпендикулярных плоскостей.

Итак, примем следующие допущения:

1. первое тело – шар со сферическим распределением масс, с переменной массой $m_1 = m_1(t)$ и с переменным радиусом $l_1^* = l_1^*(t)$. Его моменты инерции второго порядка одинаковы $A_1(t) = B_1(t) = C_1(t)$;

2. второе тело – спутник с переменной массой $m_2 = m_2(t) = m_2(t_0)m(t)$ обладает трехосным динамическим строением и характерным линейным размером $l_2^* = l_2^*(t) = l(t_0)\chi(t)$, t_0 - начальный момент времени. Оси собственной системы координат второго тела направлена по трем взаимоперпендикулярным плоскостям. Его моменты инерции второго порядка и коэффициенты сжатия по трем осям инерции переменные и меняются в одинаковом темпе

$$A_2 = A_2(t), \quad B_2 = B_2(t), \quad C_2 = C_2(t), \quad A_2 \geq B_2 \geq C_2 \ , \tag{1}$$

$$\varepsilon_A = \frac{A-B}{A} = \varepsilon_A(t); \qquad \varepsilon_B = \frac{B-C}{B} = \varepsilon_B(t); \qquad \varepsilon_c = \frac{C-A}{C} = \varepsilon_c(t), \tag{2}$$

где $m_j(t), \, l_j^*(t), \, A_j(t), \, B_j(t), \, C_j(t)$ известные заданные функции времени.

3. Динамическая форма второго тела трехосная. Его главные моменты инерции меняются в различных темпах

$$\frac{\dot{A}_2(t)}{A_2(t)} \neq \frac{\dot{B}_2(t)}{B_2(t)} \neq \frac{\dot{C}_2(t)}{C_2(t)} \tag{3}$$

и соответсвующие коэффициенты сжатия переменные.

4. Оси собственной системы координат второго тела совпадают с главными осями инерции и это положения все время сохраняется.

5. Массы и характерные размеры тел меняются разными удельными темпами

$$\frac{\dot{m}_1(t)}{m_1(t)} \neq \frac{\dot{m}_2(t)}{m_2(t)}, \qquad \frac{\dot{l}_1^*(t)}{l_1^*(t)} \neq \frac{\dot{l}_2^*(t)}{l_2^*(t)}. \tag{4}$$

6. Результирующая реактивная сила из-за переменности масс второго тела не равна нулю, её модуль и направления переменные и произвольные

$$\vec{F} \neq 0, \qquad u_\xi - \dot{\xi} \neq 0, \qquad u_\eta - \dot{\eta} \neq 0, \qquad u_\zeta - \dot{\zeta} \neq 0. \tag{5}$$

7. Дополнительные вращательные моменты второго тела из-за реактивных сил и переменностью геометрии масс не равняются нулю

$$\vec{M}_{O_2}^{(\text{доп})} = \vec{M}_{O_2}^{(r)} + \frac{dJ}{dt}\vec{\omega} \neq 0. \tag{6}$$

Первая слагаемая порождена из-за результирующих реактивных сил и представляет собой главного момента $\vec{M}_{O_2}^{(r)}$ реактивных сил относительно точки O_2. Вторая слагаемая за счет того, что трехосное тело меняет геометрию масс, является в общем случае, телом переменного состава, где J представляет собой матрицу тензора инерции тела для точки O_2. Уравнения (6) была выведена используя уравнения движения тела переменного состава полученным А.П. Маркеевым в работе [4].

8. Ограничимся приближенным выражением силовой функции ньютоновского взаимодействия, включительно второй зональной гармоники

$$U \approx U_1 + U_2. \tag{7}$$

Уравнения движения в абсолютной системе координат. В принятых допущениях (1)-(7), уравнения поступательно-вращательного движения двух тел в абсолютной системе координат $O\xi\eta\zeta$ в рассматриваемой постановке имеют вид [4]

$$m_1\ddot{\xi}_1 = \frac{\partial U}{\partial \xi_1}, \qquad m_1\ddot{\eta}_1 = \frac{\partial U}{\partial \eta_1}, \qquad m_1\ddot{\zeta}_1 = \frac{\partial U}{\partial \zeta_1}, \tag{8}$$

$$\frac{d}{dt}(A_1 p_1) = 0, \quad \frac{d}{dt}(B_1 q_1) = 0, \quad \frac{d}{dt}(C_1 r_1) = 0, \; A_1 = B_1 = C_1, \tag{9}$$

$$m_2\ddot{\xi}_2 = \frac{\partial U}{\partial \xi_2} + F_{\xi\, реак}, \qquad m_2\ddot{\eta}_2 = \frac{\partial U}{\partial \eta_2} + F_{\eta\, реак}, \qquad m_2\zeta_2 = \frac{\partial U}{\partial \zeta_2} + F_{\zeta реак}, \tag{10}$$

$$\begin{aligned} &\frac{d}{dt}(A_2 p_2) - (B_2 - C_2)q_2 r_2 = M_{x_2} + M_{x_2}^{(\text{доп})} \\ &\frac{dq_2}{dt}(B_2 q_2) - (C_2 - A_2) r_2 p_2 = M_{y_2} + M_{y_2}^{(\text{доп})} \\ &\frac{d}{dt}(C_2 r_2) - (A_2 - B_2) p_2 q_2 = M_{z_2} + M_{z_2}^{(\text{доп})}, \end{aligned} \tag{11}$$

$$M_{x_2} = \frac{\sin\varphi_2}{\sin\theta_2}\left[\frac{\partial U}{\partial \psi_2} - \cos\theta_2 \frac{\partial U}{\partial \varphi_2}\right] + \cos\varphi_2 \frac{\partial U}{\partial \theta_2}, \tag{12}$$

$$M_{y_2} = \frac{\cos\varphi_2}{\sin\theta_2}\left[\frac{\partial U}{\partial \psi_2} - \cos\theta_2 \frac{\partial U}{\partial \varphi_2}\right] - \sin\varphi_2 \frac{\partial U}{\partial \theta_2}, \qquad M_{z_2} = \frac{\partial U}{\partial \varphi_2}. \tag{13}$$

Из условии (6) вытекает

$$M_{x_2}^{(доп)} = M_{x_2}^{(r)} + \dot{A}_2 p_2, \tag{14}$$

$$M_{y_2}^{(доп)} = M_{y_2}^{(r)} + \dot{B}_2 q_2, \tag{15}$$

$$M_{z_2}^{(доп)} = M_{z_2}^{(r)} + \dot{C}_2 r_2. \tag{16}$$

Здесь $A_2 = J_{x_2}, B_2 = J_{y_2}, C_2 = J_{z_2}$ - главные моменты инерции второго порядка и p_1, q_1, r_1 и p_2, q_2, r_2 - проекции угловой скорости вращательного движения тел на оси собственной системы координат, которые описываются кинематическими уравнениями Эйлера

$$\begin{aligned} p_i &= \dot{\psi}_i \sin\theta_i \sin\varphi_i + \dot{\theta}_i \cos\varphi_i, \\ q_i &= \dot{\psi}_i \sin\theta_i \cos\varphi_i - \dot{\theta}_i \sin\varphi_i, \\ r_i &= \dot{\psi}_i \cos\theta_i + \varphi_i, \qquad i = 1{,}2, \end{aligned} \tag{17}$$

$\varphi_i, \psi_i, \theta_i$ - углы Эйлера.

Следует отметить, что реактивные силы и дополнительные моменты написаны для общего случае. В некоторых частных случаях они могут быть равным нулю. Как было отмечено выше, в выражении дополнительных моментов первая слагаемая порождена из-за результирующих реактивных сил. Вторая слагаемая за счет того, что трехосное тело меняет геометрию масс и является в общем случае телом переменного состава.

Полученные уравнения (8) – (17) полностью характеризует поступательно-вращательное движение двух нестационарных тел в абсолютной системе координат в рассматриваемой постановке. Уравнения вращательного движения нестационарного сферического тела в абсолютной системе координат (11) легко интегрируется. Теперь предпочтительно переход на относительную систему координат.

Уравнения движения в относительной системе координат. Переходим к относительной системе координат O_1xyz, с началом в центре сферического тела. Пусть координатные оси относительной системы координат параллельные к соответсвующим осям относительной системы координат.

Обозначим

$$x = \xi_2 - \xi_1, \qquad y = \eta_2 - \eta_1, \qquad z = \zeta_2 - \zeta_1. \tag{18}$$

Исходя из уравнения движения в абсолютной системе координат (8)-(17) получим уравнения поступательно-вращательного движения трехосного нестационарного тела в относительной системе координат O_1xyz в следующем виде

$$\mu(t)\ddot{x} = \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\mu_2}{m_2} F_{X_{2реак}}, \quad \mu(t)\ddot{y} = \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\mu_2}{m_2} F_{Y_{2реак}}, \quad \mu(t)\ddot{z} = \frac{\partial U}{\partial z} + \frac{\mu_2}{m_2} F_{Z_{2реак}}, \tag{19}$$

$$\begin{aligned} &\frac{d}{dt}(A(t)p) - (B(t) - C(t))qr = M_x + M_x^{(доп)}, \\ &\frac{d}{dt}(B(t)q) - (C(t) - A(t))rp = M_y + M_y^{(доп)}, \\ &\frac{d}{dt}(C(t)r) - (A(t) - B(t))pq = M_z + M_z^{(доп)}, \end{aligned} \tag{20}$$

где

$$\mu(t) = m_1(t)m_2(t)/(m_1(t) + m_2(t)) \tag{21}$$

- приведенная масса, $M_x^{(доп)} = M_{x_2}^{(доп)}$, $M_y^{(доп)} = M_{y_2}^{(доп)}$, $M_z^{(доп)} = M_{z_2}^{(доп)}$,

$$M_x^{(\text{доп})} = M_x^{(r)} + \dot{A}p, \tag{22}$$

$$M_y^{(\text{доп})} = M_y^{(r)} + \dot{B}q, \tag{23}$$

$$M_z^{(\text{доп})} = M_z^{(r)} + \dot{C}r, \tag{24}$$

$$U \approx U_1 + U_2, \quad U_1 = \frac{fm_1m_2}{R}, \quad R^2 = x^2 + y^2 + z^2, \tag{25}$$

$$U_2 = fm_1\frac{A + B + C - 3I}{2R^3}, \quad A = A_2, \quad B = B_2, \quad C = C_2, \tag{26}$$

$$I = A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2, \tag{27}$$

где f - гравитационная постоянная, I - момент инерции нестационарного трехосного тела относительно вектора $\overrightarrow{O_1O_2} = \vec{R}$-соединяющий центр масс двух тел, $\alpha,\ \beta,\ \gamma$ - косинусы углов образуемых прямой $\overrightarrow{O_1O_2}$ с центральными осями инерции нестационарного трехосного тела:

$$\alpha = \cos(\vec{R}\wedge\overrightarrow{O_2x_2}), \quad \beta = \cos(\vec{R}\wedge\overrightarrow{O_2y_2}), \quad \gamma = \cos(\vec{R}\wedge\overrightarrow{O_2z_2}), \tag{28}$$

$p = p_2$, $q = q_2$, $r = r_2$- проекции угловой скорости вращательного движения второго тела на оси собственной системы координат. Соответственно кинематические уравнения Эйлера перепишем в виде

$$\begin{aligned} p &= \dot{\psi}\sin\theta\sin\phi + \dot{\theta}\cos\phi, \\ q &= \dot{\psi}\sin\theta\cos\phi - \dot{\theta}\sin\phi, \\ r &= \dot{\psi}\cos\theta + \dot{\phi}, \end{aligned} \tag{29}$$

$\varphi = \varphi_2, \psi = \psi_2, \theta = \theta_2$- углы Эйлера [1,4,5]. В рассматриваемой постановке полученные уравнения (19) – (29) полностью характеризует поступательно-вращательное движение нестационарного трехосного тела в поле притяжении нестационарного сферического тела в относительной системе координат с началом в центре сферического тела.

Уравнения движения в оскулирующих элементах. Уравнения (19) напишем в следующем виде

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= -f\frac{m_1 + m_2}{R^3}x + bx + \frac{\partial V}{\partial x}, \\ \ddot{y} &= -f\frac{m_1 + m_2}{R^3}y + by + \frac{\partial V}{\partial y}, \\ \ddot{z} &= -f\frac{m_1 + m_2}{R^3}z + bz + \frac{\partial V}{\partial z}, \end{aligned} \tag{30}$$

где

$$V = \frac{m_1 + m_2}{m_1m_2}U_2 + \frac{1}{m_2}U_{\text{реак}} - \frac{1}{2}bR^2, \quad b = (m_1 + m_2)\frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{1}{m_1 + m_2}\right), \tag{31}$$

$$U_{\text{реак}} = F_x x + F_y y + F_z z. \tag{32}$$

Уравнения (20) остаются без изменения

$$\begin{aligned}
&\frac{d}{dt}(A(t)p)-(B(t)-C(t))qr=M_x+M_x^{(\partial on)},\\
&\frac{d}{dt}(B(t)q)-(C(t)-A(t))rp=M_y+M_y^{(\partial on)},\\
&\frac{d}{dt}(C(t)r)-(A(t)-B(t))pq=M_z+M_z^{(\partial on)}.
\end{aligned} \tag{33}$$

Уравнения (20) с учетом выражения (22), (23), (24) имеют вид

$$\begin{aligned}
&\frac{d}{dt}(A(t)p)-(B(t)-C(t))qr=M_x+M_x^{(r)}+\dot{A}p,\\
&\frac{d}{dt}(B(t)q)-(C(t)-A(t))rp=M_y+M_y^{(r)}+\dot{B}q,\\
&\frac{d}{dt}(C(t)r)-(A(t)-B(t))pq=M_z+M_z^{(r)}+\dot{C}r.
\end{aligned} \tag{34}$$

Окончательно дифференциальное уравнения вращательного движения трехосного нестационарного тела в относительной системе координат с учетом (33) и (34) имеют вид

$$\begin{aligned}
&A(t)\frac{dp}{dt}-(B(t)-C(t))qr=M_x+M_x^{(r)},\\
&B(t)\frac{dq}{dt}-(C(t)-A(t))rp=M_y+M_y^{(r)},\\
&C(t)\frac{dr}{dt}-(A(t)-B(t))pq=M_z+M_z^{(r)}.
\end{aligned} \tag{35}$$

Уравнения вращательного движения нестационарного трехосного тела в оскулирующих элементах (35) полностью совпадает с уравнением движения тела переменного состава, представленный в работе [4]. Проекции главного момента внешних сил M_x, M_y, M_z определяются для конкретной задачи отдельно.

Дальнейшее работа предполагает что, использую теорию возмущений можем получить решения уравнения (30), (35). Уравнения поступательно-вращательного движения нестационарного трехосного тела в оскулирующих элементах могут быть использованы для анализа динамической эволюции поступательно-вращательного нестационарного трехосного тела в гравитирующих системах.

Список использованной литературы:

1 *Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. – М.: Наука, 1975. – 799 с.*

2 *Белецкий В.В. Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле. - М.:МГУ им. Ломоносова, 1975. -308с.*

3 *Видякин В.В. Поступательно-вращательное движение двух твердых тел: учебное пособие. - А.:ДКПО «Норд», 1996.-184с.*

4 *Маркеев А.П. Теоретическая механика. -М.: ЧеРо, 1999.- 572 с.*

5 *Минглибаев М.Дж. Динамика гравитирующих тел с переменными массами и размерами. Поступательное и поступательно-вращательное движение. - S: Lambert Academic Publishing, 2012. – 224 с*

МРНТИ 30.51.37
УДК 521.1

М.Дж. Минглибаев[1]*, С.Б. Бижанова*[1]

[1]*әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан*

МАССАСЫ МЕН ӨЛШЕМІ АЙНЫМАЛЫ ӨСТІК СИММЕТРИЯЛЫ ДЕНЕНІҢ ЭВОЛЮЦИЯЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Мақалада өзара гравитацияланушы бейстационар екі дене қарастырылады: бірінші дене – «центрлік», яғни тығыздығы сфера бойынша үлестірілген шар, екінші дене – «серік», яғни динамикалық құрылымы және пішіні өстік симметриялы. Ньютонның өзара әсерлесу күші екінші гармониканы ескергендегі күштік функцияның жуық өрнегімен сипатталған. Массасы және өлшемі айнымалы өстік симметриялы дененің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысының дифференциалдық теңдеулері салыстырмалы координаталар жүйесінде қорытылып шығарылды. Бейстационар екі дене үшін меншікті координаталар жүйесінің өстері дененің бас инерция өстерімен сәйкес келеді және бұл күй эволюция барысында өзгеріссіз қалады. Денелердің массалары әртүрлі қарқында изотропты өзгереді. Есепте ұйытқу теориясының тәсілдері пайдаланылған. Оскуляциялаушы Делоне-Андуайе элементтерінің аналогтарында серіктің ғасырлық ұйытқушы ілгерілемелі-айналмалы қозғалысының теңдеулері алынған. Сандық тәсілмен ұйытқыған қозғалыстың дифференциалдық теңдеулерінің шешімдері алынып, графиктері Wolfram Mathematica пакетін қолдана отырып тұрғызылды.

Түйін сөздер: өстік симметриялы дене, ілгерілемелі-айналмалы қозғалыс, ғасырлық ұйытқу.

Аннотация

М.Дж. Минглибаев[1]*, С.Б. Бижанова*[1]

[1]*Казахский Национальный Университет имени аль - Фараби, г.Алматы, Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ ОСЕСИММЕТРИЧНОГО ТЕЛА С ПЕРЕМЕННОЙ МАССОЙ И С РАЗМЕРОМ

В работе рассматривается взаимогравитирующие нестационарные два тела: первое тело – «центральное», шар со сферическим распределением плотности, второе тело – «спутник», обладающей осесимметричным динамическим строением и формой. Ньютоновская сила взаимодействия характеризуется приближенным выражением силовой функции, учитывающая вторую гармонику. Выведены дифференциальные уравнения поступательно-вращательного движения осесимметричного тела с переменной массой и с размерами в относительной системе координат. Оси собственной системы координат нестационарных двух тел совпадает с главными осями инерции и это положение остается неизменным за время эволюции. Массы тел изменяются изотропно в различных темпах. Задача исследована методами теории возмущения. Выведены уравнения вековых возмущений поступательно-вращательного движения спутника в аналогах оскулирующих элементов Делоне-Андуайе. Получены решения дифференциальных уравнений возмущенного движения численном методом и построены графики с помощью пакета Wolfram Mathematica.

Ключевые слова: осесимметричное тело, поступательно-вращательное движение, вековые возмущения.

Abstract

INVESTIGATION OF THE EVOLUTION EQUATIONS OF THE AXISYMMETRIC BODY WITH VARIABLE MASS AND WITH SIZE

Minglibayev M.Zh. [1]*, Bizhanova S.B.* [1]

[1]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

In this article we consider mutually gravitating non-stationary two bodies: first body is «central», it is a sphere with a spherical density distribution, the second body is «satellite», which has an axisymmetric dynamic structure and form. Newtonian force interaction is characterized by an approximate expression of the force function, which takes into account the second harmonic. The differential equation of translational-rotational motion of the axisymmetric body is derived with variable mass and variable size in a relative coordinate system. The axes of the own coordinate system for non-stationary two bodies coincides with the main axes of inertia and this position remains unchanged during evolution. The mass of bodies are varied isotropically in the different rates. The problem is investigated by methods perturbation theory.

The equations of secular perturbations of translational-rotational motion of satellite are deduced in the analogues osculating elements Delaunay-Andoyer. The solutions of the differential equations of the perturbed motion are obtained by the numerical method and the graphs are constructed using the Wolfram Mathematica package.

Keywords: axisymmetric body, translational-rotational motion, secular perturbation.

1. Мәселенің физикалық қойылымы.

Бірінші T_1 "центрлік" дене массасы айнымалы $m_1 = m_1(t)$, тығыздығы сфера бойынша үлестірілген шар. Екінші T_2 дене массасы $m_2 = m_2(t)$, пішіндері айнымалы "серік", динамикалық құрылымы өстік симметриялы және $l_2 = l_2(t)$ сызықты өлшеммен сипатталсын, оның екінші ретті инерция моменттері айнымалы.

$$A(t) = B(t) \neq C(t), \qquad \frac{C(t) - A(t)}{C(t)} \neq const. \tag{1.1}$$

Өзіндік координата өстері бас инерция өстерімен сәйкес келеді және бұл жағдай өзгеріссіз қалады.

Денелердің массасы мен өлшемі әртүрлі қарқында изотропты түрде өзгереді, сондықтанда қосымша реактивті күш және қосымша айналдырушы момент туындамайды

$$\frac{\dot{m}_1(t)}{m_1(t)} \neq \frac{\dot{m}_2(t)}{m_2(t)}, \qquad \frac{\dot{l}_1(t)}{l_1(t)} \neq \frac{\dot{l}_2(t)}{l_2(t)}. \tag{1.2}$$

Күштік функцияның жуық өрнегімен шектелеміз.

Бірінші дененің инерция центріне қатысты екінші дененің инерция центрінің ілгерілемелі қозғалыс теңдеуін салыстырмалы координаталар жүйесінде келесі түрде жазамыз [1,2]

$$m\ddot{x} = \frac{\partial U}{\partial x}, \qquad m\ddot{y} = \frac{\partial U}{\partial y}, \qquad m\ddot{z} = \frac{\partial U}{\partial z}, \tag{1.3}$$

мұндағы x, y, z – G_1xyz салыстырмалы координаталар жүйесіндегі T_2 дененің массалар центрінің координаталары, $m = m_1m_2/(m_1 + m_2)$ – келтірілген масса,

$$U = f\,\frac{m_1m_2}{R} + \tilde{U}, \qquad R = x^2 + y^2 + z^2, \tag{1.4}$$

$$\tilde{U} = fm_1(t)\frac{2A(t) + C(t) - 3J}{2R^3}. \tag{1.5}$$

екі дененің тартылыс күшін анықтайтын күштік функция,

$$J = A\left(\alpha^2 + \beta^2\right) + C\gamma^2 \tag{1.6}$$

J – екі өстік симметриялы дененің инерция центрін қосатын $\overrightarrow{O_1O_2}$ түзуіне қатысты T_i денелердің инерция моменттері.

Серіктің массалар центрі төңірегіндегі айналмалы қозғалысы Эйлер айнымалыларында келесі түрде болады [3,4]

$$\begin{aligned}
&\frac{d}{dt}(Ap) - (A - C)qr = \frac{\sin\varphi}{\sin\theta}\left[\frac{\partial U}{\partial \psi} - \cos\theta\frac{\partial U}{\partial \varphi}\right] + \cos\varphi\frac{\partial U}{\partial \theta},\\
&\frac{d}{dt}(Aq) - (C - A)rp = \frac{\cos\varphi}{\sin\theta}\left[\frac{\partial U}{\partial \psi} - \cos\theta\frac{\partial U}{\partial \varphi}\right] - \sin\varphi\frac{\partial U}{\partial \theta},\\
&\frac{d}{dt}(Cr) = 0,
\end{aligned} \tag{1.7}$$

$$p = \dot{\psi}\sin\varphi\sin\theta + \dot{\theta}\cos\varphi, \qquad q = \dot{\psi}\cos\varphi\sin\theta - \dot{\theta}\sin\varphi, \qquad r = \dot{\psi}\cos\theta + \dot{\varphi}. \tag{1.8}$$

мұндағы p, q, r – серіктің айналмалы қозғалысының бұрыштық жылдамдығының меншікті координата жүйесінің өстеріне проекциялары, φ, ψ, θ – Эйлер бұрыштары [5, 6, 7]. Қарастырылып отырған қозғалыс теңдеулерін ұйытқу теориясымен зерттейміз [8].

2. Делоне-Андуайе элементтер аналогтарындағы ұйытқыған қозғалыс теңдеуі. Ілгерілемелі-айналмалы қозғалыс теңдеулерін Делоне-Андуайе айнымалылар аналогтарымен сипаттаймыз.

Ілгерілемелі қозғалысты Делоне айнымалылары аналогтарында сипаттаймыз

$$L,\ G,\ H,\ l,\ g,\ h, \tag{2.1}$$

Айналмалы қозғалысты Андуайе айнымалылары аналогтарында сипаттаймыз

$$L',\ G',\ H',\ l',\ g',\ h', \tag{2.2}$$

$$\begin{aligned} &\dot{L} = \frac{\partial W}{\partial l}, \quad \dot{G} = \frac{\partial W}{\partial g}, \quad \dot{H} = \frac{\partial W}{\partial h}, \\ &\dot{l} = -\frac{\partial W}{\partial L}, \quad \dot{g} = -\frac{\partial W}{\partial G}, \quad \dot{h} = -\frac{\partial W}{\partial H}, \end{aligned} \tag{2.3}$$

мұндағы

$$W = \frac{1}{\nu^2(t)} \cdot \frac{\mu_0^2}{2L^2} + W^*, \tag{2.4}$$

$$W^* = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \tilde{U} - \frac{1}{2} bR^2 \right), \tag{2.5}$$

$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$ қатынасын ескере отырып, (1.5), (1.6), (2.5) формулалардан келесі өрнекті аламыз [9]

$$W^* = \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \left(\frac{1}{2} f m_1 (C - A) \left[\frac{1}{R^3} \right] - \frac{3}{2} f m_1 (C - A) \left[\frac{\gamma_2^2}{R^3} \right] \right) - \frac{1}{2} b \left[R^2 \right]. \tag{2.6}$$

$$\begin{aligned} &\dot{L}' = -\frac{\partial F}{\partial l'}, \qquad \dot{G}' = -\frac{\partial F}{\partial g'}, \qquad \dot{H}' = -\frac{\partial F}{\partial h'}, \\ &\dot{l}' = \frac{\partial F}{\partial L'}, \qquad \dot{g}' = \frac{\partial F}{\partial G'}, \qquad \dot{h}' = \frac{\partial F}{\partial H'}. \end{aligned} \tag{2.7}$$

$$F = F_{нв} + F_{воз}, \tag{2.8}$$

$$F_{нв} = \frac{1}{2}\left(G'^2 - L'^2 \right) \frac{1}{A} + \frac{L'^2}{2C} = \frac{1}{2} \frac{G'^2}{A} + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{C} - \frac{1}{A} \right) L'^2, \tag{2.9}$$

$$F_{воз} = \tilde{U} - \frac{1}{2} bR^2. \tag{2.10}$$

$$\begin{aligned} &\dot{L}_{век} = 0, \qquad \dot{G}_{век} = 0, \qquad \dot{H}_{век} = \frac{\partial W_{век}}{\partial h_{век}}, \\ &\dot{l}_{век} = -\frac{\partial W_{век}}{\partial L'_{век}}, \qquad \dot{g}_{век} = -\frac{\partial W_{век}}{\partial G_{век}}, \qquad \dot{h}_{век} = -\frac{\partial W_{век}}{\partial H_{век}}, \end{aligned} \tag{2.11}$$

$$\begin{aligned} &\dot{L}'_{век} = 0, \qquad \dot{G}'_{век} = 0, \qquad \dot{H}'_{век} = -\frac{\partial F_{век}}{\partial h'_{век}}, \\ &\dot{l}'_{век} = \frac{\partial F_{век}}{\partial L'_{век}}, \qquad \dot{g}'_{век} = \frac{\partial F_{век}}{\partial G'_{век}}, \qquad \dot{h}'_{век} = \frac{\partial F_{век}}{\partial H'_{век}}, \end{aligned} \tag{2.12}$$

$$W_{век}=\frac{\mu_0^2}{2\nu^2(t)}\left(\frac{1}{L^2}\right)+\frac{m_1+m_2}{m_1m_2}\left(\frac{fm_1(C-A)}{2\nu^3}\left[\frac{1}{a^3(1-e^2)}\right]\right)-$$
$$-\frac{m_1+m_2}{m_1m_2}\left(\frac{3fm_1(C-A)}{2\nu^3}\left[\frac{I}{4a^3(1-e^2)^{3/2}}\right]\right)-\frac{1}{2}b\nu^2\left[a^2\left(1+\frac{3}{2}e^2\right)\right] \qquad (2.13)$$

мұндағы $a=L^2/\mu_0$, $1-e^2=G^2/\mu_0 a$, $b=b(t)=\frac{\ddot{\nu}}{\nu}$, $\nu=\nu(t)=\frac{m_1(t_0)+m_2(t_0)}{m_1(t)+m_2(t)}$.

$$F_{век}=\frac{1}{2A}\left(G'^2\right)+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{C}-\frac{1}{A}\right)\left(L'^2\right)+\frac{fm_1(C-A)}{2\nu^3}\left[\frac{1}{a^3(1-e^2)}\right]-$$
$$-\frac{3fm_1(C-A)}{2\nu^3}\left[\frac{I}{4a^3(1-e^2)^{3/2}}\right]-\frac{1}{2}b\nu^2\left[a^2\left(1+\frac{3}{2}e^2\right)\right] \qquad (2.14)$$

3. Өлшемсіз айнымалылардағы қозғалыс теңдеулері. (2.1),(2.2) теңдеулерден өлшемсіз шамаларға өтеміз. Ары қарай « ~ » белгісі өлшемсіз шамаларды, « $_0$ » индексі Коши есебінің бастапқы шарттарын береді.

$$L/L_0=\tilde{L},\quad G/G_0=\tilde{G},\quad L'/L'_0=\tilde{L}',\quad G'/G'_0=\tilde{G}',$$
$$l/l_0=\tilde{l},\quad g/g_0=\tilde{g},\quad l'/l'_0=\tilde{l}',\quad g'/g'_0=\tilde{g}'. \qquad (3.1)$$

$$H/H_0=\tilde{H},\quad h/h_0=\tilde{h},\quad H'/H'_0=\tilde{H}',\quad h'/h'_0=\tilde{h}'. \qquad (3.2)$$

$$t/T=\tau,\quad m_i/P=\tilde{m}_i,\quad a/a_0=\tilde{a},\quad P=(m_1+m_2)/2,\quad T=2\pi a^{3/2}/\sqrt{\mu_0}. \qquad (3.3)$$

(2.1),(2.2) қозғалыс теңдеулерін өлшемсіз айнымалыларда жазамыз

$$\dot{\tilde{L}}=0,\quad \dot{\tilde{G}}=0,\quad \dot{\tilde{L}}'=0,\quad \dot{\tilde{G}}'=0,$$
$$\dot{\tilde{l}}=-\frac{T}{l_0L_0}\frac{\partial\tilde{W}}{\partial\tilde{L}},\quad \dot{\tilde{g}}=-\frac{T}{g_0G_0}\frac{\partial\tilde{W}}{\partial\tilde{G}},\quad \dot{\tilde{l}}'=\frac{T}{l'_0L'_0}\frac{\partial\tilde{F}}{\partial\tilde{L}'},\quad \dot{\tilde{g}}'=\frac{T}{g'_0G'_0}\frac{\partial\tilde{F}}{\partial\tilde{G}'}. \qquad (3.4)$$

$$\dot{\tilde{H}}=\frac{T}{H_0h_0}\frac{\partial\tilde{W}}{\partial\tilde{h}},\quad \dot{\tilde{h}}=-\frac{T}{h_0H_0}\frac{\partial\tilde{W}}{\partial\tilde{H}},$$
$$\dot{\tilde{H}}'=-\frac{T}{H'_0h'_0}\frac{\partial\tilde{F}}{\partial\tilde{h}'},\quad \tilde{h}'=\frac{T}{h'_0H'_0}\frac{\partial\tilde{F}}{\partial\tilde{H}'}. \qquad (3.5)$$

ашық түрде келесідей болады

$$\dot{\tilde{H}}=\frac{3f\,T\left(C_0\tilde{C}-A_0\tilde{A}\right)\left(\tilde{m}_1+\tilde{m}_2\right)}{8\nu^3a_0^3\tilde{a}^3\tilde{m}_2H_0(1-e)^{3/2}}\Pi_1(\tau),\qquad \dot{\tilde{h}}=-\frac{3f\,T\left(C_0\tilde{C}-A_0\tilde{A}\right)\left(\tilde{m}_1+\tilde{m}_2\right)}{8\nu^3a_0^3\tilde{a}^3\tilde{m}_2h_0(1-e)^{3/2}}\Pi_2(\tau),$$
$$\dot{\tilde{H}}'=-\frac{3f\,T\,P\tilde{m}_1\left(C_0\tilde{C}-A_0\tilde{A}\right)}{8\nu^3a_0^3\tilde{a}^3H'_0(1-e)^{3/2}}\Pi_1(\tau),\qquad \tilde{h}'=\frac{3f\,T\,P\tilde{m}_1\left(C_0\tilde{C}-A_0\tilde{A}\right)}{8\nu^3a_0^3\tilde{a}^3h'_0(1-e)^{3/2}}\Pi_3(\tau). \qquad (3.6)$$

мұндағы

$$\Pi_1(\tau)=\frac{2}{G_0^2G_0'^4\tilde{G}^2\tilde{G}'^4}\left(G_0H_0H'_0\tilde{G}\tilde{H}\tilde{H}'\sqrt{1-\frac{H_0^2\tilde{H}^2}{G_0^2\tilde{G}^2}}\left(-2\sqrt{G_0'^2\tilde{G}'^2-H_0'^2\tilde{H}'^2}L_0'^2\tilde{L}'^2+\right.\right.$$
$$\left.\sqrt{G_0'^2\tilde{G}'^2-L_0'^2\tilde{L}'^2}\sqrt{\left(G_0'^2\tilde{G}'^2-H_0'^2\tilde{H}'^2\right)\left(G_0'^2\tilde{G}'^2-L_0'^2\tilde{L}'^2\right)}\right)-\left(G_0^2\tilde{G}^2-H_0^2\tilde{H}^2\right)$$
$$\left(G_0'^2\tilde{G}'^2-H_0'^2\tilde{H}'^2\right)\left(G_0'^2\tilde{G}'^2-3L_0'^2\tilde{L}'^2\right)\cos\left(h_0\tilde{h}+h'_0\tilde{h}'\right)\Big)\sin\left(h_0\tilde{h}+h'_0\tilde{h}'\right)$$

$$\Pi_2(\tau)=\frac{1}{G_0^3G_0'^4\tilde{G}^3\tilde{G}'^4\sqrt{1-\frac{H_0^2\tilde{H}^2}{G_0^2\tilde{G}^2}}}\Big(-2\big(G_0^2\tilde{G}^2-2H_0^2H^2\big)H_0'\tilde{H}'\Big(-2\sqrt{G_0'^2\tilde{G}'^2-H_0'^2\tilde{H}'^2}\,L_0'^2\tilde{L}'^2+$$

$$\sqrt{G_0'^2\tilde{G}'^2-L_0'^2\tilde{L}'^2}\,\sqrt{\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-H_0'^2\tilde{H}'^2\big)\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-L_0'^2\tilde{L}'^2\big)}\Big)\cos\big(h_0\tilde{h}+h_0'\tilde{h}'\big)-G_0'H_0'\tilde{G}'\tilde{H}'$$

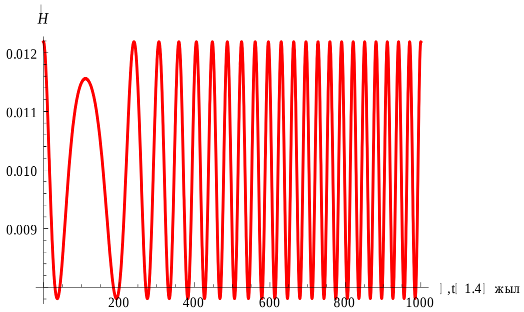
$$\sqrt{1-\frac{H_0^2\tilde{H}^2}{G_0^2\tilde{G}^2}}\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-3L_0'^2\tilde{L}'^2\big)\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-3H_0'^2\tilde{H}'^2+\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-H_0'^2\tilde{H}'^2\big)\cos 2\big(h_0\tilde{h}+h_0'\tilde{h}'\big)\big)\Big)$$

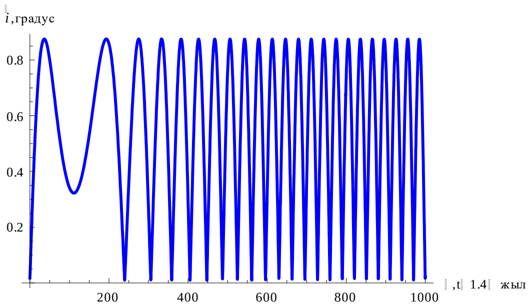
$$\Pi_3(\tau)=\frac{1}{G_0^2G_0'^4\tilde{G}^2\tilde{G}'^4}\Bigg(\frac{1}{\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-H_0'^2\tilde{H}'^2\big)^{3/2}}4G_0H_0\tilde{G}\tilde{H}\sqrt{1-\frac{H_0^2\tilde{H}^2}{G_0^2\tilde{G}^2}}\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-2H_0'^2\tilde{H}'^2\big)$$

$$\Big(-2G_0'^2L_0'^2\tilde{G}'^2\tilde{L}'^2+2H_0'^2L_0'^2\tilde{H}'^2\tilde{L}'^2+\sqrt{G_0'^2\tilde{G}'^2-H_0'^2\tilde{H}'^2}\,\sqrt{G_0'^2\tilde{G}'^2-L_0'^2\tilde{L}'^2}$$

$$\sqrt{\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-H_0'^2\tilde{H}'^2\big)\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-L_0'^2\tilde{L}'^2\big)}\Big)\cos\big(h_0\tilde{h}+h_0'\tilde{h}'\big)+2H_0'\tilde{H}'\big(G_0'^2\tilde{G}'^2-3L_0'^2\tilde{L}'^2\big)$$

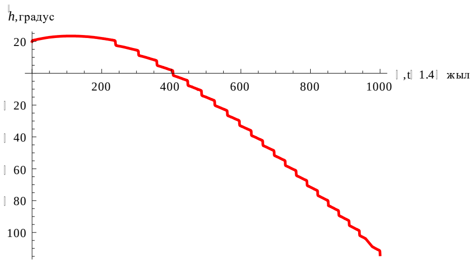
$$\big(G_0^2\tilde{G}^2-3H_0^2H'^2+\big(G_0^2\tilde{G}^2-H_0^2H^2\big)\cos 2\big(h_0\tilde{h}+h_0'\tilde{h}'\big)\big)\Bigg)$$

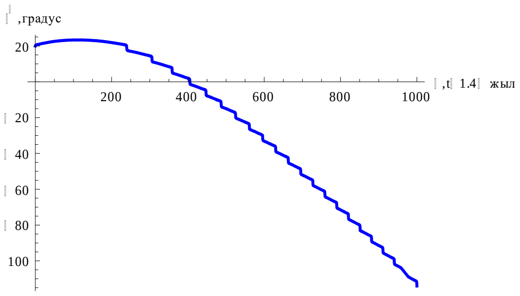




Сурет 1. Массалары айнымалы жағдайдағы $\tilde{H}$ *элементінің өзгерісі*

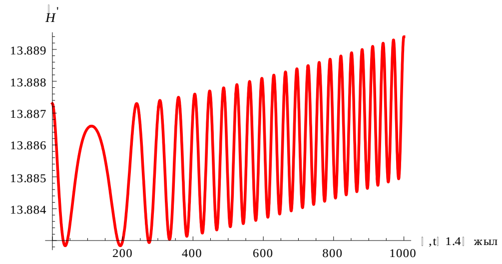
Сурет 2. Массалары айнымалы жағдайдағы $\tilde{i}$ *элементінің өзгерісі*



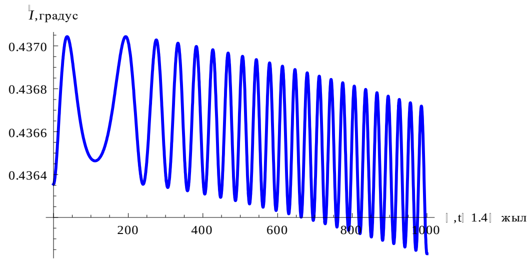


Сурет 3. Массалары айнымалы жағдайдағы $\tilde{h}$ *элементінің өзгерісі*

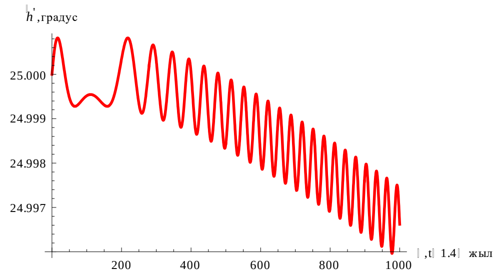
Сурет 4. Массалары айнымалы жағдайдағы $\tilde{\Omega}$ *элементінің өзгерісі*



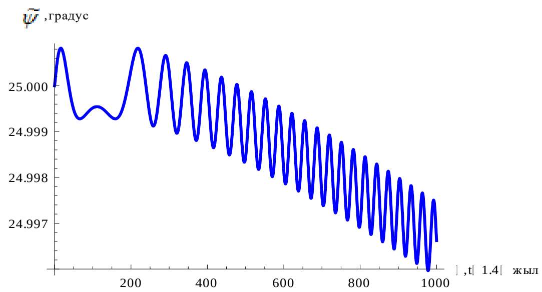
Сурет 5. Массалары айнымалы жағдайдағы $\tilde{H}'$ *элементінің өзгерісі*



Сурет 6. Массалары айнымалы жағдайдағы $\tilde{I}$ *элементінің өзгерісі*



Сурет 7. Массалары айнымалы жағдайдағы $\tilde{h}'$ *элементінің өзгерісі*



Сурет 8. Массалары айнымалы жағдайдағы $\tilde{\psi}$ *элементінің өзгерісі*

Алынған графиктер массалары тұрақты жағдайдағы мәселенің сәйкес графиктерінен өзгешеленеді. Барлық оскуляциялаушы элемементтердің толық сандық талдауы келесі жұмыстарда орындалады деп жоспарлануда.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Минглибаев М.Дж. Динамика гравитирующих тел с переменными массами и размерами. - Германия: Изд. «LAP LAMBERT Academic Publishing », 2012. - 229 с.

2 Минглибаев М.Дж., Байсбаева О.Б. Вековые возмущения в задаче о поступательно-вращательном движении двух нестационарных тел: шар – осесимметричное тело // Вестник КазНУ, серия математика, механика, информатика 01(76), 2013. – С. 71-81.

3 Minglibayev M.Zh., Ahmetrassulova A.A. Secular perturbations in the problem of translational – rotational motion two axisymmetric non – stationary gravitating bodies with variable oblate / CCMECH7. 7th International Symposium on Classical and Celestial Mechanics. Selected Papers – Poland, Siedlce: Wydawnictwo Colleguim Mazovia, October 23-28, 2012. - pp. 116-127.

4 Белецкий В.В. Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле. - Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1975. - 308 с.

5 Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. – Москва: Наука, 1975. – 799 с.

6 Видякин В.В. Поступательно-вращательное движение двух твердых тел: Учебное пособие - Архангельск: ДКПО «Норд», 1996.-184с.

7 Баркин Ю.В., Демин В.Г. Поступательно-вращательное движение небесных тел // Итоги науки и техники АН СССР. Астрономия. -М.:1982.-Т.20. – С.115-134.

8 Дубошин Г.Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы. М.: Наука. Глав.ред.физ.-мат.лит.,1978, 456 стр.

9 Бижанова С.Б., А.Н. Прокопеня, М.Дж. Минглибаев. Исследование вековых возмущений поступательно-вращательного движения в нестационарной задаче двух тел с применением компьютерной алгебры. //Журнал вычислительной математики и математической физики, 2020, том 60, №1, с. 27-36.

МРНТИ 29.01.45
УДК 538.97

М.С. Молдабекова[1]*, Ж.М.Битибаева*[2]

[1]*Казахский национальный университет им.Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*
[2]*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан*

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ СТУДЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Аннотация

В статье рассматривается вопрос о необходимости практико-ориентированного подхода при подготовке будущего учителя физики. Обсуждены его различные трактовки и собенности реализации в практике подготовки будущих педагогов. Рассмотрена роль практико-ориентированного подхода в формировании исследовательских умений студентов – будущих учителей. Разобрана тема движения электрона в кулоновском поле протона, которая содержит интересные материалы для разнообразия форм деятельности, направленных на формирование и развитие обобщенных и значимых для студентов исследовательских умений. Представлен один из вариантов условия формирования деятельности студентов на практических занятиях по физике атома, атомного ядра и твердого тела. Выявлено, что исследовательские умения и навыки могут быть сформированы только в процессе познавательной активности самого субъекта учебной деятельности.

Ключевые слова: практико-ориентированный подход, исследовательские умения, профессиональная деятельность, образовательная программа.

Аңдатпа

М.С. Молдабекова [1]*, Ж.М. Битибаева*[2]
[1]*Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[2]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ТӘЖІРИБЕЛІК БАҒДАРЛАНҒАН ТӘСІЛ КОНТЕКСТІНДЕГІ СТУДЕНТТЕРДІҢ ЗЕРТТЕУ ІСКЕРЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ КЕЙБІР ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақалада болашақ физика мұғалімдерін дайындау кезінде практикалық-бағдарлы тәсілдің қажеттілігі туралы мәселе қарастырылады. Оқытудың практикалық-бағдарлы тәсілдерінің әр түрлі түсіндірмелері талқыланды. Болашақ педагогтарды дайындау тәжірибесінде оны жүзеге асыру ерекшеліктері. Болашақ мұғалімдер-студенттердің зерттеу іскерліктерін қалыптастырудағы практикалық-бағытталған тәсілді жүзеге асырудың рөлі қарастырылды. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар көмегімен білім беруді цифрландыру жағдайында зерттеу іскерліктері мен дағдыларын қалыптастыру. Студенттер үшін жалпыланған және маңызды зерттеу біліктерін қалыптастыруға және дамытуға бағытталған қызмет түрлерінің әртүрлілігі үшін қызықты материалдарды қамтитын, протонның кулондық өрісіндегі электронның қозағысы тақырыбы талданды. Атом, атом ядросы және қатты дене физикасы пәні бойынша практикалық сабақтарда студенттердің іс-әрекетін қалыптастыру шарттарының бір нұсқасы ұсынылды. Зерттеу іскерліктері мен дағдылары оқу іс-әрекеті субъектісінің танымдық белсенділігі процесінде ғана қалыптасуы мүмкін екені анықталды.

Түйін сөздер: тәжірибеге бағдарланған тәсіл, зерттеу дағдылары, кәсіби қызмет, білім беру бағдарламасы.

Abstract

SOME FEATURES OF FORMATION OF RESEARCH SKILLS OF STUDENTS IN THE CONTEXT OF PRACTICE-ORIENTED APPROACH

Moldabekova M.[1]*, Bitibayeva Zh.*[2]
[1]*Al-Farabi Kazakh national University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Abai Kazakh national pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The article discusses the need for a practice-oriented approach in the preparation of future physics teachers. Various interpretations of the practice-oriented approach in training are discussed. Features of its implementation in the practice of training future teachers. The role of implementation of the practice-oriented approach in the formation of research skills of students – future teachers is considered. Formation of research skills in the conditions of digitalization of education with the help of information and communication technologies. The topic of electron movement in the Coulomb field of proton is analyzed. it contains interesting materials for a variety of forms of activity aimed at the formation and development of generalized and significant research skills for students. One of the variants of the conditions for the formation of students ' activities in practical classes in the discipline of physics of the atom, atomic nucleus and solid state is presented. It is revealed that research skills can be formed only in the process of cognitive activity of the subject of educational activity.

Keywords: practice-oriented approach, research skills, professional activities, educational program.

В современных условиях реформирования системы всех ступеней образования в Республике Казахстан, деятельность педагога характеризуется многофункциональностью, нестандартностью, открытостью. Полученный образовательный результат во многом зависит от мастерства, знаний и профессионализма педагога. В этой связи осуществление модернизации подготовки педагогических кадров в педагогических ВУЗах является необходимым условием для повышения качества подготовки будущих специалистов.

В условиях реформирования всех ступеней образования в РК важным требованием к подготовке обучающихся (на всех ступенях) является формирование у них качеств, необходимых выполнения жизненных или профессиональных функций, готовности применять приобретаемые знания и умения в практической деятельности, в самообразовании.

Особенности «Индустрии 4.0», как определяющего фактора современного общества и их влияние на развитие социально-экономической среды, требуют обновления образования, которое должна отвечать потребностям цифровой экономики к меняющимся условиям в производстве и к новым технологиям. Цифровая трансформация социально-экономической среды значительно опережает систему требований к существующим профессиям, занятых на рынке труда [1].

Основное направление модернизации высшего педагогического образования обусловлено подготовкой квалифицированных, конкурентоспособных педагогических кадров, отвечающих современным требованиям к качеству специалистов как со стороны работодателей и социального запроса общества, так и развитием современных наукоемких технологий. Поэтому формирование исследовательских умений у будущих учителей физики в педагогическом вузе должно принимать во внимание эти группы взаимосвязанных факторов [2]. Таким образом, совершенствование системы подготовки студентов к будущей профессионально-педагогической деятельности путем организации практико-ориентированного обучения с использованием информационных технологий, интеграции образования и науки становится актуальным [3]. Проведенное нами исследование показало, что реализация практико-ориентированного подхода в обучении студентов, прежде всего, способствует формированию исследовательских умений и навыков в анализе учебной информации и развитию креативности мышления.

Формирование исследовательских умений и навыков в условиях цифровизации образования с помощью информационно-коммуникационных технологий обеспечивает для каждого студента уникальные возможности самореализации и саморазвития личности [1]. Усвоение предметных понятий, их определений опирается на наглядные, разнообразные и фактические материалы научных исследований. Естественно на практических занятиях осуществляется более тесный обоюдный обмен представлениями, идеями, интересами между студентами и преподавателем, студентом и другими членами группы. В условиях такого общения студенты активно выдвигают свои суждения, обсуждают их и корректируют. Причем, по нашим наблюдениям, быстрее протекают процессы самоконтроля у каждого из участников дискуссии, отчетливее осознаются те части материала, которые ни один из них не мог воспроизвести точно. Поиск правильных или забытых определений, операций, а также самооценка своих состояний в процессе практических действий протекает более интенсивно и позволяет овладеть исследовательскими навыками. Такое объединение усилий и его результаты вызывают на занятиях радикальное переосмысление не только многих традиционных подходов к методике обучения, но и представлений о структуре предметного знания в целом, о его источниках и предназначении. Поэтому каждый очередной шаг в подготовке студентов в этом направлении представляется особенно актуальным.

В основу практико-ориентированного обучения положены следующие положения:

1) усвоение основ наук и приобретение опыта практического использования полученных знаний создают базу для формирования у будущих учителей широкого научного мировоззрения;

2) формирование теоретических знаний и развитие практических исследовательских умений обеспечивают две стороны подготовки будущих педагогов к научно-педагогической деятельности;

3) мотивационной основой обучения является понимание обучающимся перспективы в профессиональной деятельности.

В качестве *целевых ориентации* практико-ориентированного обучения можно выделить следующие:

- формирование умений использовать предметные знания для решения учебных, жизненных и поисковых задач;
- развитие потребности к самообразованию;

- формирование познавательной активности.

Такое понимание практико-ориентированного подхода является главным в нашем исследовании.

Повышение уровня практической подготовки будущих учителей ориентирует учебный процесс на конечный продукт: формирование и отработку у обучаемых практических навыков применения изучаемого материала для обеспечения эффективности профессионально-педагогической деятельности.

В процессе обучения физике у обучающихся можно сформировать следующий практический опыт:

- комплексного анализа (сопоставления, оценивания) явлений, процессов, систем;
- выявления причинно-следственных связей и отношений, как внешних, так и внутренних;
- поисково-исследовательской деятельности (постановки задач, выявления противоречий, вычленения и формулировки проблем, выработки гипотез, поиска способов решения и т.д.);
- выбора и принятия решений в проблемных и чрезвычайных ситуациях - экологических, экономических, технических, производственных и других, требующих применения физических знаний;
- инициативного поиска задач и проблем, требующих применения физического знания;
- углубления и пополнения предметных знаний в системе самообразования;
- ориентации в специфической ситуации, возникающей в окружающем учащихся жизненном пространстве и др.

По естественнонаучному направлению профессиональная подготовка будущих педагогов требует изучения физики. Мы согласны с мнением Молдабековой М.С., Жаврина Ю.И., Пояркова И.В., Мукаменкызы В. о том, что «часто многие обучающиеся недостаточно понимают возможности использования полученных знаний по базовой дисциплине «Физика» при изучении профилирующих дисциплин и оказываются в затруднении при решении практических задач, связанных с их будущей профессиональной деятельностью. Острота проблемы обучения определяется тем обстоятельством, что темпы развития современных технологий и техники очень высоки. Поэтому особенно важна разработка методов эффективного обучения будущих специалистов, формирования у человека определенных систем важных для работы качеств, в частности, формирования профессиональных знаний и навыков» [4].

При этом, мы считаем, что неотъемлемыми качествами будущего учителя на сегодняшний день являются индивидуальный стиль педагогической деятельности, способность к самоанализу, потребность в постоянном самообразовании и готовность к повышению квалификации.

Выявление и изучение методов исследовательской деятельности, осуществляемые в процессе обучения, осознанное их использование, основанное на понимании возможностей и границ применимости, делает деятельность субъекта в процессе обучения более рациональной и более эффективной. К примеру, при рассмотрении электрона в кулоновском поле протона (атом водорода) приходится иметь дело с полями с центральной симметрией, в которых потенциальная энергия зависит только от расстояния до силового центра. Для анализа движения электрона используется прием познания – абстрагирование, особый прием мышления, который заключается в отвлечении от целого ряда признаков, свойств и отношений изучаемого объекта. Можно с любой точностью предсказать вероятность найти электрон в произвольной части атома водорода, но нельзя предсказать, в какие моменты времени электрон в эту часть атома попадет. Проблемная ситуация, разрешаемая в данной исследовательской деятельности, характеризуется противоречием между потребностью студента понять сложные закономерности, которые носят вероятностный характер и сформированными у него знаниями. Так, реализация этих моментов наряду с усвоением нового значения (формирование квантовых представлений) приводит к образованию действия по их применению. В этой ситуации содержание нестандартной исследовательской задачи включает поиск средств решения и разработку соответствующих операций. Возникает необходимость построения неизвестных компонентов структуры деятельности, к примеру, изучения различия между классической статистической теорией и квантовой механикой. В последовательности таких рассуждений выражен определенный образ познавательной деятельности, когда неявно предполагается, что в принципе мы можем проследить за судьбой, например, всех молекул газа и точно рассчитать их траектории [5].

Следовательно, совокупность операций, направленных на построение неизвестных компонентов структуры исследовательской деятельности студента, группируются в следующие фазы: а) понимание проблемы; б) постановка цели; в) формулировка задач; нахождение принципа решения, его обоснование и развитие; д) практическая проверка. К примеру, основная задача в предыдущем примере связана с диалектическим единством объектов макроскопического и микроскопического уровней и формированием сложных исследовательских умений у будущего учителя через выделение взаимосвязанных уровней развития знаний, которые являются важнейшими условиями их усвоения.

Проблема взаимоотношения теории и практики оказывает самое существенное влияние на образовательный процесс. Поэтому необходимо проектировать учебный процесс как систему с циклическим переходом от теории к практике и обратно. В этой системе сохраняется ведущая роль теоретической подготовки, которая ориентируется на практику применения теоретических знаний. В результате этого в процессе обучения формируется «пользователь» предметного знания.

Анализ работ, посвященных проблеме повышения эффективности практической подготовки за счет реализации практико-ориентированного обучения, а также собственный опыт преподавания и результаты и процесс проведенного исследования, показывает, что при построении учебного процесса по физике с позиций усиления практического аспекта обучения следует придерживаться следующих правил:

1. Обучение должно восприниматься как жизненная необходимость.
2. Осознание того, что наука развивается под влиянием практических потребностей, а практика служит критерием истинности научной теории.
3. Понимание сферы применения знаний прикладного характера.
6. Проведение исследовательских работ.
7. Решение (и составление) задач практического содержания.
8. Профессиональная направленность обучения.

С этих позиций студенту по ходу его учебной деятельности приходится разрешать различные исследовательские задачи, которые имеют выход за пределы непосредственно разрешаемых задач на развитие исследовательских умений.

В частности, на основе квантовых представлений с единой точки зрения можно объяснить оптические, магнитные, электрические и химические свойства атома, т.е. рассмотреть сложные системы с единой точки зрения. Это дает возможность, например, описать и устанавливать соотношение непосредственно наблюдаемых свойств твердых тел, которые можно объяснить исходя из знания его атомно-молекулярного строения и законов движения его атомных и субатомных частиц. Такое рассмотрение приводит студентов к пониманию внутренней связанности, организованности и упорядоченности рассматриваемых сложных явлений, движения электрона в атоме. Этот процесс применения теоретических знаний в реальной учебной ситуации, с одной стороны, приводило к выработке соответствующих исследовательских умений и навыков, а с другой – к более глубокому осмысливанию и усвоению изучаемых таким образом фундаментальных знаний [5].

На таких умениях оперировать усвоенным материалом в соответствии с различными исследовательскими задачами предстоящей профессиональной деятельности акцентировалось внимание студентов. Этот процесс применения теоретических знаний в реальной практической учебной ситуации, с одной стороны, приводило к выработке соответствующих исследовательских умений, навыков, а с другой – к более глубокому осмысливанию и усвоению изучаемых таким образом явлений. Поэтому для привлечения внимания студентов к сложному учебному материалу, следует преподносить новую информацию так, чтобы вызвать его эмоциональное восприятие. Можно сопоставлять неожиданные факты, обнаруживать противоречия, т.е. вызвать интерес студента к содержанию учения, которое отвечает его познавательной направленности, вытекающей из движущих мотивов учебной деятельности [6].

Рассматриваемая тема движения электрона в кулоновском поле протона содержит интересные материалы для разнообразия форм деятельности, направленных на формирование и развитие обобщенных и значимых для студентов исследовательских умений. В результате таких обобщений у студентов происходит понимание строения атома как квантовой системы, свойства которой описывается законами квантовой механики, лежащих в основе понимания большинства макроскопических явлений [7].

В таблице ниже представлен один из вариантов условия формирования деятельности студентов на практических занятиях по дисциплине физика атома, атомного ядра и твердого тела.

Такое упорядочение при формировании исследовательских умений, по нашему мнению, имеет важное значение для творческого развития будущего учителя.

В этой связи нужно подчеркнуть, что овладение основами научного познания в практико-ориентированном подходе содействует эффективности обучения.

Таблица. Условия формирования исследовательских умений студентов на практических занятиях

Содержательные элементы заданий для формирования исследовательских умений	*УРОВНИ УСВОЕНИЯ*		
	Понимание	*Применение*	*Преобразование*
На формирование исследовательских умений	*Изучение строения и свойств атомов и элементарных процессов, в которых участвуют атомы методами: абстрагирование, сравнение, анализ и синтез, обобщение и конкретизация и т.д.*	*Включение приобретенных предметных знаний и в исследовательскую деятельность, непосредственно направленную на практически значимую цель: четкое определение цели своих действий, сознательный выбор целесообразных способов их осуществления; расчленение выполнения заданий и т.д.*	*Переориентация решения заданий, раскрывающая новый аспект в исходных данных или в новом их контексте, так и в новом способе деятельности или в качественном изменении эвристического потенциала личности как фактор самодетерминации творческого процесса.*
На формирование профессиональных умений	*Сознательное отношение к квантово-механическому описанию движения микрочастиц (электронов в атоме, атомов в молекулах и т.д.)*	*Умение объяснить многие макроскопические явления законами квантовой механики, поскольку свойства макроскопических тел определяются движением и взаимодействием частиц, из которых они состоят.*	*Приобретение новых сторон и качества исследовательских умений, включение их в процесс познания, способствующее развитию личности в целом, её характера и мировоззрения.*
Характер исследовательской деятельности	*Репродуктивный*	*Частично-поисковый*	*Творческий*
Способы исследовательской деятельности	*Студент понимает условия введения новых понятий в теоретические рассуждения, может провести анализ, подходя с различных точек зрения, но в целостном понимании проблемы затрудняется.*	*Студент без затруднения может переходить от одной умственной операции (целенаправленное восприятие явления) к другой (описание процесса, наблюдаемых данных). Анализирует основные проблемы вопроса, находит пути его изучения, новые факты и связи в закономерностях, выдвигает свои объяснения.*	*Деятельность студента не исчерпывается познавательной деятельностью, он стремится самореализовать себя, в результате происходит самораскрытие его сущностных сил и создаются новые ценности и наблюдается качественное изменение творческого потенциала личности.*

Кроме того, с помощью сформированных исследовательских умений и навыков студент обучается самостоятельной работе с доступным ему учебным материалом по специальности и на основе собственного опыта вырабатывает свои формы научного способа его рассмотрения.

Другими словами, исследовательские умения и навыки могут быть сформированы только в процессе познавательной активности самого субъекта учебной деятельности, поскольку творческий потенциал личности выступает как фактор самоорганизации творческого процесса.

Список использованной литературы:

1 Об утверждении Государственной программы "Цифровой Казахстан" Постановление Правительства Республики Казахстан от 12 декабря 2017 года № 827.

2 Байбородова Л. В. Практико-ориентированный подход к подготовке будущих педагогов [Электронный ресурс] // Ярославский педагогический вестник. 2015. № 1. Т. 2. URL: http://vestnik.yspu.org/releases/ 2015_1pp/13.pdf (дата обращения: 11.01.2016).

3 Mazhitova L., Syzdykova R., Imanbaeva A. Practice-oriented model of training students in physics at a technical university. GIREP-ICPE-EPEC-MPTL CONFERENCE 2019, Programme and Book of Abstracts. Budapest,1-5 July, 2019.-P. 776-777

4 Молдабекова М.С., Жаврин Ю.И., Поярков И.В., Мукамеденкызы В. Внедрение научных методов исследований в специальный физический практикум – основа формирования профессиональных компетентностей студентов // Физическое образование в вузах. Т.19, № 2, 2013, С. 110-114. (Издательский Дом Московского Физического общества).

5 Кожамкулов Б.А., Молдабекова М.С., Битибаева Ж.М. К изучению некоторых вопросов взаимодействия электронов с композитными материалами //Вестник КазНПУ им.Абая, -2015. №2.- С.152-157.

6 Ковязина И.В., Пилипец Л.В. Эмоциональная активация решения учебных задач при обучении физике // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 6-1. – С. 145-149

7 Образовательная программа по специальности «5В011000 - Физика». КазНПУ имени Абая, Алматы 2018.

МРНТИ 44.41.29:45.09.31
УДК 539.21:536.49

С. Опахай[1], К.А. Кутербеков[1], С.А. Нуркенов[1]

[1]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

ТІРЕУІШ МЕТАЛЛ НЕГІЗІНДЕГІ ҚАТТЫ ОКСИДТІ ОТЫН ЭЛЕМЕНТТЕРІ

Аңдатпа

Осы қысқаша шолу мақалада қатты оксидті отын элементтерінің барлық буыны егжей-тегжейлі талқыланды. Әсіресе, металл негізіндегі қатты оксидті отын элементтеріне ерекше көңіл бөлінді. Металл негізі бар конструкциялар тез іске қосылуы, сенімді, механикалық тұрақтылығы және термоциклдеуге төзімділіктің арқасында жоғары қызығушылық тудырады. Ni, Fe Ni, NiCrAlY және ферритті тот баспайтын болат негізіндегі металл тіреуіштерінің артықшылықтары мен кемшіліктері егжей-тегжейлі талқыланды. Шолудың өзектілілігі болып табылатын аталған мәселе бойынша әлемнің жетекші ғалымдарының жұмысына талдау жасалды.

Осы талдаулардың негізінде қазіргі уақытта Ni-Al тасымалдаушы негізіндегі қатты оксидті отын элементтері әлемдегі ең перспективті және экономикалық тиімді болып табылатынын атауға болады.

Түйін сөздер: қатты оксидті отын элементтері (ҚООЭ), катод, анод, электролит, электрод, металл негізі, тот баспайтын болат, қорытпалар.

Аннотация

С. Опахай[1], К.А Кутербеков[1], С.А Нуркенов[1]
[1]Евразийский национальный университет Л.Н. Гумилева, г.Нур-Султан, Казахстан

ТВЕРДООКСИДНЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА НЕСУЩЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

В обзорной статье подробно рассмотрены все поколения твердооксидного топливного элемента. Особенно внимание уделили твердооксидного топливного элемента на несущей металлической основе. Конструкции с металлической основой представляют повышенный интерес, благодаря возможности быстрого запуска, большей надежности, механической стабильности и стойкости к термоциклированию. Детально обсуждалось примущества и недостатки металлические опоры на основе Ni, FeNi, NiCrAlY и ферритную нержавеющую сталь. Проведены анализы работы ведущих ученых мира по этой теме исследовании.

На основании этих анализов важно отметить что в настоящее время твердооксидные топливные элементы на несущей Ni-Al основе является самой преспективной и экономической эффективной в мире.

Ключевые слова: твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ), катод, анод, электролит, электрод, металлическая основа, нержавеющие стали, сплав.

Abstract

SOLID OXIDE FUEL CELLS BASED ON A METAL CARRIER

Opakhai S.[1]*, Kuterbekov K.A.* [1]*, Nurkenov S.A.*[1]
[1]*L.N. Gumilyov Eurasian national University, Nur-sultan, Kazakhstan*

In this short review article, all generations of solid oxide fuel cells are discussed in detail. Special attention was paid to solid oxide fuel cells on a supporting metal base. Structures with a metal base are of great interest due to the possibility of quick start, greater reliability, mechanical stability and resistance to thermal cycling. The advantages and disadvantages of metal supports based on Ni, FeNi, NiCrAlY and ferritic stainless steel were discussed in detail. The analysis of the work of leading scientists of the world on this topic research.

Based on these analyzes, it is important to note that at present, solid oxide fuel cells based on a Ni-Al carrier is the most promising and economically efficient in the world.

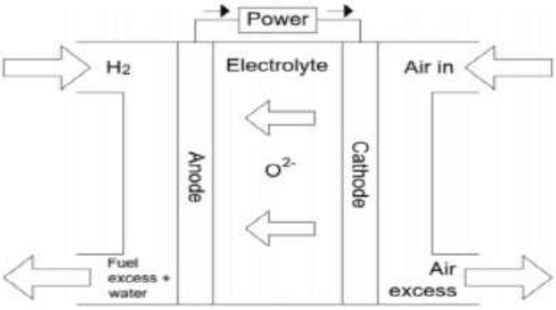
Keywords: Solid oxide fuel cells (SOFC), cathode, anode, electrolyte, electrode, metal base, stainless steels, alloy.

1. Кіріспе

Қатты оксидті отын элементтері (ҚООЭ) энергияны электрохимиялық түрлендіруге арналған өте перспективалы құрылғылар болып табылады, өйткені олар жоғары тиімділікке ие және қоршаған ортаға зиянын тигізетін ластаушы заттарды өте аз мөлшерде шығарады [1].

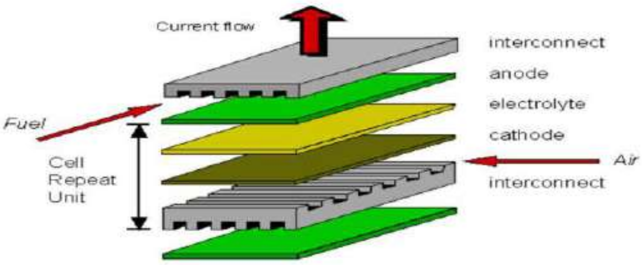
Отын элементтерінің әр түрлі типтерінің арасында ҚООЭ энергияны түрлендірудің жоғары тиімділігі, отын икемділігі, пайдаланылған жылудың жоғары сапасы, толық қатты құрылымы, жоғары қуаты, тығыздығы, парниктік газдардың төмен шығарындылары, шу деңгейінің төмендігі және қоршаған ортаға әсерінің аздығы сияқты бірнеше аспектілерінің арқасында ерекшеленеді.

ҚООЭ электродтардан (анод, катод) және электролиттен тұрады. Анод отынды қабылдайды, катод - тотықтырғыш, ал электролит өз бойынан оксидті иондарды немесе протондарды өткізеді [2]. 1 суретте оттегін өткізетін және сутекпен жұмыс жасайтын электролиті бар ҚООЭ-нің жалпы сипаттамаларын бейнеленді.



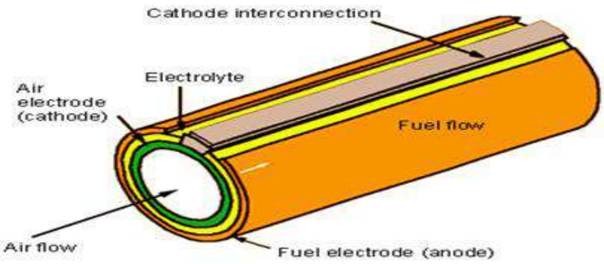
Сурет 1. Қатты оксидті отын элементінің жұмыс істеу принципі

Қазіргі таңда ұяшықтық құрылым тұрғысынан ҚООЭ екі түрі бар: жалпақ және түтік тәрізді. Жалпақ ҚООЭ үшін әрбір ұяшық жалпақ диск, шаршы немесе тік бұрышты пластина түрінде жасалған. Ұяшықтар тізбектеліп орналасқан және 2-суретте схемалық түрде көрсетілгендей жалғау пластиналарымен қосылған.



Сурет 2. Қатты оксидті отын элементінің жалпақ құрылымының схемасы

Түтікті ҚООЭ үшін әдетте электрод (катод немесе анод) кеуекті қабырғасы бар ұзын түтікше түрінде жасалған. Электродты түтіктің сыртында электролит, содан кейін тағы бір электрод бар. Ұяшықтар 3-суретте көрсетілгендей тізбектей қосылған.



Сурет 3. Қатты оксидті отын элементінің түтікті құрылымының схемасы

Бүгінде әлемде өнімділігі айтарлықтай жақсарған жазық ҚООЭ екі буыны зерттелді: алдымен электролит негізіндегі ҚООЭ (ES-SOFC), содан кейін электрод, оның ішінде анод негізіндегі ҚООЭ (AS-SOFC). Бірақ ҚООЭ жоғарыдағы аталған дәстүрлі технологияларын табысты коммерцияландыруға көптеген себептер кедергі келтіруде, мысалы; шикізатпен байланысты жоғары құн, ұяшықтың әлсіз герметизациялануы, ұяшықтардың жоғары жылулық процестер кезіндегі тұрақсыздығы, механикалық соққылардан немесе анодтың тотығуынан кернеудің ұяшыққа шектеулі мөлшерде келуі және ірі, күрделі керамикалық бөлшектердің көп мөлшерін алуға байланысты өндірістік мәселелер [3].

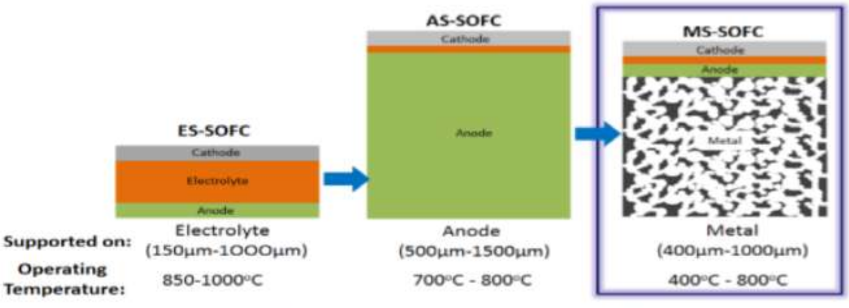
2. Талқылау

ҚООЭ үлгісін одан әрі дамыту «металды ҚООЭ» (MS-SOFC) деп аталатын үшінші буынының пайда болуына әкелді. MS-SOFC - бұл ҚООЭ қазіргі таңдағы өте қарқыныд дамып келе жатқан түрі және ол жоғарыда аталған мәселелерді шешуге толық мүмкіндігі бар коммерцияландыруға перспективті үміткер болып табылады [4].

4-суретте ҚООЭ әртүрлі буындарының салыстырмалы сипаттамалары келтірілген. ES-SOFC жағдайында электродтардың жұқа қабаттарының (~50 мкм) механикалық тіреуіші болып саналатын Y_2O_3 тұрақтандырылған ZrO_2 (YSZ) электролиті қалың (>150 мкм) қабаттан жасалған. ҚООЭ үшін омдық поляризациялану құбылысы электролиттің қалыңдығымен байланысты. 4-суреттен көрініп тұрғандай ES-SOFC үшін электролиттің қалыңдығы жоғары болғандықтан оның меншікті кедергісі де арта түседі.

Электролиттің меншікті кедергісі жұмыс температурасын арттыру арқылы азайтылуы мүмкін, себебі ҚООЭ типтік электролиттік өткізгіштігі Аррениус тәуелділікті температураны көрсетеді. Сондықтан бұл ұяшықтар электролиттің (~20 Ом·см^2) жеткілікті төмен үлес кедергісіне жету үшін~1000°C жоғары температурада пайдаланылады.

ҚООЭ келесі буыны анод негізіндегі ҚООЭ (AS-SOFC). Аталған буын үшін дәстүрлі анодты ұяшықтар қалың тіреуіш қабаттан жасалды және ол берік механикалық құрылымға әкеледі деп болжанды (сурет 4).



Thickness of non supporting layers is between 10-50μm in all the designs

Сурет 4. ҚООЭ әртүрлі буындарының салыстырмалы сипаттамалары

Алайда анод қабаты тотығу-тотықсыздану реакциясы кезінде сынуға және бүлінуге бейім болып келетін қымбат керамикалық немесе борпылдақ материалдан жасалды. Қарапайым анодтық тіреуіш қабаты температураның жылдам өзгерісіне ұшыраған кезде термиялық соққыларға қарсылығы төмендейді және ұяшықтарда жарықтар пайда болады. Сонымен қатар, Ni-YSZ негізіндегі ұяшықтар тотығу-тотықсыздану реакциясы жүргенде, тіпті баяу қыздырған кезде де керамикалық құрылымының өзгерісіне байланысты тезірек істен шығады [5].

ҚООЭ үшін металл тіреуіштерді (MS-SOFC) пайдалану жоғарыдағы мәселелерді толықтай шешеді және арзан болып табылады (сурет 4) . Қазіргі таңда металл тіреуіші негізіндегі құрылымдар тірек негізі ретінде керамикалық электродтар немесе электролиттер қолданылатын ҚООЭ салыстырғанда тез іске қосу, толық сенімділік, механикалық тұрақтылық, жылу цикліне төзімділігінің жоғарылығы сияқты маңызды факторларымен үлкен қызығушылық тудыруда. Сонымен қатар отын элементтерінің құны тірек қызметі ретінде кеуекті металл пластиналарын қолданған кезде төмендеуі мүмкін, мұнда электрод немесе электролиттер жұқа пленка түрінде орналастырылады. Көптеген жағдайларда ҚООЭ металл тіреуіштері ретінде тот баспайтын болаттар қолданылады, себебі олардың жылулық кеңею коэффициенттері (ЖКК) отын элементтері компоненттерінің ЖКК жақын және тотығуға тұрақты болады [6].

3. Жұмыстарды талдау

Уақыт өте келе ҚООЭ үшін металл тіреуіші ретінде бірнеше металдар тобы іріктелді. Оларды іріктеудің критерийлері төмендегідей болды:

1. Қыздыру және салқындату кезінде басқа ҚООЭ материалдарымен үйлесімділігі
2. Тотығуға жоғары төзімділігі.
3. Термоциклденуге жоғары тұрақтылығы.
4. Жоғары электр өткізгіштігі.
5. Материалдар құны

Жоғарыдағы критерийлер бойынша таңдалған металдар құрамына Ni, FeNi, FeCr, NiCrAlY және ферритті тот баспайтын болат кіреді. Tucker және бірлескен авторлардың [7] ойынша FeCr негізіндегі тот баспайтын болаттар металл тіреуіші ретінде құнының төмендігі, жоғары температуралық тотығуға төзімділігі және YSZ-ге ұқсас ЖКК болуымен байланысты қолданылады. Cr ферритті тот баспайтын болат құрамында әдетте 10,5-26% аралығында болады. Төменде 1-кестеде тот баспайтын болаттардың бірі болып саналатын UNS 430 және UNS 440 құрамындағы элементтерінің пайыздық үлесі көрсетілген.

Xia және бірлескен авторлар [8] өз жұмыстарында MS-SOFC тіреуіші ретінде тот баспайтын SS-430L болатын қолданды, нәтижесінде отын элементінің максимальді қуат тығыздығы 700°C температурада 246 МВт/см^2 болды. Сол сияқты келесі автордың жұмысында хромның белгілі бір мөлшерде тотығуы SS-430L құрылымының бүлінуіне және электрлік тізбектің ажыратылуына әкелуі мүмкін екені баяндалған.

Кесте 1. ҚООЭ үшін металл тіреуіші ретінде қолданылатын тот баспайтын болат компоненттерінің құрамы

Элемент	*Салмақтық пайыз*	
	430 тот баспайтын болат (%)	*440 тот баспайтын болат (%)*
Cr	*16-18*	*16-18*
Mn	*<1*	*<1*
Si	*<1*	*<1*
P	*<0.04*	*<0.04*
S	*<0.03*	*<0.03*
C	*0.12*	*0,95-1.2*
Mo	*-*	*0.75*
Fe	*қалдық*	*қалдық*

[9] жұмыста Такер катод жағындағы (ауа қатысында) тот баспайтын SS-430L болатының 1200 сағаттық жұмысы кезінде хром торшасының қалыңдығы шамамен 0,9 мкм болатындығын анықтаған. Ферритті тот баспайтын болаттың тағы бір мәселесінің бірі − оның құрамында кремний мен алюминийдің болуы. Аталған екі элемент те жұмыс кезінде электр өткізбейтін оксидтер түзуі мүмкін.

Бұған дейін белгілі болғандай тот баспайтын болат құрамындағы кремнийдің мөлшері 0,017% болса да тотығуға ұшырайды.

Тот баспайтын SS-430L болаты сияқты Fr-Cr негізіндегі басқа да қорытпалар, мысалы Crofer 22APU және 22H металл тіреуіші ретінде қолданылды. Олардың құрамындағы хромның массалық үлесі 20-24% аралығында болғандықтан тотығуға төзімділігі жоғары болады. 800°С температурада ауаның 200 сағаттық әсері кезінде Crofer 22 APU қорытпасының (0,02-0,03 Ом.см^2) меншікті кедергісінің ауданы жоғарыдағы температурада ауаның 30 сағаттық әсері кезінде тот баспайтын SS-430L (0,1 Ом.см^2) болатының меншікті кедергісінің ауданымен салыстырғанда төмен болды [10]. Сараскета-Забала және бірлескен авторлар 800°С температурада 50% ылғалдандырылған сутегі жағдайында Crofer 22 APU қорытпасының тотығуын зерттеді. Олар хром қағы қалыңдығының өсу қарқыны алғашқы 500 сағатта байқалатынын, ал одан кейін 4500 сағатқа дейін оның мөлшері баяулай түсетінін байқаған. 3000 сағат ішінде хром қағының қалыңдығының мөлшері небәрі 1,6 мкм болған [11].

Жоғарыдағы материалдардың елеулі кемшілігі олардың құрамында хромның болуы яғни ол ҚООЭ (800°С жуық) жұмыс температурасы кезінде отындық ұяшықты ұзақ пайдалану нәтижесінде анодты бұзатын және оның электрохимиялық сипаттамаларын нашарлататын Cr_2O_3 типті қосылысын түзуі болып табылады. Қазіргі таңда жоғарыдағы қарастырылған темір негізіндегі материалдардан басқа көптеген дүниежүзіндегі зерттеулер никель негізіндегі материалдарға да шоғырланған. Жоғары температура жағдайында металл негізіндегі Fr, Cr сияқты элементтер анод құрамындағы Ni әрекеттесіп, нәтижесінде никельдің каталитикалық активтілігі төмендейді. Бұл мәселені шешу үшін металл негізі мен анод арасына диффузиялық тосқауыл қабатын орналастырады. Хромның никельмен әрекеттесуін болдыртпаудың келесі әдісі Ni негізіндегі Ni-Fe немесе Ni-Al сияқты биметалды қосылыстарды дайындау болып табылады [12].

[13] жұмыста иттриймен тұрақтандырылған цирконий диоксиді (YSZ) электролитімен Ni-Al тіреуіші негізіндегі ҚООЭ зерттелді. Алайда Ni-Al ЖКК (800°С температурада ~15×10^{-6} K^{-1}) YSZ электролитінің ЖКК ($10.7–11\times10^{-6}$ K^{-1}) салыстырғанда әлдеқайда жоғары болады. Ni-Al ЖКК төмендету үшін материал құрамына төмен ЖКК бар затты қосады. [14] жұмыста Ni-Al қоспа ретінде келесідей керамикалық заттарды қолданды: ZrO_2, $ZrO_2 – SiO_2$, Al_2TiO_5, Al_2O_3 және анықталмаған XO_2. Нәтижесінде 35-40% инертті XO_2 оксидінің қоспасы алынған композиттің ЖКК 12×10^{-6} K^{-1} дейін төмендететіні анықталды.

[15] жұмыста алынған Ni-Al-CGO материалының құрылымы мен жылулық жарылыс параметрлеріне гадолинийймен бүркілген церий оксиді ($Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_2$ или CGO) қоспасының әсері зерттелді. CGO өзінің жоғары ионды өткізгіштігінің арқасында (YSZ үшін $4.37\cdot10^{-3}$ См/м өткізгіштігімен салыстырғанда 500ºС температурада $9.50\cdot10^{-3}$ См/м) 700ºС төмен температурада жұмыс істейтін ҚООЭ электролиті ретінде қарастырылады. Жоғары ионды өткізгіштіктен басқа CeO_2 негізіндегі қатты электролиттер бөлме температурасынан бастап балқу температурасына дейінгі аралықта фазалық ауысулардың болмауымен сипатталады.

Көмірсутекті отындардың тікелей тотығуы мен электродтық материалдардың химиялық тұрақтылығына қатысты каталитикалық белсенділік оларды орташа температурадағы (600-700°С) қатты оксидті отын элементтеріне қолдану мүмкіншілігін анықтайды. Ni-Al металл тіреуіші негізіндегі ҚООЭ CGO қоспасын қосу оның ЖКК төмендетіп қана қоймай, Ni/CGO анодының және CGO электролитінің металл негізімен адгезиясын ҚООЭ өндіру кезеңінде де, оларды пайдалану кезеңінде де жақсартады.

4. Қорытынды

Жоғарыдағы қысқаша шолу мақалада ҚООЭ үш буыны жеке-жеке салыстырылды, нәтижесінде қазіргі таңда металл тасымалдаушы негізіндегі қатты оксидті отын элементтері (MS-SOFC) сутегі энергетикасының перспективті электрохимиялық құрылғысы болатындығы анықталды. Олар керамикалық электродтар немесе электролиттерді тіреуіш ретінде пайдаланатын ҚООЭ салыстырғанда жылдам іске қосу, үлкен сенімділік, механикалық тұрақтылық, жылу циклына төзімділігі арқасында үлкен қызығушылық тудырады.

Тіреуіш металл негізі отын ұяшығына керамикалық тіреуішті электродтағы немесе электролиттегі ұяшықтармен салыстырғанда үлкен механикалық беріктікті қамтамасыз етуге қабілетті, осыған байланысты мұндай құрылым мобильді автономды энергия қондырғыларында қолдану үшін маңызды болып табылады. Шолуда осы тақырып бойынша (металл тіреуіші негізі) әлемдегі жетекші ғалымдардың жұмыстары жан-жақты талқыланды.

Олардың жұмыстарын салыстыра отырып қазіргі таңда металл тіреуіші негізіндегі ҚООЭ арасында ең песпективтісі Ni-Al негізіндегі ҚООЭ екендігі айқындалды. Себебі Ni-Al металл тіреуіші негізіндегі ҚООЭ диффузиялық тосқауыл қабат CGO қоспасын қосу оның ЖКК төмендетіп қана қоймай, Ni/CGO анодының және CGO электролитінің металл негізімен адгезиясын ҚООЭ өндіру кезеңінде де, оларды пайдалану кезеңінде де жақсартады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Badwal S.P. Review of progress in high temperature solid oxide fuel cells / S.P Badwal, S. Giddey, C. Munnings, A. Kulkarni // J. Aust. Ceram. Soc. - 2014. - Vol. 50. - P.23–37.

2 Mahmud L.S. Challenges in fabricating planar solid oxide fuel cells: a review / L.S Mahmud A. Muchtar , M.R Somalu // Renew Sustain Energy Rev. - 2017. - Vol.72(C). - P.105-116. DOI: https://doi.org/10.1016/ j.rser.2017.01.019

3 Mahato N. Progress in material selection for solid oxide fuel cell technology: A review / N. Mahato, A. Banerjee, A. Gupta, S. Omar , & K. Balani // Progress in Materials Science. - 2015. - Vol.72. - P.141–337. DOI:10.1016/j.pmatsci.2015.01.001

4 Bove R. Solid Oxide Fuel Cells: Principles, Designs and State-of-the-Art in Industries / R. Bove // Recent Trends in Fuel Cell Science and Technology. - 2007. - P.267-285

5 Joshi A.V. Solid Electrolyte Materials, Devices, and Applications / A.V Joshi, J.J Steppan, D.M Taylor, and S Elangovan // Journal of Electroceramics. - 2004. - Vol.13. - P.619-625

6 Williams M.C. Solid Oxide Fuel Cells: Fundamentals to Systems / M.C Williams // Fuel Cells. - 2007. - №1. - P.78-85.

7 Tucker M.C. Progress in metal-supported solid oxide fuel cells: A review / M.C Tucker // J.Power Sources. - 2010. - Vol.195. - P.4570-4582. DOI:10.1016/j.jpowsour.2010.02.035.

8 Xia C. Development of three-layer intermediate temperature solid oxide fuel cells with direct stainless steel based anodes / C. Xia, Z. Liu, B. Liu, D. Ding, Z. Jiang // Int J Hydrogen Energy. - 2012. - Vol.37. - P.4401-4405. DOI:10.1016/j.ijhydene.2011.11.115.

9 Tucker M.C Stability and robustness of metal supported SOFCs / M.C Tucker, G.Y Lau, C.P Jacobson, L.C De Jonghe and S.J Visco // Journal of Power Sources. - 2008. - Vol.175. - P.447–451.

10 Molin S. Evaluation of porous 430L stainless steel for SOFC operation at intermediate temperatures / S. Molin, B. Kusz, M. Gazda, P. Jasinski // J.Power Sources. - 2008. - Vol.181. - P.31-37. DOI:10.1016/j.jpowsour.2007.10.009

11 Sarasketa-Zabala E. High temperature stability of porous metal substrates under highly humidified hydrogen conditions for metal supported Solid Oxide Fuel Cells / E. Sarasketa-Zabala, L. Otaegi, L.M Rodriguez-Martinez, M.A Alvarez, N. Burgos, F. Castro et.al // Solid State Ionics. - 2012. - Vol. 141. - P.16-18

12 Sadykov V.A. Design of Medium-Temperature Solid Oxide Fuel Cells on Porous Supports of Deformation Strengthened Ni-Al Alloy / V.A Sadykov, V.V Usoltsev, Yu.E Fedorova, V.A Sobyanin, A.N Salanov, P.V Kalinin, A.V Arzhannikov, A.Yu Lasso, M.B Korobeinikov, A.A Bryazgin, M.R Predtechenskii, O.F Bobrenok, A.S Ulikhin, N.F Uvarov, O.L Smorygo, A.F Il'yushchenko, V.Yu Ul'yanitskii, S.B Zlobin // Russ. J. Electrochem. - 2011. - Vol.47. - P.488-493. DOI:10.1134/S1023193511040148

13 Solovyev A.A. Solid Oxide Fuel Cell with Ni-Al Support / A.A Solovyev, S.V Rabotkin, A.V Shipilova, A.I Kirdyashkin, I.V Ionov, A.N Kovalchuk, A.S Maznoy, V.D Kitler, A.O Borduleva // Int.J.Hydrogen Energy. - 2015. - Vol.40. - P. 14077-14084. DOI:https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.07.151

14 Windes W.E A Low CTE Intermetallic Bipolar Plate / W.E Windes, L.D Zuck, E.L Shaber, A.E Erickson, P.A Lessing// Proceedings of the Electrochemical Society. - 2003. - Vol.7. - P.879-887. DOI:10.1149/200307.0879PV

15 Kharton V.V. Transport Properties of Solid Oxide Electrolyte Ceramics: a Brief Review / V.V Kharton, F.M Marques, A. Atkinson// Solid State Ionics. - 2004. - Vol.174. - P.135-149. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssi.2004.06.015

МРНТИ 29.15.19
УДК 539.128.417

Е.Қ. Сайлаубеков ^{1}*, А.К. Морзабаев* ^{1}

^{1}*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

АЛЬФА-БӨЛШЕКТЕРДІ БЕРУ РЕАКЦИЯЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Бұл мақала ядролық кластер физикасын дамыту үшін, ядролық физиканың мүмкіндіктерін ұсынады. Бірнеше нуклондардың топтары құрамдас кластерлер ретінде әрекет ететін еркіндік дәрежелері ядролық құрылымның негізгі аспектілерінің бірі, сол себепті де кластерлеудің негізі гелий ядролары (α-бөлшектер) екені ескерілген. Бұл мақалада жаңа кванттық орталардың іргелі компоненттері ретінде кластерлік бірігулердің және жинақталмаған ядролардың әртүрлі типтерін зерттеу мәселесі қарастырылған. Кейбір кластерлі ядролардың толық синтез әсерінен α-бөлшектерді беру реакцияларының эксперимент нәтижелері ұсыныла отырып, сол реакциялардың формуласы көрсетілген. Атап айтқанда, осы жұмыста «кластерлі ядро моделі»- деп аталатын моделіне үлкен көңіл бөлінеді, ол ядролардың қоздырылған күйлерін сипаттайды, яғни гелий ядролары. Бұл жұмыстың ең маңызды мақсаттарының бірі – басқа мақалалардың авторларына сүйеніп, альфа-бөлшектерді беру реакцияларын зерттеу жұмыстарындағы автордың қол жетімді деректерін мұқият өңдеу, және оларды ядролардың кластерлік модельдерін бүгінгі жаңа модельдермен салыстыру, жаңа үлгілерді анықтау, оларды түсіндіру. Мақала авторы журнал мақалаларында және «жеке байланыс» түрінде әр түрлі көздерден эксперименттік деректер алды. Мақалалық жұмыстың тиісті жерлерінде дереккөздерге сілтеме бар.

Түйін сөздер: α-бөлшектер, нуклондарды беру реакциялары, кластерлі ядролар, реакция каналдары, ауыр иондар, ядролық байланыс күштері.

Аннотация

Е.К. Сайлаубеков^{1}*, А.К. Морзабаев*^{1}

^{1}*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г.Нур-Султан, Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ПЕРЕДАЧИ АЛЬФА-ЧАСТИЦ

В статье представлены возможности ядерной физики для физики ядерных кластеров. Уровни свободы, когда множественные группы нуклонов действуют как кластеры, являются одним из ключевых аспектов ядерной структуры, поэтому ядра гелия (α-частицы) являются основой для кластеризации. В этой статье рассматриваются исследования различных типов кластерных сборок и ядер как фундаментальных компонентов новых квантовых сред. Приведены формулы реакций переноса α-частиц при полном синтеза некоторых кластеров. В частности, большое внимание уделяется так называемой «модели кластерного ядра», которая описывает возбужденные состояния ядер, то есть ядер гелия. Одна из важных целей этой статьи - тщательно уточнить имеющиеся у автора данные в исследованиях переноса альфа-частиц, опираясь на авторов других статей и сравнивая их кластерные модели ядра с современными моделями, выявляя и интерпретируя эти модели. Автор статьи получил экспериментальные данные из различных публикаций в рецензируемых журналах и через личные контакты. В статье есть ссылки на источники, где это уместно.

Ключевые слова: α-частицы, реакции переноса нуклонов, кластерные ядра, каналы реакций, тяжелые ионы, силы ядерной связи.

Abstract

RESEARCH OF ALPHA-PARTICLE TRANSFER REACTIONS

Sailaubekov E. K ^{1}*, Morzabayev A.K.* ^{1}

^{1} *L.N. Gumilyov Eurasian National University , Nur-Sultan, Kazakhstan*

This paper presents the capabilities of nuclear physics for the development of nuclear cluster physics. Frequencies of several nucleons, acting as component clusters, are one of the key aspects of the nuclear device. Therefore, the basis for the clustering was helium nuclei (α-particles). This article explores the different types of cluster ensembles and different types of unmanaged nuclei as the fundamental components of new quantum environments.

The experimental results of the α-particle transfer reactions under the complete synthesis of some of the cluster nuclei show the formula for those reactions. Specifically, this work focuses on the so-called "cluster nucleus model" - a model that describes the excited states of the nuclei, ie helium nuclei. One of the most important goals of this work is to carefully analyze the author's available data on research of alpha-particle reactions and to compare them with today's promising models of nuclei, to identify and explain new patterns. The author of the article received experimental data from various publications in journal articles and "personal contact". Relevant sources in the article have reference to sources.

Keywords: α-particles, nucleon transfer reactions, cluster nuclei, reaction channels, heavy ions, nuclear forces.

Кластерлі ядролық модельдерде (^{12}C, ^{16}O және т.б.) протондар мен нейтрондардың тең саны бар жеңіл ядролардың бар екендігін көрсететін себептер бар болып шыққан. Ол α-бөлшектің аномальды түрде үлкен тұрақтылығының болуымен түсіндіріледі. Мәселен, α –бөлшекте, нуклонның байланыс энергиясы шамамен 20 МэВ деп алынды (мысалы, көптеген ядроларда шамамен 7 МэВ қана).

XXI-ші ғасыр басында нуклондардың кластерлі құбылысы эксперименталды түрде жақсы анықталған болатын. Соның ішінде ең жиі кездесетін α-бөлшектер кластерлері. Олар төрт нуклонның бірігуін білдіреді (екі нейтрон, екі протон). Ядрода кластерлердің болуы тәжірибе жүзінде байқалатын құбылыстар: осы кластерлердің бөлінуімен ядроның ыдырау ықтималдығының артуы, осы кластерлердің берілуімен жүретін реакция қимасының жоғарылауы (мысалы, ^{12}C + ^{6}Li → ^{16}O + ^{2}H реакциясындағы α –бөлшектерінің берілу реакциясы) және т.б.

Алғашқы болып, α-бөлшектердің модельдеріне жақсы сәйкес келген, α-кластерлік ядроның ең жарқын мысалы - ^{8}Be. Оның төменгі энергетикалық деңгейлері, жалпы ауырлық центрі айналасында, α - бөлшектерінің ығысуына сәйкес келеді. Бұл ядроның басқа күйлері жоқ (ал қозу энергиясы шамамен 17 МэВ дейін). Тағы бір қызық жайт – ауыр ядролы кластерлік бірігулер. Мысалы, ықтималдығы жоғары кейбір қозған күйлердегі ^{24}Мг, ол ядро ^{12}C + ^{12}C жүйесі түрінде бірігуі мүмкін. Мұндай бірігулер ядролық квазимолекулалар деп аталады [1].

Әдетте, кластерлік күйлер ядролардың беткі қабатында пайда болады. Бұл ядроның барлық нуклондарынан түзілетін орташа ядролық өріс оның бетіндегі қабатында әлсіреуімен байланысты. Көптеген жағдайларда нуклондар арасындағы байланыс орташа ядролық өрістен күшті, ал бұл нуклондардың топтасуына әкеледі. Алайда, бұл әсерлердің нақты сипаттамасы ең жеңіл ядролар жағдайында ғана жүзеге асырылуы мүмкін. Жалпы алғанда, кластерлік ядро модельдері ең көп таралған негізгі қабықша моделі мен жалпыланған ядро моделіне қарағанда азырақ қатаңдық дәрежесіне ие. Сол себепті ондай ядроларды ыдырату жеңілірек көрінеді.

Зерттеулер нуклондардың өзара әрекеттесуі атом ядросының квазимолекулалық құрылымына әкелетіндігін көрсетеді. Атап айтқанда, α-бөлшектер құрылымы көптеген ядроларда бар болып шыққан. Мұндай ядро гелий(^{4}He) ядроларынан тұратын жүйе болып табылады. Кластерлік құбылыстың механизмі мен ерекшеліктерін анықтау ядролық құбылыстарды зерттеудегі маңызды мәселелердің бірі.

Мынандай ядролық реакцияны қарастырайық:

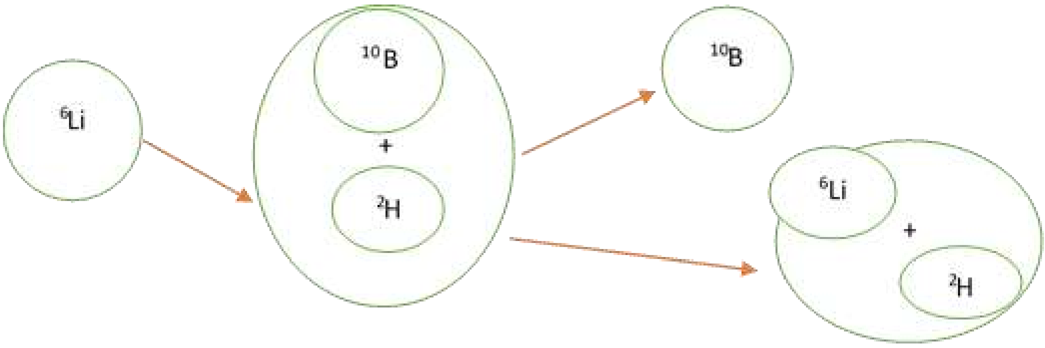
$$^{12}C+^{6}Li\rightarrow^{16}O+^{2}H \qquad (1)$$

Бұл реакцияда ^{12}C альфа-бөлшекті ^{6}Li-дан қабылдап, ^{16}O-ға түрленеді.

$$^{12}C+^{6}Li\rightarrow^{8}B+^{10}B \qquad (2)$$

(2)-ші реакцияның шығу реакциясындағы элементтердің (1)-ші реакциядан мүлдем өзгеше болуының себебін анықтау үшін, ^{12}C элементі тұтас тұрақты ядро болуы мүмкін деп қарастырамыз, сол себепті (1)-ші теңдеуде көміртек басқа бөлшектерге ыдырамаған. Қарсы жағдай, көміртек екі элементтен құралса, және олар әлсіз байланысқан болса, ыдырайды. Мысалы, ^{12}C көміртек ^{10}B мен ^{2}H сутек изотопынан құралған жағдайда, атқылаушы бөлшек әсерінен, осы екі элементке бөлінеді, оны біз (2)-ші теңдеуде көреміз. Литий сутек изотопын қосып алып, ^{8}Be – ге айналғаны көрініп тұр.

Келесі суретте (2)-ші теңдеу көрсетілген.



Сурет 1. ^{12}C *+* $^{6}Li\rightarrow^{8}Be+^{10}B$ *реакциясының сызбалық нұсқасы*

Кластерлі ядролардың қасиеттерін нуклондық тұрақтылық шегіне жақынырақ зерттеу ядролық физиканың негізгі міндеттерінің бірі болып табылады, оның шешімі осындай ядролардың салыстырмалы жоғары қарқындылығы бар синтездеуге мүмкіндік беретін үдеткіштердің жаңа буыны пайда болған кезде мүмкін болды. Заманауи үдеткіштер нуклондарды ғана емес, сонымен бірге ядролардың барлығын үдетуге мүмкіндік береді. Кейбір ядролардың әрекеттесуінен сол ядроны құрайтын α-бөлшектерді беру реакциясының орын алуы мүмкін. α-бөлшектерді беру реакцияларында α-радиоактивті элементтердің белсенді қатысу ықтималдықтары басқа элементтерге қарағанда көп есе жоғары. Бәлкім α-радиоактивті элементтерді кластерлі атомдарға жатқызуға болады. Келесі қадам ^{12}C көміртектің ^{4}He ядросын қосып алу реакциясы жайлы мағлұматтар алуға мүмкіндік беретін программаны қолдану болып табылады. Оның нәтижелері 1-ші кестеде келтірілген.

Кесте 1. $^{12}C+^{4}He\rightarrow^{16}O$ *реакция нәтижесі*

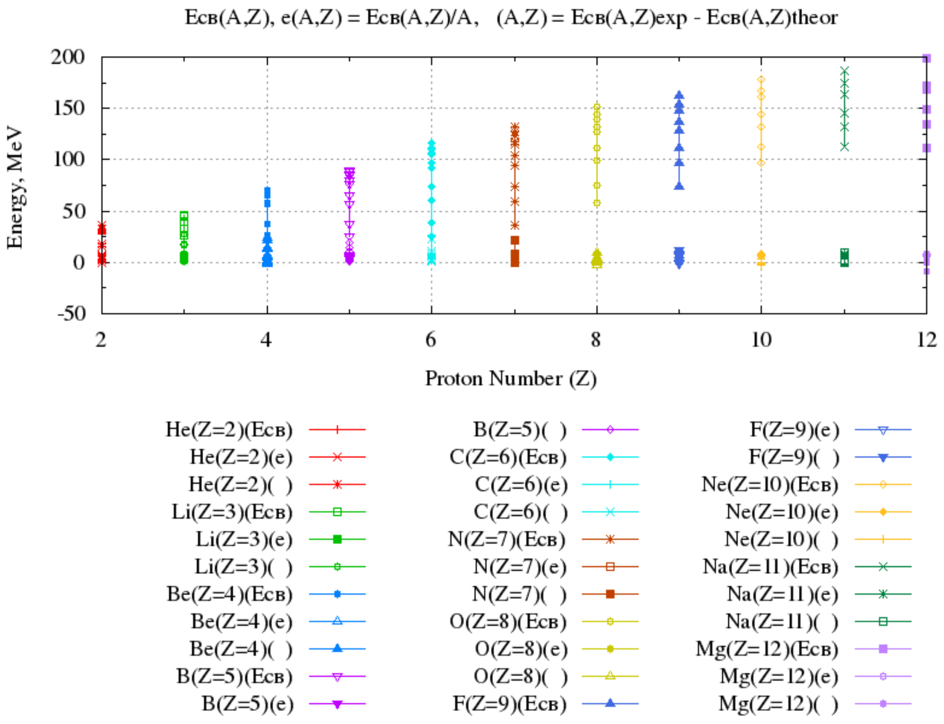
Реакция параметрлері	*Бөлшек*	*Z*	*A*	*Масса,u А.е.м.*
Ядро-нысан	*C*	*6*	*12*	*12,0107*
Атқылаушы бөлшек	*He*	*2*	*4*	*4,002602*
Реакция нәтижесі	*O*	*8*	*16*	*15,999*
Реакция табалдырығы	*0, себебі атқылаушы бөлшектің кез-келген энергиясында бұл реакция мүмкін*			
Реакция энергиясы	*7.16191950503021(0) МэВ*			

Негізі кластерлі құрылымдардың мүмкін болу ықтималдығы жоғары ядролар литий ден магний аралығында жатады, оған себеп осы ядролардың ерекше құрамдарында. Келесі сурет 2 "Nuclear Wallet Cards" программасы негізінде құрылған графикті көрсетеді, және ол графикте литий ден магний ге дейінгі барлық изотоптардың байланыс энергиялары көрсетілген.

Кластерлі ядролардың байланыс энергиялары неғұрлым аз болса, соғұрлым беру реакцияларының ықтималдығы артады. Кластерлер, яғни гелий атомдары, өздерін жеке бір нуклондар іспеттес ұстайды, сондықтан байланыс энергия сол кластерлер арасында пайда болады.

Жалпы ауыр иондардың өзара әрекеттесу механизмін зерделей келе, α-бөлшектермен алмасу реакцияларына көп жағдайларда тек кластерлі ядролар түсе алатындығына көз жеткізе аламыз.

Ауыр иондар үшін (Z> 2) ұшатын бөлшектерге Кулон кедергісі ξ_0 протондарға қарағанда Z есе көп, сондықтан ядроның бір нуклонына келетін ион энергиясы бірнеше Мэв-тан (Z нысанаға қарағанда неғұрлым көп) артық болуы қажет.



Сурет 2. ^{6}*Li -* ^{24}*Mg аралығындағы изотоптардың байланыс энергияларының тәуелділігі*

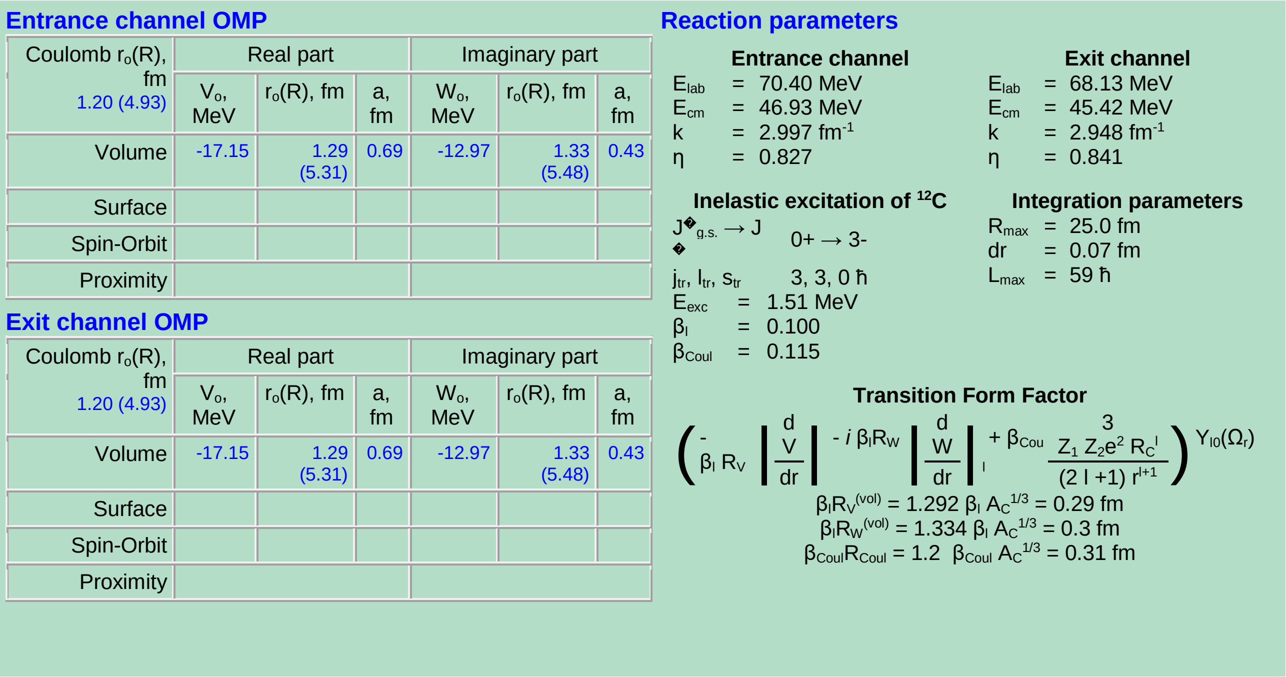
$\xi > 1{,}2\xi_0$ энергиясына ие ауыр иондармен болған ядролық реакцияларда тиімді қимасы:

$$\sigma = \pi R^2 (1 - \xi_0 / \xi) \qquad (3)$$

Мұндағы: $R \approx 1{,}4(A_1^{1/3} + A_2^{1/3})$

Бұл R радиусымен екі зарядталған қара шарлардың соғылуы туралы классикалық ұғымдарға сәйкес келеді. $\xi < \xi_0$ энергиялары кезінде потенциалдық тосқауыл арқылы туннельдік эффект есебінен жүзеге асырылады (туннель әсерін қараңыз).

Тағы шағын эксперимент жүргізіп көрсек, ол үшін арнайы программа арқылы серпімсіз әрекеттесу реакция мәндерін анықтап білуге болады. Ол программаның қысқаша аты NRV. 1-ші теңдеудегі реакцияға жалғастырып, теңдеуді жүргізе береміз. Келесі 3-суретке назар аударайық.



Entrance channel OMP

Coulomb $r_o(R)$, fm 1.20 (4.93)	Real part			Imaginary part		
	V_o, MeV	$r_o(R)$, fm	a, fm	W_o, MeV	$r_o(R)$, fm	a, fm
Volume	-17.15	1.29 (5.31)	0.69	-12.97	1.33 (5.48)	0.43
Surface						
Spin-Orbit						
Proximity						

Exit channel OMP

Coulomb $r_o(R)$, fm 1.20 (4.93)	Real part			Imaginary part		
	V_o, MeV	$r_o(R)$, fm	a, fm	W_o, MeV	$r_o(R)$, fm	a, fm
Volume	-17.15	1.29 (5.31)	0.69	-12.97	1.33 (5.48)	0.43
Surface						
Spin-Orbit						
Proximity						

Reaction parameters

Entrance channel

E_{lab} = 70.40 MeV
E_{cm} = 46.93 MeV
k = 2.997 fm^{-1}
η = 0.827

Exit channel

E_{lab} = 68.13 MeV
E_{cm} = 45.42 MeV
k = 2.948 fm^{-1}
η = 0.841

Inelastic excitation of ^{12}C

J�$_{g.s.}$ → J� 0+ → 3-
j_{tr}, l_{tr}, s_{tr} 3, 3, 0 ħ
E_{exc} = 1.51 MeV
β_l = 0.100
β_{Coul} = 0.115

Integration parameters

R_{max} = 25.0 fm
dr = 0.07 fm
L_{max} = 59 ħ

Transition Form Factor

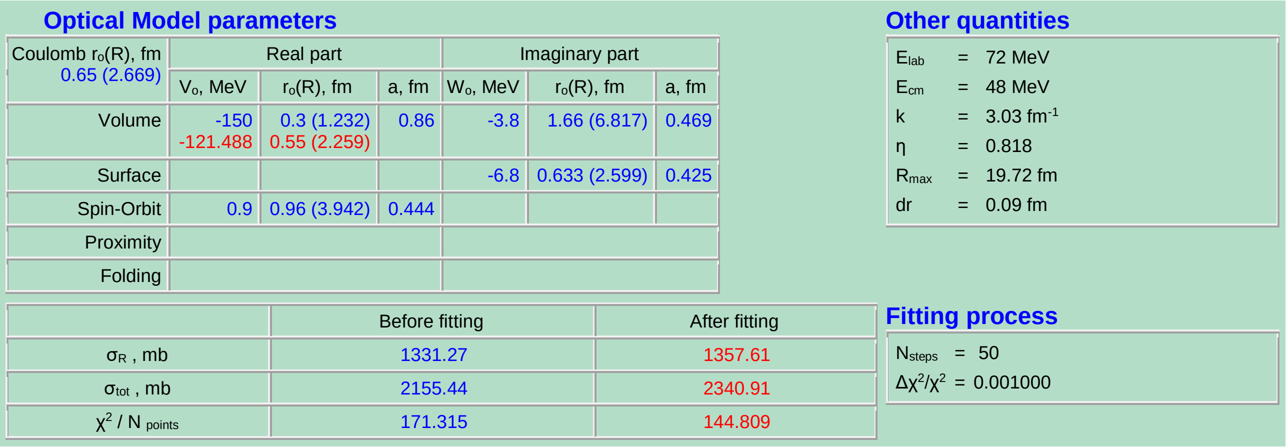
$$\left(-\beta_l R_V \left| \frac{dV}{dr} \right| - i\, \beta_l R_W \left| \frac{dW}{dr} \right|_l + \beta_{Cou} \frac{3\, Z_1 Z_2 e^2 R_C^l}{(2\,l+1)\, r^{l+1}} \right) Y_{l0}(\Omega_r)$$

$\beta_l R_V^{(vol)} = 1.292\ \beta_l\ A_C^{1/3} = 0.29$ fm
$\beta_l R_W^{(vol)} = 1.334\ \beta_l\ A_C^{1/3} = 0.3$ fm
$\beta_{Coul} R_{Coul} = 1.2\ \ \beta_{Coul}\ A_C^{1/3} = 0.31$ fm

Сурет 3. ^{6}Li + ^{12}C реакциясындағы серпімсіз шашырауы (ұжымдық күйдің қозуы)

(1)-ші теңдеуге назар аударсақ, оның серпімсіз екенін байқаймыз, себебі альфа-бөлшегін беру орын алып тұр. Кіру каналы мен шығу каналындағы физикалық параметрлердің сан мәндері шығып тұр. Мысалы потенциал мәні 17, 15 мэв ке тең делінген.

Енді реакция энергиясы ^{6}Li + ^{12}C(3-, 1.51053 MeV) at E_{lab} = 70.4 MeV тең. Жалпы 1-ші реакция серпімдіде болуы мүмкін. Ол 4-ші суретте көрініс табады.



Optical Model parameters

Coulomb $r_o(R)$, fm 0.65 (2.669)	Real part			Imaginary part		
	V_o, MeV	$r_o(R)$, fm	a, fm	W_o, MeV	$r_o(R)$, fm	a, fm
Volume	-150 -121.488	0.3 (1.232) 0.55 (2.259)	0.86	-3.8	1.66 (6.817)	0.469
Surface				-6.8	0.633 (2.599)	0.425
Spin-Orbit	0.9	0.96 (3.942)	0.444			
Proximity						
Folding						

	Before fitting	After fitting
σ_R , mb	1331.27	1357.61
σ_{tot} , mb	2155.44	2340.91
χ^2 / N $_{points}$	171.315	144.809

Other quantities

E_{lab} = 72 MeV
E_{cm} = 48 MeV
k = 3.03 fm^{-1}
η = 0.818
R_{max} = 19.72 fm
dr = 0.09 fm

Fitting process

N_{steps} = 50
$\Delta\chi^2/\chi^2$ = 0.001000

Сурет 4. ^{6}Li + ^{12}C реакциясындағы серпімді шашырауы

Серпімді шашыраудағы бұл жері ядроның оптикалық моделіне негізделіп отыр. Шың тұс және жорамал бөліктегі потенциал мәндері сәйкесінше белгіленген.

Әрекеттесуге дейінгі қима, әрекеттесуден кейінгі қима сандары бар. (3)-ші теңдеуде мысалға қима формуласы тұр, алайда программа бізге қима санын бірден есептеп берді.

Ауыр иондардан (массасы мен заряды α-бөлшектерден үлкенірек) туындаған реакциялар құрамдас ядро механизмі мен тікелей өзара әрекеттесуге тән ерекшеліктерін көрсетеді.

Т< В кезіндегі ауыр иондардағы реакциялардың негізгі үлесі тікелей беру реакцияларына келеді: ауыр ион және нысан-ядро соқтығысу кезінде әрең бір - біріне қатысты жақын әрекеттеседі, соның нәтижесінде бір немесе одан да көп нуклондардың ядроға немесе керісінше ионға берілуі болады. Берілу реакцияларының қималары берілетін нуклондар санының өсуімен азаяды. Берілу реакциялары әдісімен ^{8}Be, ^{7}Li, ^{9}Be, ^{20}C, ^{21}N, ^{24}0 сияқты жеңіл ядролар алынды [2].

(1)-ші теңдеудегі реацияның кіру каналы мен шығу каналындағы мәліметтерге келсек, оныда есептеп шығаруға болады. Кесте-2 ге назар аударсақ.

Кесте 2. $^{12}C + ^{6}Li \rightarrow ^{16}O + ^{2}H$ реациясының элементтерінің кейбір физикалық параметрлерінің мәндері

Физикалық шамалар	*Реакцияның кіру каналындағы элементтер*		*Реакцияның шығу каналындағы элементтер*	
Реакцияның элементтері	^{6}Li	^{12}C	^{16}O	^{2}H
Энергия реакции, Е, Мэв	*5,507*		*6,458*	
Спин, S	*1*	*5/2*	*3/2*	*0*
Е/А, Мэв	*1*		*3,32*	
Элементар радиус, r_0 Фм	*1,22*	*1,16*	*1,16*	*1,22*
Максималды радиус, R_{max}, $R_{max}=r_0A^{1/3}$, ФМ	*30*			

Альфа-бөлшектердің беріліу реакцияларының зерттелуіндегі маңыздылығын қарастырсақ.

Зерттеу әдістеріне келетін болсақ, ол беру реакцияларының жүру механизмдерін зерттеп, теориялық жағынан меңгеру. Қолымызда заманға сай құрылғылар болмағандықтан, басқа осы салада жұмыс істейтін ғалымдардың еңбектіріне негізделеміз.

Кластерлі ядролар не екендігене тоқтала кеткен жөн. Атап айтқанда кластерлерді энергетикалық бөлу шектері мынандай ядроларда ^{7}Be, ^{6} Li, ^{7}Li, ^{11}B , ^{10}B, ^{11}C, ^{12}C және ^{16}O нуклондардың бөліну шектерінен мүлдем төмен. Айқын кластерлік табиғаты тоғыз тұрақты нуклоны бар ^{9}Be, және байланыссыз ядро ^{8}Be – де байқалады.

Беру реакциялары, оның ішінде α-бөлшектерді, реакция каналдары арқылы жүреді. Мысалы, литий жеті басқа ядромен әрекеттескенде, қозған күйге түсу арқылы $^{7}Li \rightarrow ^{4}He + ^{3}He$ осындай реакцияда ыдырап, келесі ядроға α-бөлшетерді(^{4}He) беруі мүмкін.

α-бөлшектерді беру реациялары көп жағдайларда кластерлі бөлшектер арасынды жүретін реакциялар. Гелий атомдары бүтіндей кластерлі элементтерді құраушы бөлшектер. Олар өзара ядролық күштерге қарағанда әлсіз күштермен байланысқан, сол себепті реакция каналдары арқылы гелий атомдарын беру реакциялары мүмкін болып табылады. Бұл мақала осындай реакцияларды түсінуге талпыныс болып табылады.

Альфа-бөлшектермен болатын реакциялар өте көп энергияны қажет етеді, себебі альфа-бөлшек оң зарядталған ион. Берілу реакциялары осы мәселенің шешімі болулары әбден мүмкін. Себебі альфа-бөлшектер туннельдік эффект әсерінен беріліп отыр.

Пайданылған әдебиеттер тізімі:

1 Оглоблин А.А. Кластерная модель ядра [Электрон.ресурс]. – 2016. –URL: https:// bigenc.ru/ physics/text/ 2623111 (Дата обращения: 13.01.2020)

2 Жеребчевский В.И. Тройной кластерный распад // Вест. Санкт-Петербургский государственный университет – 2007. № 4. – С. 16–33.

МРНТИ 30.15.35
УДК 621.01

Е.С. Темирбеков[1], *Г.А. Тукешова*[1]

[1]*Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан*

СТЕРЖНЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНЕРЦИИ

Аннотация

В механических расчетах рычажных механизмов используются модели конечных элементов где инерция движения стержневых звеньев учитывается обычно приведением к центру масс в виде главного вектора сил и главного момента пар сил, а центр масс входит в конечно-элементную модель конструкции механизма в качестве узла. Учет распределенной инерции движения позволяет создавать более точные модели конечных элементов в структурах пространственной связи. Алгебраически суммируя все распределенные инерционные нагрузки, действующие в обоих направлениях, перпендикулярно и вдоль оси звена постоянного сечения, мы можем показать, что их интенсивность изменяется линейно по всей длине звена. Используя этот подход вместе с теоремой Шаля для точки свободного твердого тела в проекциях на движущиеся оси в методе конечных элементов для прямолинейного однородного стержня, мы приходим к более точной модели конечных элементов, учитывающей аналитически распределенную инерцию движения.

Кроме того, мы получили подвекторы в известном матричном соотношении, который связывает обобщенные силы реакции, действующие в точках контакта стержневого элемента, с узловыми обобщенно-упругими движениями. Эти подвекторы включают вес и инерцию распределенного пространственного движения звена.

Ключевые слова: распределенная, инерция, метод конечных элементов, модель, сила, механизм, звено.

Аңдатпа

Е.С. Темирбеков[1], *Г.А. Тукешова*[1]
[1]*Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ИІНТІРЕКТІ СЫРЫҚТЫ МЕХАНИЗМДЕР ҚҰРЫЛЫМЫН ТАРАЛҒАН ИНЕРЦИЯНЫ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП МОДЕЛДЕУ

Иінтіректі механизмдердің механикалық есептерінде сырықты буындардың қозғалыс инерциясы массалар центріне бас күштер векторы және бас момент векторы ретінде, ал массалар центрі түйін түрінде механизм құрылымының шектік элемент моделіне кірумен ескерілетін шектік элемент моделі ретінде кеңінен қолданылады. Таралған қозғалыс инерциясын ескеру құрылымдық кеңістіктік байланыстарда шекті элементтердің нақты моделін құруға мүмкіндік береді. Тұрақты қимадағы перпендикуляр және барлық буын бойында әсер ететін таралған инерциялық жүктемелерді алгебралық қосқанда оның таралу қарқындылығы барлық буынға таралатынын көрсете аламыз. Түзусызықты біртекті сырық үшін шеттік элементтер әдісінде қозғалатын өстердің проекцияларындағы еркін қатты дене нүктелері үшін Шаль теоремасымен қоса осы әдісті қолдана отырып таралған қозғалыс инерциясын аналитикалық ескеретін шекті элементтердің нақты моделіне келеміз. Сонымен қатар біз белгілі матрицалық қатынаста түйіндік жалпылаған серпімді қозғалысымен сырықтық элементтің байланыс нүктелерінде әсер ететін жалпыланған күш реакцияларын байланыстыратын векторшаларды алдық. Бұл векторшалар таралған кеңістіктік буын қозғалысының салмағы мен инерциясын ескереді.

Түйін сөздер: таралған, инерция, шектік элементтер әдісі, модель, күш, механизм, буын

Abstract

ROD MODELING OF STRUCTURES LEVERING MECHANISMS WITH DISTRIBUTED INERTIA

Temirbekov E. [1], *Tukeshova Г.*[1]
[1]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

To reduce inertia of moving links into resultant force and moment vectors and to represent center of mass as node in finite element models are widely-used in mechanical calculations of linkage mechanisms. Considering distributed inertia of motion makes possible to create more precise finite element models in spatial linkage structures. By algebraically summing all the distributed inertial loads acting in both directions, perpendicular and along the axis of a constant cross section link, we can show that their intensity varies linearly along the length of link. Using this approach together with

Chasles theorem for a point of free rigid body in projections onto the moving axes in the finite element method for rectilinear homogeneous rod, we reach to a more precise finite element model considering analytically distributed inertia of motion. Besides, we obtained subvectors in matrix relation which binds the generalized reaction forces acting at the contact points of the rod element with nodal generalized elastic movements. These subvectors includes the weight and inertia of a distributed spatial movement of link.

Keywords: distributed, inertia, finite-element method, model, force, mechanism, link.

В механике машин инерция движения стержневых звеньев учитывается обычно приведением к центру масс в виде главного вектора сил и главного момента пар сил, а центр масс входит в конечно-элементную модель конструкции механизма в качестве узла [1]. Можно создать более точные конечно-элементные модели, аналитически учитывающие распределенную инерцию движения.

Рассмотрим плоскопараллельное движение k-го звена механизма относительно неподвижной системе координат OXY (рис.1) [2].

С началом в точке O введем также систему координат $OX^{'}Y^{'}$, положение которой относительно неподвижной системе координат OXY, определяется углом наклона стержня θ_k. С началом P_k в шарнире, связывающие k-ое звено с ($k-1$)-ым звеном, введем две локальные системы координат. Систему координат $P_k X_k Y_k$ перемещающиеся вместе со связанным шарниром, и с осями остающиеся соответственно параллельным к осям системы координат OXY, а также систему координат $PX_k^{'}Y_k^{'}$ жестко связанным со звеном k.

Пусть k-ое звено механизма с постоянным поперечным сечением, движется плоскопараллельно относительно неподвижной системе координат OXY. И пусть, в некотором мгновенном положении механизма [3], известны θ_k, компоненты ускорения $\overline{w}_{kp}^{x}$ и $\overline{w}_{kp}^{y}$ точки P_k звена kотносительно неподвижной системе координат OXY, $\vec{\omega}_k$, $\overline{\varepsilon}_k$ - соответственно угловые скорость и ускорение звена k с направлениями как показано на рисунке 1.

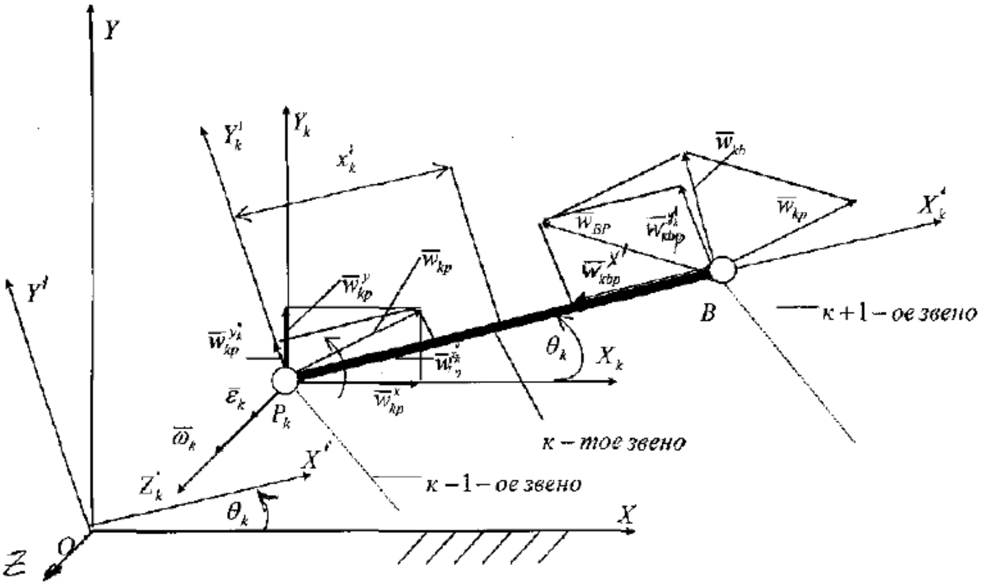


Рисунок 1. Плоскопараллельное движение звена

Определим компоненты вектора ускорений $\overline{w}_{kp}$ относительно системы координат $OX^{'}Y^{'}$ из следующих соотношений:

$$\begin{Bmatrix} w_{kp}^{x'} \\ w_{kp}^{y'} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta_k & \sin\theta_k \\ -\sin\theta_k & \cos\theta_k \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} w_{kp}^{x} \\ w_{kp}^{y} \end{Bmatrix}$$

Величины этих ускорении $\overline{w}_{kbp}^{y'_k}$ и $\overline{w}_{kbp}^{x'_k}$ равны: $w_{kbp}^{y'_k} = l_k \varepsilon_k$, $w_{kbp}^{x'_k} = l_k \omega_k^2$. Компоненты ускорение точки B относительно системы координат $OX'Y'$ в матричной форме имеет вид:

$$\begin{Bmatrix} w_b^{x'_k} \\ w_b^{y'_k} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} w_{kp}^{x'_k} \\ w_{kp}^{y'_k} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} w_{kbp}^{x'_k} \\ w_{kbp}^{y'_k} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta_k & \sin\theta_k \\ -\sin\theta_k & \cos\theta_k \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} w_{kp}^{x} \\ w_{kp}^{y} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -l_k \omega_k^2 \\ l_k \varepsilon_k \end{Bmatrix}.$$

Если поперечные сечения вдоль звена постоянные, тогда действия собственного веса звена можно рассматривать как равномерно распределенную нагрузку по длине звена с интенсивностью $q_{cb}^k = \gamma_k A_k$, где γ_k - удельный вес материала звена k, A_k - площадь поперечного сечение звена k. Из-за необходимости дальнейшего расчета звена, эту нагрузку разложим по двум направлениям, по направлению и перпендикулярно оси звена.

$$\begin{Bmatrix} q_{cb}^{x'_k} \\ q_{cb}^{y'_k} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta_k & \sin\theta_k \\ -\sin\theta_k & abs(\cos\theta_k) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ -q_{cb}^k \end{Bmatrix}$$

От ускорения поступательного движения звена появляются следующие силы инерции: инерционные силы от ускорения $\overline{w}_{kp}^{x'_k}$ будет равно, $q_n^{x'_k} = -\frac{\gamma_k A_k}{g} \overline{w}_{kp}^{x'_k}$, $q_n^{y'_k} = -\frac{\gamma_k A_k}{g} \overline{w}_{kp}^{y'_k}$ где g - ускорения свободного падения твердого тела

От угловой скорости $\overline{\omega}_k$ вращательного движения звена k вокруг полюса P_k, возникают распределенные нагрузки треугольного вида с интенсивностью

$$q_b^{x'_k} = \frac{\gamma_k A_k}{g} \omega_k^2 x'_k,$$

действующие вдоль оси звена.

От углового ускорения вращательного движения звена k, вокруг оси Z'_k проходящий через полюс P_k возникают распределенные нагрузки треугольного вида с интенсивностью

$$q_b^{y'_k} = -\frac{\gamma_k A_k}{g} \varepsilon_k x'_k.$$

Эти нагрузки всегда действуют перпендикулярно к оси звена и направлены противоположно к направлению вектора $\bar{\varepsilon}_k \times \bar{l}_k$.

Алгебраически суммируя все нагрузки, действующие по направлению оси Y'_k (действующие перпендикулярно к оси звена) увидим, что интенсивность суммарной нагрузки меняются по длине звена по линейному закону и определяется с помощью следующего выражение:

$$q_y(x'_k) = a_{kq} + b_{kq} x'_k; \tag{1}$$

где $a_{kq} = -\gamma_k A_k \cos\theta_k - \frac{\gamma_k A_k}{g} w_{kp}^{y'_k}$, $b_{kq} = -\frac{\gamma_k A_k}{g} \varepsilon_k$.

Аналогично суммируя все нагрузки, действующие вдоль оси звена (по направлению оси $X_k^{'}$) увидим, что их интенсивность тоже меняются по длине звена по линейному закону и выражается с помощью следующего уравнение:

$$q_x\left(x_k^{'}\right) = a_{kn} + b_{kn} x_k^{'}; \tag{2}$$

где $a_{kn} = -\gamma_k A_k \sin\theta_k - \frac{\gamma_k A_k}{g} w_{kp}^{x_k^{'}}$, $\quad b_{kn} = \frac{\gamma_k A_k}{g}\omega_k^2$.

Таким образом, интенсивности сил инерции и тяжести стержня имеют вполне определенное аналитическое выражение. Используя их и метод конечных элементов, основанный на прямолинейном стержне [4-6], получим более точные конечно-элементные модели, аналитически учитывающие распределенную инерцию плоскопараллельного движения.

Уравнения равновесия элемента стержня с учетом (1) равны [7-10]:

$$\frac{dN}{dx} + q_x = \frac{dN}{dx} + a_n + b_n x = 0, \quad \frac{dQ_y}{dx} + q_y = \frac{dQ_y}{dx} + a_q + b_q x = 0; \quad \frac{dM_z}{dx} - Q_y = 0; \tag{3}$$

Индексы “k” и «’» для удобства записи не опущены.

Уравнения совместности дефомаций, перемещений и связи деформаций и внутренних усилий для стержней имеют вид:

$$\varepsilon_x = \frac{du}{dx}; \chi = \frac{d\varphi}{dx}; \aleph_y = -\frac{d^2 w_z}{dx^2}; \aleph_z = -\frac{d^2 w_y}{dx^2} \tag{4}$$

$$N = EF\varepsilon_x; \quad M = GJ\chi; \quad M_y = EJ_y\aleph_y; \quad M_z = EJ_z\aleph_z \tag{5}$$

Если длина звена *l* и заданы смещения $u_o, w_{yo}, w_{zo}, u_l, w_{yl}, w_{zl}$ и повороты $\varphi_o, \varphi_{yo}, \varphi_{zo}, \varphi_l, \varphi_{yl}, \varphi_{zl}$, в торцевых сечениях стержня, то решая совместно (3)-(5) относительно упругих перемещений, получим:

$$u = u_o + (u_l - u_o)\frac{x}{l} + \frac{a_n x}{2EF}(x - l) - \frac{b_n x}{6EF}(x^2 - l^2), \varphi = \varphi_o + (\varphi_l - \varphi_o)\frac{x}{l}$$

$$w_y = (1 + \frac{2x^3}{l^3} - \frac{3x^2}{l^2})w_{y_o} + \frac{x^2}{l^2}(3 - 2\frac{x}{l})w_{yl} + x\cdot\left(1 - \frac{x}{l}\right)^2\varphi_{z_o} + \left(\frac{x}{l} - 1\right)\cdot\frac{x^2}{l}\cdot\varphi_{zl} +$$

$$+ \frac{a_q^y}{EJ_z}\cdot\frac{x^2}{24}(l - x)^2 + \frac{b_q^y}{EJ_z}\cdot\frac{x^2}{120}\cdot\left(2l^3 - 3l^2 x + x^3\right)$$

$$w_z = (1 + \frac{2x^3}{l^3} - \frac{3x^2}{l^2})w_{Z_o} + \frac{x^2}{l^2}(3 - 2\frac{x}{l})w_{zl} + x\cdot\left(1 - \frac{x}{l}\right)^2\varphi_{y_o} + \left(\frac{x}{l} - 1\right)\cdot\frac{x^2}{l}\cdot\varphi_{yl}$$

Тогда из (5) с учетом (4) получим:

$$N_l = EF\left[\frac{u_l - u_o}{l} - \frac{a_n l}{2EF} - \frac{b_n l^2}{EF}\right] \quad M_o = \frac{GJ}{l}(\varphi_l - \varphi_o)$$

$$N_o = EF\left[\frac{u_l - u_o}{l} + \frac{a_n l}{2EF} + \frac{b_n l^2}{2EF}\right], \quad M_l = \frac{GJ}{l}(\varphi_l - \varphi_o)$$

$$Q_{yo} = -\frac{6EJ_Z}{l^3}(2w_{yo} + l\varphi_{zo} - 2w_{yl} + l\varphi_{zl}) + \frac{a_q l}{2} + \frac{3b_q l^2}{20}$$

$$Q_{yl} = -\frac{6EJ_Z}{l^3}(2w_{yo} + l\varphi_{zo} - 2w_{yl} + l\varphi_{zl}) - \frac{a_q l}{2} - \frac{7b_q l^2}{20}$$

$$Q_{zo} = -\frac{6EJ_Z}{l^3}(2w_{zo} + l\varphi_{yo} - 2w_{zl} + l\varphi_{yl}), \quad Q_{zl} = -\frac{6EJ_Z}{l^3}(2w_{zo} + l\varphi_{yo} - 2w_{zl} + l\varphi_{yl})$$

$$M_{z0} = \frac{EJ_z}{l^2}(6w_{yo} + 4l\varphi_{zo} - 6w_{yl} + 2l\varphi_{zl}) - \frac{a_q l^2}{12} - \frac{b_q l^3}{30}$$

$$M_{zl} = -\frac{EJ_z}{l^2}(6w_{yo} + 2l\varphi_{zo} - 6w_{yl} + 4l\varphi_{zl}) - \frac{a_q l^2}{12} - \frac{b_q l^3}{20} \quad M_{y0} = -\frac{EJ_z}{l^2}(-6w_{zo} + 4l\varphi_{yo} + 6w_{zl} + 2l\varphi_{zl}),$$

$$M_{yl} = -\frac{EJ_z}{l^2}(-6w_{zo} + 4l\varphi_{yo} + 6w_{zl} + 2l\varphi_{zl})$$

Учитывая положительные направления внешних и внутренних геометрических и силовых факторов:

$$\varphi_{y0} = -\varphi_2^{ij}; \quad \varphi_{yl} = -\varphi_2^{ji}; \quad N_0 = -R_{1N\xi}^{ij}; \quad Q_{y0} = -R_{2N\xi}^{ij}; \quad Q_{z0} = -R_{3N\xi}^{ij};$$

$$M_0 = -R_{1M\xi}^{ij}; \quad M_{y0} = -R_{2M\xi}^{ij}; \quad M_{z0} = -R_{3M\xi}^{ij};$$

а направления остальных факторов совпадают и опуская промежуточные преобразования, получаем основные соотношения равновесия МКЭ для прямолинейного стержня:

$$\begin{Bmatrix} \vec{R}_\xi^{ij} \\ \vec{R}_\xi^{ji} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11}^{ij} & B_{12}^{ij} \\ B_{21}^{ij} & B_{22}^{ij} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \vec{U}_\xi^{ij} \\ \vec{U}_\xi^{ji} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \vec{Q}^{ij} \\ \vec{Q}^{ji} \end{Bmatrix} \tag{6}$$

связывающие обобщенные реактивные силы $\vec{R}_\xi^{ij} = \left[R_{1N\xi}^{ij} R_{2N\xi}^{ij} R_{3N\xi}^{ij} R_{1M\xi}^{ij} R_{2M\xi}^{ij} R_{3M\xi}^{ij}\right]^T$; $\vec{R}_\xi^{ji} = \left[R_{1N\xi}^{ji} R_{2N\xi}^{ji} R_{3N\xi}^{ji} R_{1M\xi}^{ji} R_{2M\xi}^{ji} R_{3M\xi}^{ji}\right]^T$, действующие в узлах стержня с узловыми обобщенными перемещениями $\vec{U}_\xi^{ij} = \left[u_1^{ij} u_2^{ij} u_3^{ij} \varphi_1^{ij} \varphi_2^{ij} \varphi_3^{ij}\right]^T$ и $\vec{U}_\xi^{ji} = \left[u_1^{ji} u_2^{ji} u_3^{ji} \varphi_1^{ji} \varphi_2^{ji} \varphi_3^{ji}\right]^T$. Квадратные подматрицы $\left\lfloor B_{rq}^{ij} \right\rfloor, (r = 1,2; \quad q = 1,2)$ матрицы жесткости $\left[B^{ij}\right]$ стержневого элемента не изменяются, а подвекторы $\vec{Q}^{ij}$ и $\vec{Q}^{ji}$, получают уже с учетом инерции следующий вид (7).

Т.о., определены элементы подвекторов $\vec{Q}^{ij}$ и $\vec{Q}^{ji}$, аналитически учитывающие не только вес, но и распределенную инерцию плоскопараллельного движения стержня:

$$\vec{Q}^{ij} = \begin{Bmatrix} -\frac{a_n l}{2} - \frac{b_n l^2}{2} \\ -\frac{a_q l}{2} - \frac{3b_q l^2}{20} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{a_q l^2}{12} - \frac{b_q l^3}{30} \end{Bmatrix}, \quad \vec{Q}^{ji} = \begin{Bmatrix} -\frac{a_n l}{2} - \frac{b_n l^2}{2} \\ -\frac{a_q l}{2} - \frac{7b_q l^2}{20} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{a_q l^2}{12} + \frac{b_q l^3}{30} \end{Bmatrix} \tag{7}$$

Аналогичным образом рассмотрели пространственное движение k–го стержня относительно неподвижной системы координат $OXYZ$.

Подвекторы $\vec{Q}^{ij}$ и $\vec{Q}^{ji}$ с учетом уравнений равновесия, аналитически учитывающие не только вес, но и распределенную инерцию пространственного движения стержня k определяются следующим образом:

$$\vec{Q}^{ij}=\left\{\begin{matrix} -\frac{a_{kn}l}{2}-\frac{b_{kn}l^2}{2} \\ -\frac{a^y_{kq}l}{2}-\frac{3b^y_{kq}l^2}{20} \\ -\frac{a^z_{kq}l}{2}-\frac{3b^z_{kq}l^2}{20} \\ \frac{ml}{2} \\ \frac{a^z_{kq}l^2}{12}+\frac{b^z_{kq}l^3}{30} \\ -\frac{a^y_{kq}l^2}{12}-\frac{b^y_{kq}l^3}{30} \end{matrix}\right\},\quad \vec{Q}^{ji}=\left\{\begin{matrix} -\frac{a_{kn}l}{2}-\frac{b_{kn}l^2}{2} \\ -\frac{a^y_{kq}l}{2}-\frac{7b^y_{kq}l^2}{20} \\ -\frac{a^z_{kq}l}{2}-\frac{7b^z_{kq}l^2}{20} \\ -\frac{ml}{2} \\ -\frac{a^z_{kq}l^2}{12}-\frac{b^z_{kq}l^3}{30} \\ \frac{a^y_{kq}l^2}{12}+\frac{b^y_{kq}l^3}{30} \end{matrix}\right\} \qquad (8)$$

Т.о., определены элементы подвекторов $\vec{Q}^{ij}$ и $\vec{Q}^{ji}$, аналитически учитывающие вес и распределенную инерцию (8) пространственного движения звена стержневого механизма.

Мы в этой работе получили новые аналитические выражения интенсивности инерционных сил и весов звеньев для двух случаев движения: плоскопараллельного (7) и пространственного (8). Это один из немногих анализов распределенных сил инерции в пространственном механизме, позволяющий достичь оптимального динамического отклика связи на этапе проектирования. Описанная модель была применена для динамического расчета упругих колебаний структуры механизма класса IV с внешней призматической парой.

Полученные результаты позволяют сделать вывод об эффективности предложенного метода, алгоритма и компьютерного программного обеспечения с точки зрения их применения при численном моделировании механизмов упругих колебаний высокого класса.

Наша будущая работа будет заключаться в разработке более точных методов расчета прочности конструкций и жесткости связей. Будет рассмотрен более общий случай, когда узлы соеденения имеют линейно изменяющееся переменное сечение.

Список использованной литературы:

1 Джолдасбеков У.А., Темирбеков Е.С. Некоторые аспекты анализа и синтеза механизмов высоких классов.- Астана: Акмолинский ЦНТИ, 2006.- 299с.

2 Джолдасбеков У.А., Байгунчеков Ж.Ж. Аналитическая кинематика плоских рычажных механизмов высоких классов. -Алма-Ата: изд-во КазГУ, 1980. -101с.

3 Temirbekov Y.S., Baimukhanov S. Designing of Sixlink Mechanism Schemes with the Changeable Contour. Taking into Account Forces Transfer // World Congress on Engineering. London, U.K., 6-8 July, 2011, p.38-43.

4 Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М., «Мир», 1975, 541.

5 Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов / под ред. А.Ф. Смирнова.- М.: Стройиздат, 1982 - 448с.

6 Шапошников Н.Н. и др. Расчет машиностроительных конструкций на прочность и жесткость.- М.: Машиностроение, 1981, 333с.

7 Розин Л.А. Метод конечных элементов в применении к упругим системам. М., Стойиздат, 1977. 132 с.

8 Тер-Эммануильян Н.Я. Численные методы в механике деформируемого твердого тела. Учебное пособие. – Изд-во КазГУ, 1985, 68 с.

9 Темирбеков Е.С. Конечно-элементное моделирование рычажных механизмов. Разработка мобильных подмостей. Монография. – Астана. 2007, 218 с.

10 Фролова О.А. Анализ напряженно-деформированного состояния стержневых элементов конструкции с учетом стат. и динам. воздействий // Вестник Тамбов. унив-а. серия Ест. и тех. науки. — 2016. — Т. 21. — с. 1400– 1404.

ИНФОРМАТИКА. ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ. БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ
ИНФОРМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

МРНТИ 28.23.00
УДК 004.89

EARTHQUAKE TIME PREDICTION WITH MULTI-AGENT SYSTEMS

Abyurova A.A.

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Abstract

This article is devoted to the development of multi-agent systems for predicting the time of earthquakes based on seismic signals. The work uses a dataset from laboratory signals, which used to calculate the time predicted before the next earthquake. The MadKIT platform and the Python programming language are used to build multi-agent systems. The "tsfresh" package is used to calculate a large number of time series characteristics, so-called features, from seismic signals for further use in regression. The article considers one of the regression models - LightGBM. Using it, a set of data was processed and the predicted time of the earthquake was obtained. This article shows the relevance and prospects of the research area, describes the functionality of the created agents.

Keywords: multi-agent system, earthquake prediction, models of prediction, regression models, agents, artificial intelligence.

Аңдатпа

А.А. Абюрова
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

МУЛЬТИАГЕНТТІК ЖҮЙЕЛЕРДІ ПАЙДАЛАНЫП ЖЕР СІЛКІНІСІ УАҚЫТЫН БОЛЖАУ

Берілген мақала сейсмикалық сигналдар негізінде жер сілкіну уақытын болжау үшін мультиагенттік жүйелерді әзірлеуге арналған. Бұл жұмыста зертханалық сигналдар арқылы келесі жер сілкінісі болжанатын уақыт жүзеге асырылатын деректер жинағы қолданылды. Мультиагенттік жүйелерді құру үшін MadKIT платформасы және Python бағдарламалау тілі қолданылды. Деректер жинағы тек екі сипаттамадан құралған соң "Tsfresh" пакеті сейсмикалық сигналдардан қосымша сипаттамаларды есептеп шығаруга септігін тигізді. Алынған нәтижелер ары қарай модельдің бірінде регрессияда қолданылды. Мақалада регрессиялық модельдердің бірі - LightGBM қарастырылған. Оның көмегімен деректер жиынтығы өңделіп, жер сілкінісінің болжамдық уақыты алынды. Бұл мақалада зерттелетін саланың өзектілігі мен келешектегі пайдасы көрсетілген және құрылатын агенттердің функционалы сипатталған.

Түйін сөздер: мультиагенттік жүйе, жер сілкінісін болжау, болжау моделі, регрессиялық модельдер, агенттер, жасанды интеллект.

Аннотация

А.А. Абюрова
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ

Статья посвящена разработке мультиагентных систем для прогнозирования времени землетрясений на основе сейсмических сигналов. В работе используется набор данных из лабораторных сигналов, с помощью которого осуществляется время, прогнозируемое до следующего землетрясения. Для построения мультиагентных систем использована платформа MadKIT и язык программирования Python. Пакет “tsfresh” применен для вычисления большого количества характеристик временных рядов, так называемых признаков, из сейсмических сигналов для дальнейшего использования в регрессии. Рассмотрена одна из регрессионных моделей - LightGBM. С помощью нее обработан набор данных и получено прогнозируемое время землетрясения. В данной статье показана актуальность и перспективность исследуемой области, описан функционал создаваемых агентов.

Ключевые слова: мультиагентная система, прогноз землетрясений, модели прогнозирования, регрессионные модели, агенты, искусственный интеллект.

Introduction

The forecast of an earthquake is one of the topical problems of our time, which has not only scientific, but also serious practical significance. The need for an early solution to the problem of earthquake forecasting is steadily increasing. Current earthquake forecasting scientific studies focus on three main points: when the occasion will happen, where it will happen, and how huge it will be.

In the twentieth century, intensive international attempts were made to solve such a dangerous problem for humanity, but they did not achieve any significant success.

Thus, according to V.I.Keylis-Borok, the existing earthquake prediction systems are able to provide the following highly probable estimates of the accuracy and its characteristics [1]:

a) the place of the upcoming earthquake-hundreds of kilometers;

b) the possible energy of the expected earthquake is six orders of magnitude;

c) implementation time – years.

It is obvious that such a forecast has no practical value. In addition to generating false anxiety, it can also generate false calm. This is what happened in 1989 in California, when a strong earthquake was expected in Parkfield (near the San Francisco in 300km), and it occurred in San Francisco. In recent decades, Geophysics has been dominated by two radically opposite approaches to assessing seismic risk.

The first approach is based on the direct detection method the epicentre of the impending earthquake – deformation-geodetic method, which allows, as suggested by his followers, make an accurate forecast of the hearth and to determine the maximum possible strength of future earthquakes.

The next approach is based on a method for solving inverse problems – from analyzing the behavior of anomalies in various geophysical fields, the so-called anomaly strategy.

Such a strategy for implementing an earthquake forecast is based on the ideas of detecting the hearth and tracking the processes occurring in it by scattered indirect signs – anomalies generated by the preparing hearth in various fields: seismic, deformation, hydrogeological, geochemical and electromagnetic.

Used technologies

The prediction of earthquake as a whole has proven to be a challenge which is essentially impossible. With modern computing resources, machine learning methods and a dramatically narrow focus, however, maybe some progress can be made in this important task. One of the technologies in order to achieve the task is multi agent systems. Multi-agent system – a set of interrelated agents that can interact with each other and the environment, have certain intellectual abilities and the ability to individual and joint actions [2].

MAS has the following characteristics:

- each individual agent does not have enough information or ability to solve the problem, and thus does not have a complete vision of the global task to be completed;
- there is no global control in the system, i.e. there are no agents managing the entire system;
- no centralized data storage;
- agents are at least partially independent;
- limited representation, i.e. none of the agents have an idea of the entire system or the system is too complex for knowledge about it to have practical application for the agent;
- calculations are performed asynchronously [3].

The aim of this work is to predict the timing of laboratory earthquakes using seismic signals. The dataset originates from a notable test set-up used to study physics of the earthquake. There are two parameters in dataset:

- acoustic data - input seismic signal;
- time to failure - remaining time before the next earthquake.

In this project, I consider three agents. First agent formats the data, as our dataset is too large in order to run it on a normal computer. It is going to convert to an appropriate way for use. As we have a dataset that consists of only two features - the seismic signal and the time until the next earthquake, we need to make a prediction when the next earthquake will occur with only one feature, thus we need to pull additional features from the data, which can be used in regression. This is a mission of the second agent. The last agent will predict when the next earthquake will occur according to the model (Figure 1).

The total acoustic data in the training set is shown below. Each of the big spikes represents an earthquake event, and the training set includes around 16 earthquake events. In addition, the training data comprises 630 million perceptions. Orange plotted line is a time to failure.

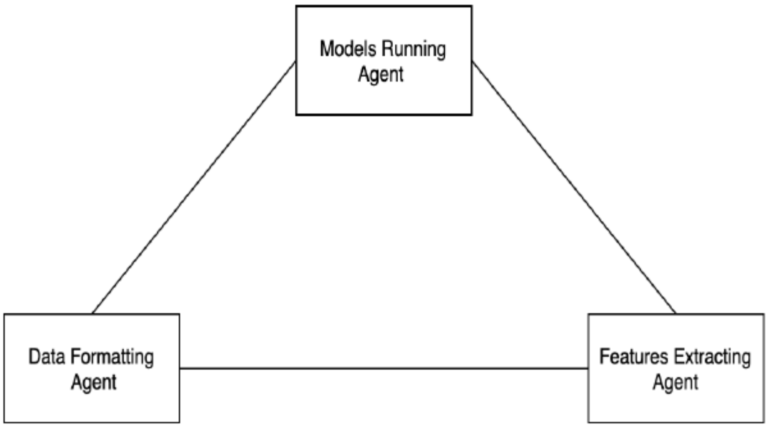


Figure 1. Interactions of agents

As you can see, the time to failure decreases linearly until an earthquake strikes, then resets. The mission of this project is to take a set of 140 000 observations and predict where the orange line could be (Figure 2).

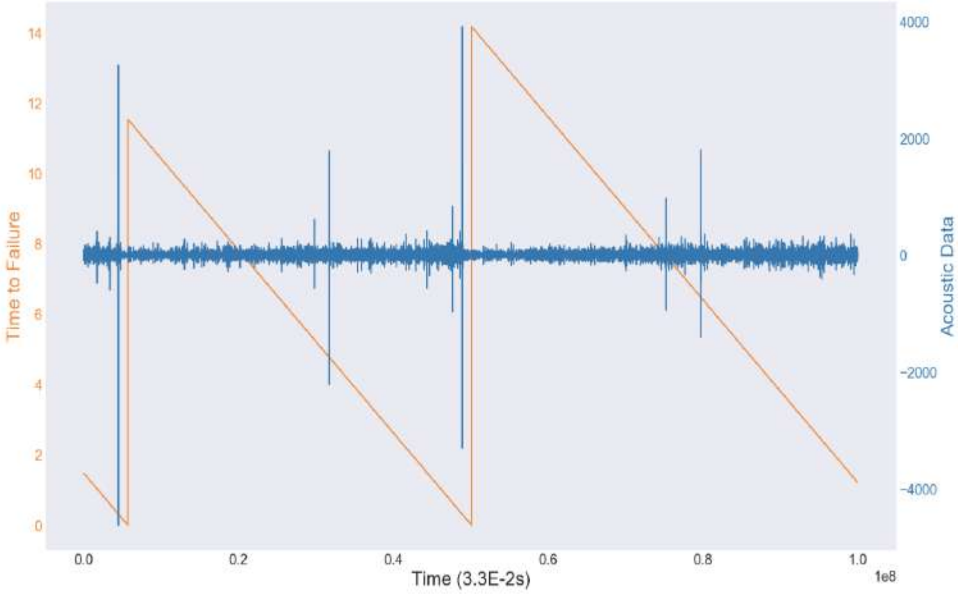


Figure 2. Acoustic data and time to failure.

Featuring extraction and modeling

Once there are only two features available in the dataset, then I have to get additional features. Some of the features are simple aggregate functions such as a segment mean, IQR, standard deviation and so on. However, to get better results, I use more complicated features that are prevalent in the analysis of time series.

For this reason, the “tsfresh” module of BlueYonder Tech will be helpful. This module extracts up to 1100 time series related features. In the table given below shown the formulas of the theory of probability used in method. All with one method only.

Table 1. Statistical features

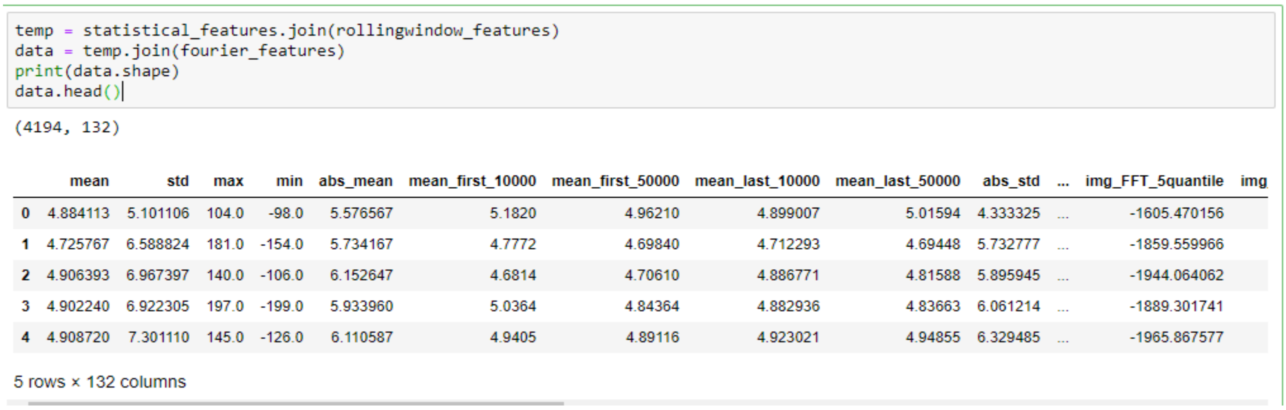
Measure	*Formula*	*Description*
Mean	$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}$ *or* $\overline{x} = \frac{\sum x}{n}$	*The average (mean) value is the sum of all values in the dataset divided by the number of values in the dataset.*

Median	$n+\frac{1}{2}$ *Position*	*The average score for a data set that was ordered by order of magnitude.*
Mode	*None*	*Most frequent*
Standard deviation	$N\sum\lvert x-\mu\rvert 2$	*A measure of the number of changes or variance in a set of values.*
Kurtosis	$\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i-Mn}{Sd}\right)^4$	*It is an indicator that reflects the sharpness of the vertex and the thickness of the tails of a one-dimensional distribution*
Skewness	$\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i-Mn}{Sd}\right)^3$	*An asymmetric distribution can be characterized by the terms*

The structure of the agent for featuring parameters consists from the model and agent classes. Both of them are child classes of generic Mesa classes: Model and Agent.

```
class FeatureParamAgent(Agent):

    def __init__(self, uni_id, mdl):
        super().__init__(uni_id, mdl)
        self.wealth = 1

class FeatureParamModel(Model):
    "A model with certain nmber of agnts."
    def __init__(self, N):
        self.num_agnts = N
        # Create agents
        for i in range(self.num_agnts):
            a = FeatureParamAgent(i, self)
```

The extracted training data demonstrated in the figure 3 below.



```
temp = statistical_features.join(rollingwindow_features)
data = temp.join(fourier_features)
print(data.shape)
data.head()
```

```
(4194, 132)
```

	mean	std	max	min	abs_mean	mean_first_10000	mean_first_50000	mean_last_10000	mean_last_50000	abs_std	...	img_FFT_5quantile	img
0	4.884113	5.101106	104.0	-98.0	5.576567	5.1820	4.96210	4.899007	5.01594	4.333325	...	-1605.470156	
1	4.725767	6.588824	181.0	-154.0	5.734167	4.7772	4.69840	4.712293	4.69448	5.732777	...	-1859.559966	
2	4.906393	6.967397	140.0	-106.0	6.152647	4.6814	4.70610	4.886771	4.81588	5.895945	...	-1944.064062	
3	4.902240	6.922305	197.0	-199.0	5.933960	5.0364	4.84364	4.882936	4.83663	6.061214	...	-1889.301741	
4	4.908720	7.301110	145.0	-126.0	6.110587	4.9405	4.89116	4.923021	4.94855	6.329485	...	-1965.867577	

5 rows × 132 columns

Figure 3. Training data

When all the features are extracted, it is time to start modeling. There are several of the popular regressors that are currently available for the modeling: SVM, OLS, Bagging Regressor, XGBoost, CatBoost, Random Forest, Light Gradient Boost Method. CatBoost and LGBM are more recent, and their tree computing method is slightly different, although I personally found LGBM to be generally the fastest of the three. Above is a list of the features that LGBM determined were most important.

The architecture of multiagent systems looks like as in the figure 4,5 below. The process starts from the input data illustrated in the left side. Seismic detectors receive signals, put through sensor processing and starts the preprocessing level. The preprocessing level load input parameters, then feature more of them. All obtained data stored and used in the next level – modeling. As shown in the figure, user interface is available from the beginning till the end.

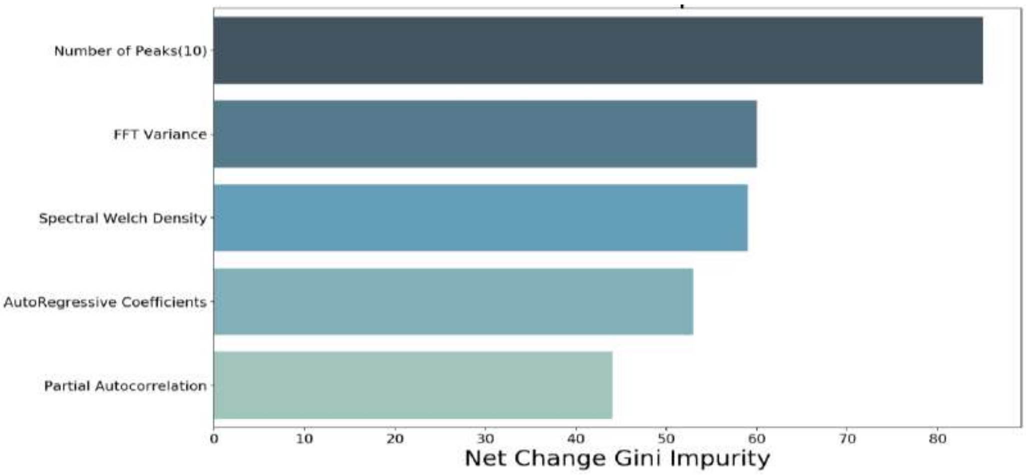


Figure 4. LGBM features

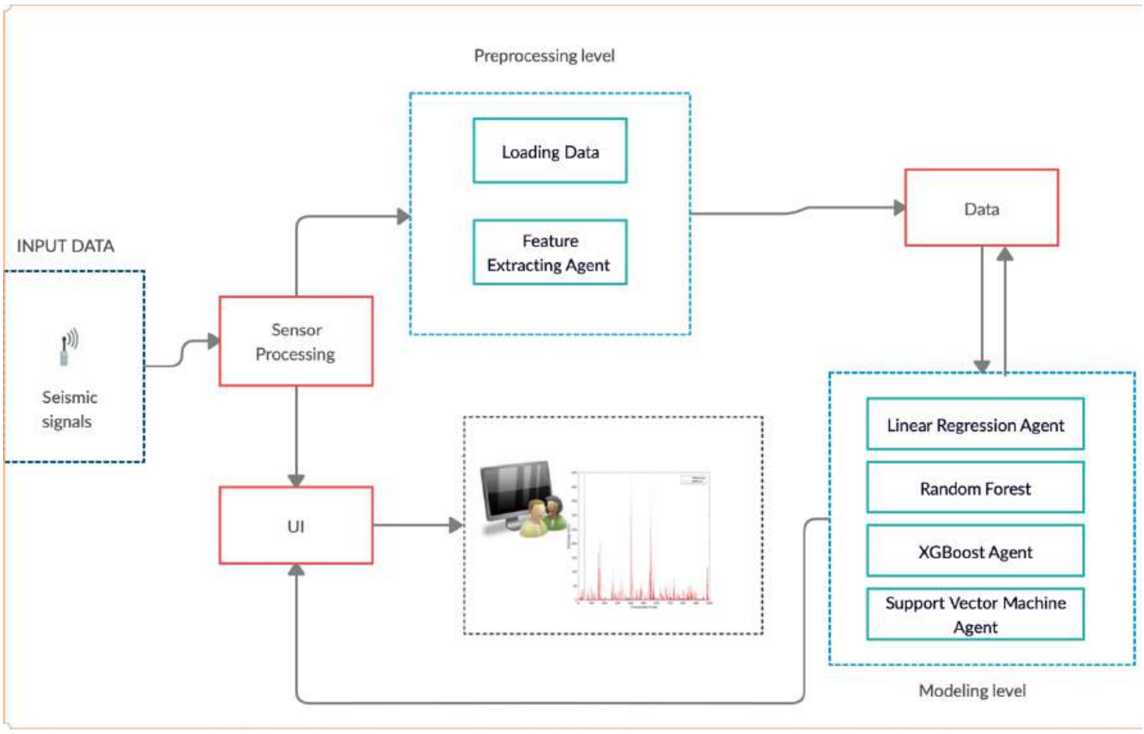


Figure 5. MAS architecture

Conclusion

After running the modelling in LGBM, the pivot score was 2.4175. This is a good result, where the ideal result is 2.26589. LGBM's one of the best advantages was its rapidity in standard computers. In this work, I learnt how to work with huge data – divide into segmentations and build the model. For the future, I plan to use DASK computers, which can easily run many millions of data rows in different regression models in parallel. It allows me to figure out which model suits my project best. Overall, one of the agents will select the model that will give the prediction with the least amount of error.

References:

1 Ferber J. Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.Boston, MAUnited States, 1999 pp 88-90.

2 Wooldridge M. An Introduction to Multiagent Systems, John Wiley & Sons Ltd Baffins Lane Chichester, England, 2002 pp 36-40.

3 Minayev V.A., Fadeev A.O. and Abramova A.V. Mathematical modeling of seismic risks, Earth Sciences and related environmental Sciences, 2013 pp 63-68.

МРНТИ 14.35.07
УДК 378.14

Е.В. Артыкбаева[1]*, Ж.Ш. Бактыбаев*[2]*, Ж.М. Тусубаева*[3]*, А.Ж. Арыстанова* [1]

[1]*Научный центр информатизации, г. Алматы, Казахстан*
[2] *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*
[3]*Университет иностранных языков и деловой карьеры, г. Алматы, Казахстан*

ГОТОВНОСТЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация

В статье рассматривается проблема подготовки преподавателей вузов к реализации дистанционных образовательных технологий в высшем профессиональном образовании. Дистанционные образовательные технологии имеют огромный потенциал в повышении качества и доступности профессионального образования. Актуальность дистанционных образовательных технологий (ДОТ) в Казахстане приобрела особое значение в связи с приостановлением заочного обучения с 1 января 2019 года. Эффективность ДОТ зависит от степени реализации нормативно-правового обеспечения, инфраструктуры, программного обеспечения, цифрового образовательного контента, но главным фактором является готовность профессорско-преподавательского состава к их применению. Преподаватели должны знать сущность и основные принципы применения ДОТ в высшем образовании, современные платформы для применения ДОТ; уметь создавать собственные онлайн-курсы и другие цифровые образовательные ресурсы.

Ключевые слова: цифровизация, дистанционные образовательные технологии, высшее образование, готовность преподавателей.

Abstract

READINESS OF TEACHERS TO INTRODUCE REMOTE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION

Artykbayeva E.V. [1]*, Baktybayev Zh.Sh.*[2]*, Tusubayeva Zh. M.*[3] *, Arystanova A.Zh.* [1]
[1]*Scientific Center of Informatization, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*
[3]*The University of Foreign Languages and Professional Career, Almaty, Kazakhstan*

The article discusses the problem of training university teachers to implement distance-learning technologies in higher professional education. Distance learning technologies have great potential in improving the quality and accessibility of vocational education. The relevance of distance education technologies (DET) in Kazakhstan has gained particular importance in connection with the suspension of distance learning from January 1, 2019. The effectiveness of DET depends on the degree of implementation of regulatory support, infrastructure, software, digital educational content, but the main factor is the willingness of the faculty to use them. Teachers should know the essence and basic principles of the use of DET in higher education, modern platforms for the use of DET; вe able to create own online courses and other digital educational resources.

Keywords: digitalization, distance educational technologies, higher education, teacher readiness.

Аңдатпа

ЖОҒАРЫ БІЛІМ БЕРУДЕГІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУГЕ ОҚЫТУШЫЛАРДЫҢ ДАЯРЛЫҒЫ

Е.В. Артыкбаева [1]*, Ж.Ш. Бактыбаев* [2]*, Ж.М. Тусубаева* [3]*, А.Ж. Арыстанова* [1]
[1]*Ғылыми ақпараттандыру орталығы, Алматы қ., Қазақстан,*
[2] *әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[3]*Шет Тілдер және Іскерлік Карьера Университеті, Алматы қ., Қазақстан,*

Осы мақалада жоғары кәсіби білім берудегі қашықтықтан оқыту технологияларын енгізуге университет оқытушыларын даярлау мәселесі қарастырылады. Қашықтықтан оқыту технологиялары кәсіптік білімнің сапасы мен қол жетімділігін арттыруда үлкен әлеуетке ие. Қазақстандағықашықтан оқыту технологияларының (ДОТ) өзектілігі 2019 жылдың 1 қаңтарынан бастап сырттай оқытуды тоқтата тұруға байланысты ерекше маңызға ие болды. ДОТ тиімділігі нормативтік-құқықтық қамтылудың жүзеге асыру дәрежесіне, инфрақұрылымына, бағдарламалық қамтамасыз етілуіне, цифрлық білім беру мазмұнына байланысты, бірақ басты факторы профессорлық-оқытушылық құрамымен оларды пайдалануға даярлығы болып табылады. Оқытушылар жоғары білім беруде ДОТ қолданудың мәні мен негізгі принциптерін, ДОТ қолдану үшін заманауи платформаларды білуі керек; өзіндік онлайн курстар мен басқа да сандық білім беру ресурстардыжасай білу.

Түйін сөздер: цифрландыру, қашықтықтан оқыту технологиялары, жоғары білім, оқытушылардың даярлығы.

В XXI веке одной из доминирующих тенденций развития информационного общества является глобальная информатизация и цифровизация.

Государственная политика цифровизации Республики Казахстан с начала 2000 гг. характеризуется принятием ряда документов: «Программа развития «электронного правительства» РК на 2008-2010 гг.», «Программа снижения информационного неравенства на 2007-2009 гг.», Закон РК «Об информатизации» (2015), Государственная программа «Цифровой Казахстан» (2017) и др.

В этих документах констатируется, что наше государство взяло курс на строительство информационного общества, а цифровизация экономической и социальной сфер человеческой деятельности, сферы науки, культуры, образования, здравоохранения и т.д. играет чрезвычайно важную роль в жизни государства как важнейшее условие развития качественно новых социально-экономических отношений, условие обеспечения безопасности страны и ее национальных интересов в глобализованном мире.

В Посланиях Первого Президента страны Н. А. Назарбаева народу Казахстана поставлены задачи для успешной адаптации республики в новом мире – мире Четвертой промышленной революции — за счет повсеместной цифровизации экономики. Первым приоритетом названа ускоренная технологическая модернизация экономики: «… Мы должны культивировать новые индустрии, которые создаются с применением цифровых технологий. Это важная комплексная задача. Необходимо развивать в стране такие перспективные отрасли, как 3D-принтинг, онлайн-торговля, мобильный банкинг, цифровые сервисы, в том числе в здравоохранении и образовании» [1].

Курс Казахстана на развитие цифровой экономики продолжил и Президент РК К.-Ж.Токаев, который в своем Послании народу Казахстана поставил задачу «усилить лидерство в регионе по уровню развития инфокоммуникационной инфраструктуры. Правительству предстоит адаптировать законодательство под новые технологические явления: 5G, «Умные города», большие данные, блокчейн, цифровые активы, новые цифровые финансовые инструменты» [2].

Образование и наука являются основными факторами развития социально-экономического капитала страны. Перед высшим профессиональным образованием ставится цель формирования такой личности специалиста, которая обладала бы готовностью к непрерывному самообразованию, к самостоятельному поиску новой информации и саморазвитию на протяжении всей жизнедеятельности, повышающей их способность к адаптации в изменяющихся условиях общественного производства и конкурентоспособности на рынке труда. Решение поставленных задач требует развития инноваций в образовании –интеграции педагогических и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Цифровизация образования включена в состав наиболее приоритетных научно-технических программ всех промышленно-развитых стран мира. В заявлении Европейской комиссии говорится: «Цифровые технологии могут повысить эффективность ресурсов за счет масштабируемости, расширения доступа большего числа людей (например, через массовые открытые онлайн-курсы и другие открытые образовательные ресурсы) при меньших затратах за счет автоматизации или разгрузки преподавателей от более рутинных задач. ИКТ могут быть использованы для стимулирования более творческих и инновационных методов обучения (в том числе персонифицированного обучения и обучения в сотрудничестве), они имеют потенциал для облегчения взаимодействия, обмена и доступа к учебным ресурсам» [3].

Эффективность дистанционного обучения и дистанционных образовательных технологий доказывается многими отечественными и зарубежными исследователями [4-13 и др.]. На сегодняшний день 81% вузов США предлагает, как минимум один курс дистанционного обучения, при этом 67% всех учебных заведений США считают дистанционное обучение стратегически важным направлением своего развития. Сравнение эффективности дистанционного обучения с аудиторным, проведённое в США на основе данных опроса преподавателей вузов, показало, что 57% преподавателей считают результаты дистанционного обучения сопоставимыми или даже превосходящими результаты традиционных занятий, а 33% опрошенных преподавателей считают, что в ближайшие годы результаты дистанционного обучения смогут превзойти результаты аудиторного [7].

Для нашей республики дистанционное обучение имеет особую социальную значимость. В Казахстане вузы сосредоточены преимущественно в крупных городах, где имеются высококвалифицированные преподавательские кадры, в то время как значительная часть населения проживает в населенных пунктах, удаленных от областных и районных центров. По состоянию на 1 августа 2018 года, заочное образование получали 84 тысяч человек. Однако, по данным МОН РК, студенты, обучающиеся на заочной форме обучения, осваивали всего 65% от того объема, который давался студентам очных отделений. Альтернативой заочной форме обучения предлагается применение дистанционных образовательных технологий (ДОТ), что обеспечит изучение 100% объема кредитов по соответствующим программам согласно Государственному общеобязательному стандарту высшего образования.

За счет применения ДОТ возможно также решение проблемы инклюзивного образования и социализации людей с особыми образовательными потребностями. В настоящее время в Казахстане проживают 690 тысяч лиц с инвалидностью, из них трудоспособного возраста – 424 тысяч человек, детей до 18 лет – 89 тысяч [15]. Большинство из них ограничены в доступе к качественному образованию, не могут посещать школы, колледжи и вузы, поэтому остаются невостребованными в казахстанском обществе, хотя и обладают высоким интеллектуальным потенциалом, способны принести ощутимую пользу. Как известно, многие страны обладают значительным опытом вовлечения в активную трудовую деятельность миллионов людей с ограниченными возможностями, используя для их обучения возможности ИКТ [11]. Перед нами стоит задача – уменьшить дефицит доступа к знаниям, предоставить молодежи возможность получить полноценное высшее профессиональное образование независимо от места проживания.

Эффективность дистанционных образовательных технологий в системе высшего профессионального образования напрямую зависит от готовности профессорско-преподавательского состава (ППС) к их реализации. С точки зрения личностно-деятельностного подхода, готовность – первичное условие выполнения любой деятельности. Проблемы формирования готовности педагогов к использованию ИКТ и ДОТ в своей профессиональной деятельности в Казахстане рассматривались Е.В. Артыкбаевой, Е.Ы. Бидайбековым, Д.М. Джусубалиевой, Г.Б. Камаловой, А.К. Мынбаевой, Г.К. Нургалиевой, А.И. Тажигуловой, С.И. Ферхо, Б.Ж. Шариповым и др. Однако до сих пор вопрос подготовки преподавателей к профессиональной деятельности в условиях ДОТ продолжает оставаться острым.

На наш взгляд, преподаватели вуза должны знать сущность и основные принципы применения ДОТ в высшем образовании, виды цифрового образовательного контента для реализации ДОТ, современные платформы для применения ДОТ; уметь использовать ту или иную систему дистанционного обучения, создавать собственные онлайн-курсы и другие цифровые образовательные ресурсы, использовать форумы, блоги, порталы и другие инструменты для онлайн- и офлайн-консультаций студентов и профессионального общения с коллегами. В то же время уровень сформированности таких знаний и умений оставляет желать лучшего.

Нами было опрошено 128 преподавателей различных вузов таких городов, как Нур-Султан, Алматы, Аркалык, Атырау, Жесказган, Караганда, Кокшетау, Петропавловск, Семей, Уральск, Усть-Каменогорск, Шымкент, Экибастуз. Безусловно, наше исследование не претендует на исчерпывающее рассмотрение данной проблемы, однако позволяет отразить текущее состояние использования ДОТ в высшем образовании и выявить больные места.

Из 128 опрошенных 38,3% (49 человек) ответили, что уже применяют ДОТ в своей профессиональной деятельности, но нуждаются в дополнительной теоретической и практической подготовке. Имеют общее представление об этой теме, но еще не работали и хотели бы изучить ее для использования на практике59 человек (46,1%). Не имеют конкретных знаний по данной теме, но хотели бы их получить и использовать в своей деятельности 20 человек (15,6%). Таким образом, почти две трети преподавателей, по их собственной оценке, пока не готовы в полной мере применять ДОТ из-за отсутствия должных знаний и навыков.

Основой применения ДОТ в обучении для преподавателей в первую очередь является элементарная компьютерная грамотность – уверенное владение основными офисными приложениями (Word, Excel, Power Point) и Интернет. Мы предложили респондентам оценить свой уровень владения навыками работы на компьютере в баллах: 5 – высокий, 4 – выше среднего, 3 – средний, 2 – ниже среднего, 1 – низкий. Отрадно, что большинство педагогов уже уверенно владеют компьютером. Так, свое умение работать с текстовым редактором Word на высоком уровне оценили 82 преподавателя (64,1%), на уровне выше среднего – 31 человека (25%), на среднем – 14 (10,9%). Нет преподавателей, которые бы не имели таких навыков. Умеют создавать презентации в Power Point на высоком уровне 59 преподавателей (46,1%), на уровне выше среднего – 43 человека (33,6%), на среднем – 21 человек (16,4%), ниже среднего – 2 (1,6 %), на низком уровне – всего 3 преподавателя (2,3%). Умение работать в сети Интернет (пользоваться e-mail, сетевыми сообществами, образовательными ресурсами и др.) на высоком уровне оценили 78 преподавателей (60,9%), на уровне выше среднего – 32 человек (25%), на среднем – 14 (10,9%), ниже среднего – 4 человека (3,1 %). Несколько хуже, но ненамного, преподаватели владеют табличным процессором Excel: на высоком уровне с ним работает 41 преподаватель (32%), на уровне выше среднего – 36 человек (28,1%), на среднем – 38 человек (29,7%), ниже среднего и на низком уровне 13 человек (10,2%). Эти результаты показывают нам, что предпосылки для активного применения ДОТ в очном обучении со стороны компьютерной грамотности преподавателей имеются: в среднем почти 80 % преподавателей владеют компьютером на уровне выше среднего.

Согласно Правилам организации учебного процесса по дистанционным образовательным технологиям в редакции приказа Министра образования и науки РК от 05.06.2019 № 259, реализация ДОТ осуществляется по телевизионным, сетевым и кейс-технологиям. В настоящее время практически все вузы реализуют *сетевые* технологии, что подразумевает использование различных сетевых систем управления обучением (Learning Management System) или сервиса через облачные вычисления. Вузы могут сами выступать разработчиками данных систем или использовать платформы сторонних организаций. Наиболее распространенными СДО в мире считаются Moodle, Canvas, GoogleClassroom, iSpringLearn и др.

Как показало наше исследование, среди преподавателей казахстанских вузов наибольшей популярностью пользуется система Moodle. Ее преимущество в том, что она предоставляет самый гибкий набор инструментов для поддержки смешанного обучения и ДОТ. Поскольку Moodle работает с открытым исходным кодом, его можно настроить любым способом с учетом конкретных потребностей вуза. Постоянное совершенствование пользовательского интерфейса делают Moodle простым в освоении и использовании. Тем не менее знает о данной системе и применяет систематически всего 15 преподавателей (11,7%), применяет ее отдельные элементы 25 опрошенных (19,5 %). В то же время 88 преподавателей (68,8%) не слышали о ней и никогда не применяли.

Что касается других упомянутых СДО, то Google Classroom применяет систематически всего 7 преподавателей (5,5%), а эпизодически или ее элементы – 21 опрошенных (16,4 %). iSpringLearn применяет систематически 7 человек (5,5%), так же, как и ее элементы 7 опрошенных (5,5 %).97,7% (125 человек) ничего не слышали о такой популярной бесплатной платформе с открытыми кодами, как Canvas, ее элементы применяют всего 3 опрошенных (2,3 %).

Преподаватели также назвали такие СДО, как Edmodo, которую применяют эпизодически 6 человек (4,7%); отечественные платформы: Platonus – 9 человек (7%), Univer – 5 человек (3,9%), TUS 2.0 – 1 (0,8%). Как показала практика, данные отечественные системы предназначены больше для обеспечения административно-управленческих функций, нежели чем реализации процесса обучения как такового.

Также требованием сегодняшнего дня является применение в высшем образовании массовых открытых онлайн-курсов (МООК), которые реализуются на собственных или на других онлайн-платформах, утвержденных вузом. Массовый открытый онлайн-курс (МООК) – обучающий курс с массовым интерактивным участием и открытым доступом через Интернет. В качестве дополнений к традиционным материалам учебного курса, таким как видео, чтение и домашние задания, МООК дают возможность использовать интерактивные форумы пользователей, которые помогают создавать и поддерживать сообщества студентов и преподавателей. Как отмечают исследователи, МООК обладают значительным потенциалом в развитии доступного и качественного профессионального образования [4, 6, 10, 14 и др.]. На платформах МООК размещаются лучшие программы обучения мирового уровня, разработанные ведущими университетами и компаниями.

К сожалению, осведомленность наших преподавателей о зарубежных платформах МООК оказалась крайне низкой. Так, о платформе Coursera, пользователями которой являются более 45 миллионов человек за рубежом, знали всего 23 человека из опрошенных, что составляет всего 18 %, из них систематически применяет эту платформу только 8 педагогов (6,3%), а эпизодически – 15 (11,7 %).

О такой популярной за рубежом платформе, как Khan Academy слышали 12 преподавателей (9.4%), только 1 из них применяет эту платформу постоянно (0,8%), а 11 обращаются к ней эпизодически (8,6%). Futurelearn применяют только 6 человек (4,7 %), SkillAcademy – 5 человек (3,9%), Udacity эпизодически используют только 4 человека (3,1%). 1 преподаватель использует платформу Edx.

Лидером среди казахстанских университетов по внедрению МООС является Казахский национальный университет им. аль-Фараби. С 2014-2015 учебного года Центр дистанционного образования КазНУ им. аль-Фараби совместно с профессорско-преподавательским составом начал работу по созданию МООК, в настоящее время функционирует их собственная платформа МООК на основе системы Open edX: http://open.kaznu.kz. Однако о данной платформе хорошо осведомлены и применяют систематически только 8 (6,3%), время от времени – 4 опрошенных (3,1 %), не знали о ней 116 преподавателей из опрошенных, что составляет 90,6%.

В 2016 году двенадцать вузов РК подписали «Соглашение об образовании Консорциума по сетевой форме реализации образовательных программ с использованием онлайн курсов», согласно которому разработана Национальная платформа открытого образования (НПОО) - http://moocs.kz/. Современная платформа «Открытое образование» предлагает онлайн-курсы по базовым дисциплинам бакалавриата, изучаемым в вузах Казахстана. В настоящее время партнерами НПОО являются 25 вузов РК. Однако эту платформу никто из опрошенных не указал, как и платформу «Открытый университет Казахстана» https://openu.kz/. Таким образом, в среднем более 90 % преподавателей из опрошенных никогда ничего не слышали ни о каких платформах МООК – ни зарубежных, ни отечественных.

Дистанционные образовательные технологии реализуются с проведением учебных занятий в режиме «on-line» и «off-line».Учебные занятия в режиме «on-line» предусматривают процесс учебного взаимодействия участников образовательного процесса в режиме реального времени с применением цифровых технологий (вебинары, видеоконференция), что требует от преподавателей уверенноговладения соответствующими приложениями: Skype, ZOOM, TrueConf, Microsoft NetMeeting и т.п. Наибольшей популярностью у преподавателей для общения со студентами на расстоянии пользуется программа Skype, которую знают и систематически применяют 35 человек (27,3%), а эпизодически – 10 опрошенных (7,8 %).Приложение ZOOM систематически применяет 7 преподавателей (5,5%), эпизодически – 8респондентов (6,3 %). TrueConf и Microsoft NetMeeting эпизодически используют 8 (6,3 %) и 13 опрошенных (10,2 %) соответственно. Также для общения и проведения вебинаров преподаватели используют CommFort, на который указали 3 человека, по одному человеку назвали приложения AdobeConnect, CiscoWebEx, YouTube, MirapolisVirtualRoom, ClickMeeting. Можно сделать вывод, что уровень владения преподавателями инструментами организации взаимодействиясо студентами и коллегами низок, так как в среднем 87 % опрошенных не знали о них и ими не пользовались.

Учебные занятия в режиме «off-line» предусматривают процесс учебного взаимодействия, при котором общение преподавателя и обучаемого проходит асинхронно, когда студент самостоятельно изучает цифровой образовательный контент, предоставленный вузом, выполняет задания, с последующей сдачей рубежного и (или) итогового контроля). Контентное обеспечение является системообразующим компонентом учебного процесса с использованием ДОТ. Казахстанские преподаватели имеют определенный опыт в разработке различных видов цифрового образовательного контента, на что указал51 человек, что составляет почти 40 %. В то же время 77 преподавателей (60,2%) не имеют собственных разработок.

Ровно половина опрошенных – 64 преподавателя – пользуются образовательными ресурсами сети Интернет 50%, из них систематически – 17 человек (13,3 %), эпизодически– 47 респондентов (36,7 %). Соответственно вторая половина Интернет-ресурсы не использует.

Таким образом, из проведенного исследования можно сделать вывод, что готовность профессорско-преподавательского к применению ДОТ остается все еще низкой. Налицо явное противоречие: с одной стороны, большинство преподавателей уверенно владеют компьютером и основными офисными приложениями, с другой стороны – обладают крайне низкой осведомленностью о платформах МООК, о системах дистанционного обучения и других инструментах, реализующих ДОТ.

Очевидно, что готовность преподавателей к применению ДОТ является одним из серьезнейших факторов инновационного развития современного профессионального образования. В современных вузах должны работать высококвалифицированные преподаватели, хорошо знающие педагогические и технические возможности ДОТ, владеющие системами дистанционного обучения и технологиями дистанционного взаимодействия со студентами и коллегами.

Назрела острая необходимость в кратчайшие сроки ликвидировать пробелы в методической подготовке ППС в области применения ДОТ, для чего в массовом порядке требуется проводить курсы повышения квалификации «Дистанционные образовательные технологии в высшем образовании».

В связи тем, что цифровые технологии постоянно модернизируются, появляются различные технологические новинки, требующие от педагогов их освоения, мониторинг профессионального уровня преподавателей в области применения ДОТ и повышение их квалификации необходимо проводить регулярно. Безусловно, требуется доработка и нормативно-правовой базы – в частности, продумать и разделить функции и нормы времени преподавателя-тьютора и преподавателя-разработчика цифрового контента, продумать вопросы мотивации и распределения учебной нагрузки преподавателей вузов, задействованных в реализации ДОТ и др.

Таким образом, готовность ППС к применению ДОТ является необходимой предпосылкой успешной реализации и эффективности дистанционного обучения. Решение проблемы подготовки преподавателей вузов к применению ДОТ будет способствовать более широкому использованию их высокого потенциала в казахстанском образовании, что в свою очередь позволит обеспечить более высокое качество и доступность высшего профессионального образования для широких слоев населения.

Список использованной литературы:

1 Послание Первого Президента РК Н. Назарбаева народу Казахстана от 31 января 2017 года «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность».

2 Послание Президента РК К.Ж. Токаева народу Казахстана от 2 сентября 2019 года «Конструктивный общественный диалог – основа стабильности и процветания Казахстана».

3 Education and Training Monitor // European Commission, 2013.

4 Андреев А.А. Российские открытые образовательные ресурсы и массовые открытыедистанционные курсы. // Высшее образование в России. – 2014. – № 6. – С. 150-155.

5 Джусубалиева Д.М. Теоретические основы формирования информационной культуры студентов в условиях дистанционного обучения: дисс. ... д.пед.н. — Алматы, 1997.

6 Джусубалиева Д.М., Шарипов Б.Ж. Этапы создания и реализации МООК для организации дистанционного обучения: Учебно-методическое пособие. – Алматы: КазУМОиМЯ им. Абылай хана, 2018.

7 Достоинства и недостатки дистанционного обучения // Информационный сайт «Образование: пути к успеху». http://www.obrazovanieufa.ru/Vuz/Dostoinstva_i_nedostatki_distantsionnogo_obucheniya.htm (дата обращения: 27.01.2020 г.).

8 Иванченко Д. А. Системный анализ дистанционного обучения: монография. — М.: Союз, 2005.

9 Kats, Y. Learning Management System Technologies and Software Solutions for Online Teaching: Tools and Applications: Tools and Applications. — Information Science Reference, 2010.

10 Kim J. Why Every University Does Not Need A MOOC — URL: http://www.insidehighered.com/blogs/technology-and-learning/why-every-university-does-not-need-mooc

11 Nurgalieva G., Artykbayeva Y. Content Provision for Information and Educational Environment in the Republic of Kazakhstan // ICT in Teacher Education: Policy, Open Educational Resources and Partnership : Proceedings of International Conference IITE-2010. – UNESCO, 2011 – С. 112-117.

12 Теория и практика дистанционного обучения / под ред. Е. С. Полат. — М.: Академия, 2004.

13 Тусубаева Ж.М. Методика организации дистанционной формы обучения в системе высшего профессионального образования: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.08. – Алматы, 2004.

14 Уваров А. Ю. Зачем нам эти Муки // Информатика и образование. – № 9 (268). –2015. – С.3-18.

15 Более 230 млрд тенге направлено на поддержку инвалидов – Минтруда. 14 Октября, 2019 17:53 - Режим доступа: https://strategy2050.kz/ru/news/bolee-230-mlrd-tenge-napravleno-na-podderzhku-invalidov-mintruda/(дата обращения: 27.01.2020 г.).

МРНТИ 14.35.07
УДК 373 (072)

Ж.Қ. Астамбаева[1]*, Ә.Е. Жұмабаева*[1]

[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

БОЛАШАҚ БАСТАУЫШ СЫНЫП МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ АЛГОРИТМДІК САУАТТЫЛЫҒЫН ДАМЫТУ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа

Қазіргі кибернетика заманында болашақ бастауыш сынып мұғалімдері күнделікті өмірде қолданып жүрген алгоритмдерін бастауыштың оқыту үдерісінде де шығармашылықпен қолдануға үйренулері тиіс. Бастауыш сынып математика сабақтарында қарастырылатын әр түрлі жаттығуларды орындату барысында болашақ маман айқын түрде берілген алгоритмдерді өзі қолдана алып, оқушыларға сауатты білім беруде жүзеге асыра алулары тиіс.

Бастауыш сынып математикасында айқын емес түрде берілетін алгоритмдер, яғни есептердің әр түрлерін шығару алгоритмі, құрылымы күрделірек өрнектер мен теңдеулерді шешу алгоритмдері, геометриялық фигураларды салу алгоритмдері, жиындардың бірігуі мен қиылысуын есептер шығаруда қолдану алгоритмі, қарапайым және геометриялық шамаларға байланысты тапсырмаларды орындау сияқты алгоритмдерді болашақ бастауыш сынып мұғалімдері өз тәжірибесінде қолданады.

Мақалада осы алгоритмдердің әдістемесі және олардың болашақ мамандардың алгоритмдік сауаттылықтарын дамыту жолдары қарастырылады.

Түйін сөздер: болашақ бастауыш сынып мұғалімдері, алгоритмдік сауаттылық, сауаттылықты дамыту, алгоритм құрастыру.

Аннотация

Ж.К. Астамбаева[1], А.Е. Жумабаева[1]
[1]Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

ПУТИ РАЗВИТИЯ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ

В современную эпоху кибернетики будущие учителя начальных классов должны научиться творчески использовать алгоритмы, которые они пользуют в повседневной жизни, в процессе начального обучения. Выполненяя различные упражнения по математике в начальных классах, будущий учитель должен уметь использовать алгоритмы и грамотно внедрять в обучение учащихся.

При обучении математике в начальных классах будущие учителя используют в своей практике в неявном виде такие алгоритмы, как: алгоритм решения различных видов задач, алгоритмы решения сложных по структуре уравнений и выражений, алгоритм построения некоторых геометрических фигур, алгоритм использования объединения и пересечения множеств при решении задач, алгоритм выполнения заданий, связанных с простейшими и геометрическими фигурами.

В статье рассматривается методика применения этих алгоритмов и пути развития алгоритмической грамотности у будущих специалистов.

Ключевые слова: будущие учителя начальных классов, алгоритмическая грамотность, развитие грамотности, составление алгоритма.

Abstract

WAYS OF DEVELOPMENT OF ALGORITHMIC LITERACY OF FUTURE TEACHERS OR PRIMARY SCHOOL

Astambaeva Z.K. [1], *Zhumabaeva A.E.* [2]
[1]Abai Kazakh National Pedagogical University, .Almaty, Kazakhstan

In the modern era of Cybernetics, future primary school teachers should use the algorithms they use in everyday life creatively in the educational process. When performing various exercises that are considered in elementary school math lessons, the future specialist must use explicit algorithms himself and correctly implement them when teaching students.

In primary school mathematics, future teachers use implicit algorithms such as: an algorithm for solving various types of problems, algorithms for solving complex equations and expressions, an algorithm for constructing certain geometric shapes, an algorithm for using the Union and intersection of sets in solving problems, and an algorithm for performing tasks related to simple and geometric quantities.

The article discusses the method of applying these algorithms and the ways of developing algorithmic literacy of future specialists.

Keywords: future primary school teacher, algorithmic literacy, literacy development, the construction of the algorithm.

Кіріспе

Қазіргі таңда компьютерлік технологияның өндіріс пен тұрмысқа, автоматтандырылған құрылғыларға (карточкалар, телефондардағы түрлі жазбалар, т.б.) қарқындап енуінің арқасында адам әрекетінің алгоритмдік аспектілеріне ерекше ден қойыла бастады. Осының барлығы адамнан әрекеттердің белгілі бір қатаң ретін сақтауды талап етеді. Қандай да бір әрекетті орындау үшін адам алдын-ала белгілі бір алгоритм құрып алуы тиіс. Болашақ бастауыш сынып мұғалімдерін күнделікті өмірде стипендияларын терминалдар арқылы алу, жолда жүруге арналған «Оңай» карточкаларына телефон арқылы ақша салу, электронды құрылғылар арқылы түрлі анықтамалар алу сияқты түрлі әрекеттерді орындауда белгілі бір реттің, қатаң алгоритмнің орындалатынын біледі. Болашақ маман осындай алгоритмдік әрекеттердің өзінің кәсібінде де қажет болатынын түсініп, бастауыш сыныптарда қарастырылатын айқын түрде берілетін алгоритм түрлерін және айқын емес түрдегі алгоритмдік материалдарды ажырата алып, оқушыларға білім беру мен білік қалыптастыруда, олардың әрекеттерін ұйымдастыру мен басқаруда өзінің де алгоритмдік сауаттылығын дамыту мәселесіне күш салуы тиіс.

Зерттеудің әдіснамасы

Біздің зерттеуіміздің әдіснамалық негізі математикалық есептерді шығаруға үйрету теориясы мен әдістемесі (Ю.М. Колягин, В.И. Крупич, Г.И. Саранцев, Л.М. Фридман, М.И. Шабунин, т.б.), математиканың мектептік курсындағы стохастика элементтерін оқыту мәселелері жөніндегі зерттеулер (Е.А. Бунимович, Ж. Кудратов, Д.В. Маневич, А. Плоцки, В.Д. Селютин, М.Ж. Мыңжасарова) және пәндік іс-әрекеттік тұғыр (И. Фихте, Г. Гегель, М.Я. Басов, С.Л. Рубинштейн, А.Н. Леонтьев, т.б.) негізіндегі оқыту, сондай-ақ осылардың негізінде болашақ бастауыш сынып мұғалімдерінің алгоритмдік сауаттылықтарын дамыту әдістемесі болып табылады.

Зерттеу нәтижелері

Болашақ бастауыш сынып мұғалімдері қазіргі таңда мектептерде өндірістік практика (4-курс) мен «Сабақ беріп көру» практикасынан (3-курс) өтіп жатыр. Осы кезеңде бастауыш сынып мұғалімдерінің, студенттердің және оқушылардың іс-әрекеттерінен байқағанымыз бастауыш сыныптарға арналған жаңартылған оқу бағдарламасында [1] көрсетілген амалдардың алгоритмінің өзін бағдарламалық талаптарға сай орындатпайтынын, оқушылардың алгоритмдерді жаттығулар орындау кезінде қолдана алмайтындарын, қолданған жағдайда оны түсіндіріп бере алмайтындарын байқадық. Ал айқын емес түрдегі алгоритмдік материалдарды болашақ мамандардың мүлдем талапқа сай қолданбайтындары, яғни алгоритмдік сауаттылықтарының төмен деңгейде екендігі де көрінеді.

Болашақ бастауыш сынып мұғалімдері оқулық беттерінде берілген жаттығуларды, атап айтсақ, есептерді, мысалдар мен теңдеулерді орындату кезінде алгоритмдерді орынды қолданып, соның негізінде бастауыш сыныптың «Математикасы» бойынша жалпыға міндетті мемлекеттік стандартының [2] және үлгілік оқу бағдарламасының талаптарына сай оқушыларға білім беріп, білік пен дағды қалыптастыру кезінде аса мұқият болулары тиіс.

Болашақ мамандар тұрмақ, бастауыш сынып мұғалімдерінің өздері оқулықтардағы кез келген алгоритмді оқыту кезінде оқушылардың іс-әрекеттерін өз деңгейінде ұйымдастыра алмайды. Сондықтан да болар 3-сынып оқушылары жазбаша бөлудің алгоритмін толыққанды игермеген, екі таңбалы санды бір таңбалы санға жазбаша бөлудің алгоритмін орындай алмайды, 4-сынып оқушылары көп таңбалы сандарды жазбаша көбейту мен бөлу тәсілдерін орындауда біршама қателіктер жіберуде. Олардың сабақтағы әрекеттерін бақылау нәтижесінде жазбаша бөлу тәсілдеріне мысалдар мен есептер шығару кезінде қиналатындықтарын, әлі де болса, ауызша есептеу тәсілдеріне жүгінетіні байқалады. Мысалы оқушыларға 86:2 мысалының мәнін табу қажет болған жағдайда тақтаға шыққан оқушы да, өз беттерімен орындап отырған оқушылар да бұл тапсырманы былайша орындады: 86:2=(80+6):2=80:2+6:2=40+4=43. Бастауыш сынып мұғалімі де, студент те «мысалды жазбаша, баған түрінде орындаймыз» деп бірнеше рет айтқандарымен, оқушылар санды қосылғыштардың қосындысына жіктеп алып, әр қосылғыштарды жеке-жеке санға бөлу, яғни бөлудің қосуға қатысты үлестірімділік қасиетінің көмегімен шығара алды. Бұдан сынып жетекшісі де, болашақ маман да жазбаша бөлудің алгоритмінің әдістемесін дұрыс үйретпеген. Тағы бір мысал, 4-сыныптағы комбинаторлық есептерді шығарту кезіндегі болашақ маманның да, оқушылардың да қиындықтарға тап болғаны. Есептерді шығару кезіндегі белгілі бір алгоритмнің дұрыс қолданылмауының нәтижесінде жұп құруда не үш таңбалы сандар құрастыруда орындалуы тиіс тәсілдердің санына жете алмай, сабақтың біраз уакытын жіберіп алды және барлық тәсілдер толығымен табылмады.

Сондықтан да біз өз зерттеуімізде болашақ бастауыш сынып мұғалімдерінің алгоритмдік сауаттылықтарын дамытудың жолдарын қарастырып, оларға әр тапсырманы орындатудың алгоритмдерін дұрыс қолданып, бағдарламаға сай оқушыларға сапалы білім беруге дайындау мәселесін қарастыруды жөн көрдік.

Дискуссия

Бастауыш сынып мұғалімдерінің және студенттердің іс-әрекеттерін бақылау нәтижесі болашақ мұғалімдердің қарапайым алгоритмдік сауаттылықтарын ғана емес, олардың оқушыларға математиканы оқыту барысында тапсырмаларды орындату кезінде алгоритмдерді қолдануға қажетті арнайы дайындықтың қажеттігін көрсетеді. Болашақ бастауыш сынып мұғалімдері университет қабырғасында 1-курста «Математиканың теориялық негіздері» пәнінен бастауыш сыныптарда қарастырылатын алгоритмдік материалдар (сыйымдылықты өлшеу, екі таңбалы санды бір таңбалы санға бөлу, ұзындықты өлшеу, екі таңбалы санды разрядтан аттамай қосу, баған түрінде көбейту) жайлы білім алады [3,89]. Ал «Математиканы оқыту әдістемесі» пәнін оқып үйрену барысында жоғарыда аталған алгоритмдерді өздері қолданып, бастауыш сынып оқушыларына үйрету әдістемесін игереді. Алайда практика көрсеткендей, студенттердің нақты жағдайда оқу үдерісінде алгоритмдерді қолдана алмайтындары, оқушыларға алгоритмдерді қолдануға үйрету кезінде қиындықтарға тап болатыны байқалады. Сондықтан біз болашақ мамандардың алгоритмдік сауаттылықтарын дамытудың жолдарына тоқталмақпыз.

Жалпы болашақ маманның төмендегідей алгоритмдік білімдері мен біліктері болуы тиіс:

- заттың өзіндік белгілерін ажырата алу білігі;
- белгілердің логикалық құрылымын құра алу білігі;
- алгоритм құрудың және оның қасиеттерінің негізгі ұстанымдарын білу;
- алгоритмнің негізгі түрлерін білу;
- алгоритм құра алу;
- оның дұрыстығын тексеру, алгоритмді графикалық түрде көрсете алу білігі;

- алгоритмді түрлендіре алу білігі;
- алгоритм бойынша әрекет ете алу білігі;
- әлдеқайда тиімді алгоритм құрып, оны таңдай алу білігі.

Болашақ бастауыш сынып мұғалімдерінде жоғарыда аталған білім мен біліктерді әр түрлі жаттығулар орындата отырып қалыптастыру қажет. Олар белгілі бір қатаң тәртіппен құрылған қадам тапсырманың не жаттығудың дұрыс орындалатынына, ережелер мен нұсқауларды тереңірек түсінуге мүмкіндік беретінін түсінулері тиіс. қандай да бір ақпаратты не материалды беру кезінде оның құрылымы мен мазмұнына логиканы ендіру қажет. Яғни белгілі бір логикаға құрылған, алгоритмі дұрыс құрылған және таңдалынып алынған материал терең бекітіледі.

Ланда Л.Н. былайша жазады: «есепті шығарудың қандай да бір алгоритміне үйрете отырып, біз адамға алгоритмнің көмегімен түрлендіретін қандай да бір нысандарды басқару құралын ғана емес, өзін-өзі, өзінің ақыл-ойын және практикалық әрекеттерін басқару құралын да береміз [4]. Бұдан болашақ бастауыш сынып мұғалімдері оқушыларға бағдарламалық сапалы білім бере отырып, өз әрекетін алгоритм бойынша ұйымдастырып, өзінің алгоритмдік сауаттылығын дамытумен де шұғылданады деуге болады.

Болашақ мамандардың алгоритмдік сауаттылықтарын әр түрлі жолдармен дамытуға болады. Сондай жолдардың бірі – дайын алгоритмді беріп, оларды жаттатып, ілгерідегі жұмыстарда оны қолдануға үйрету. Екіншісі – болашақ мамандардың өздеріне алгоритмді «ашқызып», не болмаса, студенттердің өздеріне алгоритм құрғызу. Бастауыш сынып оқулықтарында келтірілген әр түрлі жаттығуларды орындатудың алгоритмін студенттердің өздеріне анықтатып, оны тәжірибеде қолданып көріп, одан нәтиже шығарту қажет.

Бұған қоса, болашақ бастаукыш сынып мұғалімдеріне төмендегідей алгоритмдік сауаттылықты дамыту жолдарын қолдануға болады:

- алгоритм бойынша тапсырмалар орындау;
- алгоритмнің орындалуын, яғни түсіндіре отырып әрекеттерді ретімен орындау;
- алгоритмдер құрастыру және тәжірибеден өткізу;
- алгоритмді модельдеу.

Бастауыш сыныптарда жоғарыда айтылған айқын түрде қарастырылатын алгоритмдерден (амал алгоритмдері: екі таңбалы сандарды жазбаша қосу және азайту, көбейту мен бөлудің жазбаша жағдайлары, кейбір геометриялық фигураларды салу) басқа айқын емес түрде қарастырылатын алгоритмдер бар. Олардың қатарына мыналарды жатқызуға болады: есептердің әр түрлерін шығару алгоритмі, құрылымы күрделірек өрнектер мен теңдеулерді шешу алгоритмдері, геометриялық фигураларды салу алгоритмдері, жиындардың бірігуі мен қиылысуын есептер шығаруда қолдану алгоритмі, қарапайым және геометриялық шамаларға байланысты тапсырмаларды орындау алгоритмдері. Болашақ бастауыш сынып мұғалімдерінің алгоритмдік сауаттылықтарын дамыту жолдарын осы аталған айқын емес алгоритмдерді үйрету барысында қарастыруды жөн көрдік.

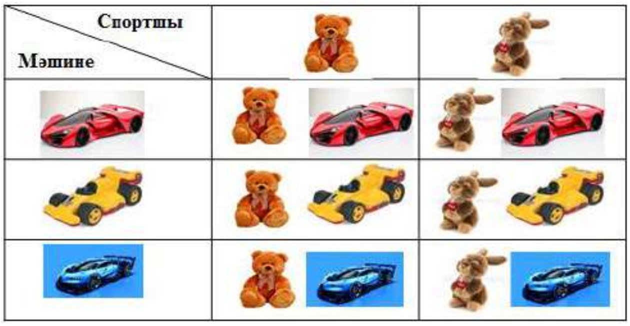
Бастауыш сыныптарда есептердің мынандай түрлері қарастырылады: жай есептің үлкен 5 тобы: арифметикалық амалдардың мән-мағынасын ашуға арналған; амал компоненттері мен нәтижелері арасындағы байланысқа берілген; амал қатынастарының мән-мағынасын ашуға берілген; пропорционал шамалар арасындағы тәуелділікке берілген; «үлес» және «бөлшек» ұғымдарымен байланысты жай есептер; құрама есептер: қозғалысқа берілген есептер; пропорционал бөлуге берілген есептер; екі айырма бойынша белгісізді табуға берілген есептер; «бірігіп жұмыс жасауға» берілген есептер. Жаңартылған білім мазмұнына сай бағдарламада бұған дейінгі бағдарламаларда айқын емес түрде қарастырылған стохастика элементтеріне берілген есептердің де бірнеше түрлері қарастырылады.

Жалпы математикада стохастиканың төмендегідей бөлімдері бар екені белгілі:

- комбинаторика элементтері;
- графтар теориясы;
- ықтималдықтар теориясы;
- математикалық статистика элементтері.

Жаңартылған білім мазмұнына сай дайындалған 3-4-сынып «Математика» оқулықтарында комбинаторлық және логикалық есептер өте көп беріледі. Болашақ бастауыш сынып мұғалімдері «Математиканың теориялық негіздері» пәнінен комбинаторлық есептер, қосынды және көбейтінді ережелері, қайталамалы және қайталаусыз орналастырулар, алмастырулар мен терулер жайлы білім алып, олардың формулаларын есептер шығаруда қолданған болатын [3, С. 44]. Ал бастауыш сыныптарда формулаларды қолдану көзделмеген, сондықтан болашақ маман комбинаторлық есептерді алдымен өзі шығарып, оқушыларды шығаруға үйрету барысында алгоритмді дұрыс құрастырып, соның негізінде оқушылардың әрекеттерін ұйымдастыра алулары тиіс. Мұндай тапсырмаларды орындатпас бұрын студенттерге алдымен дайын алгоритм ұсынылады. Мысалы: Үш жарыс мәшинесінің ішінен қонжық пен көжек бір мәшинеден неше нұсқамен таңдай алады? (1-суретке қараңыз). Осы тапсырманы орындату кезінде студенттерге кестенің көмегімен табуға болатыны айтып, алгоритм ұсынылады:

- жарыс мәшинесінің санын анықта.
- аңдардың санын анықта.
- кестеде неше баған және неше жол болатынын анықта.
- нысандардың қайталанатынын не қайталанбайтынын анықта.
- әр бағанға мәшинелерді және әр жолға аңдарды орналастыр.
- аңдар мен мәшинелердің жұбын құр.
- неше тәсіл шыққанын анықта.



Сурет 1. Комбинаторлық есептерге берілген тапсырма

Студенттер кестеге әр түрлі тәсілмен нысандарды орналастырып шығады, мұнда олардың назарларын әр жағдайда нысандардың қалайша орналасқанына аудару қажет. Егер суретті нысандардың бас әріптерімен белгілейтін болсақ, мынандай тізбек шығады: ҚҚызыл; ҚС; ҚК; ККызыл; КС; ККөк. Осылайша орындалғанда алдымен қонжықтың мәшинелерінің, содан соң көжектің мәшинелерінің жұптары құрылуы тиіс.

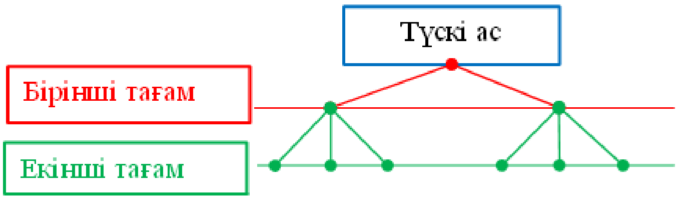
4-сынып «Математика» оқулығының 69-бетінде (3-бөлім) екінші тапсырмада «егер сандарды жазуда цифрлар қайталанбайтын болса, онда 1, 2, 3, 4, 5 цифрларынан қанша екі таңбалы сан құрастыруға болады?» тапсырмасы берілген [5]. Осы тапсырма бойынша болашақ мамандардың өздеріне алгоритмін құрғызып, таңдап алу тәсілімен комбинаторлық есептерді оқушыларға шығартуда өз тәжірибесінде қолдануға мүмкіндік беруге болады. Студент алгоритм құру үшін тапсырманың мазмұнына мән беруі тиіс, мұндағы басты шарт: цифрлары қайталанбайды, демек, бір санда бір цифр екі рет қайталанбайды. Болашақ мамандардың басым көпшіліктерінің жіберетін қателіктері белгілі бір алгоритм бойынша орындатпайды, сандарды ретсіз жаза береді. Солай болмас үшін болашақ маман алгоритмді дұрыс құрулары тиіс:

- алдымен неше таңбалы сан құрастыру қажеттігін анықта.
- 1 цифры ондық болатын екі таңбалы сандарды жазып шық;
- 2 цифры ондық болатын екі таңбалы сандарды жазып шық;
- 3 цифры ондық болатын екі таңбалы сандарды жазып шық;
- 4 цифры ондық болатын екі таңбалы сандарды жазып шық;
- 5 цифры ондық болатын екі таңбалы сандарды жазып шық;
- неше екі таңбалы сан шыққанын анықта.
- жауабыңды негізде.

Осындай алгоритмнің нәтижесінде болашақ бастауыш сынып мұғалімінің өзі алгоритмнің көмегімен тапсырманы тез әрі дұрыс орындауға болатынын түсінеді, сабақтағы уақытты үнемдеуге болатынына (ретсіз жазылған соң, қай санның жазылмай қалғанын іздеп, уақытты кетірмейді) көзі жетеді.

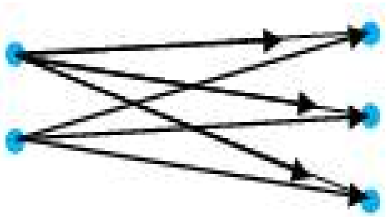
Логикалық есептерді графтардың көмегімен және «мүмкіндіктер тармағының» көмегімен де шығару алгоритмін құрастыртуға болады. Мысалы: «Мектеп асханасында екі бірінші тағам: кеспе көже және борщ; үш екінші тағам: котлет, қуырдақ және палау ұсынылды.

Бір бірінші және бір екінші тағамнан тұратын неше әртүрлі түскі ас мәзірін құрастыруға болады?» есебі берілсін:



- сызбаны дәптеріңе түсір;
- тағамды таңда;
- әр нүктенің тұсына тағамның бірінші әрпін жаз;
- неше түскі ас нұсқасы бар екенін анықта;
- жауабын жаз.

Бұл – есепті «мүмкіндіктер тармағы» сызбасының көмегімен шығару алгоритмі. Енді графтың көмегімен есепті шығару алгоритмін көрсетейік:



- сызбаны дәптеріңе көшіріп сал;
- нүктелердің тұсына тағамдардың бірінші әріптерін жаз;
- меңзермен (стрелкамен) қосылған әріптердің барлық жұбын жазып шық;
- неше түскі ас нұсқасы бар екенін анықта;
- түскі ас нұсқаларын сана және жауабын жаз.

Болашақ бастауыш сынып мұғалімдеріне бұдан да басқа мақаламызда айтылған айқын емес түрде қарастырылатын алгоритмдерді оқыту әдістемесін үйретіп, олардың алгоритмдік сауаттылықтарын дамытуға болады.

Болашақ маман оқулықтарда берілген жаттығулардың (есеп, мысал, теңдеу) кез келгенін орындату барысында алгоритмді қолдана алуға дағдылануы тиіс.

Біз әдістемелік сабақтарда жаттығуларды орындатудың өзінің алгоритмін ұсынамыз: жаттығуды оқыт; оның жаттығудың қандай түрі екенін анықта; тапсырманың шартын не берілгенін қайта оқыт; нені табу немесе не орындау қажеттігін анықта; оқушылармен бірге отырып, тапсырманы талда; тапсырманы орындатудың жолын (тақтада не орындарында, жаппай не дара жұмыс, топтарға бөліп орындату) анықта; тапсырманы қорыт; нені тапқанын немесе не орындағандарын ататқыз; рефлексия жаса.

Болашақ бастауыш сынып мұғалімдері оқушыларға математиканы оқыту барысында алгоритмдерді қолдану олардың тапсырмаларды ретімен орындауларына, білім мен біліктерінің жүйеленуіне, олардың негізгіні бөліп алу, талдау, жинақтау, қолдану, тіпті бағалау сияқты ойлау қабілеттерінің дамуына, тапсырмаларды орындау барысында түрлі нұсқалардың ішінен тиімдісін таңдап алуға үйренуіне мүмкіндік беретіндігін байқайды.

Соған сәйкес болашақтағы өз кәсібінде кез келген әрекет ету кезінде оның әр қадамын саналы түрде таңдап алып, түрлі нұсқалардың болатынын және солардың ішіндегі тапсырманы тез, шапшаң әрі дұрыс орындауға мүмкіндік беретін нұсқаларын іріктеп алуға біртіндеп үйрене бастайды, мұны бір сөзбен айтқанда, болашақ бастауыш сынып мұғалімінің алгоритмдік сауаттылығы дамиды деуге болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Бастауыш білім беру деңгейінің 1-4-сыныптарына арналған «Математика» пәнінен үлгілік оқу бағдарламасы (ҚР Білім және ғылым министрінің 2018 жылғы 10 мамырдағы № 199 бұйрығымен бекітілген). – Астана, 2018. – 77 б.

2 ҚР Үкіметінің 2017 жылғы 15 тамыздағы № 484 қаулысымен бекітілген Бастауыш білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарты. – Астана, 2017. – 48 б.

3 Оспанов Т.Қ. Математика /оқу құралы: Ы.Алтынсарин атындағы Қазақтың білім академиясының Республикалық баспа кабинеті. – Алматы, 2000. – 290 б.

4 Ланда Л.Н. Алгоритмизация в обучении. – М., «Просвещение», 1966. – 523 с.

5 Ақпаева Ә.Б., Лебедева Л.А., Мыңжасарова М.Ж., Лихобабенко Т.И. Математика. 3-бөлім. Жалпы білім беретін мектептің 4-сынып оқушыларына арналған оқулық. – Алматы: Алматыкітап баспасы, 2019. – 160 б.

МРНТИ 20.01.45
УДК 371.214.14

Р. Берікқызы[1], Л.Б. Рахимжанова[1], Д.Н. Исабаева[2]

[1]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ –МАТЕМАТИКАЛЫҚ БАҒЫТТАҒЫ ЖАҢАРТЫЛҒАН МАЗМҰНЫ БОЙЫНША ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа

Мақалада жаратылыстану-математикалық бағыттағы Информатика пәнін жаңартылған мазмұн бойынша оқыту әдістемесін талдау, өзекті мәселелерді шешу, оқушы дағдыларын қалыптастыруға бағытталған әдіс-тәсілдер қарастырылады. Жаңартылған білім бағдарламасының мәні – баланың функционалды сауаттылығын қалыптастыру. Қазіргі кездегі өзекті мәселелердің бірі болып отырған 10-11 сынып оқушыларының кәсіби құзыреттілігі, өзін-өзі анықтауға арналған қалыптастыру және іс жүзінде кәсіби қызметінің бағытын саналы түрде жетілдіруге қажетті ресурстармен қамтамасыз ету. Бүгінгі күнгі мектеп тәжірибесінде жаратылыстану-математикалық бағыттағы пәндерді бағдарлы сыныптарда оқыту бірқатар қиындықтармен қабаттаса өтіп келеді, бұл әртүрлі бағдардағы оқушылардың оқу-танымдық ерекшеліктерінің ескерілмеуінен, оқу бағдарламаларының ғылыми ақпарат ауқымының арттырылуына бағдарлануынан туындап отыр. Осыған сәйкес салыстырмалы талдау жасап, информатиканы оқытуды бір ізге салу үшін оның ғылыми - теориялық негізін жасау өте маңызды болып табылады. Нәтижесінде оқушы алған білімін өмірде пайдалана алуы керек деп есептейміз. Информатика пәні бойынша оқытылатын тақырыптар оқушыға түсінікті, анық және нақты болған жағдайда ғана оқыту мен оқудағы нәтижеге қол жеткізе аламыз.

Түйін сөздер: инновациялық әдіс-тәсілдер, білім берудің жаңартылған мазмұны, ақпараттық технологиялар, функционалды сауаттылық.

Аннотация

Р. Берікқызы[1], Л.Б. Рахимжанова[1], Д.Н. Исабаева[2]
[1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан
[2] Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА ИНФОРМАТИКИ ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПО ОБНОВЛЕННОМУ СОДЕРЖАНИЮ

В данной статье рассматривается анализ методики преподавания информатики естественно-математического направления по обновленному содержанию, решение актуальных проблем, методы и приемы, направленные на формирование навыков учащихся. Суть обновленной образовательной программы-формирование функциональной грамотности ребенка. Одной из актуальных проблем в современном мире является формирование профессиональной компетентности учащихся 10-11 классов, формирование и обеспечение необходимыми ресурсами для осознанного совершенствования практической профессиональной деятельности. На сегодняшний день в школьной практике обучение предметов естественно-математического направления в профильных классах сопровождается рядом трудностей, что обусловлено не учетом учебно-познавательных особенностей учащихся различных профилей, ориентацией учебных программ на увеличение объема научной информации. В соответствии с этим очень важно провести сравнительный анализ и создать научно - теоретическую основу для унификации обучения информатике. В результате считаем, что ученик должен использовать полученные знания в жизни. Результаты обучения могут быть достигнуты только в том случае, если изучаемые темы по информатике понятны, ясны и конкретны ученику.

Ключевые слова: инновационные методы и приёмы, обновлённое содержание образования, информационные технологии, функциональная грамотность.

Abstract

METHODS OF TEACHING THE COURSE OF INFORMATICS OF THE NATURAL-MATHEMATICAL DIRECTION ON THE UPDATED CONTENT

Berikkyzy R.[1], Rahimzhanova L.B.[2], Issabaeva D.N.[3]
[1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

This article is devoted to the analysis of methods of teaching computer science of natural and mathematical direction on the updated content, the solution of actual problems, methods and techniques aimed at the formation of students ' skills. The essence of the updated educational program is the formation of functional literacy of the child. One of the current problems is the formation of professional competence of students in grades 10-11, the formation and provision of the necessary resources for conscious improvement of the course of professional activity in practice. Today in the school learning of science and mathematics in profile classes accompanied by a number of difficulties, due to the breach of the educational-cognitive characteristics of students of different profiles, orientation of training programs to increase scientific information. In accordance with this, it is very important to conduct a comparative analysis and create a scientific and theoretical basis for the unification of computer science education. As a result, we believe that the student should use this knowledge in life. The results of teaching and learning can only be achieved if the topics studied in computer science are understandable, clear and specific to the student.

Keywords: innovative methods and techniques, updated content of education, information technology, functional literacy.

Бүгінгі таңда білім алушылардың компьютерлік сауаттылықтарын қалыптастыру – басты мәселе болып отыр. Білім саласының дамуы көшінен қалмай ілгерілеп дамып келеді. Министрліктің Білім және ғылымды дамытуға арналған 2016-2020 бағдарламасында айтылғандай жаңартылған білім мазмұнына сыныптарды кезеңмен көшу жұмыстары 2016 жылдан бастау алды. Алғашқы жылы 1-ші сыныптар, 2017 жылы 2-ші, 5-ші, 7-ші сыныптар көшсе, 2018 жылы 3-ші, 6-шы, 8-ші сыныптар енгізілді. Ал биылғы оқу жылында 4-ші, 9-шы, 10-шы сыныптар жаңартылған мазмұн бойынша оқуын бастап кетті. Жоспарлағандай келесі оқу жылында, яғни, 2020 жылы 12 жылдық құрылыммен барлық сыныптар аяқталады [1].

Осыған байланысты Қазақстандағы жаңартылған мазмұнда білім беру үдерісі заманауи тенденцияларға негізделіп отыр. Себебі, білім беру жаңаша мазмұнға еніп, оқытудың дамуға негізделген парадигмасы өзгеруде. Білім беру бағдарламасының мақсаты мен мазмұны – заманауи ағымымен қатар жас ұрпақты біліммен сусындату. Сонымен қатар білім алушылардың белсенді қызметтерін бағалайтын критериалды жүйені енгізу және оқытудың белсенді әдіс-тәсілдерін қолданудың тиімділігін арттыру басты қағидатымыз. Бұл тұрғыда, оқушы жетістігін нақты бағалау – білім берудегі ең басты мәселелердің бірі болып табылады.

«Ақпараттық Қазақстан - 2020» Мемлекеттік бағдарламасында «Білім беру саласында АКТ дамудың барлық жаңа үрдістерін ескеру және оларды білім беру процесінде қолдану еліміздегі білім беру деңгейін жаңа деңгейге шығаруға көмек береді» делінген [2]. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың жылдам дамуы білім мен ілімді бағалау және қолдану жүйесінде қарқынды өзгертіліп келеді. Осыған байланысты оқыту мен оқуда жаңаша әдіс-тәсілдер, әдестемелер, технологиялар жаңартылып отырады. Қазіргі таңда мектеп оқушыларының функионалдық сауаттылығын дамытып, сапалы білім беруде, әрбір ұстаз алдында «тәжірибиемде өз бетімен білім ала алатын және алған білімін өмірде пайдалана алатын жеке тұлғаны қалыптастыруда оқытудың қандай инновациялық әдіс-тәсілдер мен технологияларын қолдансам?» деген сыни көзқарас, мақсат, міндеттер тұр. Бұл міндеттерді шешуде ақпараттық ресурстарды және техникалық жабдықтарды қолдана білу – үздіксіз сапалы білім берудің негізгі шарты деп санаймын.

Білім беру жүйесінің басты талабы болашақ ұрпаққа сапалы білім беруді үздіксіз дамыту. Бұл әлемдік білім берудің үздік тәжірибелерін алуға негізделеді. Біздің болашағымыз табысты, білімді, бәсекеге қабілетті, сапалы балалардың болуын талап етеді [3]. Сондықтан да оқыту мен оқу ісіне тиімді әдіс-тәсілдерді енгізіп, оқытудың сапасын арттыру керек. Қазіргі таңда білім беру ісі қарқынды ілгерілеу ырғағына қарай дамыту жолында атқарылып жатқан жұмыстар Республика көлемінде жүргізілуде. Оқу бағдарламасы бойынша оқу мақсаттарына берілетін критериалды бағалау, құзырлығын қалыптастырудағы жетістіктер, кері байланыстар мектеп оқушыларының танымдық үлгерімін арттыруға, жаңаша инновация мен көшбасшылықты қалыптастыруға қатысты дағдыларды, білім алудағы нақты мүмкіндіктерді пайдаланумен қатар, жаһандық мәдениет пен халықаралық тәжірибені көздейді. Жаңартылған оқу бағдарламасы мен бағалау жүйесін енгізу осы аталған мақсат-міндеттерді шешу жолындағы тиімді шаралар болып отыр.

Орта білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандартын бекіту, «Информатика» пәнінен үлгілік оқу бағдарламасын әзірлеу осы үдерістің құрамдас бөлшегі болып табылады. Инфоратика саласы бойынша оқушылардың білім, білік, дағдыларын қалыптастыру негізгі орта және жалпы орта білім беретін мектеп бағдарламасында жетекші орын алады, бұл информатиканың практикалық маңызымен, адамның қалыптасуы мен ойлауындағы мүмкіндіктермен, қоршаған әлемді танудағы ғылыми әдістер турлы түсінікті қалыптастырумен айқындалады.

Қазіргі заман ағымына қарай барлық салаларда еркін қолданысқа енген ақпараттық коммуникациялық технологиялар біздің өміріміздің құрамдас бөлігі болып саналады. Соның ішінде компьютерлік технологияларды қажетті қолдану заманауи сандық үлгіде көрсетілген әртүрлі ақпараттың түрлерімен жұмыс істеу барысын тездетеді әрі жеңілдетеді. Білім берудің басым бағыттарының бірі - білім алушылардың компьютерлік сауаттылық жоғарылату. Білім алушылардың компьютерлік дағдылары меңгеруі уақыт талабы болса, ондағы ақпараттық технологиялар кез-келген пәндерді оқытуда тиімді құралы ретінде қолданылуы тиіс және әртүрлі білім беру салаларымен байланыстыруға арналған ресурстар мен техникалық құрал-жабдықтар ұсынуынан туындап отыр [4]. Информатика саласын дамыту құзырлы ұстаздың белгілі бер деңгейінің кәсіби шеберлігіне, оқу үдерісіндегі нәтижелерге басым көңіл бөлуіне байланысты деп ойлаймын. Зерттеу барысында қарастырылатын жаратылыстану-математикалық бағыттағы Информатика пәнін жаңартылған мазмұн бойынша оқыту әдістемесі қазіргі кездегі өзекті мәселелердің бірі болып табылады. 10-11 сынып оқушыларының кәсіби өзін-өзі анықтауға арналған құзыреттілігін қалыптастыру және іс жүзінде кәсіби қызметінің бағытын саналы түрде жетілдіруге қажетті ресурстармен қамтамасыз ету, соған сәйкес өзге мемлекеттердің білім беру жүйесімен салыстырмалы талдау жасай келе, информатиканы оқытуды бір ізге салу үшін оның ғылыми - теориялық негізін жасау өте маңызды деп есептеймін.

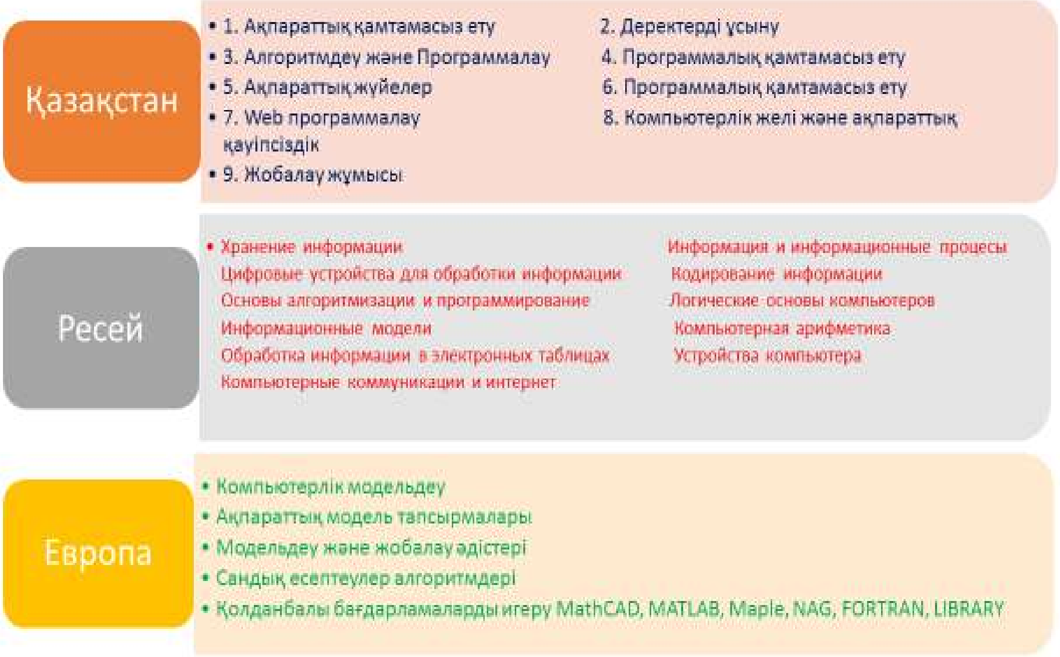
«Информатика» оқу бойынша информатиканы оқыту жаңа функционалдық міндеттерге ие. Ол оқушыларды ақпараттық құзыреттілікке, қоғамда ақпараттық технологиялардың алатын орнын білуге, ақпараттық мәдениетті қалыптастыруға бағытталған. «Информатика» ақпараттық процестерді, сондай-ақ ақпаратты түрлендіру, сақтау, қолдану, тасымалдау әдістерін зерттейтін ақпараттық технологияларды қолданумен байланысты адамның тәжірибелік іс-әрекетінің дамып келе жатқан ғылым салаларының бірі болып табылады.

Қорыта айтқанда, жаңартылған білім бағдарламасының мәні – білім алушының функционалды сауаттылығын дағдыландыру. Білім алушының өзінің мектепте алған білімін сыныптан тыс жерде, яғни, өмірде қолдана білуге баулу. Осы міндет – мұғалімдерге білім беруде үлкен жауапкершілікті жүктейді.

Жаратылыстану –математикалық бағыттағы жаңартылған мазмұны бойынша информатиканы оқыту әдістемесін талдау тақырыбында магистранттармен семинар өткізілді. Ондағы мақсат: Информатиканы жаңартылған мазмұн бойынша оқыту әдістемесін талдау, өзекті мәселелерді шешу, оқушы дағдыларын қалыптастыруға бағытталған әдіс-тәсілдермен танысу.

Бүгінгі күнгі мектеп тәжірибесінде жаратылыстану-математикалық бағыттағы пәндерді бағдарлы сыныптарда оқыту бірқатар қиындықтармен қабаттаса өтіп келеді, бұл әртүрлі бағдардағы оқушылардың оқу-танымдық ерекшеліктерінің ескерілмеуінен, оқу бағдарламаларының ғылыми ақпарат ауқымының арттырылуына бағдарлануынан туындап отыр.

Ең алдымен 2019 жылы жаңартылған мазмұн бойынша жасалған 10 сыныптардың оқулығындағы тақырыптарды 9 сынып оқушыларына таныстырылды. Ақпарат беру барысында дамыған мемлекеттердің білім беру жүйесіндегі тақырыптарға салыстырмалы түрде талдау жасалынды.



Сурет 1. Салыстырмалы талдау. Информатика оқулығының мазмұны

Сонымен қатар 9-шы сынып оқушыларынан «Мектепте информатиканы қалай оқытқанды қалайсыңдар?» деген сауалнама алынды. Сауалнама нәтижесі бойынша «Компьютердің архитектурасына»-36%, «Логикалық тапсырмалар (ойлау қабілеттерін дамыту)»-24%, «Офистік бағдарламалар»-21%, «Бағдарламалау негіздері»-15%, «ОЖ мобильді негіздері»-3%, «Күрделі программалар»-1% пайыздық көрсеткіштер анықталды.

Сурет 2. Салыстырмалы диаграмма

Келесі оқушылардан және олардың ата-аналарынан критериалды бағалаудың қалай жүріп жатқаны туралы сұрақ-жауап алынып, зерттеу жүргізілді. Оқушы жетістігін нақты бағалау – білім беру жүйесіндегі өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Оқушылардың басым көпшілігі төмендегідей жауаптар ұсынды.

сұрақ	жауап
БЖБ және ТЖБ тапсырмалары	Сәйкес келеді 40%
	Сәйкес келмейді 60%
	Тапсырма нақты және түсінікті түрде берілсе
Кітап мазмұны	Өз бетінше ізденуге бағыттайды
	Мазмұны жеңіл берілген, бірақ кейбір қазақша сөздер түсініксіз
	Тапсырмалар қызықты құрастырылған
	Тест сұрақтары орташа деңгейде
Информатика сабағы	Аптасына көбірек оқытса, өйткені XXI ғасыр техника заманы
	Информатика сабағы ұнайды
	Өмірге керекті ақпарат қана берілсе

Сурет 3. Сауалнама нәтижесі

Информатиканың оқыту әдістемесін талдай келе, мұғалімдердің де пікірін білу маңызды болды. «Төрт сөйлем» тәсілі арқылы «10-11 сыныпқа информатика пәнін оқыту қаншалықты тиімді?» деген сұрақ берілді.

1. *Пікір.* Өзіндік пікіріңізді бір сөйлеммен жазыңыз.
2. *Дәлел.* Өз пікіріңізді бір сөйлеммен дәлелдеңіз.
3. *Мысал.* Пікіріңізді өмірмен байланыстырып, мысал келтіріңіз.
4. *Қорытынды.* Тақырып бойынша қорытынды шығарыңыз.

Мұғалімдер 10-11 сыныпқа информатика пәнін оқытқан тиімді деп пікірін қалдырды. Оған дәлелі қазіргі заманда сұранысқа ие техникалық мамандыққа қажетті тақырыптар қамтылғанын атап өтті. Әсіресе IT саласында қолданылатын программалардың негізін алуы, заман талабына сай әрбір жаңа жабдықтамаға бейімделу мен техниканы пайдалана алуды жетілдіру керек деп қорытындылады.

Келесі әдіс-тәсілдің бірі – STEEPLE талдауы. Бұл талдауда «Қазақстанның болашағы үшін функционалдық сауаттылықтың қажеттілігі...» деген мәселе төңірегінде ой –пікірлерін ортаға салып, ұсыныстар қабылданды. STEEPLE S – әлеуметтік, T – технологиялық, E – экономикалық, E – қоршаған орта, P – саяси, L – құқықтық, E – этникалық факторлар.

Қатысушылардың пікірінше:

Әлеуметтік - халықтан сұраныс, одан күтілетін нәтиже және айлық мәселесін көтеріп, халықты сауаттандыру, сонда ғана Қазақстанның әлеуметтік жағдайы көтеріледі;

Технологиялық – жаңашыл даму жолындағы бейімделудің жеңілдігі, яғни жаңа технологияларды енгізіп соған сәйкес маман дайындау;

Экономикалық – экономикалық жағынан елге, халыққа пайдалы жағы;
Қоршаған орта – табиғатты қорғау немесе зиян келтірмеу жақтарына үлес қосу;
Саяси – дамыған мемлекеттердің қатарына қосылып, беделімізді, саяси мүмкіндігімізді арттыру;
Құқықтық – заңдағы жаңашылдықтарды, құқықтар мен міндеттерді білу;
Этникалық – ұлттық құндылықтарды жаңғырту деген ойлар туындады [5].

Кейстер әдісі

1. Проблеманы анықтау
2. Шешудің жолдарын іздестіру
3. Шешу жолдары бойынша салдарын болжау
4. Ең тиімді жолын таңдап алу

Бұл әдіс арқылы мұғалімдер мен ғалымдар туындаған мәселенің шешу жолдары мен проблемаларын анықтап, ортақ пікірге келді.

Қорытындылай келе, жаратылыстану бағыты бойынша 10-11 сыныптарда информатика пәнін оқыту жаңартылған мазмұндағы жаңа әдіс-тәсілдерді қамти отырып өткізілуі тиіс. Нәтижесінде оқушы алған білімін өмірде пайдалана алуы керек деп есептеймін. Информатика пәні бойынша оқытылатын тақырыптар оқушыға түсінікті, анық және нақты болған жағдайда ғана оқыту мен оқудағы нәтижеге қол жеткізе аламыз. Оқудың табыстылығы пәннің ерекшелігіне сәйкес жүйелі түрде тиімді әдістерді таңдай білетін ұстаздың шеберлігі мен құзіреттілігіне байланысты болатыны анық.

Сөзімнің соңында Махатма Гандидің мына сөзімен аяқтағым келіп тұр: «Егер сен болашақты өзгерткің келсе – ол өзгерісті өз уақытында жаса» деген екен. Бүгінгі таңда еліміздің білім беру жүйесіндегі оқыту мен оқудағы білім мазмұнын жаңарту жағдайында болып жатқан үлкен өзгерістер еліміздің болашағына, оны жүзеге асыруда еңбек етіп жүрген Біз бен Сіздерге толағай табыстар әкелетініне сенемін.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *Қазақстан Республикасының Білім туралы заңы.- Астана, 2000.*
2 *Қ.Р. Білім беруді дамытудың 2011-2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. – Астана, 2010 – 6 б.*
3 *Абдуллина Г. Интерактивті оқыту таным белсенділігінің қазіргі бағыты // Ұлт тағылымы. - №2 - 2009 - 36-39б.*
4 *«Жаратылыстану пәндерін оқытудағы интербелсенді әдістер» Әдістемелік құрал / Құраст. Картабаева Д.А., Каракушекова Ф.Н. – Алматы, 2017. -104 б.*
5 *Сындарлы оқыту-сапалы білім бастауы: (деңгейлік курс білім алушыларының іс тәжірибесінен) - Алматы, 2013 – 170 б.*

МРНТИ 50.41
УДК 004.054

Ф.Р. Гусманова[1], *Г.А. Абдулкаримова*[2]

[1]*әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[2] *Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

БЛОКТЫҚ ШИФРЛАУДЫҢ ДАМУЫНА ШОЛУ

Аңдатпа

Жаппай ақпараттандыру жағдайында ақпараттық қауіпсіздік пен ақпаратты қорғау проблемасы өзекті болып тұр. Жұмыста блоктық шифрлаудың дамуына шолу жасалған. Блоктық шифр - симметриялы шифрдың бір түрі. Блок шифрінің ерекшелігі - бірнеше байттан тұратын блокты бір итерацияда өңдеу. Блок криптожүйелері хабарлама мәтінін бөлек блоктарға бөліп, кілтті қолдана отырып, осы блоктарды түрлендіреді. Блоктық шифрлауға қатысты базалық ақпарат келтірілген, талдаудың негізгі нұсқалары көрсетілген. Осы тақырып бойынша білім алушылардың ғылыми-зерттеу жұмысымен айналысуға мүмкіндік бар екені негізделген. Блоктық шифрларды зерттеу бойынша халықаралық конкурстарға шолу жасалынған.

Электроникада қолдануға болатын сұлба келтірілген, ал программалау үшін да генерациялайтын алмастыру кестесі генерацияланды және ашылып жазылды. Осы екі тәсіл де эквивалент болып табылғандықтан, компьютерде шифрланған файлдың электрондық құрылғыда шифрын ашуға болады және керісінше.

Түйін сөздер: ақпараттық қауіпсіздік, криптожүйе, криптографиялық алгоритм, кілт, қорғау.

Аннотация

Ф.Р. Гусманова[1]*, Г.А. Абдулкаримова*[2]
[1] *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*
[2] *Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан*

ОБЗОР РАЗВИТИЯ БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ

В условиях всеобщей информатизации, существенно обострилась проблема информационной безопасности и защиты информации. В работе дан обзор развития блочного шифрования. Блочный шифр является разновидностью симметричного шифра. Его особенностью является обработка за одну итерацию блока нескольких байт. Блочные криптосистемы разбивают текст сообщения на отдельные блоки и затем осуществляют преобразование этих блоков с использованием ключа. Представлена базовая информация, касающаяся блочного шифрования, показаны основные варианты анализа. Отмечена возможность научно-исследовательской работы студентов по данной тематике, выполнен обзор международных конкурсов по исследованию блочных шифров. Приведена схема, которую можно применить в электронике, а для программирования генерирована и расписана таблица замены. В данном случае оба этих подхода являются эквивалентными, это означает, что зашифрованный файл на компьютере, расшифровывается на электронном устройстве и наоборот.

Ключевые слова: информационная безопасность, криптосистема, криптографический алгоритм, ключ, защита.

Abstract

OVERVIEW OF THE BLOCK ENCRYPTION DEVELOPMENT

Gusmanova F.R. [1]*, Abdulkarimova G.A.* [2]
[1] *Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

In the conditions of universal Informatization, the problem of information security and information protection has significantly worsened. This work provides an overview of the block encryption development. Block cipher - a kind of symmetric cipher. A feature of the block cipher is the processing of a block of several bytes in one iteration. Block cryptosystems break the message text into separate blocks and then convert these blocks using a key. Basic information related to block encryption is presented, and the main analysis options are shown. The possibility of students' research work on this topic was noted, and the review of international competitions on block ciphers research was performed.

A diagram is shown that can be applied in electronics, and a replacement table is generated and painted for programming. In this case, both of these approaches are equivalent, meaning that an encrypted file on a computer is decrypted on an electronic device and vice versa.

Keywords: information security, cryptosystem, cryptographic algorithm, key, protection.

Кіріспе

Ғаламтордың кеңінен тарауымен байланысты ақпаратты жіберу мәселесі едәуір жеңілдеді, әйтсе де, жіберушіден алушыға жету жолында оны қорғау мәселелерінің қажеттілігі артуда. Блоктық шифрлар бекітілген ұзындықтағы биттер тізбегі (нөлдер мен бірлерден тұратын) түрінде берілген ашық мәтінді блок бойынша түрлендіреді [1].

1971 жылы Хорест Фейстель шифрлаудың әр түрлі алгоритмдерін жүзеге асыратын екі құрылғыны патенттеді, кейіннен ол «Люцифер» (ағылш. *Lucifer*) деп аталды [2]. Осы құрылғылардың бірі кейіннен «Фейстель» желісі (ағылшл. *Feistel cipher, Feistel network*) деп аталған құрылғыны пайдаланды. Сол кезде Хорест Фейстель Дон Копперсмитпен бірге IBM-де жаңа криптожүйелерді құрумен айналысты. «Люцифер» жобасы тәжірибелік болды, бірақ содан кейін DES (ағылш. *Data encryption standard*) алгоритмі үшін негізі болды. 1973 жылы «Scientific American» журналында Фейстельдің «Криптография және желілік қауіпсіздік» мақаласы жарияланды. Мақалада шифрлаудың кейбір маңызды аспектілері ашылды және «Люцифер» жобасының бірінші нұсқасының сипаттауы келтірілді. «Люцифер» жобасының бірінші нұсқасында Фейстель жүйесі пайдаланылған жоқ.

Уитфилд Диффи мен Мартин Хеллманның «Криптографиядағы жаңа бағыттар» (1976 ж.) мақаласы криптографиялық жүйелерде революция туғызды және ашық кілтті криптографияның негізін салды. Кейіннен әзірленген Диффи-Хеллман алгоритмі екі жаққа да ортақ қауіпсіз байланыс каналы бойынша құпия кілтті алуға мүмкіндік жасады. Әйтсе де, бұл алгоритм аутентификациялау проблемасын шеше алмады. Пайдаланушылар қосымша ресурстарсыз ортақ құпия кілтті кіммен генерациялайтынына сенімді бола алмайды. Осы мақаланы толығымен талдағаннан кейін Массачусет технологиялық институтының оқымыстылары Рональд Ривест, Ади Шамир және Леонард Адлеман ашық кілті бар криптографиялық жүйелер моделін жүзеге асыру мүмкіндігі бар математикалық функцияны іздеуге кірісті. 40 мүмкін нұсқаларды қарастырып, олар үлкен жай сандарды табу қарапайымдылығы мен екі үлкен жай сандардың көбейтіндісін көбейткіштеріне жіктеу күрделілігінің арасындағы айырмашылыққа негізделген, кейіннен RSA деп аталған алгоритмді тапты. Жүйе осы алгоритмді құрушылардың аттарының бірінші әріптерінен құралған аббревиатурамен аталды [3].

DES 56-биттік кілтті қабылдады, дегенмен есептеу техникасының дамуымен 2^{56} өлшемінен асып кетті және DES қабылдаушы ны таңдау үшін RSA компаниясымен жоба қарастырылды. Сонымен қатар, DES архитектурасы аппараттық жүзеге асырылуға бағытталған, ал шектеулі ресурстармен берілген платформаларда алгоритмдерді жүзеге асыру қажетті өнімділікті қамти алмайды. Rijndael шифры – блоктарды шифрлаудың симметриялы алгоритмі (блок өлшемі – 128 бит, кілт 128/192/256 бит) конкурста жеңіске жетті. Конкурстың атымен байланысты оны көбінесе AES (Advanced Encryption Standard) деп атайды.

Заманауи блоктық криптожүйелер программалық және программалық-аппараттық жүзеге асыру әдістеріне бағытталған. Блоктық криптожүйелер блоктық (топтық) шифртүрлендірулерді береді. Блоктық шифрлар биттермен үлкен көлемдегі манипуляциялардан алыстауға мүмкіндік беретіндіктен және компьютерге ыңғайлы мәліметтер блоктарымен амалдар орындауға болатындықтан олар ағындық шифрларға қарағанда жеңіл жүзеге асырылады.

Блоктық шифрлар ақпараттың бүтін блоктарын (4-тен 32 байтқа дейін) бір тұтас ретінде шифрлайды – бұл толық іріктелетін шабуылға түрлендіру беріктігін едәуір арттырады және әр түрлі математикалық және алгоритмдік түрлендірулерді пайдалануға мүмкіндік береді.

Блоктық криптожүйе М ашық мәтінді M_1, $. M_2$, ... блоктар тізбегіне бөледі және әрбір блокты K кілтінің көмегімен бір қайтымды E_k түрлендіруінің көмегімен шифрлайды: $E_k(M) = E_k(M_1), E_k(M_2)$. Олардың кез келгенін кілт элементтерімен және ашық мәтінмен, сонымен қатар олардың шамаларының туындыларымен жүргізілетін операциялар тізбегі ретінде қарастыруға болады.

Шифрлау алгоритм элементтерін таңдау жеткілікті түрде көп, әйтсе де, «элементар» операциялар жақсы криптографиялық қасиеттерді меңгерулері керек және ыңғайлы техникалық және программалық жүзеге асыруға мүмкіндік беруі керек. Негізінен келесі операциялар пайдаланылады:

- екілік векторларға модуль 2 бойынша биттік қосу (операцияның белгіленуі – $\oplus$; XOR)
- белгілі бір модуль бойынша бүтін сандарды қосу: мысалы, 2^{32} модулі бойынша қосу, операцияның белгіленуі – $\boxplus$

егер $a + b < 2^{32}$ болса, онда $a \boxplus b = a + b$;
егер $a + b \geq 2^{32}$ болса, онда $a \boxplus b = a + b - 2^{32}$,
мұндағы + бүтін сандарды қосу;

- белгілі бір модуль бойынша бүтін сандарды көбейту:

$ab(modn) = res\left(\frac{ab}{n}\right)$ – бүтін сандардың көбейтіндісін (ab) n санына бөлгендегі қалдық;

- екілік векторлардың биттерінің орын ауыстырып қою;
- екілік векторлардың элементтерін кестелік алмастыру.

Шифрлау алгоритмдерінің практикалық беріктігі операцияларды тізбектерге біріктіру ерекшеліктерінен де тәуелді болады. АҚШ пен Ресейдегі сәйкес DES–алгоритмі мен ГОСТ-28147-89 шифрлау стандарттары ретінде қабылданған шифрлаудың блоктық алгоритмдері блоктық жүйелерге мысалдар болып табылады.

Тікелей криптографиялық түрлендіру (шифрлау) ашық мәтін блогын сол ұзындықтағы шифрмәтінге аударады. Кері криптографиялық түрлендіру (шифрды ашу) шифрмәтін блогын ашық мәтіннің бастапқы блогына аударады. Құпия кілттің бар болуы - тікелей криптографиялық түрлендірудің орындалуының да, кері криптографиялық түрлендіруінің орныдалуының да қажетті шарты болып табылады. Көптеген блоктық шифрлардың блок разрядтылығы 64 битті құрады.

Тікелей криптографиялық түрлендіру келесі қасиетті қамтиды: ашық мәтіннің әртүрлі блоктары шифрмәтіннің әртүрлі блоктарында орналасады. Кері түрлендіруде сәйкестік сақталады. Тікелей түрлендіруді блоктың бекітілген өлшемімен хабарлар жиынындағы орын ауыстыру ретінде қарастыруға болады. Орын ауыстыру нәтижесі құпиялы сипатта болады, ол құпия компонентпен – кілтпен қамтамасыз етіледі.

Фейстель желісінің негізінде DES алгоритмі жобаланған болатын 1977 жылы АҚШ үкіметі DES стандартын берілгендерді шифрлаудың стандартты әдісі деп мақұлдайтын FIPS 46-3 стандартын қабылдады. Алгоритмнің итеративті құрылымы қарапайым программалық және аппараттық жүзеге асыруды құруға мүмкіндік берді.

Кейбір мәліметтерге сәйкес ССРО-да 1970 жылдары МҚК (КГБ) Фейстель желісін пайдаланатын блоктық шифрды дайындады және осы шифр 1990 жылы ГОСТ 28147-89 ретінде қабылданды.

1987 жылы FEAL және RC2 алгоритмдері дайындалды. Blowfish (1993), TEA (1994), RC5 (1994), CAST-128 (1996), XTEA (1997), XXTEA (1998), RC6 (1998) және т.б. сияқты алгоритмдер пайда болған 1990 жылдары Фейстель желілері кеңінен пайдаланылды.

1997 жылы 2 қаңтарда NIST институты DES-ті алмастыратындай, берілгендерді шифрлаудың жаңа алгоритмін дайындау бойынша конкурс жариялады. Жаңа блоктық шифр AES (ағылш. *Advanced Encryption Standard*) деп аталды және 2002 жылы 26 мамырда бекітілді. AES-те Фейстель желісінің орынына алмастыру-орын ауыстыру желісі пайдаланылды.

Фейстель желісі немесе Фейстель конструкциясы блоктық шифрларды құру әдістерінің бірі болып табылды. Желі Фейстель ұяшықтары деп аталатын ұяшықтардан тұрады. Әрбір ұяшықтың кірісіне берілгендер мен кілт түседі. Әрбір ұяшықтың шығысында өзгертілген берілгендер мен өзгертілген кілт алынады. Барлық ұяшықтар бір типті және желі көп рет қайталанылатын құрылымды береді деп айтады. Кілт шифрлау / шифрды ашу алгоритмдеріне байланысты таңдалынады және бір ұяшықтан екіншісіне өткен кезде өзгеріп отырады. Шифрлау және шифрды ашу барысында бір операциялар орындалады; тек кілт реті ғана ерекшеленеді. Операциялардың қарапайымдылығынан Фейстель желісі программалық сияқты, аппараттық та жеңіл жүзеге асырылады. Көптеген заманауи блоктық шифрлар (DES, RC2, RC5, RC6, Blowfish, FEAL, CAST-128, TEA, XTEA, XXTEA және т.б.) Фейстель желісін негізі ретінде пайдаланады. Алмастыру-орын ауыстыру желісі (AES және т.б.) Фейстель желісіне балама болып табылады.

Фейстель конструкциясы мәтінді мәтіннің бөліктерінің бірінен есептелген мән басқа бөліктеріне салынатын қайтарымды түрлендіру әдісі деп аталады. Желі құрылымы көбінесе келесі түрде орындалады: шифрлау және шифрды ашу үшін бір алгоритм пайдаланылады – айырмашылығы тек кілт материалын пайдалануда.

Екілік түрде (нөлдер мен бірлер тізбектері түрінде) және компьютер жадысында немесе басқа да құрылғыда (мысалы, файлда) берілген қандай да бір ақпаратты шифрлау талап етілсін.

Шифрлау алгоритмі:

Ақпарат бірдей (бекітілген) ұзындықтағы блоктарға бөлінеді. алынған блоктар алгоритм кірісіне түсетіндіктен *кіріс блоктары* деп аталады. Кіріс блогының ұзындығы бір мезгілде шифрлауға қабілетті таңдалынған шифрлау алгоритмінің өлшемінен (блок өлшемі) кіші болса, онда блок қандай да бір тәсілмен ұзартылады. Ереже бойынша блок ұзындығы екінің дәрежесі болып табылады, мысалы, 64 битті немесе 128 битті құрайды.

Блоктық шифрлау алгоритмінде берілгендерді өңдеудің тізбектелген қадамдарының бірі криптографияда раунд деп аталады. Фейстель шифрларында және шифрлар архитектурасы бойынша оған жақын – берілгендердің шифрланатын блогының бір немесе бірнеше бөлігі берілген функцияны қолдану жолымен жетілдірілетін шифрлаудың бір қадамы.

Таңдалынған блок бір өлшемдегі екі– «сол жақ» (L_0) және «оң жақ» (R_0) ішкі блокқа бөлінеді.

«Оң жақ» R_0 ішкі блок K_0 раундтық кілтті пайдалана отырып F функциясымен өзгеріледі:

$$x = F(R_0, K_0).$$

Нәтиже модуль 2 бойынша «сол жақ» L_0 ішкі блокпен қосылады:

$$x = x \oplus K_0.$$

Нәтижесі келесі раундта «оң жақ» R_1 ішкі блок рөлінде пайдаланылады:

$$R_1 = x.$$

Ағымдық раундтың «оң жақ» R_0 ішкі блогы келесі раундта (раудтың бастапқы мезетінде өзінің өзгерілмеген түрінде) «сол жақ» L_1 ішкі блок рөлінде пайдаланылады:

$$L_1 = R_0.$$

Қандай да бір математикалық ереже бойынша K_1 раундтық кілт – келесі раундта пайдаланылатын кілт есептеледі.

Аталған операциялар $N - 1$ рет орындалады, мұндағы N – таңдалынған шифрлау алгоритміндегі раундтар саны. Бұл жерде бір раундтан (кезең) басқасына өту арасында кілттер өзгереді: K_0 кілті K_1 кілтімен, K_1 кілті K_2 кілтімен және т.с.с алмастырылады.

Шифрды ашу

Ақпарат шифрын ашу шифрлау сияқты орындалады, бұл жерде тек кілттер кері ретпен орналасады, яғни біріншіден N-ге емес, керісінше N-шіден біріншіге қарай жүзеге асырылады.

Алгоритмдік сипатталуы

Ашық мәтін бірдей екі бөлікке бөлінеді: (L_0, R_0)

Әрбір раундта

$$L_i = R_{i-1} \oplus f(L_{i-1}, K_{i-1})$$

$$R_i = L_{i-1}$$

есептеледі, мұндағы, i – раунд нөмірі, $i = 1, \dots, N$; N – шифрлаудың таңдалынған алгоритміндегі раунд саны; f – қандай да бір функция; K_{i-1} – $i - 1$-ші раундтағы кілт (раундтық кілт).

(L_N, R_N) – N раундтың орындалу нәтижесі болып табылады. N раундта, шифрды ашу үшін де сол процедураны пайдалану мүмкін болу үшін L_N мен R_N ішкі блоктарының орындары ауыспайды. Кілттерді пайдалану реттері ауыстырылады ($K_0, \dots, K_{N-1}, K_N$ орнына $K_N, K_{N-1}, \dots, K_0$):

$$L_{i-1} = R_i \oplus f(L_i, K_{i-1})$$

$$R_{i-1} = L_i$$

Аздаған өзгерістің көмегімен шифрлау және шифрды ашу процедураларын орындауға болады.

Артықшылығы:

- пайдаланылатын f функциясынан тәуелсіз алгоритмнің қайтымдылығында;
- қаншалықты күрделі болса да f функциясын таңдау мүмкіндігінде.

Математикалық сипаттау

Мысалы, кіріске түсетін берілгендер блогы (кіріс блогы); A – қандай да бір инволютивті түрлендіру (немесе инволюция) – өзіне өзі кері болып табылатын өзара бірмәнді түрлендіру, яғни әрбір $(\forall)X$ үшін келесі өрнек ақиқат болсын:

$$AAX = A^2X = X, (\forall)X$$

Y – шығысында (нәтиже) алынатын берілгендер блогы.

A түрлендіруін X кіріс блогына түрленліруді бір реттік қолданғанда Y шығыс блогы алынады:

$$Y = AX$$

A түрлендіруін алдыңғы Y түрлендіру нәтижесіне қолдану кезінде келесі қатынасты аламыз:

$$AY = AAX = X, (\forall)X$$

X кіру блогы бірдей ұзындықтағы L және R ішкі блоктарынан тұрсын:

$$X = (L, R)$$

Екі түрлендіруді анықтаймыз:

$G(X, K)$ – X берілгендерін K кілтпен шифрлау:

$$G(X, K) = (G(L, R), K) = (L \oplus F(K, R), R)'$$

$T(L, R)$ – L және R ішкі блоктарының орындарын ауыстыру:

$$T(L, R) = (R, L)$$

Келесі белгілеулерді енгіземіз:

G түрлендіруін бір реттік қолдану:

$$\tilde{X} = (\tilde{L}, \tilde{R}) = GX$$

G түрлендіруін екі реттік қолдану:

$$\tilde{\tilde{X}} = \left(\tilde{\tilde{L}}, \tilde{\tilde{R}}\right) = G^2X$$

Шифрды ашу барлық түрлендірулерді кері ретпен қолдану арқылы жүргізіледі. Түрлендірудің әр қайсысының инволюнтивтілігінен к нәтижесінде кері рет бастапқы нәтижені береді:

$$X = G_1TG_2T \dots G_{m-1}TG_mT(Y_m) = G_1TG_2T \dots G_{m-1}T(Y_{m-1}) = \dots = G_1T(Y_1) = X$$

Фейстель желілерінде пайдаланылатын функциялар.

Түрлендірудің екі блогы бар ($f(L_i, K_i)$ функциясы)

- алмастыру блогы (s-блок, ағылш. s -*box*);
- орын ауыстыру блогы (p-блок, ағылш. p -*box*).

Бекітілген ұзындықтағы берілгендер блогын кез келген екілік түрлендіру s-блогы түрінде жүзеге асырылады. N үлкен болған жағдайда N-разрядты s-блокты құрудың күрделілігіне бпйланысты практикада қарапайымдау болып келетін конструкция қолданылады.

Блок термині түпнұсқада «функция» терминінің орнына пайдаланылады, осыған байланысты блоктық шифр жайында қарастырылады да, s және p блоктар цифрлық микросұлбалар (цифрлық блоктар) болады деп ұсынылады.

S-блок.

Алмастыру блогы келесі бөліктерден тұрады:

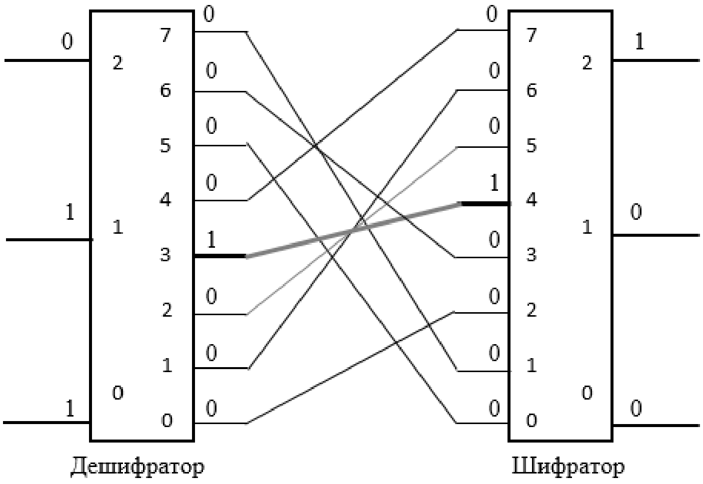
- дешифратор – n-разрядты екілік сигналды 2^n негізі бойынша бірразрядты сигналға түрлендіргіш;
- коммутатор жүйесі – ішкі қосу (мүмкін болатын барлық қосулар саны $2^n!$);
- шифратор – бірразрядты 2^n-реттік сигналды n-разрядты екілік сигналға түрлендіргіш.

n өте үлкен болған жағдайда n-разрядты s-блокты талдау қиынға соғады, қосу мүмкіндіктер саны (2^n) көп болғандықтан осындай блоктарды практикада жүзеге асыру да қиын болады. Практикада алмастыру блогы күрделірек жүйелердің бөлігі ретінде пайдаланылады.

Жалпы жағдайда s-блоктың кіріс / шығыс сандары беттеспеуі мүмкін, бұл жағдайда коммутация жүйесінде дешифратордың әрбір шығысынан бір ғана қосылудың шығуы міндетті емес, бұл жерде екі немесе одан да көп, немесе мүлдем шықпауы да мүмкін. Осындай мәселе шифратор кірісі үшін де ақиқат болады.

Электроникада төменде келтірілген сұлбаны тікелей қолдануға болады. Программалауда алмастыру кестесін генерациялайды. Осы екі тәсіл де эквивалент болып табылады, яғни компьютерде шифрланған файлдың электрондық құрылғыда шифрын ашуға болады және керісінше.

S-блок сұлбасы



Келтірілген 3-разрядты s-блок үшін алмастыру кестесі

Комбинация	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Кіріс	*000*	*001*	*010*	*011*	*100*	*101*	*110*	*111*
Шығыс	*010*	*110*	*101*	*100*	*111*	*000*	*011*	*001*

Артықшылықтары:

- функцияның едәуір бөлігі заманауи компьютерлердің аппараттық деңгейімен қолдауына байланысты программалық жүзеге асыруының қарапайымдылығы (мысалы, 2 модулі бойынша қосу («xor»), 2^n модулі бойынша қосу, 2^n модулі бойынша көбейту және т.б.);
- Фейстель желісінде тұрғызылған алгоритмнің жақсы меңгерілуі.

Кемшілігі:

Бір раундта тек қана кіріс блогының жартысы шифрланады.

Қорытынды.

Ақпаратты шифрлаудың қажеттілігі мен ұсынылған шифрлар санының жеткілікті түрде үлкен болуынан блоктық шифрларды стандарттауға немесе қолдануға ұсыныс білдіретіндей бағытта бірнеше ірі конкурстар жарияланды. Мұның нәтижесінде АҚШ-тағы және барлық әлемдегі шифрлау стандарты сияқты DES қабылдаушысын іздеуге бағытталған AES жобасы болды. Конкурсқа қатысушыларға қойылатын талаптар қарапайым болды: 128-биттік блок, 128-, 192- және 256-биттік құпия кілт, шифр 3- DES-тен кем болмауы керек, бірақ жылдамдығы оған қарағанда артығырақ болуы керек. Конкурсқа 20-ға жуық өтініш түсті, оның 15 шифры конкурсқа толығымен сәйкес келді. Бірінші кезеңнен кейін әр түрлі платформаларда тиімді жұмыс істейтінін және жақсы сенімділік көрсеткен бес шифр іріктеліп алынды. Олар толығымен зерттелініп, ешқандай кемшілігі жоқ деп мақұлданды. Әйтсе де, конкурс шарты бойынша бір ғана шифр таңдалыну керек болғандықтан, шешімнің айқындығымен және элеганттылығымен ерекшеленген бельгиялық Rijndael жұмысы таңдалынып алынды.

Осыдан кейін тағы екі конкурс - европада NESSIE (2000 ж.) және Жапонияда CRYPTREC ұйымдастырылды, бұл конкурстарда блоктық шифрлар ғана емес, сонымен қатар басқа да алгоритмдер зерттелінді [3].

42 өтініш түскен NESSIE (англ. New European Schemes for Signatures, Integrity, and Encryptions, электрондық қолтаңба, тұтастылық және шифрлауға арналған жаңа европалық алгоритмдер) жобасының негізгі мәселелері – мықты криптографиялық алгоритмдерді анықтау болды. Конкурсқа жіберілген алгоритмдердің ішінде конкурсқа ең көп қатысушылар Жапониядан болды. NESSIE конкурсының AES конкурсынан айырмашылықтарының бірі – шифрланатын мәліметтер блогының өлшеміне қандай да бір шектеу қойылмайды, сондықтан да конкурста 64-, 128-, 160- және 256-биттік блоктық шифрлар қарастырылды. NESSIE конкурсындағы алгоритмдер бағаланатын басты критерийлер ол – мәліметтердің құпиялылығы, тұтастылығы және аутентификациясы. NESSIE жобасы зерттеушілер, дайындаушылар және алгоритмдерді стандарттауға дейін тексеретін және салыстыратық серіктестер арасында көпір болды.

CRYPTREC (ағылш. Cryptography Research and Evaluation Committees) жобасы 2000 жылы өкіметтік және индустриалдық пайдалану үшін шифрлау әдістерін бағалау және ұсыну мақсатында жапон өкіметімен ұсынылды. Жоба мақсаты – электрондық мемлекеттің қауіпсіздігін бағалау және мониторинг жүргізу, шифрларды ұсыну, сонымен қатар, криптографиялық модульдерді бағалау критерийлерін орнатады. Жыл сайын наурыз айында CRYPTREC қызметі бойынша жылдық есеп беріліп, жарияланып отырады.

Блоктық шифрлаудың даму тарихымен танысу криптографияны меңгеру барысындағы – мәліметтерді құпиялылығының (ақпаратты басқа тұлғалардың оқу мүмкіндіктерінің болмауы, тұтастығының (ақпараттың байқаусыз өзгертілуінің мүмкін еместігі) және аутентификациялаудың (авторлықтың немесе объектінің қандай да бір қасиеттерінің түпнұсқасын тексеру)) әдістері туралы ғылым, сонымен қатар, авторлықтан бас тарту мүмкін еместігінде.

Криптография дамуының тарихи аспектілерімен студенттердің танысуы арқылы өзінің ой-өрісін кеңейту, ғылымның жүйелік байланысын орнату және математикалық пәндерді меңгеруге кәсіби бағытталған және осы салада мамандықты игеру сияқты мәселелер жүзеге асырылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Гусманова Ф.Р., Абдулкаримова Г.А. Ақпаратты қорғаудың криптографиялық әдістерін оқытудың өзекті аспектілері. // Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы. «Физика-математика» сериясы №4(68), 2019, С.201-208

2 Пестунов А.И. Блочные шифры и их криптоанализ // Вычислительные технологии Т.12, №4, 2007 г. С.42-50

3 Панасенко С.П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009 – 576 с. ISBN 978-5-9775-0319-8.

УДК 02:004
МРНТИ 06.54.51

Н.Б. Денгельбаева [1], А.Г. Исенгалиева [2], А. Атантаева[3]

[1] Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2]М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[3]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ЦИФРЛЫҚ ЖАҺАНДАНУ ЖАҒДАЙЫНДА ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫ КІТАПХАНАЛАРЫНЫҢ ДАМУ ҮРДІСТЕРІ

Аңдатпа

Мақалада Қазақстан Республикасы жоғары оқу орындары кітапханаларында автоматтандырылған ақпараттық-кітапханалық қызмет көрсету және Республикалық жоғары оқу орындары аралық электронды кітапхана (РЖОЭК) жүйесіне енген кітапханалардың мүмкіндіктері мен жоғары оқу орындары кітапханаларының өз қызметіне жаңа ақпараттық технологияларды ендіру, электрондық ресурстарын толықтыру, отандық, әлемдік, ақпараттар ресурстарына ену жолдары берілген. Қазіргі кітапханаларға өндіріс шығармаларын, ақпарат бағдарламаларын насихаттау барысында, жаңа технологиялық компьютерді заман талабына сай өзгертілген түрлерімен ұтымды ұштастыру әрекеттері іздестірілуде және ғаламдық тұрғыда алға қойған мәселелерді дұрыс шешу мен меңгеруге жол ашады. Осындай ұлттық ақпаратты біріктіріп, қоғамға жаңаша уақыт талабына сай қызмет көрсетуді игеру мен насихаттаушы, таратушы, халыққа ұсынушы кітапхана – ол идеологиялық үлкен мекеме рөлін атқарады.

Түйін сөздер: Электронды кітапхана, ресурс, өнеркәсіптік революция, жаһандану, инновация, технология.

Аннотация

Н.Б. Денгельбаева [1], А.Г. Исенгалиева [2] , А Атантаева.[3]
[1]Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
[2] Южно-Казахстанский Государственный университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан
[3]Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан

РАЗВИТИЕ ВУЗОВСКИХ БИБЛИОТЕК В ЦИФРОВОЙ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

Статья посвящена автоматизированному информационно-библиотечному обслуживанию в библиотеках высших учебных заведений Республики Казахстан и возможностям библиотек вошедших в Республиканскую межвузовскую электронную библиотечную систему (РМЭБС) и освещены пути внедрения в работу библиотек высших учебных заведений информационных технологий, пополнения электронных ресурсов, входа в отечественные, мировые информационные ресурсы. Основной целью библиотек республики является – повышение информационной грамотности, гармоничное интегрирование в цифровой среде. Осуществление автоматизированных работ в библиотечном процессе, внедрение библиотечно-информационных программ. Современные библиотеки ищут способы рационально сочетать новыми технологиями с измененными формами жизни и открывать путь к правильному решению и охватывая глобальных проблем. Объединяя национальную информацию, библиотека играет роль крупного идеологического института, осваивая и распространяя, и предоставляя услуги потребителям в соответствии с современными требованиями.

Ключевые слова: Электронная библиотека, ресурс, промышленная революция, глобализация, инновация, технология.

Abstract

DEVELOPMENT OF UNIVERSITY LIBRARIES IN DIGITAL GLOBALIZATION

Dengelbayeva N.B [1], Isengalieva A.,G. [2], Atantayeva A.[3]
[1] Al-farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan
[2] M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent Kazakhstan
[3] Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The article is devoted to automated information and library services in the libraries of higher educational institutions of the Republic of Kazakhstan and the capabilities of libraries included in the Republican Interuniversity Electronic Library System and highlights the ways of introducing information technologies into the work of libraries of higher educational institutions, replenishing electronic resources, entering domestic, world information resources. The main goal of the libraries of the republic is to increase information literacy, harmonious integration in the digital environment. Implementation of automated work in the library process, the implementation of library information programs. Modern libraries are looking for ways to rationally combine new technologies with altered forms of life and pave the way for the right solution and embracing global problems. Combining national information, the library plays the role of a major ideological institute, exploring and disseminating, and providing services to consumers in accordance with modern requirements.

Keywords: digital library, resource, industrial revolution, globalization, innovation, technology.

Елбасы өз Жолдауында «Бүгінде әлем төртінші өнеркәсіптік революция дәуіріне, технологиялық, экономикалық және әлеуметтік салалардағы терең және қарқынды өзгерістер кезеңіне қадам басып келеді. Жаңа технологиялық қалып біздің қалай жұмыс істейтінімізді, азаматтық құқықтарымызды қалай іске асыратынымызды, балаларымызды қалай тәрбиелейтінімізді түбегейлі өзгертуде. Біз жаһандық өзгерістер мен сын-қатерлерге дайын болу қажеттігін ескеріп, «Қазақстан-2050» даму стратегиясын қабылдадық. Алдымызға озық дамыған отыз елдің қатарына кіру мақсатын қойдық» деп атап көрсетті [1].

Бүгінде цифрлық прогресс өмірімізге берік енді, ол күнделікті іс-қызметіміздің ең көп бөлігін құрайды. Біздер цифрлық технологиялардың белсенді пайдаланушыларына айналудамыз.

Соңғы жылдары Қазақстанда ақпараттандыру ықпалымен бүкіл мемлекеттік жүйе қайта құрылатын деңгейге жетіп үлгерді. 2013 жылы ел экономикасының цифрлық түрленуіне, ақпарат қоғамына көшуге, мемлекеттік басқаруды жетілдіруге, тек корпоративтік құрылымдарға ғана емес, сондай-ақ ел азаматтарына ақпараттық инфрақұрылымның қолжетімділігінің артуына септігін тигізетін «Ақпараттық Қазақстан-2020» мемлекеттік бағдарламасы бекітілді.

2017 жылдың желтоқсанында цифрлық технологияларды пайдаланудың көмегімен әр қазақстандықтың тұрмыс деңгейін арттыруға бағытталған «Цифрлық Қазақстан» маңызды кешенді бағдарламасы бекітілді. «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасына сай елімізде жұмысты бес басты бағытта жүргізу жоспарлануда: цифрлық экожүйені құру, адами капиталды дамыту, экономика салаларын цифрландыру, цифрлық мемлекетке көшу және Жібек жолын іске асыру [2].

Қазірдің өзінде Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасын іске асыру жөнінде бірқатар бастамаларды енгізуде:

1) 3-4 сыныптарда заманауи ақпарат технологияларын оқуда және күнделікті өмірде пайдалану үшін олармен жұмыс істеудің жалпы арқаулық білімдерін қалыптастыратын "Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар" пәні енгізілді;

2) робот техникасы аясында бағдарламалаудың жалпы негіздерін үйрететін робот техникасы жөніндегі 372 үйірме жұмыс істейді.

Техникалық және кәсіптік, жоғары, жоғары білімнен кейінгі білім беру саласында:

1) 3 (үш) мамандықтың негізінде студенттерде таңдап алған кәсібі аясында АКТ-ны тәжірибеде пайдаланудың арқаулық білімдерін қалыптастыратын "Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар" пәні енгізілді;

2) техникалық және кәсіптік, жоғары, жоғары білімнен кейінгі білім беру бағдарламаларының негізгі базасы болатын кәсіби стандарттар әзірленуде.

Сонымен бірге бүгінгі таңда 2014-2016 жылдар аралығында АКТ мамандықтары бойынша мамандар даярлауға 14,5 мың білім гранты бөлінді, ал осы кезеңде бітіріп шыққандар 94 мың адамды құрады.

«Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасының мақсаттары Қазақстан Республикасы экономикасының даму қарқынын жеделдету және орта мерзімді келешекте цифрлық технологияларды пайдаланудың есебінен халықтың тұрмыс сапасын жақсарту, сондай-ақ Қазақстан экономикасын ұзақ мерзімді келешекте болашақтың цифрлық экономикасын құруды қамтамасыз ететін дамудың қағидаттық жаңа траекториясына көшуге жағдай туғызу болып табылады. Бағдарламаны жаңа нақты жағдайларға - білім экономикасына көшуді қамтамасыз ету үшін креативті қоғам құруға бағытталған «Адами капиталды дамыту» бағыты бойынша іске асыру қазақстандық жоғары оқу орындарының алдына тұтас міндеттер қойып отыр. Олар жаңа білімдер мен инновацияларды туындату орталықтарына айналуы, экономиканың басым секторларын білікті кадрлық ресурстармен қамтамасыз етуі, рухани-интеллигенттік элитаны тәрбиелеуі тиіс. Осы стратегиялық міндеттерді шешуде жоғары оқу орындары кітапханалары да маңызды орын алады, олар жаңа буынды инновациялық кітапханалар болуы тиіс [3].

Бағдарламаны жаңа нақты жағдайларға – білім экономикасына көшуді қамтамасыз ету үшін креативті қоғам құруға бағытталған «Адами капиталды дамыту» бағыты бойынша іске асыру қазақстандық жоғары оқу орындарының алдына тұтас міндеттер қойып отыр. Олар жаңа білімдер мен инновацияларды туындату орталықтарына айналуы, экономиканың басым секторларын білікті кадрлық ресурстармен қамтамасыз етуі, рухани-интеллигенттік элитаны тәрбиелеуі тиіс. Осы стратегиялық міндеттерді шешуде жоғары оқу орындары кітапханалары да маңызды орын алады, олар жаңа буынды инновациялық кітапханалар болуы тиіс.

Жаңашылдықтың болуы кітапхана ісінің ілгерілеуі мен дамуына серпін береді. Кітапханаларға инновацияларды ендіру кез келген технологиялық және әлеуметтік инновациялық процестердегі сияқты Парето заңымен *(экономист және социолог Вильфред Парето)* - дәстүрлі 80% және инновациялар 20% жүргізіледі. Инновациялардың дәл 20 % табыстың, даму мен тиімділіктің 80% береді. Осылайша, кітапханалардың инновациялық кітапханаға көшуі дәстүрлер мен инновацияларды ұштастыру қағидаты бойынша іске асырылады. Қазіргі кезде жоғары оқу орындары кітапханаларын цифрландыру процесі бірнеше кезеңнен өтті. Мәселен, 1990-жылдардың аяғы мен 2000-жылдардың басында республиканың жетекші жоғары оқу орындарының кітапханаларында автоматтандырылған кітапханалық бағдарламалар орнатылды, электрондық каталогтар құрылды, деректер базаларына кітапхана қорын енгізу басталды. Дәстүрлі карточкалық каталогтар мен картотекалар және электрондық каталогтардың арасындағы барлық шектерді алып тастап, есепке алу, ақпараттық және іздеу функцияларын қатар қолданды. Осы кезде кітапхананың күнделікті жұмысында Интернеттің ақпараттық ресурстары белсенді қолданылады. Кітапханаларда толық мәтінді электрондық папкалар жасақталады, жоғары оқу орындары бейіні бойынша тұрақты түсіп жататын сұраныстар негізінде интернет-сілтемелер архивтері: өзінің деректер базаларына қолжетімділік беретін кітапханалардың, жоғары оқу орындарының білім беру процесінде және ғылыми-зерттеу жұмысында әлеуетті түрде қажетті ақпаратты жариялайтын сайттар мен порталдардың адрестері жасалады. Қазіргі кезде дәстүрлі карточкалық каталогтарды жүргізу процесін электрондық түрге толығымен айырбастау жүргізілуде. Әдетте, электрондық каталогтардың библиографиялық деректер базалары библиографиялық жазбаларды: кітаптарды, оқу-әдістемелік кешендерді, жоғары оқу орындары профессорлық-оқытушылар құрамының еңбектерін, сирек кітаптар қорын, мақалаларды, диссертациялар мен авторефераттарды, мерзімді басылымдарды, электрондық басылымдарды, сондай-ақ жоғары оқу орындары бейіні бойынша тақырыптық проблемалық бағдарланған деректер базаларын қамтиды [4].

2010-жылдардың басында, автоматтандырылған кітапханалық-ақпараттық бағдарламалардың жаңа версияларының дамуымен және жоғары оқу орындары кітапханаларының жұмыс тәжірибесіне ендірілуімен пайдаланушыларға сілтемелерді электрондық каталогтарда бұрыннан бар библиографиялық жазбаларға байлау арқылы баспа басылымы мәтінінің электрондық көшірмелеріне қатынау мүмкіндігі пайда болды.

Бүгінгі таңда жоғары оқу орындары кітапханаларының көпшілігінің электрондық каталогы бірыңғай деректер базасы болып табылады, ол саналуан түрдегі құжаттар туралы библиографиялық және толық мәтінді ақпаратты қамтиды.

Электрондық каталогтың библиографиялық деректер базалары негізінде кітапханалар саналуан ағымдағы және ретроспективтік ақпараттық-библиографиялық өнімдер жасайды. Жоғары оқу орындары кітапханалары дайындайтын библиографиялық өнімнің саналуандылығы арасында бірінші кезекте, жоғары оқу орындарының профессорлар-оқытушылар құрамы еңбектерінің библиографиялық тізімдері мен биобиблиографиялық көрсеткіштері басым түсіп отыр.

Соңғы жылдары кітапхана дайындаған және көпшіліктің қолжетімділігіне орналастырылған жоғары оқу орындары профессорлар-оқытушылар құрамы еңбектерінің сапалы библиографиялық жазбаларының маңызы арта түсіп келеді. Бұл жоғары оқу орындары кітапханаларының библиометриялық өзгерістерді - «Scopus», «Thomson Reuters», «JCR», «РҒСИ» («Ресей ғылыми сөздәйектеу индексі») ғылыми метриялық деректер базаларын пайдалана отырып, жоғары оқу орындары профессорлар-оқытушылар құрамының жариялау белсенділігін қадағалауды жүргізу қажеттігіне байланысты.

Қазіргі кезде жоғары оқу орындары кітапханаларының көпшілігі кітапханада бар бүкіл қорды ашып көрсететін электрондық каталогтарды жасақтау жұмысын аяқтады, ірі жоғары оқу орындары кітапханаларында кітапхана қорының 80 % ашып көрсетіледі. Барлық кітапханалар кітапхана қабырғасында пайдаланушыларға электрондық каталогтарға еркін қолжетімділікті қамтамасыз етеді, сондай-ақ жоғары оқу орындары корпоративтік желісі арқылы және әдетте, логин мен парольдің көмегімен кітапхананың web-сайты арқылы қашықтан қатынау ұсынады.

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің Ғылыми кітапханасы «Лань» және «IPRBook» баспаларының, «IPRMedia» компаниясының электрондық кітапханалар жүйелеріне «Абай атындағы ҚазҰПУ жаршыларының» мақалаларын орналастыру жұмысын жүргізуде.

С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университетінің Ғылыми кітапханасы Қазақстан Республикасының мерзімді басылымдарын корпоративтік библиографиялық өңдеу жөнінде Өскемен қаласы кітапханаларының Өңірлік жобасына, сондай-ақ «ИРБИС» корпорациясының әлемнің ірі кітапханаларымен библиографиялық жазбаларды корпоративтік алмасуды ұйымдастыру жөніндегі жобасына қатысушы болып табылады. С.Аманжолов атындағы ШҚМУ кітапханасы бұл жобаларда тек ресурстарды пайдаланушы ретінде ғана танылмайды, сондай-ақ өз құжаттарының электрондық версияларын ұсыну арқылы олардың жасалуына қатысады.

М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің Кітапхана-ақпарат орталығы Тараз мемлекеттік педагогикалық университетінің Ғылыми кітапханасымен бірлесіп, мақалалардың өңірлік жиынтық электрондық каталогын жасау жұмысын жүргізуде [5].

Жоғары оқу орындары кітапханаларында жаңа компьютерлік технологиялардың пайда болуы және дамуы электрондық ресурстардың ауқымын барынша көбейтуге мүмкіндік берді. Жоғары оқу орындары кітапханаларының ақпарат мүмкіндіктері Интернет арқылы қолжетімді халықаралық және республикалық ресурстарға қашықтан қатынау есебінен кеңейтіледі, олардың көпшілігі толық мәтінді деректер базалары түрінде ұсынылған. Жоғары оқу орындары кітапханаларындағы цифрландыру процесі бірінші кезекте толық мәтінді ақпаратты электронды түрде жинау мен сақтаудың ашылған жаңа мүмкіндігіне байланысты болды. 2000-жылдардың ортасынан бастап республика жоғары оқу орындары кітапханаларының көпшілігі оқу процесі мен ғылыми-зерттеу қызметін қамтамасыз ететін электрондық кітапхананы жасақтау жұмысына кірісті [6].

Электрондық кітапханаларын толықтырудың негізгі көзі сыртқы электрондық базаларға жазылу, электрондық басылымдарды сатып алу, меншікті электрондық коллекцияларды жасау болды. Кітапханалар қорларындағы құжаттарды цифрлық пішімге көшіру – шағын даналы, оқу процесінде және ғылыми-зерттеу қызметінде аса қажетті құжаттарды пайдаланушыларға қолжетімділік бере отырып, меншікті электрондық коллекцияларын жасауды бастады.Электрондық кітапхананың ресурстарына қашықтан қатынау жоғары оқу орындарының жергілікті желісі арқылы кітапхананың, кафедралар мен бөлімшелердің компьютерлерінен логин мен парольдің көмегімен жоғары оқу орындарынан тысқары жерлерде ұйымдастырылған [7].

Бүгінде жоғары оқу орындарының электрондық кітапханалары репертуары силлабустардың толық мәтінді деректер базаларымен, факультеттердің оқу-әдістемелік материалдарымен, электрондық оқулықтармен, толық мәтінді тақырыптық базалармен, оқу орнының баспаханасында басылатын оқытушылардың оқу-әдістемелік құралдарының электрондық аналогтарымен, интернет-ресурстармен, сондай-ақ жазылым ресурстарына қолжетімділік ұсынумен кеңейтіледі.

Қазіргі кезде сыртқы ресурстардан толық мәтінді ақпаратқа қолжетімділікті жоғары оқу орындарының барлық кітапханалары көрсетеді. Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің қолдауымен қол қойылған келісімге сәйкес қазақстандық барлық білім беру және ғылыми ұйымдарына алыс шетелдердің толық мәтінді деректер базалары ресурстарына, соның ішінде Springer, Scopus және Web of Science және басқаларына ақысыз қатынау ұсынылады, қатынау операторы «Мемлекеттік ғылыми-техникалық сараптама Ұлттық орталығы» АҚ болып табылады. Ресурстарға қатынау университеттердің IP-адрестері бойынша іске асырылады.

Республика жоғары оқу орындары кітапханаларының заманауи кітапхана-ақпараттық инфрақұрылымы мен цифрлық ортасын дамытуда Қазақстан Республикасы жоғары оқу орындары қауымдастығының «Республикалық жоғары оқу орындары аралық электрондық кітапхана» (РЖЭК) жобасы елеулі рөл атқарды. [8].

РЖЭК библиографиялық және толық мәтінді ақпараттық ресурстары - бұл оның барлық мүшелері – жоғары оқу орындары кітапханалары жасайтын коллекция. РЖЭК мүшелерінің әрқайсысы жүйенің басқа қатысушылары ұсынатын ақпараттың толық құқылы пайдаланушысы болып отыр. РЖЭК деректер базасының коллекциясы ұдайы толықтырылады, базаға енген басылымдар оның пайдаланушылары үшін айрықша қызығушылық туғызады. Соңғы кездері жоғары оқу орындары кітапханаларына алыс шетелдердің толық мәтінді деректер базаларына тегін қатынаудан бөлек, сонымен бірге мыналардың:

- республикалық: Республикалық жоғары оқу орындары аралық электрондық кітапхананың (РЖЭК – ҚР Жоғары оқу орындары қауымдастығы жобасы), Қазақстан ұлттық электрондық кітапханасы (ЭГБФ-ҚазҰЭБ, ҚР ҰАК бастамашылық еткен), «Параграф», «Заң», «ҚазПАТЕНТ», «ҚР Стандарттары», «Адам құқықтары жөніндегі цифрлық кітапхана»;
- ресейлік: «ONLINE» университет кітапханасы» электрондық-кітапхана жүйесі, «Лань» баспасы (С-Петербор) ЭКЖ коллекциясы, электрондық мерзімді басылымдар және «ИВИС» библиографиялық деректер базалары, Ресейдегі «East View» ресми өкілдігінің; «Polpred.com» ДБ және т.б. деректер базаларына қашықтан қатынау ұсынылады.

Барлық кітапханалар қолжетімділігінде бар электрондық ресурстарды ілгерілету жұмысын жүргізуде. Бүктемелерді, ресурстар жөніндегі жолбасшыларды дайындау, жоғары оқу орындары және кітапхана сайттары арқылы хабарлау, ақпараттық хаттарды электрондық почта арқылы жіберу іске асырылады. Пайдаланушылардың түрлі санаттарымен электрондық ресурстарды пайдалану жөнінде топтық оқыту және жеке консультациялар өткізілуде. Мәселен, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің Ғылыми кітапханасы «Директ-Медиа» ЖШҚ-мен бірлесіп, «Ресей

ЭКЖ-лері ҚР электрондық білім беру ортасы үшін» халықаралық семинарын өткізді. Электрондық оқу залында бар электрондық-кітапхана жүйелерінің таныстырылымдары ұдайы өткізіледі [9].

С.Сейфуллин атындағы Қазақ аграрлық-техникалық университетінің кітапханасы кафедралардың қызметкерлерімен, магистранттармен, докоранттармен және студенттермен ішкі және сыртқы білім беру ресурстары жөнінде семинарлар өткізді.

Д.М.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің Ғылыми кітапханасында, Қостанай мемлекеттік педагогикалық университетінің Ақпарат-кітапхана орталығында «ҒТА ҒО» АҚ өкілдерінің оқытушылар мен ғылыми қызметкерлерге арнап ұйымдастырған «Elsevier, SciVerse, ScienceDirect, Scopus компанияларының әлемдік үздік ресурстарын пайдалана отырып, сапалы зерттеулер жүргізу» тақырыбындағы семинарларын өткізу дәстүрге айналды.

С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің С.Бейсембаев атындағы Ғылыми кітапханасының, Қорқыт ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университетінің Ғылыми-техникалық кітапханасының қызметкерлері «Thomson Reuters: Web of Science платформасы: іздеудің базалық және кеңейтілген мүмкіндіктері» онлайн семинарлары сериясынан, сондай-ақ «ИРБИС және корпоративтік мүмкіндіктер» вебинарынан өтті.

Бүгінде жоғары оқу орындарының электрондық кітапханалары пайдаланушылардың арасында ақпарат алудың танымал әрі қажетті форматы. Электрондық кітапхана жүйесіне келушілер саны үздіксіз өсе түсуде.

Кітапханаларда электрондық ресурстарды пайдалану тиімділігінің ұдайы мониторингі іске асырылады, пайдаланушылардың қажеттіктері зерделенеді. Статистикалық мәліметтерге қарағанда электрондық ресурстарды пайдалану көрсеткіштері, ақпарат көлемінің ұлғаюы, сыртқы ресурстарға қатынауы, пайдаланушыларды деректер базаларындағы мәліметтерді іздеуге үйретуі жыл сайын арта түсіп отыр

Қазіргі кезде барлық дерлік жоғары оқу орындары кітапханаларының жоғары оқу орындарының web-сайтында өз парағы, ал кейбірінің дербес сайты бар. Жоғары оқу орындары кітапханаларының сайттары аптасына 7 күн 24 сағат режимінде ақпаратқа қолжетімділіктің негізгі арнасы болып отыр. Бүгінде, республика жоғары оқу орындарының барлық дерлік сайттарының кітапхана бөлімінде «Кітапхана құрылымы», «Пайдалану қағидалары», «Қызметтер», «Жаңалықтар», «Виртуалдық кітап көрмелері» парақтары бар. Жоғары оқу орындары кітапханаларының сайттары ұдайы даму және жетілдірілуі үстінде, жаңа ақпаратпен толығуда. Кейбір кітапханалардың Web-сайттары барлық заманауи талаптарға жауап береді: ақпаратқа қатынаудың жайлылығы – кітапхананың бас парағынан; ақпаратты іздеудің қарапайымдылығы – іздеу жүйесіндегідей; ақпарат алуға жұмсалатын уақыт - on-line режимінде; ақпараттың қолайлы пішімі – толық мәтіндер.

Қашықтағы пайдаланушыларға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің әл-Фараби кітапханасының, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің, С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университетінің, Д.М.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің, М.Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан мемлекеттік университетінің, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің, Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан мемлекеттік медициналық университетінің, академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университетініңШ. Есенов атындағы Каспий мемлекеттік технологиялар және инжиниринг университетінің, Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетеу мемлекеттік университетінің, Тараз мемлекеттік педагогикалық университетінің, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің С. Бейсембаев атындағы Ғылыми кітапханасының, М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің Кітапхана-ақпарат орталығының, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университетінің Білім беру-ақпарат орталығының сайттарындағы электрондық каталогтың Web-модуліне қолжетімділік ұсынылады. Жетекші жоғары оқу орындары кітапханаларының сайттары статистикасының мониторингі оның келімінің тұрақты өсуін тіркейді, мұнда Электрондық кітапхананың электрондық каталогына және толық мәтінді деректер базаларына қызығушылық басым орын алады. Интернет-технологиялар пайдаланушыларға анықтама-библиографиялық қызмет көрсетудің дәстүрлі түрлерін аса жайлы әрі тиімді қызметтерге көшіруге мүмкіндік берді. 2010-жылдардың басында жетекші жоғары оқу орындары кітапханалары қашықтағы пайдаланушы үшін қызметтердің жаңа түрін – Құжаттарды электрондық жеткізу және Виртуалдық анықтама қызметін көрсетеуге кірісті. Қазірдің өзінде Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің, С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университетінің, Д.М. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің, Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің Ғылыми кітапханаларының, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің С.Бейсембаев атындағы Ғылыми кітапханасының, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университетінің Білім беру-ақпарат орталығының, Қазақ тұтынушылар қоғамының Қарағанды экономикалық университетінің Цифрлық кітапханасының сайттарында «Библиографтан сұра» бөлімі ұсынылған, электрондық почта арқылы виртуалдық анықтама-библиографиялық қызмет көрсетіледі, кітапханааралық қызмет көрсетудің онлайн түрлері – құжатты электрондық жеткізу қызметі көрсетіледі. Кітапханалар ең кең аудиторияның мүддесіне серіктестік пен достастықтың жаңа деңгейіне шығуы тиіс. Табысқа жету үшін, жаңа технологиялар мен жаңа тәжіибелерді ендірген кезде мына қағидаттарды сақтауды ескергені жөн:

- қорлар мен коллекцияларды цифрландыру қазіргі заманғы кезеңдегі маңызды басымдықтардың бірі болуі тиіс;
- цифрландырылған коллекциялар жалпыға қолжетімді, бірақ авторлық құқық және зияткерлік меншікті қорғау саласындағы қолданыстағы заңнаманы ескеруі қажет;
- цифрлық технологиялар адамның ішкі дүниесінің кеңеюі мен баюына бағытталуы тиіс.

Кітапханалар жоғары оқу орындарының тұтас ақпарат білім беру ортасына ақпаратқа ашық қатынау негізінде пайдаланушыларға заманауи сервистер мен қызметтерді ұсына отырып, білім беру және ғылыми ресурстардың барлығын біріктіре отырып, осы ортаның құрылуына барынша жәрдемдесуі қажет, бұл пайдаланушылардың мәдениеті мен қызмет көрсету сапасының артуына және оқырман сұраныстарын аса толығымен қанағаттандыруға септігін тигізеді [10].

Кітапхана мен жоғары оқу орындарының бөлімшелері арасындағы серіктестік қатынастар кітапхананың рейтингін ғана емес, сондай-ақ жоғары оқу орындарындағы білім беру сапасын арттыра отырып, оқу, ғылыми және тәрбиелеу процесін аса толығымен және сапалы қамтамасыз етуге ықпалын тигізетін болады.

Жоғары оқу орындары кітапханасының келешекте қандай болуы, көбінесе, жоғары оқу орындарының қандай болатынына байланысты. Кітапхана ғылыми және білім беру мекемесі ретінде басқа құрылымдық бөлімшелерімен қатар жоғары оқу орындарының толық құнды дамуын қамтамасыз ететін орталыққа айналуы тиіс.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Назарбаев Н.Ә. Қазақстан – 2050 стратегиясы қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты ҚР Президенті Елбасы Н.Ә. Назарбаевтың Қазақстан халқына жолдауы //Оңтүстік Қазақстан. – 2012. - №198-199. – 6 б.

2 Website: Цифрлы Қазақстан 4 бағыт бойынша жүзеге асады [Электрон.ресурс]. – 2017. https://old.baq.kz/kk/news/zhangirtu_30/tsifrli_kazakstan_bagdarlamasi_4_bagit_boiinsha_zhuzege_asadi20170303_091600 (дата обращения:3.03.2017)

3 Website: «Цифрлы Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2017 жылғы 12 желтоқсандағы № 827 қаулысы.) [Электрон.ресурс]. – 2017. http://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1700000827

4 Website: Кітапханалар толықтай цифрлы жүйеге көшірілді.[Электрон.ресурс]. – 2018. https://24.kz/kz/zha-aly-tar/o-am/item/235037-kitapkhanalar-toly-taj-tsifrly-zh-jege-k-shiriledi

5 Website: Цифрлық жаһандану кезінде кітапханалардың даму тенденциялары.[Электрон.ресурс]. – 2018. http://kaznpu.kz/kz/4561/press/

6 Партнерство библиотек вузов республики: новые формулы сотрудничества:Материалы республиканского семинара (г. Костанай, 18-19 июня 2012 г.) – Костанай: КГПИ, 2012 – 88 с.

7 Матлина С.Г. Блеск и нищета библиотечно-библиографической инноватики //Библиография.–1999.–№2.–С.50-61.

8 Качанова Е.Ю. Инновационная (библиотечная) политика: цели, этапы, методы // Библиотека. – 2009. - №10. – С.35-38.

9 Тусупова, Т.Н. Инновационные технологии в библиотеке [Текст] //Мир библиотеки. - 2010.- № 2.- С. 42-44.

10 Емельянов А.Е. Роль центра автоматизированных информационно- билиотечных систем в деятельности библиотеки // Мир библиотеки. - 2011.- № 3.- С. 25-27.

МРНТИ 20.51.23
УДК 004.021

С.К. Джолдасбаев[1]*, Б.О. Куламбаев*[2]

[1] *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*
[2]*Университет «Нархоз», г. Алматы, Казахстан*

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ

Аннотация

Для развития решений задач обеспечения высокоскоростного Интернета, то есть качественным сервисом обслуживания, до определенного момента существует возможность повышения качества за счет увеличения аппаратных ресурсов системы, но, как показывает практика, не всегда количество означает качество, и эффективность системы предоставления услуг учитывает именно выгодное позиционирование ресурсов с алгоритмическими балансировками нагрузки на серверах с максимальной пользой, как для пользователя, так и для стороны, предоставляющей услуги.

В статье предоставлены результаты исследования и анализа алгоритмов балансировки, методов реализации для распределения нагрузки на серверах и повышения качества предоставления услуг. Исследования в данном направлении являются весьма актуальными и востребованными, в статье приводятся анализ и описание методов статических и динамических решений, преимущества и недостатки алгоритмов.

Ключевые слова: повышения качества предоставления услуг, балансировка нагрузки, алгоритмы балансировки.

Аңдатпа

С.К. Джолдасбаев[1]*, Б.О. Куламбаев*[2]
[1]*Әль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[2] *«Нархоз» Университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ САПАСЫН АРТТЫРУ ҮШІН ЖҮКТЕУДІ ҮЛЕСТІРУ АЛГОРИТМДЕРІН ҚОЛДАНУ

Жоғарыжылдамдықты Интернетті қамтамасыз ету шешімдерін, яғни сапалы қызмет көрсету сервері, дамыту үшін белгілі уақытқа дейін жүйенің аппараттық ресурстарын арттыру арқылы жүргізуге болмақ, алайда, тәжірибе көрсеткендей, бұл әрқашанда оңтайлы әдіс болып табылмайды, және қызмет көрсету жүйелерінің оңтайлығы ресурстарды үлестіруді реттеу алгоритмдерімен сәйкес тиімді позициялау тұтынушы мен қызмет көрсетуші жақ үшін де тиімді болатынын көрсетеді.

Ұсынылған жұмыста серверлердегі жүктеуді реттеу алгоритмдерін, әдістерін зерттеу мен талдау және қызмет көрсету сапасын арттыру нәтижелері ұсынылған. Бұл бағытта зерттеулер оңтайлы және сұранысқа ие болып табылады. Жұмыста статикалық және динамикалық шешімдер әдістері, алгоритмдердің артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетіледі.

Түйін сөздер: қызмет көрсету сапасын арттыру, жүктеуді үлестіру, үлестіру алгоритмдері.

Abstract

APPLICATION OF LOAD BALANCING ALGORITHMS FOR IMPROVING THE QUALITY OF SERVICE

Joldasbayev S. [1]*, Kulambayev B.* [2]
[1] *Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*«Narxoz» University, Almaty, Kazakhstan*

To develop solutions to the problems of providing high-speed Internet, that is, a high-quality service, up to a certain point, there is the possibility of improving quality by increasing the hardware resources of the system, but, as practice shows, quantity does not always mean quality, and the effectiveness of the service delivery system takes into account the advantageous positioning of resources with algorithmic load balancing on servers with maximum benefit, both for the user and for the party providing services.

This article provides the results of research and analysis of balancing algorithms, implementation methods for load balancing on servers and improving the quality of service delivery. Research in this direction is very relevant and in demand, the article provides an analysis and description of static and dynamic solutions, the advantages and disadvantages of algorithms.

Keywords: QoS, load balancing, balancing algorithms.

Введение

В настоящее время использование Интернета стремительно растет по всему миру. Так, в Казахстане впервые настоящий Интернет появился еще 1997 году и стоил $10 за час, с сервисом в среднем 14 400 бит/сек. Интернет был роскошью, ее доступность и скорость со временем повысилась, но тем не менее во многих регионах страны до сих пор остовляет желать лучшего, даже в радиусе крупных мегаполисов. Будет правильно, если мы отметим, что большую роль сыграл проект ОАО “Казахтелеком” – “Зона Интернет”.

В конце 2000 года в Казахстане было зарегистрировано 1 945 сайтов, тогда как сейчас за одну неделю появляются 8-12 новых сайтов, а количество ресурсов и пользователей по всему Миру удваивается примерно за один год.

Постоянное увеличение объемов и ресурсов при использовании Интернета приводит к тому, что для многих сервисов важна возможность стабильной работы при больших нагрузках, так как для многих конкурентных фирм, пользующихся тем или иным сервисом, это играет значимую роль во всех производственных вопросах, вплоть до миграции клиентов к конкурентам.

И неудивительно, что многие предпочитают пользоваться услугами продвинутых в этой области крупных компаний, например, Amazon, Google и т.д., которые используют кластеры серверов как средство развертывания приложений и в качестве балансировщиков нагрузки.

Такие кластеры серверов (далее просто серверы) дают возможность не беспокоиться о сбоях системы – грамотно устроенные балансировщики нагрузки реализуют оптимальное управление поступающих запросов к серверам, что способствует реализации равномерной нагрузки на узлы, понижает потери производительности и обеспечивает максимально возможное время ответа на запрос.

На сегодняшний день разработано множество алгоритмов балансировки нагрузки на серверах, но не все алгоритмы применяются на практике. В основном, многие алгоритмы работают с учетом нагрузки на определенный сервер (кластеры серверов), принимая в расчет только его вычислительную мощность. Во многих случаях тестирование разработок проводится в гомогенных системах.

Обычно крупные сервисы развернуты на кластерах, состоящих из множества, в частности, гетерогенных узлов. Балансировка нагрузки в таких сервисах является актуальной задачей, так как не существует универсального решения для всех серверов.

Тем не менее, с целью расширения возможностей таких систем применимы определенные алгоритмы балансировки.

Обзор трудов

Большое количество известных ученых, например, Клейнрок, С. Блейк, Д. Гроссман, З. Ван, Стеклов В. К., Беркман Л. Н., а также такие исследовательские центры, как мобильные ad-hoc Сети, Internet Engineering Task Force, Center for Embedded Networked Sensing занимаются управлением и распределением трафика.

Однако, несмотря на огромное количество публикаций и усилия производителей, задача построения моделей движения, наилучшим образом отражающих его функционирование в реальных условиях, до сих пор не решена [1-5].

В частности, поскольку обучение с подкреплением предоставляет потенциал для разработки оптимальной политики распределения без явного знания модели путем изучения последствий каждого действия, существующие работы по алгоритмам ML в основном сосредоточены на обучении с подкреплением [5, 6]. Для их изучения не требуется ни явной модели системы, ни явной модели трафика. RL относится к процессу обучения, в котором обучающийся агент может научиться принимать соответствующие решения посредством взаимодействия с внешней средой [3].

В частности, помимо агента обучения и окружающей среды, система обучения с подкреплением состоит из политики, функции вознаграждения и функции ценности.

Пусть S-множество состояний окружающей среды, а A-множество действий, соответственно.

Другим популярным алгоритмом машинного обучения является машина опорных векторов (SVM). Он широко применяется в различных областях, таких как распознавание образов, классификация и интеллектуальный анализ данных.

Однако SVM не являются предпочтительными в онлайновых приложениях, поскольку сложность обучения и тестирования стандартных SVM составляет O (nm + m3) и (m) соответственно, где n-размер данных, а m-число опорных векторов. С другой стороны, для снижения сложности были предложены некоторые приближенные методы [9].

Например, [10] уменьшает сложность до O (nd 2 max), где d max-число выбранных базисных функций.

Для решения задачи управления ресурсами было предложено несколько работ по алгоритмам машинного обучения [4-9]. Для контроля допуска [7] был получен сложный набор правил, который может быть использован для определения оптимальной конфигурации ненаблюдаемой рабочей нагрузки на основе алгоритмов машинного обучения.

[9] применил RL для автоматической настройки параметров в многоуровневых веб-системах, где восемь параметров на веб-уровне и уровне приложений выбираются так, чтобы они состояли из пространства состояний.

Для каждого параметра существует три возможных действия: увеличение, уменьшение и сохранение.

Политика основана на методе электронной жадности. Чтобы подавить низкую производительность из-за плохой инициализации, они предложили алгоритм для построения различных политик инициализации для различных сценариев.

Для масштабирования виртуальных машин [8] была предложена методика обучения итерационной модели на основе искусственной нейронной сети (ANN) для прогнозирования потребности в вычислительных ресурсах в виртуальных средах.

[7] применил RL для обучения нелинейных аппроксиматоров (например, многослойных персептронов) вместо таблицы поиска для горизонтального масштабирования VM, где состояние определяется как скорость поступления запроса, а действие заключается в определении количества выделенных серверов.

Поскольку на практике пространство состояний экспоненциально растет с увеличением числа параметров, авторы применили аппроксиматор нелинейных функций в качестве внешней политики, чтобы избежать плохой производительности, которая ожидалась бы при онлайн-обучении. В последнее время в работах [5-8] было предложено несколько работ по нечеткому управлению для управления ресурсами.

В работе [8] контроль допуска осуществляется нечетким управлением с целью управления QoS, где параметр поворота Maxclients в каждом интервале управляется нечетким контроллером.

Для масштабирования ВМ [5] предпринята попытка отразить нелинейное поведение в использовании ресурсов ВМ путем разработки нечеткой модели оценки.

Подход делится на два этапа. Во-первых, метод моделирования на основе нечеткой логики используется для изучения поведения системы, не требуя каких-либо предварительных знаний. Затем прогностический контроллер прогнозирует потребность в ресурсах всех виртуальных машин и выполняет действия, основанные на этой модели.

[6] предложил нейронный нечеткий контроллер для основанной на процентилях сквозной гарантии задержки через виртуализированный многоуровневый серверный кластер, где гауссовские функции принадлежности сначала используются для размытия среднего времени обслуживания, s_i, и дисперсии времени обслуживания, *sigma 2i*, распределения запросов на уровне i, соответственно.

Затем нечеткая нейронная сеть применяется для онлайн-обучения на этапе вывода.

Кроме того, для дальнейшего повышения производительности вводится коэффициент масштабирования выходных данных. Он не зависит от модели и способен адаптировать параметры управления с помощью быстрого онлайн-обучения.

По сравнению с другими контролируемыми методами машинного обучения, он не требует автономного обучения.

Анализ методов разработки алгоритмов балансировки

С точки зрения эффективности алгоритм считается хорошим, если удовлетворяет определенным требованиям, допустимым в пределах работы в режиме реального времени.

Например, если алгоритм позволяет системе предоставляет возможность горизонтального масштабирования, продолжать работу при выходе из строя некоторых узлов, то есть быть отказоустойчивым.

Методы разработки алгоритмов балансировки [8, 9] хоть и имеют разные подходы, соответствуют следующим требованиям:

1. Предсказуемость.
2. Равномерная или справедливая загрузка ресурсов системы.
3. Масштабируемость.

Во многих работах на сегодняшний день делают акцент как основные алгоритмы балансировки, имеющие наибольшее практическое применение, такие алгоритмы, как Round Robin, Weighted Round Robin, Least Queue, Load Least, Sticky session, алгоритмы группы Least Connections (Least Connections, Locality-Based Least Connection Scheduling, Locality-Based Least Connection Scheduling with Replication Scheduling) [5-10].

Используя следующие обозначения свойств алгоритмов, попытаемся дать их подробное описание:

ω_i – интенсивность обслуживания,

$p_i = \lambda_i/\lambda$ – вероятность направления запроса на i-й сервер,

$\lambda_i = \ \phi_i + \sum_{j=1}^{n} x_{ji}$ – интенсивность потока заявок поступающего на i-й сервер,

$\rho_i = \lambda_i/\omega_i$ – загруженность i-го сервера.

1) Round Robin (RR) – распределение заявок происходит по очереди, от первого до конечного циклический, все серверы получают в среднем одинаковое число заявок:

$$p_i = \frac{1}{n} = const, \lambda_i = \frac{\lambda}{n}, T = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n\omega_i - \lambda}.$$

2) Weighted Round Robin(WRR) – распределение заявок по порядку, при условии, что каждому серверу присваивается весовой коэффициент в зависимости от производительности и мощности узла, и заявки на них поступают соответственно с принятыми правилами:

$$\frac{p_i}{w_i} = const, T = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\frac{w}{w_i}\omega_i - \lambda}, \qquad w = \sum_{i=1}^{n} w_i.$$

3) Least Queue – динамический алгоритм с обратной связью, заявка будет направлена к серверу, с наименьшим числом заявок на момент, в таком порядке длина очереди на всех серверах будет одинаковая:

$$\sum Q_i = \frac{\rho_i^2}{1 - \rho_i} = const, i = \min_{j=1,n} \{j : \lambda < \lambda^j\},$$

$$p_j = \frac{i\omega_j - \omega_\Sigma^i}{i\lambda} + \frac{1}{i}, \Leftarrow \lambda > \lambda^j = \omega_\Sigma^{j-1} - (j-1)\omega_j,$$

$$p_j = 0, \Leftarrow \lambda < \lambda^j,$$

$$T = \frac{i}{\omega_\Sigma^i - \lambda}$$

4) Least Load – динамический алгоритм с обратной связью. Заявка направляется на тот сервер, который менее всего загружен. Величина загруженности сервера может определяться, например, по времени соединения с сервером. Нагрузка на все серверы одинакова:

$$1 - U_i = \rho_i = const, p_i = \frac{\omega_i}{\omega_\Sigma}, T = \frac{n}{\omega_\Sigma - \lambda}$$

5) Least Connections – динамический алгоритм с обратной связью, с учетом количества подключений, поддерживаемых серверами в текущий момент времени. Заявка направляется на тот сервер, который менее всего загружен.

Таблица-1. Сравнительные характеристики алгоритмов балансировки

Название	*Описание*	*Приемущества*	*Недостатки*
Round Robin	*перебор по круговому циклу*	*независимость от протокола, стоимость реализации, отсутствие связи меж серверами*	*однородность ресурсов, отсутствие информации о загруженности*
Weighted Round Robin	*перебор по круговому циклу с учетом весов серверов*	*гибкое распределение нагрузки, эффективность при известности состава серверов в кластере*	*предварительное определение производительности и мощности серверов*
Least Queue	*заявка направлена к серверу с наименьшим числом заявок на момент*	*длина очереди на всех серверах одинаковая*	*не учитывает загруженности отдельных запросов*
Least Load	*заявка направляется на менее загруженный сервер*	*нагрузка на все серверы одинакова*	
Least connections	*запросы передаются серверу с наименьшим количеством активных подключений.*	*надежность и повышение отказоустойчивости за счет подачи запроса менее загруженному узлу, стоимость, отсутствие необходимости данных о составе серверов*	*не учитывает загруженности отдельных запросов*
Weighted Least Connections	*учитывает при распределении нагрузки количество активных подключений и весовой коэффициент серверов*	*определение загруженности узла и учитывает весовой коэффициент серверов*	*не учитывает загруженности отдельных запросов*
Least Connections, Locality-Based Least Connection Scheduling	*принцип LC + за каждым из клиентских серверов закрепляется группа клиентских IP запросы кот. направляются на главный сервер, если он загружен перенаправляет запрос на другой сервер*	*Эффективен для для кэширующих прокси-серверов*	*не учитывает загруженности отдельных запросов, требует дополнительных ресурсов*
Locality-Based Least Connection Scheduling with Replication Scheduling	*каждый IP-адрес или группа IP-адресов закрепляется за группой серверов запрос передаётся наименее загруженному серверу из группы если все серверы из главной группы перегружены будет зарезервирован новый сервер*	*позволяет избежать избыточной репликации*	*требует дополнительных инструкции и энергетических затрат во время пиковой нагруженности*
Sticky session	*запросы поступают к серверу кластера, на который был направлен запрос при создании сессии*	*независимость от протокола, отсутствие связи меж серверами, поддержка в вебсервере NGINX*	*Не учитывается нагрузку на конкретный сервер при распределении*

Рассмотренные алгоритмы можно эффективно применять для балансировки нагрузки на серверах при определленных условиях.

Модификация алгоритма Least Connections

На основании проведенных исследований обеспечение качества распределения нагрузки на серверах реализовано следующими алгоритмами: Round Robin, Weighted Round Robin, Load Least, Least Connections. Проведенные теоретические и вычислительные исследования показали преимущества и недостатки данных алгоритмов балансировки нагрузки на серверах развернутых в кластере «single-instance application». В настоящее время актуальным является алгоритм балансировки Least Connections, который в частности, используется для сервисов, развернутых в кластере «single-instance application» - на каждом из узлов имеется свой экземпляр приложения, в качестве хэш-таблицы используется распределенный кэш, данные в котором доступны на всех серверах [11].

Для улучшения исходного алгоритма предложена модификация, где используется не только количество активных подключений, но и определенный приоритет к серверу в зависимости от его ресурсов (мощности) по сравнению других в системе. Преимуществом данного алгоритма является и возможность инициализации новых узлов кластера, не только из файла с настройками кластера, но и по мере получения новых запросов. В случае если в настройках сервера не находится узел, к которому обращается запрос, то параметры запрашиваемого узла сохраняются и обеспечивается возможность динамического расширения состава серверов (кластеров), и данному узлу назначается самая минимальная нагрузка, так как вычислительные мощности данного сервера неизвестны.

Предположим, кластер состоит из N количества серверов. В зависимости от поступающих запросов кластер серверов предоставляет разные количества узлов: $S = \overline{1, N}$. В первую очередь алгоритм делает определение наличия параметров целевого сервера из запроса пользователей сравнивая ее с хэш-таблицей, где хранятся данные серверов в кластере S_i. Если идентичный сервер не находится, заносится запись нового узла S_{i+1}. Следом идет определение используемых серверов:

а) если используется только один сервер $S = 1$, то текущий запрос будет направлен к данному серверу,

б) если количество больше двух $S > 2$, то сортируется список серверов, зависящие от количества активных подключений и весов серверов, предусмотренных еще при инициализации.

Далее идет определение и выборка сервера с наименьшим количеством активных подключений S_i^{min} на коэффициент мощности сервера k_i и запрос перенаправляется на этот сервер.

Таки образом, модифицированный алгоритм Least Connections для кластеров «single-instance application» содержит преимущественную разницу с исходным образцом за счет разметки весов на серверах. Разработанный авторами программный код содержит выполнение сортировки узлов кластера при соответствии с количеством активных подключений и коэффициентом нагрузки на каждый отдельный узел, и выдачей соответственного адреса. Кроме того, модифицированный алгоритм Least Connections в силу своих динамических характеристик может распределять равномерно нагрузку по всем узлам серверов, развернутых в кластере «single-instance application».

Заключение

Проведенные исследования и реализация алгоритмов балансировки Round Robin, Weighted Round Robin, Load Least, Least Connections, тестирование полученных результатов приводят к следующим выводам:

- алгоритм Least Connections является достаточно эффективным для решения задачи балансировки нагрузки на серверах, развернутых в кластере «single-instance application»;
- получена равномерная балансировка нагрузки в узлах серверов;
- применение предложенных модификаций алгоритма дает возможность масштабирования приложений и повышает отказоустойчивость за счет равномерного распределения нагрузки по узлам, что так же повышает отказоустойчивость системы;

В целом, в результате проведенных исследований можно сделать заключение, что при использовании алгоритма Least Connections достигается уменьшение рисков сбоя «слабых» узлов сервера за счет определения вычислительных характеристик и введения коэффициента мощности сервера. Кроме того, данный алгоритм способствует уменьшению излишних задержек и в силу своих динамических характеристик может распределять равномерно нагрузку по всем узлам серверов (тип).

Таким образом, проведенные авторами данной статьи исследования позволили провести анализ и решение задачи балансировки нагрузки применением алгоритма Least Connections в соответствии с требованиями повышения эффективности и повышения производительности распределения нагрузки.

Список использованной литературы:

1 Joldasbayev S.K., Balakayeva G.T., Aidarov K.A., Chris Phillips Dynamic request distribution for enhanced Quality of Service // Вестник КазНУ, серия математика, механика, информатика, 4 (100), 2018, p 18-27.

2 Джолдасбаев С., Балакаева Г.Т., Айдаров К.А., Даркенбаев Д.К. Проектирование и исследование интеллектуальной системы предоставления услуг// Материалы XIV международной азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Kyrgyzstan, 7/20/2018-7/31/2018

3 Liu, S., Ren, S., Quan, G., Zhao, M., Ren, S. Profit Aware Load Balancing for Distributed Cloud Data Centers. 2013 IEEE 27th International Symposium on Parallel and Distributed Processing, (2013): 611–622.

4 Karger D. R., Ruhl M. Simple efficient load balancing algorithms for peer-to-peer systems //Proceedings of the sixteenth annual ACM symposium on Parallelism in algorithms and architectures. – ACM, 2004. – с. 36-43.

5 Айдаров К., Балакаева Г. Исследование алгоритмов и методов балансировки нагрузки и построение моделей для сетей массового обслуживания, Марчуковские научные чтения - 2017, Труды международной научной конференции. 2017, Издательство: Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения РАН (Новосибирск).

6 Кормен, Т., Лейзерсон, Ч., Ривест, Р., Штайн, К. Глава 11. Хеш-таблицы. //Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms / Под ред. И. В. Красикова. - 2-е изд. -М.: Вильямс, 2005. - 1296 с. - ISBN 5-8459-0857-4.

7 Кочетов Ю. А., Кочетова Н. А. Задача балансировки нагрузки на серверы // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Информационные технологии. 2013. Т. 11, вып. 4. С. 71–76.

8 Lee, Y. C., Zomaya, A. Y. Energy efficient utilization of resources in cloud computing systems. The Journal of Supercomputing, 60(2), (2010): 268–280.

9 Enokido, T., Aikebaier, A., Takizawa, M. A Model for Reducing Power Consumption in Peer-to-Peer Systems. IEEE Systems Journal, 4(2),(2010): 221–229.

10 Mukherjee, M., Shu, L., Wang, D. Survey of Fog Computing: Fundamental, Network Applications, and Research Challenges. IEEE Communications Surveys and Tutorials, (2018): 1–1.

11 Nagpure, M. B., Dahiwale, P., Marbate, P. An efficient dynamic resource allocation strategy for VM environment in cloud. 2015 International Conference on Pervasive Computing (ICPC) (2015).

12 Vakilinia, S., Heidarpour, B., Cheriet, M. Energy Efficient Resource Allocation in Cloud Computing Environments. IEEE Access, 4, (2016), 8544–8557.

13 Zhang, W., Zhang, Z., Chao, H.-C. . Cooperative Fog Computing for Dealing with Big Data in the Internet of Vehicles: Architecture and Hierarchical Resource Management. IEEE Communications Magazine, 55(12),(2017): 60–67.

14 Hameed, A., Khoshkbarforoushha A., Ranjan, R., Jayaraman, P. P., Kolodziej, J., Balaji, P., Zomaya, A. A survey and taxonomy on energy efficient resource allocation techniques for cloud computing systems. Computing, 98(7), (2014): 751–774.

15 Ge, Y., Zhang, Y., Qiu, Q., Lu, Y.-H. A game theoretic resource allocation for overall energy minimization in mobile cloud computing system. Proceedings of the 2012 ACM/IEEE International Symposium on Low Power Electronics and Design - ISLPED '12., (2012): 279-284.

МРНТИ 06.54.51:06.73.15
УДК 336.741.24

Б.А. Досжанов

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН БИТКОЙН КРИПТОВАЛЮТАСЫ: ЖҰМЫС ҰСТАНЫМЫ ЖӘНЕ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Үкіметтік деңгейде қолға алынған әлеуметтік-экономикалық салалармен қатар мемлекеттік-жекеменшік әріптестіктерде, компаниялар мен мекемелердің, ұйымдардың қызметтерінде интернет-технологияларға айрықша мән берілуі блокчейндердің ірі инфрақұрылымға бірігуіне мүмкіндік беруде. Мұндай нәтижеге пайдаланушылар тарапынан қолжетімділікті қамтамасыз ету, мәліметтер базасын сақтаудың ішкі алгоритмдерін өзгерту арқылы жетуге болады. Блокчейн технологиясының басты ерекшелігі – ол жүйені орталықсыздандыруға негізделген. Кез-келген қорғаныс құралдарын пайдалану жағдайында серверде орналасқан мәліметтер базасына бұзып кіруге болатын болса, блокчейнде мұндай келеңсіздікке жол берілмейді.

Мақалада блокчейн технологиясы мен биткойн криптовалютасына түсініктеме беріледі және олардың жұмыс ұстанымы қарастырылады. Олардың болашақтағы перспективалық бағыттары мен интернет арқылы жүргізілетін қаржылық іс-әрекеттегі ауқымды ықпалы баяндалады. Сондай-ақ, криптовалюталар мен онда қолданылатын технологиялар, алгоритмдер сипатталады.

Түйін сөздер: криптовалюта, блокчейн технологиясы, биткойн, электрондық ақша айналымы.

Аннотация

Б.А. Досжанов
Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан

ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН И КРИПТОВАЛЮТА БИТКОЙН: ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОСОБЕННОСТИ

Наряду с социально-экономической сферой интерес к интернет-технологиям в государственно-частных партнерствах, компаниях и учреждениях, организациях позволяет интегрировать блокчейны в крупную инфраструктуру. Этот результат может быть достигнут путем предоставления пользователю доступа и изменения внутренних алгоритмов хранения базы данных. Главной особенностью технологии блокчейна является то, что она основана на децентрализации. В случае использования каких-либо средств защиты, если есть возможность взломать базу данных, расположенную на сервере, то такая неисправность не допускается в блокчейне. В статье рассматриваются понятия криптовалюты, блокчейна и биткойна, а также принципы их работы. Представлены перспективы их развития и масштабное влияние на финансовую деятельность, осуществляемую через интернет. Также описаны криптовалюты и используемые в ней технологии, алгоритмы.

Ключевые слова: криптовалюта, технология блокчейн, биткойн, электронные денежные обороты.

Abstract

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND BITCOIN CRYPTOCURRENCY: HOW IT WORKS AND FEATURES

Doszhanov B.A.
Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda, Kazakhstan

Along with the socio-economic sphere, interest in Internet technologies in public-private partnerships, companies and institutions, organizations allows you to integrate blockchains into large infrastructure. This result can be achieved by giving the user access and changing internal database storage algorithms. The main feature of blockchain technology is that it is based on decentralization. In the case of using any means of protection, if it is possible to crack the database located on the server, then such a malfunction is not allowed in the blockchain. The article discusses the concepts of cryptocurrency, blockchain, and bitcoin, as well as the principles of their operation. Prospects for their development and large-scale impact on financial activities carried out via the Internet are presented. It also describes cryptocurrencies and the technologies and algorithms used in them.

Keywords: cryptocurrency, blockchain technology, bitcoin, electronic money transfers.

Соңғы жылдары түрлі салаларда қолданысқа енгізілген цифрлық технологиялар инновациялық өзгерістердің жасалуына ықпалын тигізді. Еңбек дағдыларына және кез келген маманның біліміне байланысты жаңа талаптардың пайда болуы өндірістік салалардың жаңа бағыттарын қалыптастырып, өнімділіктің қарқынды өсуін қамтамасыз етуде. Үлкен көлемдегі мәліметтер қоры мен ақпараттық байланыстың жалпыға қолжетімділігі әлемдік деңгейдегі факторлардың бірі ретінде «бірлесіп тұтыну экономикасының» құрылуына себеп болып отыр. Өйткені, әлем елдерінің экономиканы дамытуға деген ұмтылысы электрондық ақша айналымы секілді жаңа бағыттардың даму қарқынын үдетеді. Мысалы, блокчейн технологиясының, биткойн криптовалютасының жаһандық ақша жүйесін өзгертуге әсері уақыт өткен сайын күшеюде. Бұл өзгерістер бұрынғыдай бірнеше жылдар бойы емес, бірнеше айлар, тіпті бірнеше күндер ішінде жүруде [1].

Дүниежүзілік қаржылық үдерістердің өзгеруіне ықпалын тигізіп отырған блокчейн технологиясы мен биткойн криптовалютасы жөніндегі біздің түсінігіміз толық қалыптасты деп айта алмаймыз. Криптовалюта – математикалық алгоритмдер арқылы шешілген әріптер мен сандардың жиынтығы. Криптовалюта – бұл, интернеттегі жасырын ақша немесе материалдық ақшаның интернеттегі баламасы, яғни, цифрлық, электрондық ақша. Ең алғаш 2008 жылы 31 қазанда криптовалютаның негізін, блокчейн технологиясын жасау тұжырымдамасы мен оны пайдалану идеясын есімі бүгінге дейін белгісіз және оны ешкім көрмеген, псевдоатаумен белгілі Сатошо Накомото қалаған. Бұл есімнің жапон тілінен аудармасы «жүйе ішіндегі айқын ой иесі» деген мағынаны білдіреді екен [2].

Блокчейн (ағылшынша Block Chain) ұғымы криптовалютаның пайда болуымен бірге айтыла бастады. Блокчейн – белгілі бір заңдылық, ереже негізінде қалыптастырылған блоктардың үздіксіз тізбесі. Бұл блоктарда тиісті мәліметтер жинақталады және блоктар бір-бірімен нөмірлері арқылы байланысады. Қандай да бір блоктағы мәліметті өзгерту үшін онымен байланысқан алдыңғы және келесі блоктарды да өңдеу керек. Көп жағдайда блоктар тізбесінің көшірмесі бір-біріне тәуелсіз орналасқан бірнеше компьютерлерде сақталуы мүмкін. Мұндай жағдайда қандай да бір блоктағы мәліметті өзгерту қиынға соғады. Басқаша айтқанда, блокчейн – бірнеше компьютерлерде сақталатын блоктар тізбесі. Осы тізбені құрайтын әрбір блокта белгілі бір уақыт мөлшері мен алдыңғы блоктың сілтемесі жинақталады. Бұл жүйеде нақтылап бекітіліп берілген сервер болмайды, блок тізбектері пайдаланушылар арасын жалғау қызметін атқарады. Яғни, блокчейн қандай да бір деректерді немесе қандай да бір қаржылық әрекетке қатысушылар жасаған қызметтерді хронологиялық тәртіппен электрондық нысанда жүргізеді. Блокчейн технологиясында шифрлеудің жаңа алгоритмдерінің қолданылуы осы жүйедегі нақты бір адамға тиесілі мәліметтерді басқа пайдаланушылардың көшіріп алуына немесе басқадай әрекеттер жасауына жол бермейді [3].

Блокчейнді пайдаланушылар оны көп жағдайда тек криптовалюта транзакциясында (транзакция – қандай да бір қаржылық іс-әрекет, мысалы, ақша аударымы) ғана пайдаланумен шектеледі. Қарапайым сөзбен айтқанда, блокчейн технологиясының жұмыс ұстанымын кәдімгі материалдық ақша қаражатын аударуды, жіберуді, қабылдауды жүзеге асыратын технологияның жұмысына негізделген деп түсінуге болады. Бірақ, бұл технологияның қолданылу ауқымы одан да кеңірек. Тіпті, келешекте блокчейн банктік қызметтермен қатар мемлекеттік деңгейде, мысалы, сайлау жүйесін жетілдіруде, әкімшілік, нотариаттық, салық, т.б. қызметтерде де қолданылуы мүмкін деген болжамдар бар.

Жүйе мынадай тәртіппен жұмыс жасайды [4]:

бірінші блок құралады, ол алғаш рет құрылғандықтан онда алдыңғы блок жөнінде ешқандай жазба, мәлімет болмайды.

- келесі құрылған блоктарда алдыңғы блоктар жөніндегі мәліметтер транзакция түрінде сақталады.
- жүйені пайдаланушылар барлық блоктарды көре алады, бірақ, тек оған өз блогына қатысты мәліметтер ғана қолжетімді болады.

Блокчейн технологиясының даму болашағы онлайн-банкинг, интернет-каталог секілді бұлттық сервистердің белсенді дамуымен тікелей байланысты.

Блокчейн мәліметтерді таратылған құрылымдарда сақтауды қамтамасыз етеді. Оны пайдаланудың болашақтағы перспективалық бағыттарына:

- авторлық құқық танытуда;
- шикізаттар мен тауарлар операциясында;
- түпнұсқаны тексеруде, қолжетімділік құқығын растауда;
- мәліметтерді басқаруда;
- электрондық дауыс беруде;
- онлайн-ойындарда, т.б.қолдану жатады.

Бүгінгі күні әлеуметтік-экономикалық салалардағы үкіметтік деңгейде қолға алынған мемлекеттік-жекеменшік әріптестік қызметте де компаниялар мен мекемелердің, ұйымдардың интернет-технологияларға ден қоюы блокчейндердің ірі инфрақұрылымға бірігуіне мүмкіндік беруде. Мұндай нәтижеге пайдаланушылар тарапынан қолжетімділікті қамтамасыз ету, мәліметтер базасын сақтаудың ішкі алгоритмдерін өзгерту арқылы жетуге болады. Блокчейн технологиясының басты ерекшелігі жүйені орталықсыздандыруға негізделеді. Егер кез-келген қорғаныс құралдарын пайдалану жағдайында серверде орналасқан мәліметтер базасына теориялық тұрғыдан бұзып кіруге болатын болса, блокчейнде бұл әдістердің бірде-бірі нәтижесін бермейді, яғни, мәліметтер базасын қорғауды бұза алмайды. Тек жекелеген пайдаланушылардың жеке кілтін ұрлауға ғана жол берілуі мүмкін.

Блокчейнді қаржылық салаға енгізудің негізгі себептерінің бірі – қауіпсіздікті қамтамасыз етуінде. Егер компьютерлік желі арқылы жіберілетін файлды блокчейн әдісі арқылы қорғайтын болса, сол жіберілген мәліметттің мазмұнын кілті бар пайдаланушы ғана оқи алады. Тек қана бір кемшілігі – қорғаныс кодын көшіру әдісін жасау кезінде мәліметтердің жойылуына ықпал жасайтын адами факторлардың орын алуы мүмкін. Ал, блокчейнді сырттай қолдану ақша аударымын қорғаныс коды арқылы жүргізген секілді болады. Мұндай жағдайда төлемді алушы тұлға тек төлем сомасын, аударым жасалған уақытты көре алғанымен құпия кодты алмайынша қаражатты пайдалана алмайды. Блоктардың бұлай жіберілуі техникалық тұрғыдан толығымен қауіпсіз. Қаражат аударымы үдерісіне желідегі көптеген компьютерлер қатысуы мүмкін және олардың әрбірінде блоктардың толық көшірмесі сақталады. Егер бір кезеңде жұмысқа кедергі туындаса, бүлінген аймақ жұмыстан ажыратылады да, блоктер қайтадан жіберіледі [5].

Блокчейн технологиясы жөнінде көптеген елдерде мемлекеттік деңгейде талқылау жүргізілуде. Кейбір елдерде биткойн емес оның аналогын пайдалану жөнінде талқылау болса, кейбір мемлекеттерде бұл технологияны банктік құрылымдарға енгізу мәселелері қарастырылады. Бірақ, көптеген елдерде бұл технологияны қолдану заңдастырылмаған, яғни, құқықтық тұрғыдан толығымен шешілмеген. Көп жағдайда бұл технология заңсыз сауда айналымы мен көлеңкелі кірістердің пайда болуына ықпал жасайды деген болжамдар да айтылады. Десе де, көптеген қаржы мамандары, сарапшылар бұл технология қандай да бір монополияны болдырмауға, керісінше халықаралық қаржылық аударымдарды бақылауға септігін тигізеді деген пікірде. Батыстың кейбір ірі банктері осы технологияны тиімді және заңды түрде пайдалану мақсатында бірыңғай консорциумге біріккен. Олар аударым жүйесімен қатар, бірыңғай халықаралық мәліметтер базасын құру жолдарын да қарастыруда. Мұндай көпшілікке қолжетімді ресурстар бизнестегі әріптестер, банктер арасында ашықтықты қамтамасыз етіп, алаяқтық жағдайлардың орын алуына тосқауыл қоюға ықпал жасайды.

Блокчейн мынадай мәселелерді шешуге мүмкіндік береді:

- қаржылық үдерістердің жүру уақытын айтарлықтай қысқартады;
- жұмсалатын материалдық шығындардың аз болуын қамтамасыз етеді;
- ірі қаржылық компаниялардың нарықта монополист атануына жол бермейді;

Тіпті, ІТ, қаржы саласындағы кейбір мамандар блокчейн технологиясы қаржылық қылмыстар мен іс-әрекеттердің, сыбайлас жемқорлықтың алдын алуға көмегін тигізеді деп болжайды. Олар бұл жүйенің ашықтығы осы технологияны пайдаланушылардың заңдылықты сақтауына ықпал жасайды деген пікірде. Ал, заңдық-нормативтік реттеу механизмі болмағандықтан мемлекеттік деңгейде пайдалану әлі толығымен шешілген жоқ. Ресейлік сауда-саттық биржасының сарапшыларының пікірінше, блокчейннің ең басты артықшылығы – бұл технология қандай да бір қаржылық іс-әрекетте делдалдардың араласпауын қамтамасыз етеді.

Бүкіләлемдік экономикалық форумның негізін қалаушы Клаус Шваб бүкіләлемдік ЖІӨ-нің 10%-ы блокчейн технологиясы арқылы жинақталатынын бетбұрысты сәт ретінде бағалайды [6]. Ол жаңа қызмет түрлері мен құндылықтарды алмастыру тәсілдері тікелей блокчейнде пайда болатындықтан келешекте қаржы институттары делдалдық қызметтерден босатылады деп санайды.

Блокчейннің артықшылықтарына мыналар жатады:

- орталықсыздандыру – мәліметтерді сақтаудың негізгі сервері болмайды, барлық мәліметтер әрбір қатысушыда сақталады;
- ашықтығы – кез келген қатысушы жүйедегі барлық транзакцияларды бақылай алады;
- құпиялылығы – барлық мәліметтер шифрленген түрде сақталады;
- сенімділігі – рұқсат етілмеген кез-келген өзгерістер алдын-ала бекітілген келісімдерге сәйкес келмегендіктен орындалмайды [7].

Блокчейн технологиясын биткойнда және басқа да бүгінгі күнгі танымал криптовалюталарда пайдалану жақсы нәтиже беруде.

Әсіресе, биткойндағы блокчейн технологиясы бүкіл әлемді қамтуда. Биткойн дегеніміз не? Жоғарыда айтып өткендей, биткойн – криптовалютаның бір түрі. Ол ағылшынның Bitcoin (bit – бит, ақпараттың екілік сану жүйесіндегі бірлігі, coin – монета) деген сөзінен шыққан. Ол бір мезгілде Интернет желісіндегі (биткойн) ақпараттық хаттамасымен қатар төлем жүйесінде пайдаланылатын есептеу бірлігін де білдіреді. Сатошо Накомото математикалық әрбір шешкен алгоритімдерді «биткойн» деп атаған. Әр мемлекеттің теңге, рубль, сом, сум, доллар, юань, т.б. валютасы болатыны секілді криптовалютаның да биткойн, лайткойн, ethereum, gram, mastercoin, NEO, т.б. секілді түрлері болады. Олар крипто қаржылық операцияны жүзеге асыратын технологияның қандай алгоритммен жұмыс жасайтындығына байланысты бөлінеді. Криптовалюталар мен оларда қолданылатын технологиялар келесі кестеде берілген.

Технологиялар, алгоритмдер	*Криптовалюталар*
SHA-256 алгоритмі негізіндегі PoW технологиясы	*Биткойн* *BitcoinCash* *Namecoin*
Scrypt алгоритмі негізіндегі PoW технологиясы	*Litecoin* *Auroracoin* *Dogecoin*
CryptoNote алгоритмі негізіндегі PoW технологиясы	*Bytecoin* *Monero*
PoW технологиясының басқа да алгоритмдері	*Ethereum* *Ethereum Classic* *Primecoin* *IOTA* *Dash* *Peercoin*
DPoS технологиясының алгоритмдері	*Gram* *Bitshares*
Басқа да технологиялар	*Burstcoin* *Mastercoin* *NEM* *NEO* *NXT* *OmiseGO* *EmerCoin* *Gridcoin* *Stellar* *Zcash* *Tether* *Polkadot* *XRP (Ripple)*

Биткойнде тұтастай алғанда блокчейнге тән келесі ережелер қолданылады:

- әрбір хештің өз ерекшелігі бар: кезекті транзакцияны есептеу кезінде алғашқы блокқа мүлдем қатысы жоқ келесі блок құрылады;
- хештегі бастапқы мәнді қайта қалпына келтіру мүмкін емес;
- жаңа хештің пайда болу уақыты арнайы формуламен есептеліп қойылады, оны тек осы жүйені құрушы ғана өзгерте алады;
- блоктар базасын көпшілік пайдаланушылар көре алғанымен ол бұзып кіруден толығымен жан-жақты қорғалған.

Биткойннің кемшілігі ретінде онда жүргізілетін барлық операциялардың пайдаланушыларға көрініп тұратындығын айтуға болады.

Яғни, бұл криптовалютаның әрбір электрондық әмиян иесі қанша көлемдегі сома қайда аударылғанын көріп отырады. Бірақ, қандай да бір электрондық әмиянның егесі кім екендігін көре алмайды, оның құпиялылығы толық сақталған.

Биткойнмен табыс табу үшін келесі қадамдар жасалады [8]:

1. Шотты ашу және оны толтыру;
2. Биткойн бағамының өзгеруінен табыс табу.

Биткойн криптовалютасының сауда-саттық курсын жүргізуде көптеген интернет сайттары қолданылады. Танымал сайттарға https://expertoption.money/, https://buy-bitcoin.pro, т.б. жатады. Ал, сауда-саттықтағы курс өзгерісін https://www.bestchange.ru_https://alpari.com сайттарынан көруге болады.

Блокчейн мен биткойнның ерекшеліктері мен артықшылықтарын, сондай-ақ, интернет арқылы жүргізілетін қаржылық іс-әрекеттегі ауқымды ықпалын атап өттік.

Бүгінгі таңда қоғамда оның болашағына оң баға берушілермен қатар келешегі түкке тұрғысыз, бос қиял деп бағалаушылар да бар. Олар бұл технология мен криптовалютаны есімдері белгісіз, ешқандай қылмыстық жауапкершілікке тартылмайтын, өте талантты компьютер мамандарының жоқ жерден миллиардтаған қаражатқа ие болып,баюы үшін жасалған өте күрделі сандық-электрондық жүйе деп санайды.

Мұндай сарапшылар криптовалютаны құнсыздануға ұшырамайды, оның өзгерісі долларға, басқа валюталарға тәуелді емес деген пікірмен келіспейді, керісінше, «егер қандай да бір елдің ұлттық валютасы құнсызданып қолданыстан шығып қалса, оны мемлекет жаңа валютамен айырбастап өз азаматтарын қолдауға кепілдік береді, ал, биткойн құнсызданып, құлдыраса, доллар, евро, юань сияқты айналымдағы валютаға сатып алған пайдаланушылардың биткойннын басқа криптовалютаға айырбастап, ешкім қолдамайды» деген пікірде. Сондықтан олар криптовалютаны әлемдік деңгейдегі пирамидалық алаяқтық деп те санайды.

Қалай дегенмен де, блокчейн технологиясы мен биткойн криптовалютасы қарқынды дамып келе жатқан жаңа технологиялардың қатарында. Қоғамға қаншалық деңгейде пайдалы немесе зиянды болатыны уақыттың еншісінде.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2017 жылғы 12 желтоқсандағы №827 қаулысымен бекітілген «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы. –Егемен Қазақстан, №239 (29220), 12 желтоқсан,2017.

2 Қасеке Н. Криптовалюта дегеніміз не? [Электрондық ресурс]. –URL: https://abai.kz/post/55359. (оқылым күні: 11.01.2020)

3 Блокчейн. [Электрондық ресурс]. – URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/ (оқылым күні: 14.01.2020) – интернет дереккөзі

4 Блокчейн – цепочка блоков.[Электрондық ресурс]. – URL:https://alpari.com (оқылым күні: 06.01.2020) –

5 Лелу Л. Блокчейн от А до Я. Все о технологии десятилетия. -М.: Эксмо, 2018. -256 с.

6 Клаус Ш. Төртінші индустриялық революция. Ағылшын тілінен аударма. -Алматы: Дәуір, 2018. -198б.

7 Табернакулов А., Койфманн Я. Блокчейн на практике. -М.:Альпина Паблишер, 2019. -264 с.

8 Могайар У., Бутерин В. Блокчейн для бизнеса. -М.:Эксмо, 2017. -224 с.

МРНТИ 20.53.21
УДК 004.042

WEB APPLICATION FOR PROCESSING A LARGE AMOUNT OF DATA IN THE FIELD OF BUSINESS

Zhanibek Zh.A.[1]*, Balakayeva G.T.*[1]

[1] *Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Abstract

Big Data is one of the main drivers of the formation of information and communication technologies in modern conditions of high-tech production. The ever-growing capabilities of analyzing a large amount of information are currently significantly changing the business environment and the business processes that take place in it. The use of Big Data technologies can play a significant role in the innovative development of the digital economy in the near future. In today's world, where information is updated at an incredible speed and comes from a variety of sources, companies have to work with huge amounts of information and data. Big Data technologies allow you to collect, store, structure and analyze large amounts of information. This helps the management of the company to find patterns and causal relationships between various factors and use this advantage to obtain positive results. The article is devoted to the study of the basic concepts associated with Big Data, the basics and principles of working with methods and approaches of Big Data. Particular attention is paid to methods of processing these types of information using the data preprocessing method. This method was used for specific examples and the corresponding results were obtained.

Keywords: Big Data, information, preprocessing, Web application, data processing, scaling data, normalization.

Аннотация

Ж.А. Жәнібек [1]*, Г.Т. Балакаева* [1]

[1]*Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА ДАННЫХ В СФЕРЕ БИЗНЕСА

Big Data считается одним из ключевых драйверов развития справочно-коммуникационных технологий. Регулярно возрастающие способности рассмотрения значительного числа данных в наше время значимым способом меняют сферу предпринимательства. Применение технологий Big Data способно исполнить важную значимость во инновационном формировании числовой экономики в недалекой перспективе.

В современном мире, где информация обновляется с невообразимой скоростью и поступает из самых различных источников, фирмам приходится трудиться с большими массивами сведений и данных. Big Data дают возможность коллекционировать, хранить, структурировать и анализировать большие объемы информации. Это может помочь управлению компании отыскивать закономерности и причинно-следственные связи меж разными причинами и применить это превосходство для получения положительных результатов. Статья посвящена изучению основных понятий Big Data, основы и принципы работы. Особое внимание уделяется способам обработки информации с использованием метода предварительной обработки данных. Данный метод был использован для конкретных примеров и были получены соответствующие результаты.

Ключевые слова: большие данные, информация, предварительная обработка данных, Веб приложение, обработка данных, масштабирование данных, нормализация.

Аңдатпа

Ж. А. Жәнібек [1]*, Г. Т. Балакаева* [1]

[1]*аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан*

БИЗНЕС САЛАСЫНДАҒЫ КӨПТЕГЕН МӘЛІМЕТТЕРДІ ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ВЕБ-ҚОСЫМША

Big Data қазіргі заманғы жоғары технологиялық өндірісте ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қалыптастырудың негізгі қозғаушы күштерінің бірі болып табылады. Көптеген ақпараттарды талдаудың үнемі өсіп келе жатқан мүмкіндіктері қазіргі уақытта іскерлік ортаны және ондағы бизнес-процестерді айтарлықтай өзгертеді. Big Data технологияларын пайдалану жақын болашақта цифрлық экономиканың инновациялық дамуында маңызды рөл атқара алады. Ақпарат керемет жылдамдықпен жаңартылатын және әртүрлі көздерден алатын қазіргі әлемде компаниялар үлкен көлемде ақпаратпен және мәліметтермен жұмыс істеуге мәжбүр. Үлкен деректер технологиясы үлкен көлемдегі ақпаратты жинауға, сақтауға, құрылымдауға және талдауға мүмкіндік береді. Бұл компания басшылығына әртүрлі факторлар арасындағы себептер мен байланыстарды табуға және оң нәтиже алу үшін осы артықшылықты пайдалануға көмектеседі. Мақала үлкен мәліметтермен байланысты негізгі ұғымдарды, үлкен деректердің әдістері мен тәсілдерімен жұмыс істеу негіздері мен принциптерін зерттеуге арналған. Деректерді алдын-ала өңдеу әдісін қолдана отырып, ақпараттың осы түрлерін өңдеу әдістеріне ерекше көңіл бөлінеді. Бұл әдіс нақты мысалдар үшін қолданылды және тиісті нәтижелер алынды.

Түйін сөздер: үлкен деректер, ақпараттар, деректерді алдын-ала өңдеу, Веб қосымша, мәліметтерді өңдеу, деректерді масштабтау, қалыпқа келтіру.

In modern conditions of the formation and development of the information society in various sectors of the economy, a huge amount of data is created and accumulated. In business, industrial field, the volume of technological information, media data necessary for enterprise management is constantly increasing [2, p. 171]. New programs, services and tools based on the use of information and communication technologies appear. As a result of the digitalization of the economy, the need for information products and services is growing. To meet customer needs, companies have to process and analyze colossal amounts of data, varying degrees of structure and from various sources. Thus, the accumulated information becomes a strategically important asset, the effectiveness of the management of which significantly affects the results of the enterprise [3]. In recent years, humanity has produced more information than in the entire history of its existence. Every year, the amount of information in the world increases by an average of 40% [4]. The growth of data volumes is accompanied by the advent of software and hardware that provide storage, processing, calculation and analysis of a large amount of information. The cost of storing information at the same time decreased, which affected the ability to collect more data and analyze factors unrelated to each other. The human brain cannot detect such patterns as the computer notes, producing completely unexpected causal and quantitative relationships [1, p. 56].

As a result of the combination of these two processes - the growing need for business to collect, store, analyze large volumes of data and the creation of technical tools that can efficiently process data with minimal costs, an interesting and promising area of technology development called Big Data has appeared.

In this regard, we decided to develop a web application where entrepreneurs can publicly download their databases for data processing and make various queries.

There are several methods of processing large amounts of data. In our case, we chose the preprocessing method.

Real world data is usually:

- Incomplete- the absence of certain attributes or their values of interest or containing only aggregate data.
- Contain noise- there are errors or outliers in the values.
- Inconsistent - contain inconsistencies in codes or names.

Tasks of data preprocessing:

- Data cleansing - filling in missing values, detecting and deleting distorted data and outliers.
- Data Integration- Use multiple databases, data cubes, or files.
- Data Transformation- Normalization and Aggregation.
- Data reduction- reduction in volume, but obtaining the same or similar analytical results.
- Data discretization- part of data reduction, replacement of numerical attributes with nominal ones.
- Clear text - delete embedded characters that may interfere with data alignment, such as embedded tab characters in a tab-delimited file, embedded new lines that can split records, etc.

The following are some steps for pre-processing data from a Data Mining perspective.

Scaling data

Input variables must be scaled, that is reduced to a single range of change. The need for scaling is due to several reasons. After encoding information with inputs and outputs, dissimilar quantities varying in different ranges. It is desirable to bring all input variables to a single range and normalize (the maximum absolute value of the input variables should not exceed unity). Otherwise, errors caused by variables that vary over a wide range will have a stronger effect than errors from variables that vary over a narrow range. By providing a change in each input variable within the same range, we will ensure equal influence of each.

Therefore, the input variables, as a rule, are scaled, so that the variables change in the range of variation of the function, as a rule, [0,1] or [−1,1]. In practice, you can not strictly maintain a single range of input data, but scaling the input data simplifies the work.

Each input variable is scaled independently of the other variables.

The scale of the input and output variables is not related. With a known range of variation of the variable, it is advisable to use linear scaling [5]. For example, for each input variable, linear scaling has the form

$$t_i = \frac{(x_i - x_{\min})(b-a)}{x_{\max} - x_{\min}} + a$$

where x_i is the input variable, t_i is the converted input variable supplied to the network input, $[a, b]$ is the allowable range of input variables, for example, [−1,1]; $[x_{min}, x_{max}]$ - the range of variation of the input variable. Output variables are scaled similarly.

Normalization

Of all the existing distributions, the most popular is the normal distribution, which is due, first of all, to the fact that normal (with a normal distribution) observations are quite easy and convenient to investigate. Let us consider the transformations that make it possible to obtain approximately normal from the available data.

Logarithmic conversion. Often, data with positive values have a distribution with positive asymmetry that resembles a log-normal distribution, x^2 or a γ-distribution. If the random variable X has a logarithmically normal distribution, then its logarithm will be normal, therefore, using the logarithmic transformation allows you to obtain approximately normally distributed values only in cases where the distribution of the quantity X is qualitatively similar to the logarithmically normal distribution.

If the values of the random variable X lie in the interval (α, β), then the values of the normalized variable

$$Y = \ln\frac{\alpha - X}{X - \beta}$$

can vary from $-\infty$ to $+\infty$. Thus, it is possible that Y can be approximately normal.

The use of this design is recommended for studying the correlation coefficient. Correlation coefficient r, calculated from a sample of n pairs $(x_i,\ y_i)$.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n} x_i)(\sum_{i=1}^{n} y_i)}{((\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2)((\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n} y_i)^2)^{\frac{1}{2}}}$$

whose values lie in the interval $(-1,1)$. The sample distribution is, as a rule, highly skewed and its exact shape depends on the value ρ of the correlation coefficient in the original population.
Converted Statistics:

$$z = \frac{1}{2}\ln\frac{1+r}{1-r}$$

has an "almost" normal sample distribution with a mathematical expectation

$$\frac{1}{2}\ln\frac{1+\rho}{1-\rho} + \frac{\rho}{2(n-1)}$$

and dispersion (approximately)

$$\frac{1}{n-3}$$

This transformation greatly simplifies the question of the accuracy of r as an estimate of ρ. For completeness, we give one more fact.

If r is the correlation coefficient of a sample of n independent pairs $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, where x_i is observation of a normally distributed random variable X, and y_i are observations of a normally distributed random variable Y, which are independent of each other, then the selective distribution of statistics

$$\sqrt{n-2}\,\frac{r}{\sqrt{1-r^2}}$$

Student's distribution will be with $n-2$ degrees of freedom.

Normalizing transformation of the distribution x^2. The distribution x^2 is very popular and there are fairly accurate tables of the values of this distribution, but in many cases, it is more convenient to work with an approximately normal function of x^2. For this purpose, x^2- variable with ν degrees of freedom can be transformed as follows [5].

For sufficiently large ν, for example, ν > 100, the variable

$$X = \sqrt{2x^2} - \sqrt{2\nu - 1}$$

is approximately distributed according to the standard normal law, but even at ν∈(30, 100) the approximation is quite good.

The best result is the conversion

$$X = \frac{\sqrt[3]{x^2/\nu} - (1 - 2/9\nu)}{\sqrt{2/9\nu}}, \nu > 30$$

Conversion using the probability integral. Generally speaking, any continuous random variable can be precisely normalized by the transformation of the probability integral. Let *F(X)* be a distribution function of X at x, then the transformed variable *Z=F(X)* will have a normal distribution of (0,1). If $\Phi(y)$ is a distribution function of a standard normal variable at y, then the random variable $\Phi(Y)$ will be uniformly distributed over (0,1), hence the transformation $X \rightarrow Y$

$$\Phi(Y) = F(Y)$$

or

$$Y = \Phi^{-1}(F(X))$$

converts X to a standard normal variable.

The "Sabyrzhan" and "Toimart" supermarkets' database was taken as an example. The data collects all the products where each product is described by variables. Our task was to build a model that would output query results using the preprocessing method.

There was a request for what kinds of bakery products are sold more (Figure 1).

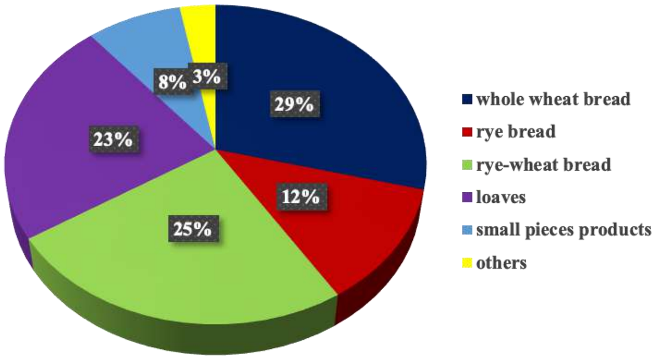


Figure 1. Chart of preferences of the population in bakery products

Figure 1 presents a chart of preferences of "Sabyrzhan" and "Toimart" supermarkets in bakery products. The diagram shows that the consumption of wheat bread occupies a significant place in the total consumption of bread.

In the course of the study came the verdict that one of the key issues is assessing the effectiveness of the Big Data project. First, these technologies can dramatically reduce the cost and time of analyzing a large amount of information and prepare information in the shortest possible time for operational and management decisions. Second, the use of Big Data enables the personalization of services in the B2B and B2C markets. The main thing is to learn how to properly process and analyze the data received, turning information into an asset and strategic resource for the development of the organization.

References:

1 Майер-Шенбергер В., Кукьер К.. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим; пер. с англ. Инны Гайдюк. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – p.240

2 Волкова Ю.С. Большие Данные в современном мире // Концепт. Т. 2016. – №11. – p. 171-175

3 Big Data: проблема, технология, рынок [An electronic resource]. – 2019. – URL: http://compress.ru/Article.aspx?id=22725 (Date of the application: 02.12.2017)

4 Tech Pro Research [An electronic resource]. – 2019. – URL: http://www.techproresearch.com/topic/big-data/ (Date of the application: 24.11.2019)

5 Preprocessing [An electronic resource]. – 2014. – URL: http://pzs.dstu.dp.ua/DataMining/preprocessing/index.html (Date of the application: 05.12.2019)

6 Balakayeva, G. T., Phillips, C., Darkenbayev, D. K., & Turdaliyev, M. (2019). Using NoSQL for processing unstructured big data. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 6(438), 12-21. doi:10.32014/2019.2518-170X.151

МРНТИ 20.53.21
УДК 004.042

MODELING OF LARGE VOLUMES OF DATA WITH THE USE OF NoSQL

Zhapsarbek N.B.[1]

[1]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Abstract

In the modern world, specialists and the information systems they create are increasingly faced with the need to store, process and move huge amounts of data. The definition of large amounts of data, Big Data, is used to denote technologies such as storing and analyzing large amounts of data that require high speed and real-time decision making during processing. In this case, large volumes, high accumulation rate, and the lack of a strict internal structure of "big data" are considered. All of this also means that classic relational databases are not well suited for storing them. In this article, we showed solutions for processing large amounts of data for pharmacy chains using NoSQL.

This paper presents technologies for modeling large amounts of data using NoSQL, including MongoDB, and also analyzes possible solutions, limitations that do not allow this to be done effectively. This article provides an overview of three modern approaches to working with big data: NoSQL, DataMining and real-time processing of event flows. In this article, as an implementation of the studied methods and technology, we consider a database of pharmacies for processing, searching, analyzing, forecasting big data. Also, when using NoSQL, we showed work with structured and poorly structured data in parallel in different aspects and showed a comparative analysis of the newly developed application for pharmacy workers.

Keywords: big data, pharmacy, data processing, analysis, NoSQL, MongoDB, DataMining.

Аннотация

Н.Б. Жапсарбек[1]

[1]*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NoSQL

В современном мире специалисты и создаваемые ими информационные системы все чаще сталкиваются с необходимостью хранить, обрабатывать и перемещать огромные объемы данных. Big Data, используется для обозначения таких технологий, как хранение и анализ больших объемов данных, которые требуют высокой скорости и принятия решений в режиме реального времени во время обработки. В этом случае рассматриваются большие объемы, высокая скорость накопления и отсутствие строгой внутренней структуры «больших данных». Все это также означают, что классические реляционные базы данных плохо подходят для их хранения.

В статье мы показали решения обработки больших объемов данных для сетей аптек с использованием NoSQL. В работе представлены технологии моделирования больших объемов данных с использованием NoSQL, в том числе MongoDB, а также анализируются возможные способы их решения, ограничения, которые не позволяют сделать это эффективно. Приводится обзор трех современных подходов к работе с большими данными: NoSQL, DataMining и обработка потоков событий в реальном времени. В статье в качестве реализации изученных методов и технологии рассматривается база данных аптек для обработки, поиска, анализа, прогноза больших данных. Также при использовании NoSQL показали работу со структурированными и плохо структурированными данными параллельно в разных аспектах и показали сравнительный анализ нового разработанного приложения для работников аптек.

Ключевые слова: большие данные, аптека, обработка данных, анализ, NoSQL, MongoDB, DataMining.

Аңдатпа

Н. Б. Жапсарбек[1]

[1]*әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ҮЛКЕН КӨЛЕМДІ ДЕРЕКТЕРДІҢ NoSQL АРҚЫЛЫ МОДЕЛЬДЕУ

Қазіргі әлемде мамандар мен олар құрған ақпараттық жүйелер үлкен көлемде деректерді сақтау, өңдеу және жылжыту қажеттілігіне көбірек ұшырайды. Үлкен мәліметтердің үлкен көлемін анықтау үлкен жылдамдықты және өңдеуді нақты уақыт режимінде қабылдауды талап ететін деректердің үлкен көлемін сақтау және талдау сияқты технологияларды білдіреді. Бұл жағдайда үлкен көлемдер, жинақталудың жоғары деңгейі және «үлкен деректердің» қатаң ішкі құрылымының болмауы қарастырылады. Мұның бәрі классикалық реляциялық мәліметтер базасы оларды сақтау үшін өте қолайлы емес дегенді білдіреді. Бұл мақалада біз NoSQL көмегімен дәріханалар тізбегі үшін үлкен көлемдегі мәліметтерді өңдеудің шешімдерін көрсеттік.

Бұл жұмыста NoSQL, соның ішінде MongoDB қолдану арқылы деректердің үлкен көлемін модельдеу технологиялары ұсынылған, сонымен қатар оны тиімді орындауға мүмкіндік бермейтін шешімдер мен шектеулер талданған. Үлкен деректермен жұмыс істеудің үш заманауи тәсілдеріне шолу жасалынған: NoSQL, DataMining және оқиғалар ағынын нақты уақыт режимінде өңдеу. Бұл мақалада зерттелген әдістер мен технологияны қолдану ретінде біз үлкен деректерді өңдеуге, іздеуге, талдауға, болжауға арналған дәріханалар базасын қарастырамыз. Сондай-ақ, NoSQL-ді қолдану кезінде біз параллель құрылымдалған және нашар құрылымдалған мәліметтермен жұмысты әр түрлі аспектілерде көрсетіп, дәріхана қызметкерлері үшін жаңадан жасалған қосымшаның салыстырмалы талдауын көрсеттік.

Түйін сөздер: үлкен көлемдегі деректер, дәріхана, деректерді өңдеу, талдау, NoSQL, MongoDB, DataMining.

Big data is a variety of tools, approaches and processing methods for both structured and unstructured data in order to use them for specific tasks and goals. Today, under this simple term, only two words are hidden - data storage and processing.

Despite the frequency with which this term is used in discussions of modern computer technology, it does not have a single universally accepted definition. Most of the definitions of the term "big data" used can be attributed to one of the three main classes [1].

The development of forecast models is especially relevant for the business sector, the main task of which is to have knowledge that can increase efficiency, reduce costs, and / or increase sales. It is the Big Data sphere that is the provider of effective predictive solutions - according to statistics, only 0.5% of accumulated digital data is currently being analyzed, the rest contains a huge amount of “hidden” knowledge that could potentially be a source of huge profit and superiority over competitors.

At present, there is no generally accepted definition of this term, nor an authoritative body that would propose such a definition, so we can only discuss some general properties of databases that belong to the NoSQL category of modern information-analytical systems. [3].

The data presented as a NoSQL data warehouse demonstrates an additional phenomenon: they usually retain considerable flexibility in data with limited use of the concept of a scheme, as is usually the case in databases [4]. MongoDB was used for open source NoSQL databases. The REST API CRUD or RESTful API is also widely used in MongoDB and is widely used as unstructured data representations to support several types of multimedia such as text, HTML, JSON, etc.

All processing of large amounts of data using NoSQL scale. Therefore, the main essence of storing big data is an online database, which NoSQL can manage better, use a horizontal scaling strategy and provide similar flexibility [2]. It is also worth noting that for analytical data, CRUD means create, read, update, and delete operations.

The relevance of the study - this work considers one of the possible ideas for applying the big data paradigm - the ability to create a website for pharmacies based on publicly available data

The aim of the study is to build a model and develop on its basis a system that allows the processing of large amounts of data using NoSQL.

The object of study is the technology for modeling large amounts of data using NoSQL, including MongoDB.

The subject of the study is - methods, algorithms and circuit solutions for the implementation of basic data, modification and processing of unstructured pharmacy data based on Data mining.

The statement of the problem of data analysis in the general case is as follows:

- There is a fairly large database containing information on the target area of knowledge - hereinafter referred to as the “Training Sample”.
- It is assumed that there is some “hidden knowledge” in the database. It is necessary to develop methods for detecting knowledge hidden in large volumes of raw data. In the current conditions of global competition, it is precisely the regularities (knowledge) found that can be a source of additional competitive advantage.

The objectives of this study:

Based on the foregoing, this work is aimed primarily at solving such problems as:

- Analysis of the current state of the Big Data area
- Identification of the advantages and disadvantages of each approach
- Creating a data model for pharmacies intended for analysis
- Implementation of the system based on the model of existing pharmacies
- Development based on a system that allows the processing of large amounts of data using NoSQL

The results of the study:

According to the task, a website was created for pharmacy workers with these criteria. A MongoDB database has been created and contains information about the following objects:

- Employees - last name, first name, patronymic, address, date of birth, position, salary, information about the transfer (position, reason for transfer, number and date of order).
- Assortment of medicines - name of the medicine, form of packaging, price per package, quantity.

Business rules.

- Each medicine has a list of substitutes that can be recommended to customers in the absence of the main medicine.
- Each medicine can be a substitute for many medicines.
- Each medicine can be issued in various packings.
- The price of the medicine is determined by the packaging.

During the study of this topic, used technologies and analysis methods applicable to Big data. This is Data Mining and Statistical Analysis.

Data Mining (DM) - literally, these words mean "mining, excavating, extracting data." [8]

Statistical analysis - measurements, monitoring, analysis of mass statistical data and their comparison, the study of the quantitative side of mass social phenomena in numerical form.

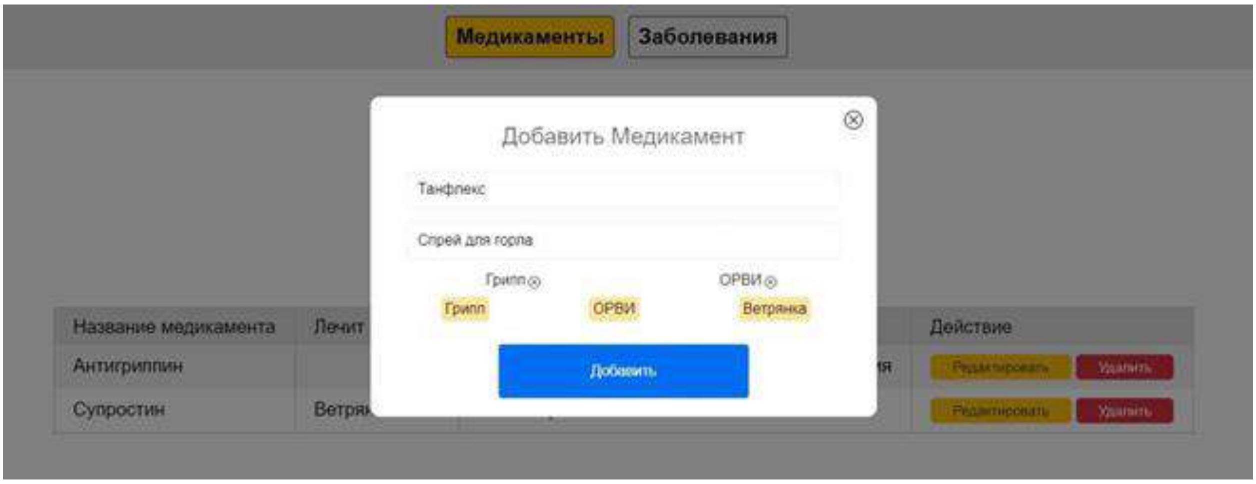
When creating this site, I took into account that the site works with big data and requires an important role for processing. For the analysis of disease and for the management of medicines, we use the method of statistical data analysis. The following resources showed pages for adding and finding medication and disease. Data can be added, edited or deleted. During the study, a site with a base of pharmacies for pharmacy workers has been implemented. The database is implemented in a document-oriented database management system MongoDB. This is not a bad result for processing large amounts of data, you can also increase the database for a good analysis of work.

In general, the developed system solves the following tasks:

- Collection of data for analysis - involves accessing information sources, gaining access to event logs containing drug data.
- Conducting data analysis - the task is to identify data laws, the basis is the task of classification into five classes. This problem is solved using machine learning methods.
- Formation of analysis results for users of the system - classification results containing a system decision on the user class can solve applied business problems, for example, creating contextual advertising, or generating recommendations.

Passing to the point of analysis of the apparatus of mathematical statistics for solving the problems of the intellectual analysis of big data, the consideration of initially theoretically substantiated approaches to the problem of data analysis begins. A review and analysis of this and the following data processing methods will also focus on the efficiency of the algorithms, their computational performance, complexity of implementation and applicability to the task.

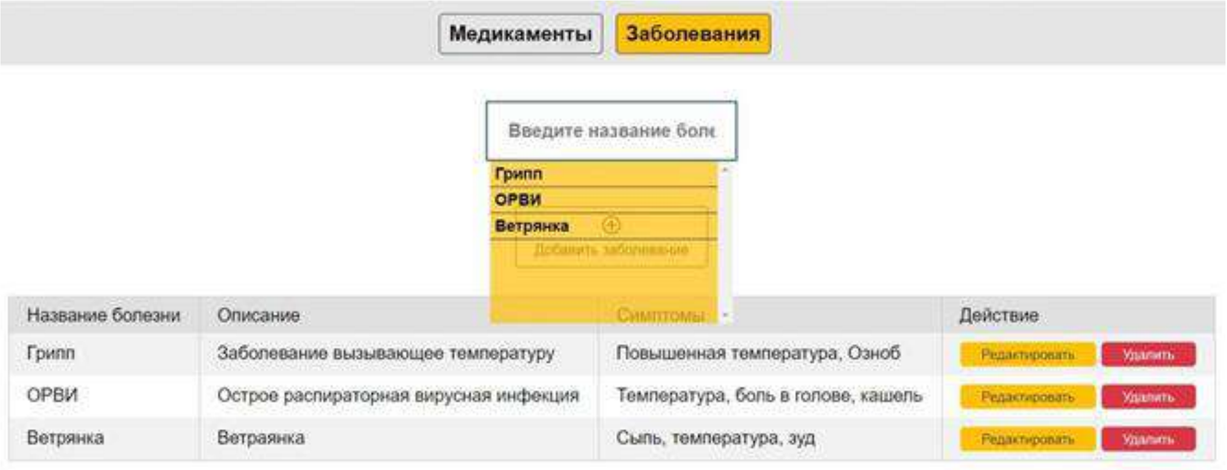
Despite the apparent simplicity of Big Data ideas, there are many problems that one has to deal with when solving data analysis problems. In addition to the high cost, there are problems, firstly, of the choice of the processed data: that is, the determination of which data should be extracted, stored and analyzed, and which should not be taken into account. Also, huge amounts of information compared to other areas leave their imprint on the computing capabilities of such solutions - the most powerful super-computers have been solving other problems for years. In the course of achieving the goal set in this work creating a method and system of effective classification for a pharmacy, a number of tasks were performed, in particular, the analysis of the subject area of data analysis was carried out, the existing Big Data approaches were analyzed, and the applied analysis system was directly implemented.



Танфлекс

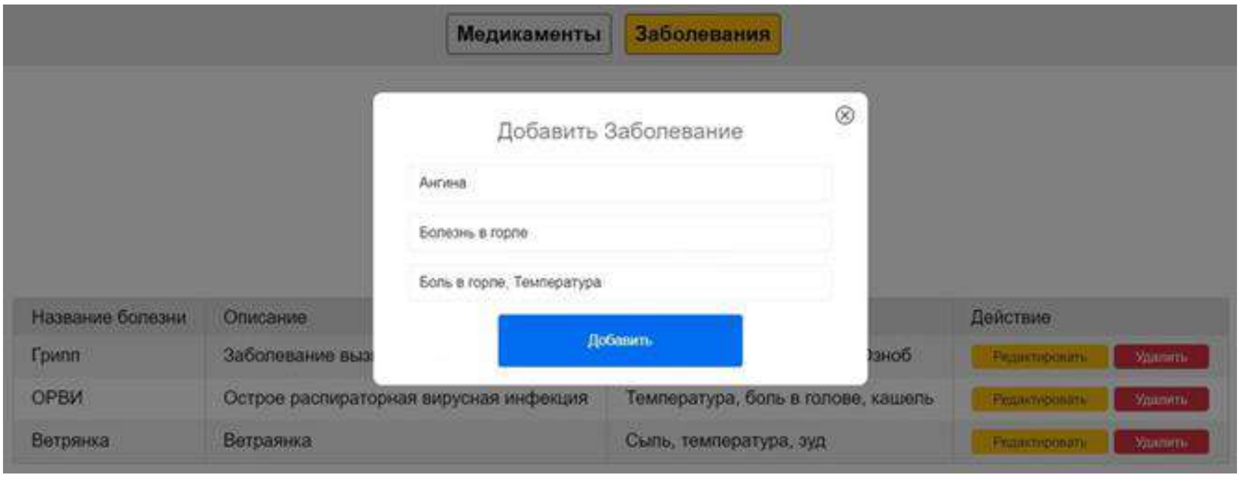
Спрей для горла

Figure 1. The page for adding drugs



Название болезни	Описание	Симптомы	Действие
Грипп	Заболевание вызывающее температуру	Повышенная температура, Озноб	Редактировать Удалить
ОРВИ	Острое распиратоpная вирусная инфекция	Температура, боль в голове, кашель	Редактировать Удалить
Ветрянка	Ветраянка	Сыпь, температура, зуд	Редактировать Удалить

Figure 2. Search Page - Pharmacist Handbook



Ангина

Болезнь в горле

Боль в горле, Температура

Название болезни	Описание		Действие
Грипп	Заболевание выз	…зноб	Редактировать Удалить
ОРВИ	Острое распиратоpная вирусная инфекция	Температура, боль в голове, кашель	Редактировать Удалить
Ветрянка	Ветраянка	Сыпь, температура, зуд	Редактировать Удалить

Figure 3. Page for adding disease

Nowadays, the Big Data theme inextricably follows hand in hand with the concept of loosely structured data. More and more new indicators, measurements, survey results appear daily at a high speed, bringing a chaotic set of values to a completely structured look is a difficult, time-consuming task. Significantly less effort will have to be made, there is a post-processing system that will satisfy poorly structured information, working with which in automated mode is not much more difficult than with completely structured ones. In conclusion, I want to say that this work is intended to improve the work of pharmacy workers, processing large amounts of data using MongoDB.

References:

1 Patricia B. Cerrito, Introduction to Data Mining. – SAS Institute Inc., 2006. - C.459

2 Snijders C., Matzat U., Reips U. D. 'Big Data': Big gaps of knowledge in the field of Internet. // International Journal of Internet Science 7 (2012). P. 1–5

3 Daniel T. Laros, Data Mining methods and models. – Department of Mathematical Sciences, 2006. – C.385

4 P. Zikopoulos, C. Eaton Understanding Big Data: Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data // New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2011

5 Свинарев Сергей. Еще раз о росте популярности NoSQL. [Электрон.ресурс] — 2015. — URL: http://www.jetinfo.ru/stati/ silnye-i-slabye-storony-nosql

6 Peter Bakkum Kyle Banker Shaun Verch, Douglas Garrett, and Tim Hawkins. MongoDB in Action (Second edition) - Manning Publications Co., 2016. — P. 481— ISBN: 9781617291609

7 Borland Bo. Pentaho Analytics for MongoDB. Packt Publishing, 2014. — P. 146

8 Королева О. В., Демьяненко А. И., Золотов А. Д. Разработка базы данных для информационно-справочной системы по поиску лекарств в аптеках // Молодой ученый. [Электрон.ресурс]— 2016. — №10. — С.27— URL https://moluch.ru/archive/114/30219/

МРНТИ 20.53.21, 20.47.23
УДК 519.683

Н.А. Жолдас [1], *Б.С. Дарибаев* [1]

[1]*әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ НЫСАНДАРЫНЫҢ (ЖЫЛЫЖАЙЛАРДЫҢ) ӨНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН IOT ЖӘНЕ BIG DATA ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Ауылшаруашылық секторы Қазақстан экономикасының негізі. Әлемдегі климаттың өзгерісі мен су тапшылығының күшеюі ауыл шаруашылығы облысында жаңа және жақсартылған әдістемелерді қажет етеді. Бұл саладағы негізгі мәселе өнімді жоғары деңгейде, максималды мүмкін сапада шығару. Мақалада ауылшаруашылық нысандарының өнімділігін арттыру мақсатында құрастырылған автоматтандырылған суару жүйесінің (АСЖ) үлгісінің сипаттамасы келтірілген. Мұндай жүйелер сапалы өнімді алуға, өндірістің экологиясын арттыруға және жұмсалатын ресурстардың көлемін төмендетуге бағытталған.

Жылыжайдағы желдетудің, өсімдіктерді суарудың және жарықтандырудың автоматтандырылған жүйесі уақытты, суды және жарықты тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Ауылшаруашылық нысанында ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың қолданылуы өсімдіктер жайлы мәлімет алуда маңызды рөл атқарады. Жүйені жүзеге асыруда қолданылған аппараттық (микроконтроллер мен қосалқы құрылғылар) және бағдарламалық (мобильді қосымша) бөліктерге түсініктеме берілген.

Түйін сөздер: IoT, АСЖ, Arduino, датчик, Android, микроконтроллер.

Аннотация

Н.А. Жолдас [1], *Б.С. Дарибаев* [1]

[1] *Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ IOT И BIG DATA ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АГРОКУЛЬТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ (ТЕПЛИЦ)

Аграрный сектор является основой экономики Казахстана. Глобальное изменение климата и растущая нехватка воды требуют новых и улучшенных подходов в сельском хозяйстве. Основная задача в этой области – производство продукции максимально высокого уровня и качества. В статье рассмотрены характеристики автоматизированной системы полива (АСП), разработанной с целью повышения производительности агрокультурных объектов. Такие системы направлены на получение качественной продукции, улучшение экологии производства и сокращение количества затрачиваемых ресурсов.

Автоматизированная система вентиляции, полива и освещения растений позволяет эффективно использовать время, воду и свет в теплице. Использование информационных и коммуникационных технологий в агрокультурном объекте играет важную роль в получении информации о растениях. Показаны пояснения аппаратной (микроконтроллер и другие устройства) и программной (мобильное приложение) частей, примененных в реализации системы.

Ключевые слова: IoT, АСП, Arduino, датчик, Android, микроконтроллер.

Abstract

APPLICATION OF IOT AND BIG DATA TECHNOLOGIES TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL FACILITIES (GREENHOUSES)

Zholdas N.A. [1], *Daribayev B.C.* [1]

[1] *Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

The agricultural sector is the basis of the economy of Kazakhstan. Global climate change and growing water scarcity require new and improved agricultural approaches. The main task in this area is the production of products of the highest level and quality. The article discusses the characteristics of an automated irrigation system (AIS), designed to improve the productivity of agricultural objects. Such systems are aimed at obtaining quality products, improving the ecology of production and reducing the amount of resources spent.

An automated system of ventilation, watering and lighting of plants allows to effectively use time, water and light in the greenhouse. The use of information and communication technologies in an agricultural facility plays an important role in obtaining information about plants. Explanations of the hardware (microcontroller and other devices) and software (mobile application) parts used in the implementation of the system are shown.

Keywords: IoT, AIS, Arduino, sensor, Android, microcontroller.

Бүгінгі таңда автоматтандырылған жүйелерді құрастыру ең өзекті тақырыптардың бірі болып табылады. Өнеркәсіптік масштабта өндірісті автоматтандыру экономикалық тиімділікті әкелуге, өндіріс уақытын қысқартуға, адам факторының әсерінен пайда болатын қателіктерді минимумға дейін азайтуға, сонымен бірге, бұл өндірістегі процестерге автоматтандыруды ендірмеген жағдайдағы қолжетімсіз көптеген жаңа мүмкіндіктерді ашуға мүмкіндік береді.

Микроконтроллері бар тақталардың пайда болуы – микропроцессорлық техниканың дамуындағы жаңа кезеңнің басталуын білдірді [1]. Ауылшаруашылығы кешені IoT технологиясын осы саланы жүргізудің дәстүрлі әдістерін жақсартуда қолдану үшін жан-жақты зерттелген [2]. Жүйеде мобильді қосымшаның болуы басқа процестердің автоматизациясына мүмкіндік береді.

Бұл зерттеу жұмысы Arduino микроконтроллері мен қосалқы датчиктерді және Android платформасымен жұмыс істеуге арналған Android Studio құрастыру ортасын пайдалана отырып жасалынды. Arduino – қондырылған микроконтроллер және API бағдарламалық интерфейсі бар құрастыру ортасының негізінде ашық кодты платформа.

Заттар ғаламторы (IoT) – адамның адаммен немесе компьютермен байланысын талап етпей деректерді желі арқылы тасымалдау қабілеттілігіне ие өзара байланысқан есептеу құрылғыларының, механикалық және сандық машиналардың, объектілердің жүйесі.

IoT бақылау, идентификация, байланыс және басқару сияқты жүйенің түрлі утилиталарын жеңілдету мақсатында функционалдық блоктар қатарынан тұрады [3]. Ұғым тоқсаныншы жылдары физикалық денелердің өзара және сыртқы ортамен байланысы үшін енгізілді. Бүгінгі таңда бұл ұғым тек киберфизикалық жүйелер үшін ғана емес, сонымен бірге, өндіріс нысандарында да қолданылады. Заттар ғаламторында сыртқы орта жайлы ақпараттарды сандық құрылғылар оқи алатындай түрге түрлендіретін өлшеу жабдықтары маңызды рөл атқарады. Қарапайым датчиктер (мысалы, қысым, жарықтылық, температура), тұтыну есебінің жабдықтарынан бастап күрделі интегралданған өлшеу жүйелеріне дейінгі өлшеу құрылғыларының көптеген түрлері қолданылады. «Заттар ғаламторын» енгізудің тәжірибелік мәселелерінің бірі өлшеу құрылғыларының ең жоғарғы дәрежеде дербестілігін қамтамасыз ету болып табылады. Жабдықтардың дербес қоректенуін қамтамасыз ететін тиімді шешімдерді табу (фотоэлементтерді қолдану, тербеліс энергиясын түрлендіру, электр көзінің сымсыз тасымалын пайдалану) құрылғыларға ие жүйелерді қызметке шығынсыз ауқымдауға мүмкіндік береді.

Автоматтандырылған суару жүйесін құру қадамдары

Аппараттық бөлік

Автоматтандырылған суару жүйесі – бұл белгілі бір аймақтағы суару мен суландыруды жүзеге асыруға қызмет ететін түрлі инженерлі-техникалық аппараттық шешімдердің және бағдарламалық қамтамалардың жиынтығы. Жүйені құрастыру кезеңдері:

- Басқару тақтасына үлгіні жинастыру. Барлық құрылғылардың байланысы үшін сымдар жалғанып, тиісті қосқыштардың қолданылды;
- Суаруды іске асыру әдісін ойластыру. Топырақ ылғалдылығының датчигі, су сорғысын қосуға арналған реле модулі қолданылды;
- Желдетуді іске асыру. Ауа температурасының датчигі, желдеткішті қосуға арналған реле модулі пайдаланылды;
- Баптау кезеңі. Қолданушының қатысуынсыз жүйенің жұмыс жасауы үшін қажетті бағдарлама кодын жазып, басқару тақтасына жүктеу;
- Топырақ ылғалдылығы мен ауа температурасының мәндерін мобильді қосымшада көрсетілетіндей басқару тақтасы мен Android бағдарламасы арасында мәлімет алмасуды іске асыру.

Топырақ ылғалдылығының датчигі үй, бау-бақша, жылыжай өсімдіктерінің жеткіліксіз түрде немесе артық мөлшерде суарылғаны жайлы мәлімет алуға мүмкіндік береді. Бұл модульді микроконтроллерге қосу арқылы өсімдіктерді, бақшаны немесе жер телімін суару процесін автоматтандыруға болады. Өндірісте топырақ ылғалдылығы датчиктерінің үш түрі қолданылады: сыйымдылықты, резистивті және жылуөткізгішті. Бұлардың әрқайсысының артықшылықтарымен қоса кемшіліктері де бар. Мысалы, сыйымдылықты датчиктерінің жұмыс істеу қағидасы ылғалдылық өзгерген жағдайда диэлектрлік тұрақтының өзгеруіне негізделген. Артықшылықтарына сұйықтық пайда болған кездегі тұрақтылығын, өзара алмасу қасиетін жатқызса болады. Жылуөткізгіш датчиктердің жұмыс істеу қағидасы құрғақ ауа мен су буларына ие ауа арасындағы жылуөткізгіштіктің өзгерісіне негізделген. Артықшылығына жоғары температурада және коррозиялық ортада жұмыс істей алу қабілеті жатады.

Ал кемшілігі – бағасының жоғары болуы. Резистивті датчиктердің жұмыс істеу қағидасы ылғалдылық өзгерген жағдайдағы кедергі мәнінің өзгерісіне негізделген. Артықшылығы – бағасының төмендігі, қашықтықтан өлшеуді жүргізу мүмкіндігі және өзара алмасу қабілеті.

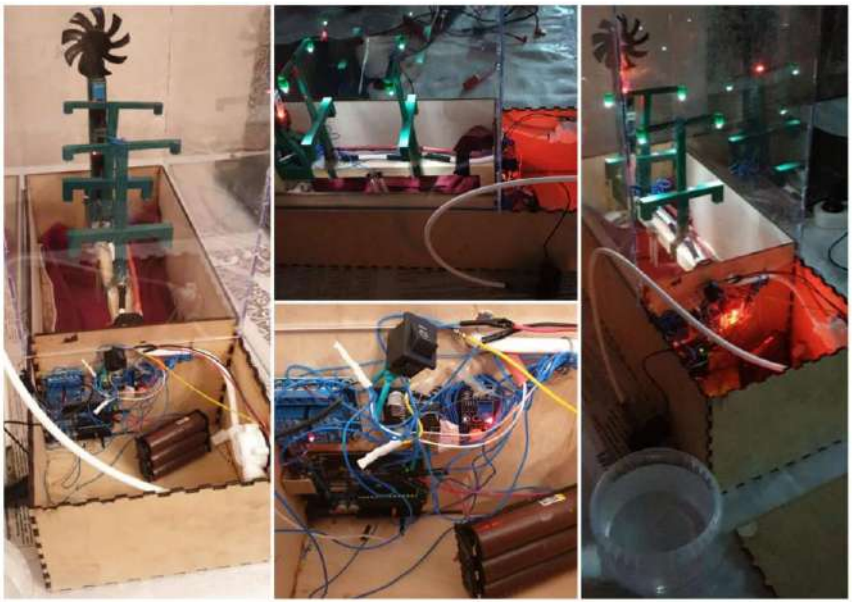
Осы деректерге сүйене отырып, соңғы түрі таңдалынды. Модуль екі бөліктен тұрады: YL-69 байланыс сүңгіші және YL-38 датчигі. YL-69 сүңгішінің екі электродтарының арасында кішігірім кернеу пайда болады. Егер топырақ құрғақ болса, кедергі үлкен және ток аз. Егер жер ылғал болса – кедергі азырақ, ток – көбірек.

Қорытынды аналогтық сигнал бойынша ылғалдылық деңгейін жорамалдауға болады. YL-69 сүңгіші YL-38 датчигімен екі сым арқылы байланысқан. YL-38 датчигі LM393 компараторының негізінде құрылған. Компаратор D0 шығысына келесі қағидалар бойынша кернеу бөледі: ылғал топырақ – төмен логикалық деңгей, құрғақ топырақ – жоғары логикалық деңгей. Деңгей потенциометр көмегімен реттеуге болатын шектік мән бойынша анықталады. YL-38 датчигі қоректендіру мен сандық сигнал деңгейінің бар екендігін көрсететін екі жарық диодына ие. D0 сандық шығысы мен жарық диоды деңгейінің болуы модульді контроллерге қоспай дербес түрде қолдануға мүмкіндік береді.

Бұл датчиктің техникалық сипаттамалары: жұмыс тогы ≤ 20 мА, шығыс кернеуі – 0-2,3 В (датчик суға толығымен батқан кезде 2,3 В болады), қоректендіру көзі – 5 В, ылғалдылық жоғары болған сайын кернеу де артады. Ауа температурасы датчигінің технологиясы жоғары сенімділікті және ұзақ мерзімді тұрақтылықты қамтамасыз етеді. Бағдарламалау барысында бұл жабдықпен жұмыс істеу үшін кітапханасын жүктеу қажет.

Термистор мен сыйымдылықты ылғалдылық датчигінен тұрады. Құрамында температураның аналогтық мәндерін түрлендіруге арналған аналогты-сандық түрлендіргіш бар. Бұл датчиктің техникалық сипаттамалары: кернеу көзі – 3-5 В аралығында болады, ток мөлшері деректерді сұрау барысында – 2,5 мА, тыныштық барысында – 100 мкА, өлшенетін температура аралығы – 0-50°C аралығында. Қуатты жүктеме мен айнымалы токты басқару үшін реле қолданылды. Бұл механикалық әдіспен жүктеме тізбегін электромагниттің көмегімен жабатын электромеханикалық құрылғы. Электромагнитті катушкаға кернеу берілсе, металл бұтақты тартатын өріс пайда болады. Бұтақ, өз кезегінде, жүктеме контактілерін кілттейді. Arduino-ның екі датчиктермен байланысы A0 және A1 аналогтық кірістері арқылы жүреді. Датчиктердің қоректендірілуі микроконтроллер арқылы жүзеге асырылады және 5 В қорек кірісіне қосылады. Жер GND жер кірісіне қосылады. Ал су сорғымен байланысы сигналдың релеге жіберілуі арқылы жүзеге асырылады. Су сорғысын қоректендіру 12 В-ке, ал Arduino-ны қоректендіру 5 В-ке есептелгендіктен, реле, өз кезегінде, су сорғысын қоректендіреді. Реленің қосылуы 1 және 2 сандық кірістеріне жүреді. Реленің қоректендірілуі микроконтроллер арқылы іске асырылады және 5 В қорек кірісіне қосылады. Жер GND жер кірісіне қосылады.

1-ші суреттен көрініп тұрғандай, құрастырылған АСЖ-нің негізгі атқарушы бөліктері – су сорғысы мен ауа желдеткіші, ал негізгі автоматизация құраушысы – топырақ ылғалдылығының және ауа температурасының датчиктері болып табылады. Жүйе кернеу көзі берілгеннен кейін жадыда сақталған баптаулар бойынша (су сорғысын қосу/өшіру үшін ең жоғарғы/ең төменгі топырақ ылғалдылығы, ауа желдеткішін қосу/өшіру үшін температура көрсеткіштері) іске қосылады.



Сурет 1. АСЖ үлгісі

Микроконтроллер датчиктерден алынған ортаның температурасы мен топырақ ылғалдылығы жайлы ақпаратты тіркейді [4]. Датчиктердің мәндері есептеліп, қажет жағдайда құрылғылар (су сорғысы, желдеткіш) қосылады. АСЖ-ны жасау барысында жүйеге кіретін құрамдас бөліктердің (су сорғысы, желдеткіш, топырақ ылғалдылығы мен ауа температурасын өлшегіш жабдықтар) жұмыс істеу сипаттамалары зерттелді. Жүйені іске қосқаннан кейін қысқа тұйықталуды болдырмау үшін кернеу мәні ескерілді.

Бағдарламалық бөлік

Бағдарламалық бөліктің жүзеге асырылуы екі бөліктен тұрады – Arduino бағдарламасы мен Android мобильді қосымшасы. Arduino – өзіндік процессоры мен жадысы бар кішігірім тақта. Тақтада бірнеше ондаған түйісу нүктелері бар.

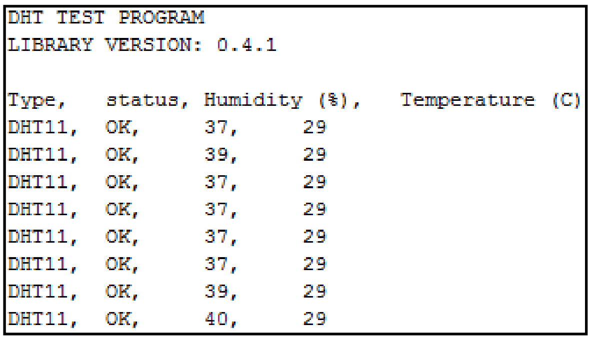
Оларға барлық мүмкін болатын құрамдас бөліктерді, мысалы, шам, датчиктер, кішігірім қозғалтқыш, магнитті құлыптар және электр қуатымен жұмыс істейтін барлық жабдықтарды. қосуға болады. Arduino құрастыру ортасы келесі бөліктерден тұратын құрастырудың интегралданған ортасын ұсынады: бағдарламалық кодтың орнатылған мәтіндік редакторы, күй туралы хабарлама шығару облыстары, консольдер және жабдықтар панелі. Бұл құрастыру ортасында жазылған бағдарлама скетч деп аталады.

2-ші суреттен көрініп тұрғандай, ауа температурасы мобильді қосымшамен берілген температурадан жоғары болса, екінші реле ауа желдеткішін іске қосады. Топырақ ылғалдылығы мобильді қосымшамен берілген мәннен төмен болса, бірінші реле су сорғысын іске қосады. Топыраққа қажетті су мөлшері жеткізілгеннен кейін су сорғысын бірінші реле модулі тоқтатады (топырақ ылғалдылығы берілген шекті мәннен жоғары болғанда). Осыған сәйкес, ауа температурасы қалыптыға келгеннен кейін екінші реле ауа желдеткішін тоқтатады (ауа температурасы берілген шекті мәннен төмен болғанда).

```
int chk;
int temperature;
chk = DHT.read(DHT11_PIN);
temperature = DHT.temperature;
delay(1000);

  if(temperature>Tlimit){
    digitalWrite(relay2,HIGH);
  }
  else if(temperature<Tlimit){
  digitalWrite(relay2,LOW);
  }
  delay(1000);

  pochvahumidity = analogRead(0);
    if(pochvahumidity<Hlimit){
    digitalWrite(relay,HIGH);
    }
    else if (pochvahumidity>Hlimit){
    digitalWrite(relay,LOW);
  }
String out ="T" + String(temperature) +"+"+ "H" + String(pochvahumidity);
bluetooth.println(out);
```

Сурет 2. Arduino бағдарламалық кодының үзіндісі

Топырақ ылғалдылығы мен ауа температурасының Arduino-дағы нәтижелерін 3-ші суреттен көруге болады:

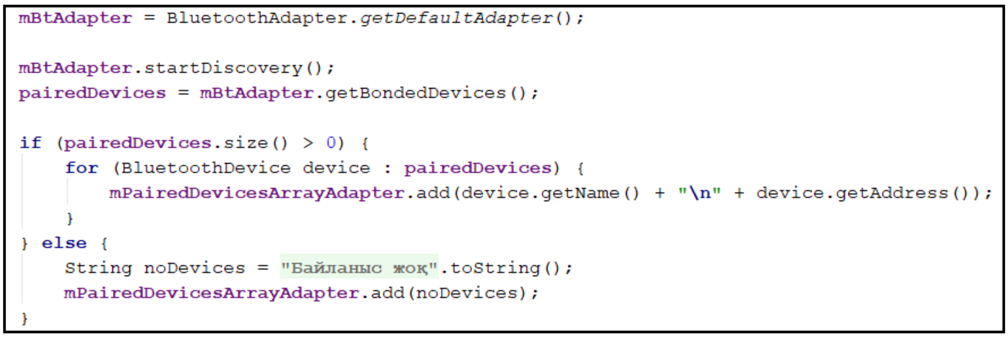


```
DHT TEST PROGRAM
LIBRARY VERSION: 0.4.1

Type,   status, Humidity (%),   Temperature (C)
DHT11,  OK,     37,     29
DHT11,  OK,     39,     29
DHT11,  OK,     37,     29
DHT11,  OK,     37,     29
DHT11,  OK,     37,     29
DHT11,  OK,     37,     29
DHT11,  OK,     39,     29
DHT11,  OK,     40,     29
```

Сурет 3. Ауа температурасы мен топырақ ылғалдылығының көрсеткіштері

Қажетті форматта деректердің тасымалын қамтамасыз ету үшін жүйе датчиктерінен мобильді қосымшаға тасымал барысындағы өңделуді қамтамасыз ету керек. Микроконтроллер мен Android мобильді қосымшасының байланысы HC-06 Bluetooth модулі арқылы жүзеге асырылды. Бұл мәлімет алмасудың ең белгілі және кең таралған әдістерінің бірі.

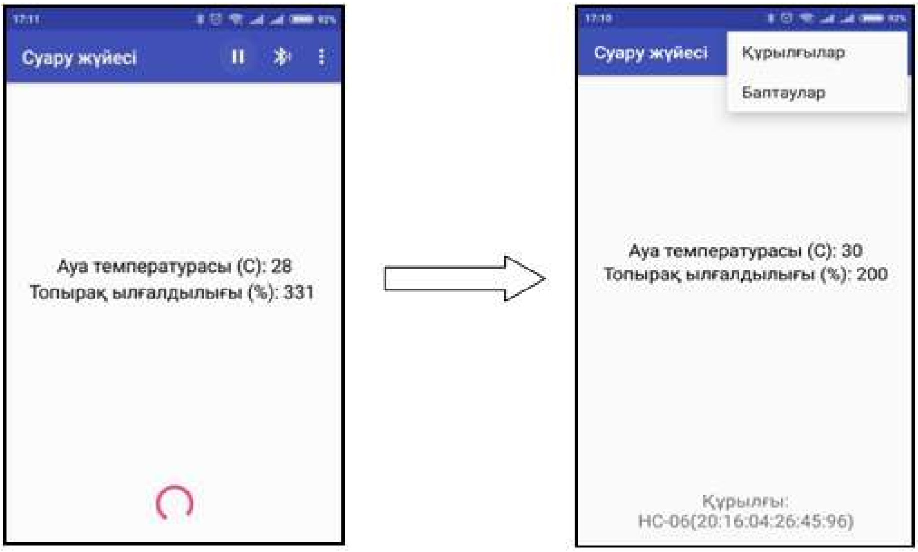
Модульді Arduino микроконтроллеріне қосу үшін RXD-ді бірінші пинге (TX), TXD-ні нөлінші пинге (RX), GND-ні GND-ге, VCC-ні 5V-ке жалғау керек. Бағдарлама кодын тақтаға жүктеу барысында модульдің өшіріліп тұруы қажет. Қарсы жағдайда код жазылмайды, себебі модульмен байланыс USB секілді RX және TX порттары арқылы болады. Код жазылып, модуль тақтаға қосылғаннан кейін келесі қадамға көшсе болады. 4-ші суреттен көрініп тұрғандай, егер қолжетімді Bluetooth құрылғылары болса, қосымша олардың тізімін шығарады, қарсы жағдайда байланыстың жоқтығы жайлы ескерту шығады:



```
mBtAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();

mBtAdapter.startDiscovery();
pairedDevices = mBtAdapter.getBondedDevices();

if (pairedDevices.size() > 0) {
    for (BluetoothDevice device : pairedDevices) {
        mPairedDevicesArrayAdapter.add(device.getName() + "\n" + device.getAddress());
    }
} else {
    String noDevices = "Байланыс жоқ".toString();
    mPairedDevicesArrayAdapter.add(noDevices);
}
```

Сурет 4. Байланысты орнату

Мобильді қосымша ашылғаннан кейін қолжетімді құрылғылар ізделеді (5-ші сурет):



Ауа температурасы (С): 28
Топырақ ылғалдылығы (%): 331

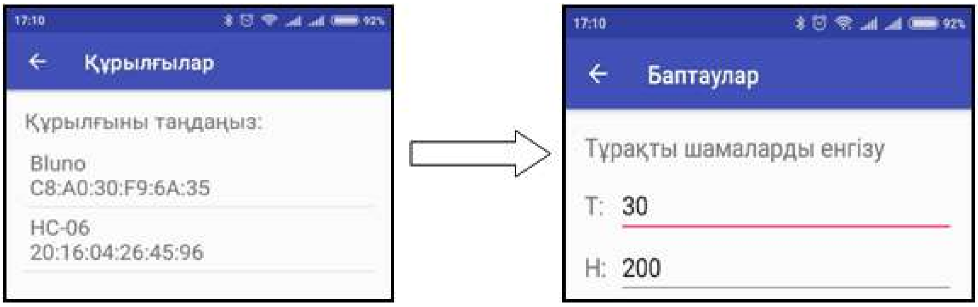
Ауа температурасы (С): 30
Топырақ ылғалдылығы (%): 200

Құрылғы:
HC-06(20:16:04:26:45:96)

Сурет 5. Мобильді қосымшаның интерфейсі

6-шы суреттен көрініп тұрғандай, «Құрылғылар» арқылы қолжетімді құрылғылардың тізімін көруге, «Баптаулар» арқылы топырақ ылғалдылығы мен ауа температурасының шекті мәндерін беруге болады.

Бұл мәндер бойынша микроконтроллер реле модулімен ауа желдеткішін және су сорғысын басқарады, яғни, топырақ ылғалдылығы датчигінің көрсеткіші қосымша арқылы берілген шекті мәннен кем болса, жүйеге су жеткізіледі, ауа температурасы датчигінің көрсеткіші қосымша арқылы берілген шекті мәннен артық болса, ауа желдеткіші қосылады.



17:10

Құрылғылар

Құрылғыны таңдаңыз:

Bluno
C8:A0:30:F9:6A:35

HC-06
20:16:04:26:45:96

17:10

Баптаулар

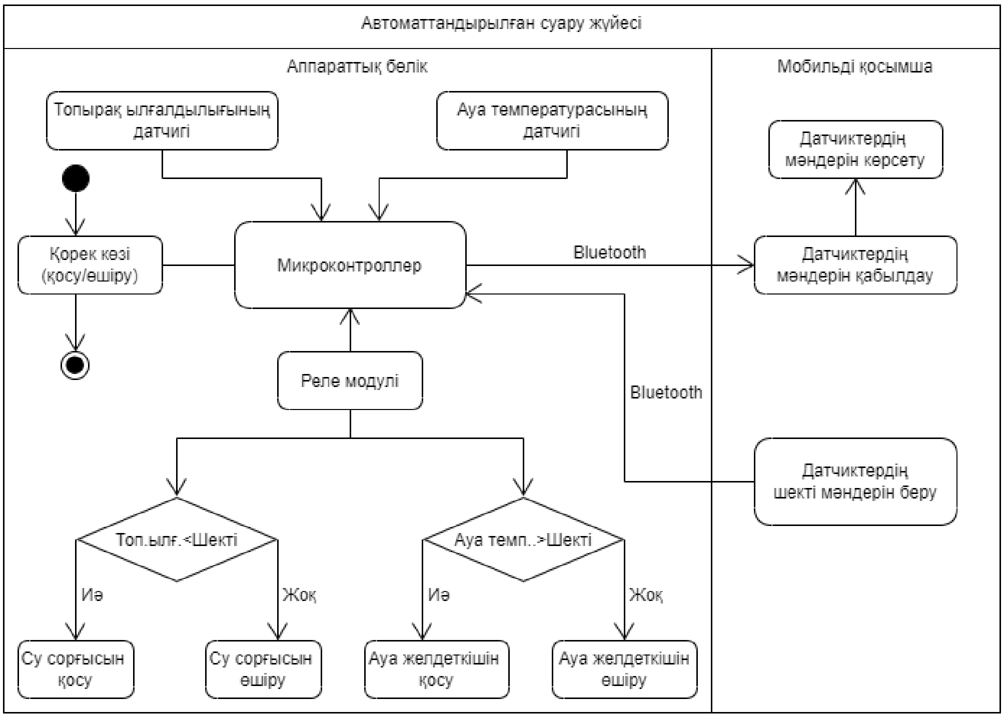
Тұрақты шамаларды енгізу

T: 30

H: 200

Сурет 6. Құрылғылар тізімі және баптаулар

7-ші суретте құрастырылған АСЖ үлгісінің әрекет диаграммасы (activity diagram) көрсетілген:



Сурет 7. АСЖ үлгісінің әрекет диаграммасы (activity diagram)

Заттар ғаламторы – өзара түрлі байланыс арналары арқылы байланысқан жабдықтардың және датчиктердің жиынтығы ғана емес, адам мен құрылғының арақатынасы жүзеге асырылатын нақты және виртуалды әлемнің интеграциясы [5].

Қорытынды

Зерттеу жұмысында АСЖ-ның аппараттық және бағдарламалық бөліктері іске асырылып, олардың арасында байланыс орнатылды. Яғни, Arduino микроконтроллері мен Android мобильді қосымшасының арасында өзара мәлімет алмасу жүзеге асырылды. Келесі қадам құрастырылған АСЖ үлгісін машиналық оқытуға үйрету.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – 2-е изд, перераб и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 464 с.*

2 *Zhang S. and Zhang H., A review of wireless sensor networks and its applications, in: Proceeding of the IEEE International Conference on Automation and Logistics, Zhengzhou, China, 2012.*

3 *Bagha A. and Madesetti V., Internet of Things: A Hands-on Approach, Universities Press, 2015. ISBN 9788173719547*

4 *Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.*

5 *Петин В.А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Intemet of Things. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 320 с.*

МРНТИ 20.01.07; 20.01.37; 20.01.09
УДК 005.51; 007.519.7

Н.С. Заурбеков[1]*, А.М. Бодык*[1]

[1]*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан*

МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ MAPLE И MATHCAD В РЕШЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Аннотация

В статье рассматриваются особенности преподавания информатики и математики в общеобразовательных школах на основе междисциплинарного общения. Интеграция математики и информатики способствует алгоритмическому мышлению школьников в процессе решения логических, текстовых, арифметических, геометрических задач. Через междисциплинарное общение можно связать и сравнить с подобным явлением в другой области науки, чтобы четко и точно знать законы одной отрасли науки. Основной дидактической задачей междисциплинарного общения является установление связи между образовательным, воспитательным, развивающим характером учебного процесса. Использование компьютерных программ для решения проблем, связанных с математикой, использование компьютеров для ускорения обучения студентов и обучения их самостоятельной работе. Его интерес к предмету возрастает, его талант и личностные способности развиваются, а также повышается качество преподавания, увеличивается скорость учебного процесса.

Ключевые слова: критической оценки, инновационных технологий, уровень развития науки, научного мировоззрения.

Аңдатпа

Н.С. Заурбеков[1]*, А.М. Бодық* [1]
[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУДЕ MAPLE ЖӘНЕ MATHCAD БАҒДАРЛАМАЛАРЫН ҚОЛДАНУ ӘДІСТЕРІ

Мақалада жалпы орта мектептерде информатика мен математика пәндерін пәнаралық байланыс негізінде оқытудың ерекшеліктері қарастырылған. Математика және информатика интеграциясысы логикалық, мәтіндік, арифметикалық тапсырмаларды, геометриялық үлгідегі тапсырмаларды шешу процесінде мектеп оқушысының алгоритмдік ойлау қызметіне ықпал етеді. Пәнаралық байланыс арқылы бір ғылым саласының заңдылығын айқын, дәл білу үшін басқа ғылым саласындағы ұқсас құбылыспен байланыстырып, салыстыруға мүмкіндік туады. Пәнаралық байланыстың ең негізгі дидактикалық міндеті – ол оқыту процесінің білім беру, тәрбие беру, дамытушылық сипатының арасындағы байланысты құру болып есептеледі. Информатика сабағында бағдарламаларды пайдаланып математика сабағына байланысты есептерді шығаруға, компьютерді қолдануға оқушылардың оқу материалын меңгеруін жылдамдатады және өз бетімен шығармашылық жұмыс жасауға үйретеді. Оның пәнге деген қызығушылығы артады, дарындылығы мен дербес қабілеті дамиды, сонымен қатар, оқытудың сапасы артады, оқу процесінің қарқыны жоғарылайды.

Түйін сөздер: сыни бағалау, инновациялық технологиялар, ғылымның даму деңгейі, ғылыми дүниетаным.

Abstract

MAPLE AND MATHCAD PROGRAMMING METHODS FOR SOLVING MATH PROBLEMS

Zaurebekov N.S. [1]*, Bodyk A.M.* [1]
[1] *Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The article discusses the features of teaching computer science and mathematics in secondary schools based on interdisciplinary communication. Integration of mathematics and computer science contributes to the algorithmic thinking of students in the process of solving logical, textual, arithmetic, geometric problems. The main didactic task of interdisciplinary communication is to establish a connection between the educational, educational, developing nature of the educational process. The use of computer programs to solve problems related to mathematics, the use of computers to accelerate student learning and teaching them to work independently. His interest in the subject is growing, his talent and personal abilities are developing, as well as the quality of teaching, the speed of the educational process is increasing.

Keywords: critical assessment, innovative technologies, level of development of science, scientific worldview.

Чтобы войти в мировое образовательное пространство, в Казахстане создается новая система образования. Этот процесс, наряду с реальными изменениями в теории педагогики и образовательного процесса, требует нового взгляда на существующую образовательную деятельность в стране, критической оценки достижений, развития творческого потенциала молодежи и новой организации педагогической деятельности. Как отметил российский педагог Ушинский К.Д. [1], в соответствии с требованиями современного времени, каждый учитель, совершенствуя свои знания, использует на уроках инновационных технологий в соответствии с новыми требованиями, чем старые однотипные занятия, и, несомненно, занятие будет привлекательным, содержательным, разумным и эффективным. В настоящее время уровень развития науки и техники требует у каждого ученика качественных и глубоких знаний, умений, их творческой работы, способности мыслить. Основной целью процесса преподавания математики является систематическое использование специальных педагогических методов, формирование у учащихся творческого и логического мышления, научного мировоззрения и активности, развитие навыков самообразования.

Актуальным является вопрос повестки дня - у каждого из них свой способностей учащихся, характер сознания, совершенствование, воспитание физических лиц, в том же направлении. Учащиеся школы испытывают большие трудности в изучении математики [2].

Среди них - построение графиков тригонометрических, иррациональных, логарифмических функций, решение логарифмических, тригонометрических уравнений и систем уравнений. Если говорить о данной дисциплине или озвученной теме, можно убедиться в том, что ученик не может правильно понять и не имеет интереса к ней. У него, конечно, есть субъективные, объективные причины. В основном, повышение интереса учащихся к предмету связано с мастерством учителя. Какой метод использует учитель, и учащихся, мышления, интеллекта, сознания всестороннее развитие – главная цель.

Труд учителя – творческий труд. Она требует от учителя непрерывного поиска, постоянного совершенствования своих знаний, применения различных методов и приемов. Необходимо правильно подобрать различные методы обучения, развивать кругозор, сознание учащихся [3]. В соответствии с этим требованием использование междисциплинарных связей дает свои результаты. В частности, связывание предметов математики и информатики. В соответствии с развитием технологий, поступающих в сегодняшнюю школу, можно назвать построение графиков, используя программы Mathcad и Maple на уроках математики [4].

Программа Mathcad. Mathcad – математическая программа, которая очень удобна в работе с формулой, текстами, числами и графиками для компьютерной системы. Mathcad позволяет публично записывать формулы на экране компьютера Как в привычном виде, так и в справочниках и учебниках. С его помощью можно решить множество математических задач. Можно выводить отчеты либо цифровым, либо символическим путем (то есть путем ввода обозначений). Формулы и уравнения можно проводить с помощью специальных пояснений и вставить графики в двух и трехмерной системе.

Maple – мощная и универсальная система компьютерной математики. Maple – широко распространенная система компьютерной математики, предназначенная для автоматического решения математических задач в различных областях науки, образования и техники. Различные версии Maple, созданные в настоящее время, являются всесторонне развитыми системами, основанными на математике. В Maple имеется основная библиотека операторов и функций. Большинство из них функций можно использовать без каких-либо сообщений, например, узловых функций, некоторые требуют сообщения.

Для решения математических задач они используют не только функции суперкалькулятора, но и возможность сильных математических электронных определений. Система Maple отличается возможностями для быстрого расчета систем и установок различного назначения на основе математического моделирования различных процессов в окружающей среде. Все это сопряжено с наглядностью расчетов с использованием новейших очень эффективных средств [5].

Программа Maple является лидером систем символической математики и между универсальными системами символических вычислений. Он создает интеллектуальную среду, удобную для математических изысканий любой степени и имеет большое значение в научной среде [6].

Maple – интегральная система, в которую вошли:

- язык для программирования (язык для интерактивного общения с системой));
- редактор по подготовке и изменению документов и программирования;
- современный пользовательский многоконфессиональный интерфейс с возможностью работы в диалоговом режиме;
- пакет функций помощника и двухсторонних производителей программ и некоторых языков программирования.

Для решения различных математических задач, решения задач брошюр и научно-технических задач, Maple считался наиболее удобной программной средой [7].

Для старшеклассников, используя данные программы, будем решать несколько задач.

I. Выполним решение задач с программами Mathcad и Maple.

При определенном интегральном прохождении доказательства его индивидуальных качеств можно разделить на учащихся. Кроме того, основные методы интеграции можно дать учащимся как самостоятельную работу с помощью компьютерных программ. Это способствует не только углублению знаний, но и творческим, деловым навыкам.

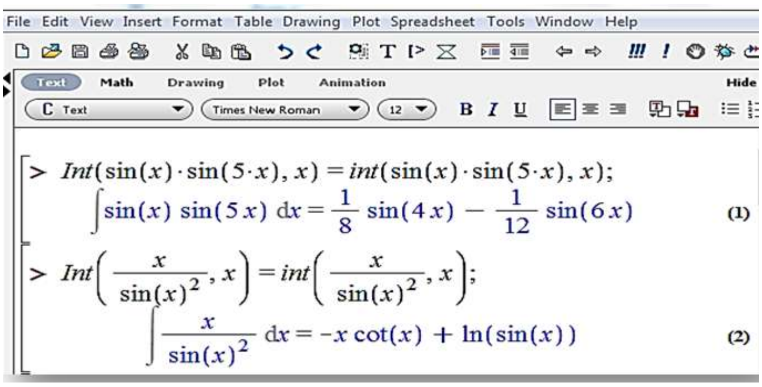
По теме «Интеграл» необходимо указать методику расчета следующих заданных задач в системе Maple и Mathcad (рисунок-1, рисунок-2).

Задача - 1. $\int \sin x \cdot \sin 5xdx$ - рассчитаем.

Решение:

$\sin x \cdot \sin 5x = \dfrac{\cos 4x - \cos 6x}{2}$ воспользуемся формулами.

$$\int \sin x \cdot \sin 5xdx = \frac{1}{2}\int \cos 4xdx - \frac{1}{2}\int \cos 6xdx = \frac{1}{2}\cdot\frac{\sin 4x}{4} - \frac{1}{2}\cdot\frac{\sin 6x}{6} + C = \frac{\sin 4x}{8} - \frac{\sin 6x}{12} + C$$



> $Int(\sin(x)\cdot\sin(5\cdot x), x) = int(\sin(x)\cdot\sin(5\cdot x), x);$

$$\int \sin(x)\,\sin(5\,x)\,dx = \frac{1}{8}\sin(4\,x) - \frac{1}{12}\sin(6\,x) \qquad (1)$$

> $Int\left(\dfrac{x}{\sin(x)^2}, x\right) = int\left(\dfrac{x}{\sin(x)^2}, x\right);$

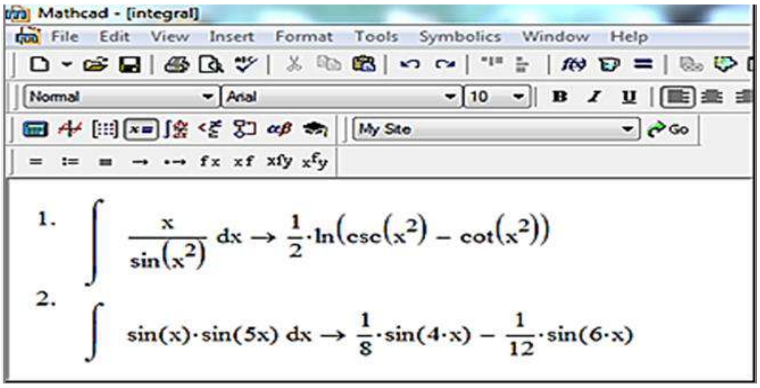
$$\int \frac{x}{\sin(x)^2}\,dx = -x\cot(x) + \ln(\sin(x)) \qquad (2)$$

Рисунок 1. Решение интегральной программы Maple

Задача - 2. $\int \dfrac{xdx}{\sin^2 x}$ - интеграл вычислений

Решение:

$$\int \frac{xdx}{\sin^2 x} = \left| \begin{matrix} u = x, dv = \dfrac{dx}{\sin^2 x}; \\ du = dx, v = -ctgx \end{matrix} \right| = -x \cdot ctgx + \int ctgxdx = -x \cdot ctgx + \ln\left|\sin x\right| + C\,.$$



1. $\displaystyle\int \frac{x}{\sin(x^2)}\,dx \to \frac{1}{2}\cdot\ln\left(\csc(x^2) - \cot(x^2)\right)$

2. $\displaystyle\int \sin(x)\cdot\sin(5x)\,dx \to \frac{1}{8}\cdot\sin(4\cdot x) - \frac{1}{12}\cdot\sin(6\cdot x)$

Рисунок 2. Решение интегральной программы Mathcad

Таким образом, решение задачи, выработанное аналитическим путем, имеет одинаковый результат, полученный программой Maple и Mathcad.

Во многих языках программ считают инструмент построения графиков в качестве графической процедуры или оператора. В Maple путь передачи графических функций позволяет строить типовые графики без подготовки.

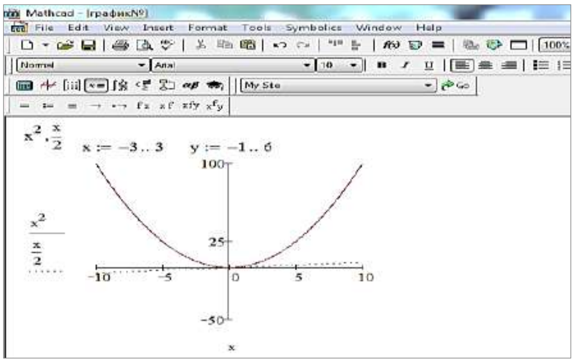
Для этого необходимо указать только график функцию и пределы изменения независимых переменных. Но с помощью дополнительных обязательных параметров можно самостоятельно изменить форму графиков.

Например, настройка цвета и стиля линии, выпуск титульной надписи и т. д.

В Maple включены функции быстрого построения графиков. Для построения графиков в системе Maple используется оператор plot.

Она выдается следующим образом: plot(*f*, *h*, *v*) plot(*f, h, v, o*) здесь f – выражение функции или функции, h – переменная, характеризующая область изменения функции, v – необязательная переменная, характеризующая область изменения функции, o – параметр или определяющий стиль построения графика (полнота графика функции, цвет, изображение, признаки в ней и т. д.).

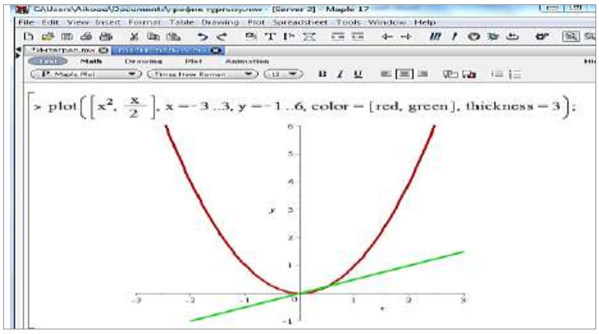
Например, (рисунок 3):



$x^2, \frac{x}{2}$ $x := -3..3$ $y := -1..6$

Рисунок 3. Построение графика в системе Mathcad

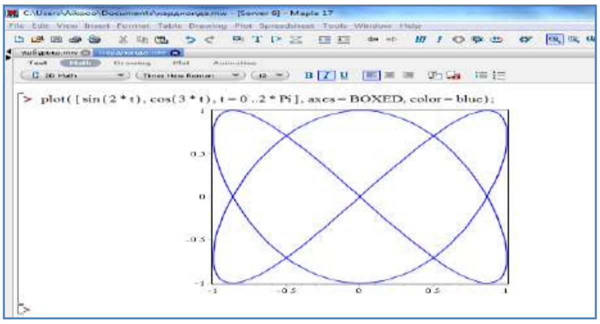
Задача-*3*. Построим графики функций y = x2 и y = x / 2 (рисунок 4).



$> \mathrm{plot}\left(\left[x^2, \frac{x}{2}\right], x = -3..3, y = -1..6, \mathrm{color} = [\mathrm{red}, \mathrm{green}], \mathrm{thickness} = 3\right);$

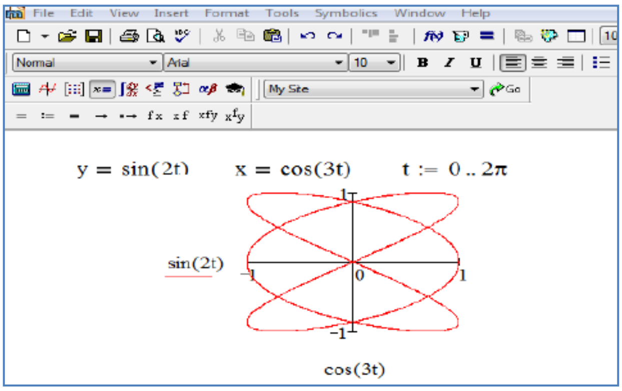
Рисунок 4. Построение графика в системе Maple

Задача - *4*. Построим график y = sin2t x = cos3t с заданным параметром кривой в интервале 0 ≤ t ≤ 2π (рисунок-5, рисунок-6).



```
> plot( [ sin ( 2 * t ), cos( 3 * t ), t = 0 ..2 * Pi ], axes = BOXED, color = blue);
```

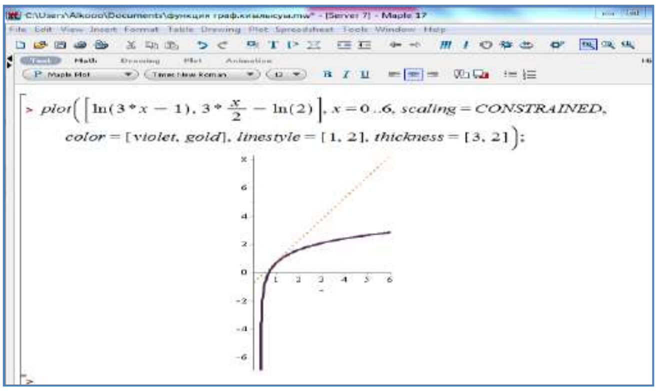
Рисунок 5. Построение графика в системе Maple



$y = \sin(2t)$ $x = \cos(3t)$ $t := 0..2\pi$

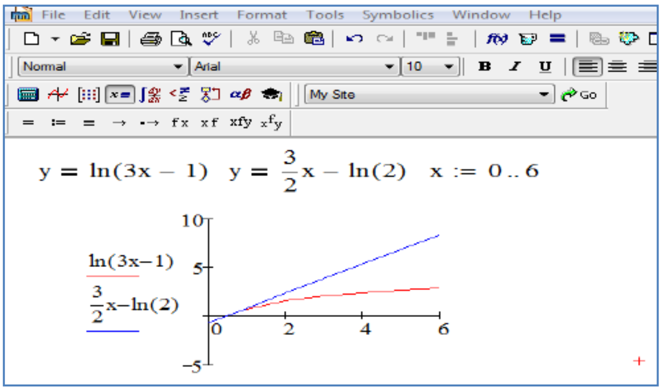
Рисунок 6. Построение графика в системе Mathcad

Задача-5. График функции $y = \ln(3x - 1)$ и косвенные графики функций $y = \frac{3}{2}x - ln2$ располагаем в одной плоскости (рисунок-7, рисунок-8).



```
> plot([ln(3*x − 1), 3*x/2 − ln(2)], x = 0..6, scaling = CONSTRAINED,
    color = [violet, gold], linestyle = [1, 2], thickness = [3, 2]);
```

Рисунок 7. Построение графика в системе Maple



$y = \ln(3x - 1)$ $y = \frac{3}{2}x - \ln(2)$ $x := 0..6$

Рисунок 8. Построение графика в системе Mathcad

В программе Maple мы указываем на операторов color и thikness в параметрах оформления. Они характеризуют соответственно цвет и толщину графика. Использование компьютерной математики в обучении геометрии повышает статус науки геометрии.

Итак, рассмотрим геометрические задачи.

Задача-6.

Точка P удалена от центра окружности радиусом, равным 11см до 7см.

Через эту точку была произведена хорда, равная 18 см. Что равна длине отрезков, разделенных от точки P (рисунок-9)?

Решение: пусть AB=18 см, BP= x см, AP=(18-x) см.

Проводим диаметр MN через точку P.

По свойствам пересечения хорды:

$AP \cdot BP = NP \cdot MP$

$(18 - x) \cdot x = 4 \cdot (11 + 7)$ или $x^2 - 18 + 72 = 0$ получаем уравнение. Далее: x=6, x=12

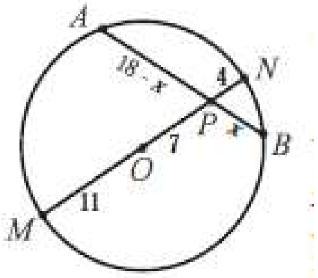
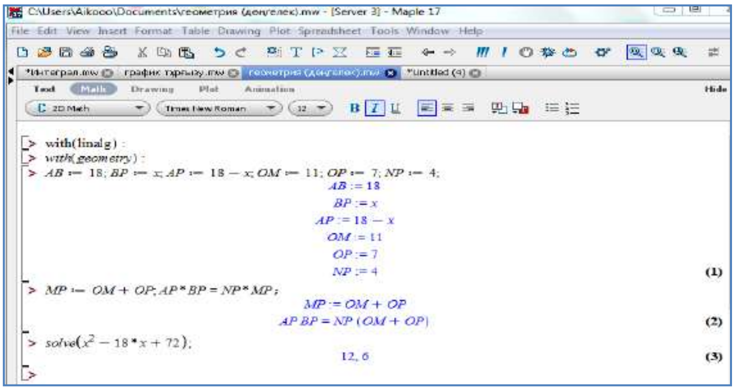


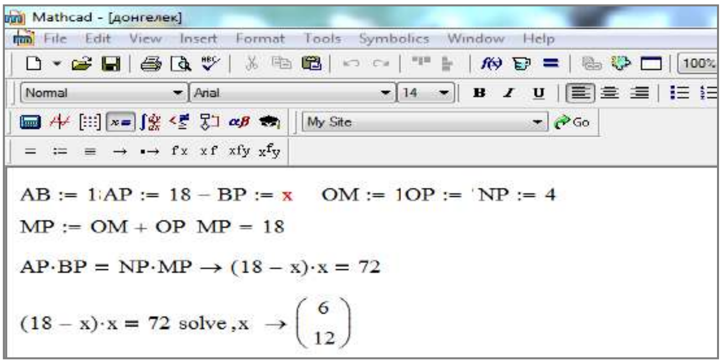
Рисунок 9. Круг

Теперь рассмотрим решение этой задачи Maple и Mathcad (рисунок-10, рисунок-11).



```
> with(linalg) :
> with(geometry) :
> AB := 18; BP := x; AP := 18 - x; OM := 11; OP := 7; NP := 4;
                              AB := 18
                              BP := x
                              AP := 18 - x
                              OM := 11
                              OP := 7
                              NP := 4                                  (1)
> MP := OM + OP; AP*BP = NP*MP;
                              MP := OM + OP
                         AP BP = NP (OM + OP)                          (2)
> solve(x^2 - 18*x + 72);
                              12, 6                                    (3)
>
```

Рисунок 10. Решение в системе Maple



```
AB := 1 AP := 18 – BP := x    OM := 1OP := 'NP := 4
MP := OM + OP  MP = 18
AP·BP = NP·MP → (18 – x)·x = 72
(18 – x)·x = 72 solve ,x  → (6 12)
```

Рисунок 11. Решение в системе Mathcad

В изучении геометрии современных информационных технологий обучающийся достиг следующих результатов:

- осваивает математическую систему Maple и Mathcad;
- геометрические находят путем решения аналитических отчетов;

При решении геометрических задач математической системы Maple и Mathcad возрастает интерес обучающегося к геометрии и быстро достигает результатов [8].

Maple и Mathcad-предназначены для автоматизации математических расчетов, встречающихся в различных областях науки и образования и техники. Поэтому в будущем использование таких программ компьютерной математики имеет большое значение.

Ключевыми требованиями к содержанию на всех уровнях образования являются внедрение междисциплинарной взаимосвязанности по предметам и укрепление теории и практики.

Перед учителями сейчас стоит задача формирования интеллектуального развития будущих личностей, создания образования, в первую очередь школьной науки, взаимосвязанности многих областей науки и интеграции науки на новый уровень.

Глава нашей страны Нурсултан Назарбаев в программе «Казахстан-2050» уделяет особое внимание развитию и интеграции культуры через качество высшего образования, гуманизм и глобализацию. Одной из проблем, с которыми мы сталкиваемся в настоящее время, является необходимость внедрения интегрированного обучения, повышения его уровня академического мастерства и развития навыков, которые интегрируют познавательную деятельность учащихся во всей их полноте.

Список использованной литературы:

1 Ушинский К.Д. Избранные педагогические сочинения/Человек как предмет воспитания. Опыт педагогической антропологии (1861). — М.: Изд-во Академии наук РСФСР, 1945. — С. 461

2 Елькорин П.Я., Ершов А. Компьютеризация школы и математическое образование. Основные направления работ по программе «Информатизация образования», ИнфО. 1992. № 5,6.

3 Заурбеков Н.С., Исмаилов А.Е., Айтуганова Ж.Т. Использование информационных технологий в системе образования — Научно-теоретический и практический журнал «Современный научный вестник», № 3 (250), 2015. ISSN 1561-6886. - Белгород, РФ, 2015. – С. 37-41.

4 Исмаилова Г.С. Геометрические задачи в олимпиадах по программированию, Материалы методической конференции «Инновации в образовании». КГУ имени А.Байтурсынова, Костанай, 2011.

5 Ершов А.Компьютеризация школы и математическое образование. Основные направления работ по программе «Информатизация образования», ИнфО. 1992. № 5,6.

6 Цветков А.С.Система математических вычислений Mathcad Учебное пособие для 10–11 классов Санкт-Петербург 2012

7 Дьяконов В.П. «Maple 10/11/12/13/14 в математических расчетах», Москва, «ДМК издательство», 2011.

8 Кирсанов М. «Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы», –М.: «ФИЗМАТЛИТ», 2007.

МРНТИ 20.01.45; 20.01.07;20.23.01
УДК 004.02; 004.432

Н.С. Заурбеков[1]*, Г.А. Шерхан*[1]

[1]*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г Алматы, Казахстан*

О ПРОБЛЕМАХ И МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ ОСНОВАМ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аннотация

Благодаря высокому уровню непрерывного развития науки и техники, языки программирования постоянно обновлялись и менялись. Программирование стало важным инструментом развития творческих способностей, интеллекта и мышления учащихся, а также формирования знаний, умений и навыков. В статье рассматривается проблемы обучения основам программирования, что позволяет им организовывать, структурировать, систематизировать информацию и знания, понимать важность информационного моделирования, способы представления информации и использовать ее в процессе рецензирования и принятия решений, овладевать современными информационными технологиями.

Алгоритмическое мышление растет на протяжении всей жизни под влиянием внешних условий и дополнительных факторов. Необходимость поиска новых эффективных способов формирования алгоритмического мышления у подростков показывает связь важности личности с целью дальнейшего самопознания в современном компьютеризированном мире.

Основная цель данной статьи – определение некоторых проблем обучения основам языков программирования и пути их решения. Изучение темы «Алгоритмизация и программирование» выявило важность эффективного метода формирования алгоритмического мышления у старшеклассников при разработке алгоритмов и их применении при решении задач.

Ключевые слова: информатика, алгоритм, методология, технология программирования, методология программирования, основы программирования, языки программирования.

Аңдатпа

Н.С. Заурбеков [1], Г.А. Шерхан [1]

[1]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық универститеті, Алматы қ., Қазақстан

ЖОҒАРЫ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНА АЛГОРИТМДЕУ ЖӘНЕ БАҒДАРЛАМАЛАУ НЕГІЗДЕРІН ОҚЫТУ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН ӘДІСТЕМЕСІ

Ғылым мен техниканың үздіксіз дамуының жоғары деңгейіне байланысты бағдарламалау тілдері үздіксіз жаңарып, өзгерістер енгізіліп отырды. Бағдарламалау оқушылардың шығармашылық қабілеттерін, интеллектісі мен ойлауын дамытудың, сонымен қатар білімін, біліктілігін және дағдыларын қалыптастырудың маңызды құралы болып табылды. Мақала ақпаратты және білімді реттеуге, құрылымдауға, жүйелеуге, ақпараттық модельдеудің маңыздылығын, ақпаратты ұсыну әдістерін түсінуге және оны заманауи ақпараттық ағындағы технологияларды меңгеретін шолу мен шешім қабылдау процесінде пайдалануға мүмкіндік жасайтын бағдарламалау негіздерін үйрету мәселелері мен оларды шешу жолдарына арналған. Алгоритмдік ойлау өмір бойы сыртқы жағдайлардың әсерінен және қосымша факторлардың әсерінен өсіп отырады.

Мақалада жасөспірімдерді алгоритмдік ойлауды қалыптастырудың жаңа тиімді әдістерін табу қажеттілігі қазіргі компьютерленген әлемде тұлғаның кейінгі өзін-өзі тану мақсатындағы маңыздылығымен байланысын көрсетеді. Мақаланың негізгі мақсаты – бағдарламалаудың негізін оқыту барысында кездесетін кейбір қиыншылықтарды анықтап, оларды шешу жолдарын ұсыну. «Алгоритмдеу және бағдарламалау» тақырыбын оқып үйрену кезінде жоғары сынып оқушыларына алгоритмдік ойлауды қалыптастырудың тиімді әдісі алгоритмдер құрастыруда және оларды есептер шығару барысында қолданудың маңыздылығы айқындалған.

Түйін сөздер: информатика, алгоритм, әдістеме, бағдарламалау технологиясы, бағдарламалау әдістемесі, бағдарламалау негіздері, бағдарламалау тілдері.

Abstract

ABOUT PROBLEMS AND METHOD OF TEACHING STUDENTS OF SENIOR CLASSES TO THE BASES OF ALGORITHMIZATION AND PROGRAMMING

Zaurbekov N.S. [1], Sherkhan G. A.[1]

[1]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Due to the high level of continuous development of science and technology, programming languages are constantly updated and changed. Programming has become an important tool for the development of creative abilities, intelligence and thinking of students, as well as the formation of knowledge, skills. The article discusses the problems of teaching the basics of programming, which allows them to organize, structure, systematize information and knowledge, understand the importance of information modeling, ways of presenting information and use it in the process of reviewing and making decisions, mastering modern information technologies . Algorithmic thinking grows throughout life under the influence of external conditions and additional factors. The need to search for new effective ways of forming algorithmic thinking in adolescents shows the connection of the importance of personality with the aim of further self-knowledge in the modern computerized world.

The main purpose of this article is to identify some of the problems of teaching the basics of programming languages and ways to solve them. The study of the topic "Algorithmization and programming" revealed the importance of an effective method for the formation of algorithmic thinking in high school students in the development of algorithms and their application in solving problems.

Keywords: computer science, algorithm, methodology, programming technology, programming methodology, programming basics, programming languages.

Принцип преподавания программирования, история основ и методов их обучения напрямую связаны с расширением и становлением информатики как основополагающий науки. Это потому, что среда программирование является одной из фундаментальных основ информатики.

Обучение алгоритмам и программированию старшеклассников является одним из важных факторов при подготовке будущих полноценных членов информационно-цифрового общества, поэтому развитие методики обучения учащихся основам программирования, рассматриваемое в данной статье, не потреял свою актуальность.

Изучение информатики как науки и ее развития изучалась многими учеными. Существуют также различные понятие информатики. При определении места информатики всегда существенную роль занимало программирование.

А.Я. Савельев, Н.М. Когдов, Б.А. Сазонов, Э.К. Скуратович, А.Г. Дьячко [1] отмечает, что концепция информатики «связываеть в себе различные аспекты программирования и использования компьютера, а также методы их существование и программные методы».

Сегодня предмет и цель информатики определяют важность этой науки. Следующее определение приводится в учебнике Симоновича [2]: «Информатика - это техническая наука, метод, который систематизируется с помощью цифровых средств и методов создания, хранения, обработки и передачи информации и компьютерных наук, а также с принципами работы этих инструментов и методами управления ими». В этом учебнике отмечают, что компьютерное программирование близки к технологиям и, как предмет, их часто называют информационными технологиями. Информатика определяется как практическая наука. «Его достижения должны быть проверены, и только тогда они удовлетворят вторичная занятость в эффективности». Одной из основных задач информатики является область практического применения, которой, конечно, является программирование (методы, методы и средства разработки ПО), где эффективность - это количество программируемого кода, создаваемого программистами за единицу времени.

В словаре (А.В. Боковский [3]) термин информатика определяется в следующем порядке: informatica, информатика - этот термин используется во многих европейских странах и часто используется как теоретический предмет (также информатика - информатика различна). Информатика общее название для предметной группы, которая имеет дело с аспектами: программирование, вычислительная математика, языки программирования и операционные системы, искусственный интеллект, архитектура ПК. Хорошо известно, что информатика может быть представлена в 3 частях, определяемых следующими терминами (Рисунок 1):

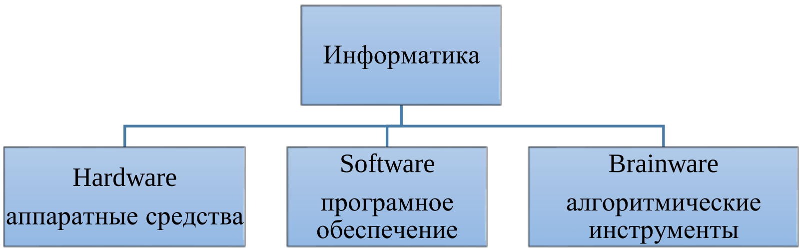


Рисунок 1. Разделы информатики

Как мы все знаем, без второй и третьей частей первая не выполняется. С учетом вышеизложенного информатику следует рассматривать как науку не только в ее фундаментальной, но и в прикладной области, в процессах сбора, передачи и обработки информации, а также в различных областях человеческой деятельности.

Для формирования новой фундаментальной дисциплины необходимо, во-первых, определить ее предметную область, во-вторых, создать структуру, состоящую из основной понятий и аксиоматики, и в-третьих, выделить математический аппарат для решения прикладных задач. Одной из наиболее важных задач формирования фундаментальной науки является построение концепции аппарата.

В. Белошапка [4] разделяеть следующие общие термины нового системного информационногорязыка (Рисунок 2):

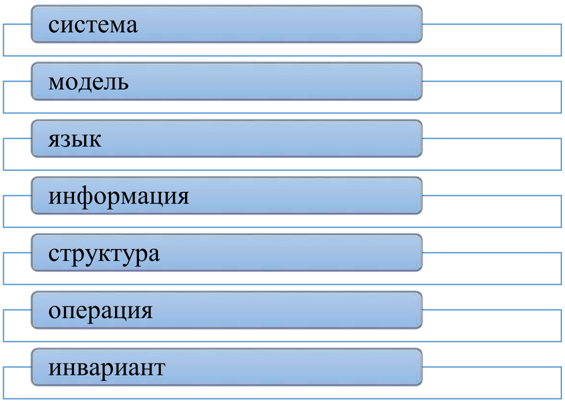


Рисунок 2. Термины системы информационного языка

Применение компьютеров при обработке информационных потоков разной природы связано с развитием информационного моделирования и программирования.

Профессор Е.Ы. Бидайбеков [5] определяет фундаментализацию как фундаментальная основа содержания образования, которая обеспечить способность адаптироваться к постоянно меняющимся технологиям в профессиональном практике будущего специалиста и «объединяет комбинацию фактических, мировоззренческих и методологических аспектов предметного обучения, основанных на широком научном обосновании», освоение общеобразовательного и профессионального образования для освоения обобщенных видов деятельности, обеспечивающих решение комплекса задачи в разных сферах. Она охватывает следующие тематики: базовые области фундаментального обучения в области компьютерных наук: алгоритмы, введение в программирование (с учетом известных сегодня парадигм программирования), совокупность данных, программные технологии, компьютерная архитектура, компьютерная графика, принципы компьютерной графики, операционные системы, принципы транспортирование, базы данных и изучение информации, искусственный интеллект, системный анализ и моделирование, дискретная математика, теоретическое программирование.

Повышая фундаментальный показатель образования в области компьютерных наук, мы ориентируемся на дальнейшее развитие основ программирования и систематическое изучение основ информационного моделирования, как отмечал Е.Ы.Бидайбеков [6].

Информатика делится на теоретическую и прикладную.

Теоретическая информатика занимается вопросами, взаимвосвязанные с терминологией и определениями информатики, математическими основами информатики, проблемами информационных ресурсов и публичной информации, а прикладная информатика занимается процессами сбора, передачи, обработки и хранения информации, теоретическими средствами реализации информационных систем, алгоритмизацией и программированием.

Первое направление информатики – теоретическая информатика – соответствует фундаментальному научному направлению информатики. Прикладная информатика соответствует прикладному научному направлению информатики, основным инструментом исследования является информационные технологии.

Совершенствование основ программирования с целью фундаментализации образования должно осуществляться в рамках современной парадигмы образования, которая, возможно, укоренилась в модели информационного века на рубеже веков, или основному смыслу обучения программированию в информатике - работа с информационными потоками.

Программирование в области фундаментального образования должно быть реализовано в плане выявления математических основ программирования.

Чтобы повысить преподавание основ программирования для старшеклассников, необходимо определить роль и место программирования в системе курсов информатики.

Различные изменения в общественном сознании требуют введения наиболее отличительных методов и методик в подготовку будущих учителей информатики и специалистов в этой области.

Проблема квалификации специалистов в области информатики Computer Science тесно совокупный с возникновением науки как основной предмет.

Рассматривая Computer Science в ключевой и определяющей части информатики, изучая руководящие принципы и учебные программы по этой дисциплине, целесообразно разделить девять предметных областей. Учитывая исследования известных авторов [4-9 и др.], мы представим девять предметных областей с соответствующими свойствами, целью обучения программированию:

1. Алгоритмы и структуры данных. Здесь рассматриваются специальные классы отчетов, большинство из которых представляют собой информационные модели, структуры данных, типичные структуры, демонстрирующие их связь с алгоритмами обработки материала. Наиболее важными в первую очередь являются методы и попытки нахождения наилучшего решения и оценки сложности работы с данными.

2. Архитектура. Это предметная область, связанная с методами организации надежных и высокоэффективных приборов учета, методами проектирования и управления крупно масштабных вычислительных систем, программным и аппаратным обеспечением и методами основание распределенных вычислительных механизмов. Она также имеет дело со определением компьютерной архитектуры, в частности с параллельными суперкомпьютерами.

3. Искусственный интеллект и робототехника включает в себя машиностроение и программные процессоры, которые выполняют функции живых организмов (прежде всего людей). Основой этих моделей являются их обслуживание, логические выводы и выводы, выборочное распознавание, представление знаний и методы принятия решений.

4. Поиск базы данных и информации. В нем рассматривается вопросы хранения и организации наибольших объемов информации, алгоритмы, которые работают с ними наилучшим и наиболее безопасным образом (общедоступность, обновление, кодировка и кодировка информации разными способами), методы передачи и передачи информации, а также сохранение информации.

5. Человеко-машинное взаимодействие. Все задачи эффективного и удобного обмена информацией между человеком и машиной, человеческая факторизация информации, визуализация

и персонализация (адаптация информации к человеческим чувствам), а также методы, включающие обработку звуковой графической информации.

6. Численные и символические расчеты. В основе лежат вопросы эффективного и точного использования компьютеров в математическом моделировании. В частности, результативность математических алгоритмов, точность расчетов, поддержка пакетов математических программ, компьютерная алгебра и единение аналитических и вычислительных методов.

7. Операционные системы. Механизмы координации обеспечения и их взаимодействие с пользователями при выполнении программы, стратегия распределения ресурсов в многопроцессорной среде, организация подходов поддержки распределенных вычислений.

8. Языки программирования содержит в себя проблемы использования систем символов для описания программы, их синтаксиса, семантики и прагматики, реализации (перевод и интерпретация), механизмов усиление и методов адекватного программирования, которые отвечают потребностям пользователя.

9. Технология и методология программирования. Основными являются проектирование и изобретение широкого спектра систем программирования, обеспечивающих их эффективность, защиту и надежность, валидацию, оценку и сертификацию.

Основными вопросами являются спецификация, проектирование и конструирование многих систем программирования, обеспечение их эффективности, защиты, надежности, точности и оценки.

Знания в области педагогической технологии обучения, необходимые для работы и деятельности преподователя информатики, определяются компетенцией преподователя информатики. Именно поэтому целью обучения программированию при подготовке специалистов в области информатики и математики являются знания в рассматриваемой области и разработке сложных программных продуктов, отвечающих требованиям обучающихся.

К. Уизерелл выделяет следующие навыки, необходимые программисту:

- моментально увидеть реальные проблемы и перевалить всякий работу, которая не нужна;
- выявить ситуации, в которых можно применить теорию, применить их самостоятельно или связываться с опытным программистом;
- не сдавайся, когда терпишь неудачу, и ищи разный путь.

Определение основ научной дисциплины является конкретным направлением в преподавании. Это выбор языка при первом обучении программированию, при котором развивается мышление учащихся [7].

Ни одна система тестирования не может быть достаточным инструментом для проверки решения проблемы в обучении программированию старшеклассников. Если программа успешно проходит все тесты, учитель может организовать беседу с ним, чтобы объяснить пути решения проблемы (не просто предсказать решение, обосновать решение), сосредоточиться на реализации некоторых элементов алгоритма и стиля программирования.

Итак, в данной работе перечислены некоторые проблемы обучения к программированию учеников старших классов, особенно при решении сложных задач, и пути их решения. Проблемы обучения к программированию и методики их решения рассмотрены в наших работах [7 - 9].

Чтобы проиллюстрировать особенности программной системы решения проблем, приведем пример описания проблемы и одно из возможных ее решений.

Необходимо рассчитать сумму целых чисел A и B.

Отчет. Всего.
Ограничение времени (сек): 10
Ограничение памяти (МБ): 16
Пример

Таблица 1. Ввод и вывод

Входящий файл	*Выходной файл*
2 3	*5*

На первый взгляд, это не сложная задача, и даже любой, знакомый с программированием, может легко решить ее и написать программу ее решения:

```
#include <iostream.h>
#include <conio.h>
int main()
{
clrscr();
double a,b,c;
cout<<"input A"<<endl;
cin>>a;
cout<<"input B"<<endl;
cin>>b;
c=a+b;
cout<<c;
getch();
return 1;}
```

Решение проблемы кажется правильным. Давайте проверим работу программы на примере входных данных, представленных в отчете. Мы отправляем решение на рассмотрение и вдруг получаем неправильное решение. Только некоторые тесты прошли успешно. Ошибка очевидна – она использует тип int, сумма двух чисел может превышать диапазон до 32000.

Таким образом, этот пример означает, что вы должны всегда внимательно читать условия отчетности, но также обращать внимание на ограничения не только входных данных, но и выходных данных. Ограничения применяются не только к типу данных, но и ко времени выполнения программы и ее объему. Они также принимаются во внимание при оценке эффективности решения.

В заключение, сформулируем алгоритм решения этой проблемы:

- во-первых, изучение условий задания;
- во-вторых, определение типов и методов передачи исходных данных, общих для алгоритма;
- в-третьих определение типа выхода и формы его вывода, дать соответствующие определения;
- в-четвертых, создать метод решения задачи или использовать известные методы. Сообщить об алгоритме, реализующем метод решения задачи, при котором все свойства алгоритма сохраняются.
- в-пятых, проверить алгоритм - проверить его работоспособность и исправить ошибки в случае наличия их;
- в-шестых, нужно проверить алгоритм.

В области компьютерных наук ключевую роль в создании творческого потенциала обучающихся играет и создании программы по различным типам задач для развитии интеллекта, мышления и мотивации. Создание программы требует большой креативности, даже если это зависит от алгоритма каждой задачи. Только один отчет может быть создан в нескольких версиях. Это зависит от мышления, образования, творчества программиста [8].

Итак, метод обучения программированию состоит не в том, чтобы создать программу для одной задачи или задачи, он должен быть повторно проанализирован и пересмотрен для любой задачи. Вы можете создавать программы как минимум для 3 способов в одной задаче. Например, вычисления нахождения наибольшего числа из заданных натуральных чисел могут быть рассмотрены во-первых с помощью простых операций div и mod, во-вторых, для строковых процедур и функций, в третьих для массивов, а так же для заголовка файла. Кроме того, при нахождении наибольшего из трех чисел может учитываться команды ветвления, процедуры и функций или передаче к третьим файлам.

Список использованной литературы

1 Савельев А.Я., Когдов Н.М., Сазонов Б.А. и др. Электронные вычислительные машины: в 8-ми кн. : Учеб.пособие для вузов.-М.: Высш.шк.,1987.-127 с.

2 Симонович С.В. Информатика. Базовый курс – СПб.: Изд-во «Питер», 1999. - 640 с.

3 Боковский А.В. Англо–русский словарь по программированию и информатике (с толкованиями): -М.: Московская международная школа переводчиков., 1992. -335 с.

4 Белошапка В. Мир как информационная структура // Информатика и образование, 1988, №5, с.3-9.

5 Бидайбеков Е.Ы., Гринишкун В.В. Интеграционные методы преподавания алгоритмических языков в университетском курсе информатики. // В кн: Материалы международной научно-методической конференции «Математическое моделирование и информационные технологии в образовании и науке» - Алматы, АГУ им. Абая. -1998. – 17 с.

6 Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В. Интеграционные методы преподавания алгоритмических языков в университетском курсе информатики. // В кн: Материалы международной научно-методической конференции «Математическое моделирование и информационные технологии в образовании и науке» - Алматы, АГУ им. Абая. -1998. – 18 с.

7 Заурбеков Н.С., Жумажанов Б.Ж., Мейрам А.Т. Алгоритмдеу және программалау негіздері – Оқулық: Қарағанды, 2014. – 255 б.

8 Заурбеков Н.С. Алгоритмдеу негіздері: оқыту мәселелері. – Непрерывное экономическое образование: модернизация обучения и методического обучения: IV Республиканская учебно-методическая конференция. I часть. Алматы, 2011. – С.124-134.

9. Бодық А.М., Шерхан Г.А., Заурбеков Н.С. Информатика мен математика интеграциясы – Білім times, №5 (41), Алматы, 2020 – 19-20 б.

МРНТИ 20.01.45
УДК 378.004

И.Д. Зейнуллаева[1], Н.Н. Керімбаев[1], Н.К. Бейсов[1], М. Азыбаев[2]

[1] әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2] М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан

ДӘРІС БЕРУ БАРЫСЫНДА СТУДЕНТТЕРМЕН ВИРТУАЛДЫ КЕРІ БАЙЛАНЫС ОРНАТУ

Аңдатпа

Жоғары оқу орындарындағы басты білім беру формасы дәріс болғандықтан, дәрістің негізгі дидактикалық мақсаты студенттердің оқу материалдарын меңгеруіне қажетті бағыттаушы негіздерін қалыптастыру. Дәстүрлі білім берудің ең осал тұсы оқытушының біржақты жоғары белсенділігі барысындағы білім алушылардың енжарлығы болып табылады. Осы себепті соңғы уақытта дәріс оқу түрлері де көбейді. Кері байланыс техникасын пайдалану арқылы дәріс оқу - студенттер жұмысын белсендірудің бір жолы деп айтуға болады. Ақпараттық технологияларды тиімді пайдаланудың бір жолы дәріс оқу барысында студенттермен виртуалды кері байланыс орнату деп қарастыруға болады.

Бұл жұмыста виртуалды кері байланыс орнату құралын пайдалану арқылы эксперимент жүргізілді. Виртуалды кері байланыстың маңыздылығы көрсетілді және практикалық тұрғыда қолдану мысалдары келтірілді.

Түйін сөздер: виртуалды кері байланыс, виртуалды білім беру, кері байланыс тиімділігі, виртуалды білім беру ортасы, студент белсенділігі, виртуалды дәріс беру.

Аннотация

И.Д. Зейнуллаева[1], Н.Н. Керимбаев[1], Н.К.Бейсов[1], М. Азыбаев[2]
[1]Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
[2]Южно-Казахстанского Государственный Университет имени М.Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

УСТАНОВЛЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ СО СТУДЕНТАМИ ВО ВРЕМЯ ЛЕКЦИИ

Поскольку основной формой обучения в высшем образовании является лекция, основная дидактическая цель лекции состоит в том, чтобы сформировать необходимую основу для обучения студентов учебным материалам. Наиболее уязвимым аспектом традиционного образования является безразличие учеников к односторонней высокой активности учителя. По этой причине количество видов лекций в последнее время увеличилось. Лекции с использованием методов обратной связи являются одним из способов активизации работы студентов. Одним из способов эффективного использования информационных технологий является предоставление виртуальной обратной связи студентам во время лекций.

В этой работе был проведен эксперимент с использованием инструмента виртуальной обратной связи. Подчеркнута важность виртуальной обратной связи и приведены практические примеры.

Ключевые слова: виртуальная обратная связь, виртуальное образование, эффективность обратной связи, виртуальная учебная среда, активность студентов, виртуальное обучение.

Abstract

ESTABLISHING A VIRTUAL FEEDBACK WITH STUDENTS DURING THE LECTURE

Zeinullayeva I.[1], *Kerimbayev N.* [1], *Beissov N.* [1], *Azybaev M.* [2]
[1]*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*
[1]*M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan*

Since the main form of teaching in higher education is a lecture, the main didactic goal of the lecture is to form the necessary basis for teaching students teaching materials. The most vulnerable aspect of traditional education is the students' indifference to the one-sided high activity of the teacher. For this reason, the number of lecture types has recently increased. Lectures using feedback methods are one way to energize students. One of the ways to effectively use information technology is to provide virtual feedback to students during lectures. In this work, an experiment was carried out using a virtual feedback tool. The importance of virtual feedback is emphasized and practical examples are given.

Keywords: virtual feedback, virtual education, feedback efficiency, virtual learning environment, student activity, virtual learning.

Кіріспе

Заманауи білім беру технологияларының тоқтаусыз дамуы барысында жоғары оқу орындарында студенттерге дәріс оқу әдістемелерін де жетілдіру қажеттілігі туындап отыр. Жоғары оқу орындарындағы басты білім беру формасы дәріс болғандықтан, дәрістің негізгі дидактикалық мақсаты студенттердің оқу материалдарын меңгеруіне қажетті бағыттаушы негізді қалыптастыру. Дәстүрлі білім берудің ең осал тұсы оқытушының біржақты жоғары белсенділігі арқасында білім алушылар белсенділігінің төмендігі болып табылады.

Осы себепті дәріс оқу барысында жаңа технологияларды пайдалана отырып студенттердің белсенділігін арттыру оңтайлы шешім. Кері байланыс техникасын пайдалану арқылы дәріс оқу - студенттер жұмысын белсендірудің бір жолы деп айтуға болады. Осы бағытта көптеген ғалымдар зерттеу жұмыстарын жүргізіп жатыр.

Ақпараттық технологиялардың дамып жетілуі цифрлық технологияларды қоғамның барлық саласына енгізу талабын қояды. Қазіргі жас ұрпақ цифрлық ақпараттық технологияларды белсенді пайдаланушы болғандықтан, виртуалды әлемдік желілерге тәуелділік артып келеді.

Қазіргі заман жастарын цифрлық аборигендерге жатқызуға болады. Цифрлық аборигендер – цифрлық тіл мен цифрлық технологиялардың тіл иесі болып табылады, олар XXI ғасырда туғандар, цифрлық әлемді әдеттегі ахуал деп қабылдайды, ақпаратты қабылдау жылдамдығының тез өзгеруіне, гаджеттердің интерактивтілігіне, өздерінің әлеуметтік желідегі белсенділігіне үйренген [1]. Цифрлық дәуірдің балалары өз өмірінің көп бөлігін Интернет желісінде өткізеді және желідегі өмір мен одан тыс шынайы өмірдің парқын айырмайды [2].

Цифрлық аборигендердің өмір салтын ескере отырып виртуалды кері байланыс орнату оқытушы жұмысын жеңілдетеді десе болады. Оқытушы жұмысындағы кері байланыс – бұл студенттер аудиториясының ерекшелігін ескеру, тыңдаушыларды бақылау, олардың оқытылып отырған пән, дәрістер циклі немесе бір дәріс жөніндегі пікірін зерттеу. Онсыз дәріс студент білім алушылардың тиімді қызметіне қол жеткізе алмайды.

Тиімді кері байланыс орнату рөлі тек білім беру мен оқытудан ғана тұрмайды, сонымен қатар мектеп пен университет арасындағы ықпалдастықты да қамтиды.

Д.Дж. Николь мен Д. Макфарлейни-Дик тиімді кері байланыс орнатудың негізгі жеті қағидасын атап көрсетеді [3].

Олар:

1. білім алушыларға оқытудан күтілетін нәтижелерді ұғынуға көмектеседі;
2. білім алу барысында өзін-өзі реттеуге ықпал етеді;
3. білім алушыларды оқыту барысында сапалы ақпаратпен қамтамасыз етеді;
4. білім алушылар мен оқытушы арасындағы диалогты ынталандырады;
5. өзі туралы позитивті пікір, ынталандырулардың қалыптасуына әсер етеді;
6. қол жеткізілген білім деңгейі мен жоспарланатын нәтижелер арасындағы айырмашылықты түсінуге көмектеседі;
7. оқытушыны білім беру үдерісіне бейімделуге арналған ақпаратпен қамтамасыз етеді.

Осындай жүйелердің болуы және олардың кеңеюіне байланысты олардың құрылымын жасау және әрі қарай дамыту мен жобалау қажеттілігі туындайды. Бұл жұмыстың мақсаты виртуалды кері байланысты ұйымдастыру жүйесінің артықшылықтары мен тиімділігін сипаттау, сондай-ақ білім беру мен оқытудағы рөлін анықтап көрсету болды.

Зерттеу әдісі

Виртуалды кері байланыс әдісі дәстүрлі дәріс оқу барысында заманауи технологиялардың көмегімен студенттердің білімдерін тексеру арасындағы үйлесімді пайдаланатын тәсіл болып табылады. Виртуалды кері байланыс барысында сан мен сапа арасындағы байланысты зерттеу үшін студенттер мен оқытушылар тәжірибесі арасындағы терең түсінік беретін сапалық әдістер қолданылды. Жүргізілген ұзақ мерзімді зерттеулер сан мен сапалық бағалау үшін виртуалды кері байланыс әдісінің тиімді екенін көрсетті.

Нақты білім беру жағдайында жүргізілген зерттеулер дәріс оқудың құндылығын күшейтумен қатар, күрделендіре түседі. Оларға студенттің және пәннің сипаттамасы, студенттің дайындығы, лектордың оқытушылық шеберлігі, қолданылатын сұрақтар, пікірталас сапасы сияқты факторлар әсер етеді. Біз бұл мәселені сандық және сапалық әдістерді үйлестіретін аралас әдістерін пайдалана отырып шештік. Бұл бізге тәжірибені тұтастай алғанда қалай қабылдауға болатындығын және кейбір студенттер оны нақты жағдайда қалай қабылдағанын қарастыруға мүмкіндік берді. Берілген сауалнамаға олардың тез арада жауап беру реакциясын нығайтты деп есептейміз. Сонымен қатар, жұмыстың әдіснамасы анықталған мәселе бойынша виртуалды кері байланыс орнату құралын пайдалану арқылы эксперимент жүргізу болды. Қойылған мақсат пен белгіленген әдістеме ескеріле отырып, келесі міндеттер анықталды:

1) білім беруде қолданылатын виртуалды оқыту құралдарының функцияларын анықтау;
2) виртуалды кері байланысты ұйымдастырудың білім беру үдерісіндегі рөлін сипаттау;
3) студенттерді виртуалды кері байланыс арқылы ынталандырудың тиімдігіне талдау жасау;
4) эксперимент қорытындыларын жинақтау.

Виртуалды кері байланысты ұйымдастырудың білім беру үдерісіндегі рөлі

Оқыту сапасын жақсарту саласындағы IT технологиялардың бір ерекшелігі - кері байланысты орнату. Кері байланыс әр жүйенің негізгі басқару элементі болып табылады. Әрине, негізгі элементтері бар оқу үдерісі де өте күрделі жүйе. Тиімді, көп деңгейлі және көп жылдамдықты кері байланыс құрмай, бұл үдерісті елестету мүмкін емес.

Әрбір оқу орнының басты міндеті тек қана оқытушылардың интуициясы мен тәжірибесіне емес, нақты және сенімді деректерге негізделген, білім алушылардың үміттерін, қажеттіліктері мен тілектерін жүзеге асыру және қанағаттандыру болуы керек. Бұл үшін үнемі кері байланыс қажет, яғни үнемі студенттердің білімін, дағдылары мен білігін зерттеу, олардың оқу орнында оқуға деген көзқарасын зерттеу қажет.

Студенттердің жұмысындағы кері байланыс олардың білім алуының маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Одан студенттердің өз міндеттерін қалай орындайтындығын, олардың үлгерімін, басқа студенттермен салыстырғандағы белсенділігі мен нақты көрсеткіштерін және т.б. туралы ақпарат алуға болады. Әдетте, студенттерге арналған математика курстарындағы кері байланыс жазбаша түрдегі бақылау жұмысына немесе тапсырмаларға және емтихан қағаздарына маркермен белгілеуден, қысқаша түсініктемелерден, жазбаша түрде қысқа немесе толық өңделген шешімдерден тұрады [4].

Виртуалды кері байланыстың білім беру үдерісіндегі рөлі - оқу үдерісінде білім алушылардың жаңа материалды игеруі және түсінуі туралы ақпарат беру. Қазіргі уақытта виртуалды кері байланыс орнату арқылы оқытушы өз жұмысын атқарудың әдістері мен тәсілдерін таңдау және өзгерту мүмкіндігі бар, түсініксіз дүниелерді кеңінен түсіндіруге, немесе бәріне бұрыннан белгілі нәрсеге уақытты ысырап етпеуге мүмкіндігі бар.

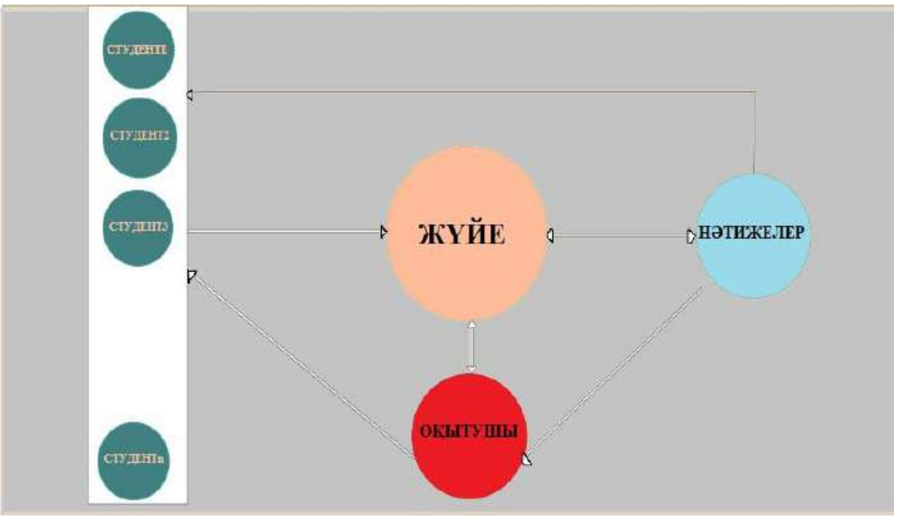
Классикалық әдістермен кері байланысты жүзеге асыру жеткілікті жылдамдыққа ие болмағандықтан, студенттермен олар ұнататын технологияларды қолдана отырып жұмыс жасай аласыз. Ол үшін ұялы телефондарда URL-сілтеме арқылы ашылатын арнайы жүйе жасалады (1-сурет) және бұл жерде мұғалім тақырыпқа байланысты бірнеше сұрақтарды тікелей енгізе алады.

Студенттер тест сұрақтарына жауап береді, ал жауаптарының негізінде оқытушы студенттердің осы материал туралы қаншалықты білетіндігі туралы толық ақпарат алады. Бұл кері байланыс жүйесінің үлкен артықшылығы - ол барлық студенттерден бір уақытта жауап алуға мүмкіндік береді, олар бір біріне қарамастан әркім өз бетінше жауап береді.

Виртуалды кері байланыс орнату арқылы студенттерді білімге ынталандыру

Виртуалды білім беру ортасында педагогикалық өзара әрекеттесу кезінде білім алушы (студент) университеттен оқшауланған және оқытушылардың көзбен бақылауынан тыс болуы мүмкін болғандықтан, білім алушы тек ынталандырылған, өзін-өзі тәрбиелейтін, еңбекқор, өз бетінше жұмыс істеуге қабілеті мен ықыласты болуы қажет.

Хатти мен Тимперли сапалы кері байланыс студенттердің жоғары білім берудегі үлгеріміне қатты әсер етеді дейді. Шын мәнінде, Блэк пен Уильям 250-ге жуық зерттеулерді талдап, виртуалды кері байланыс студенттердің оқуына кез-келген жағдайда, бірқатар пәндер, деңгейлер, жағдайлар мен қабілеттер бойынша оң ықпал ететіндігін көрсетті [5].



Сурет 1. Жылдам кері байланыс орнату сұлбасы

Виртуалды білім беру ортасы ақпараттарға толы болғандықтан, ол педагогикалық потенциалдың бір түрін білдіреді, оны қолдану арқылы оқытушы алдымен үмітті қалыптастырады және сақтайды, білім алушы адамның ұмтылыстарын қабылдауға тырысады, содан кейін оған ақпаратты «тастайды», соның арқасында оның білімге ынтасы артады және жетілдіріледі [6]. Виртуалды білім беру ортасында оқыту шарттары студенттің педагогикалық үдеріске белсенді және серпінді, ақыл-ой мен эмоционалды түрде қатысуын талап етеді, сондай жағдай тудыру үшін кері байланыс орнату арқылы барлық сезімдерді, реакцияны тудырады, яғни, студенттер жауап береді, сұрайды, таңдау ұсынады, талдауға, қорытындылауға, белгілеуге, байқауға және т.б. әр түрлі және жақсы таңдалған іс-әрекет арқылы оқу үдерісіне белсенді қатысады.

Бұл орайда қиындықтар оқытушылар мен студенттердің кері байланыстың егжей-тегжейін, оның пайдалылығын әр түрлі қабылдау дәрежесі, студенттердің тек бағалауға және бағалау рәсімдерінің әділдігіне қызығушылық танытуы салдарынан туындауы мүмкін [7].

Кері байланысты жүзеге асырған кезде ескерілуі керек тағы бір фактор – студенттің берген жауабына кері жауап беру жылдамдығы. Мысалы, жеке сабақтардың нәтижелі болуының басты себептерінің бірі - студенттің жұмысындағы қателіктер дереу анықталып, қажет болған жағдайда түсіндірулер мен келесі қадамдар жасалады [8]. Біз ұсынып отырған жүйені дәріс беру барысында пайдалану ықтимал мәселелерді ертерек анықтау және студенттердің өзіне деген сенімін қалыптастыру үшін енгізіледі [9].

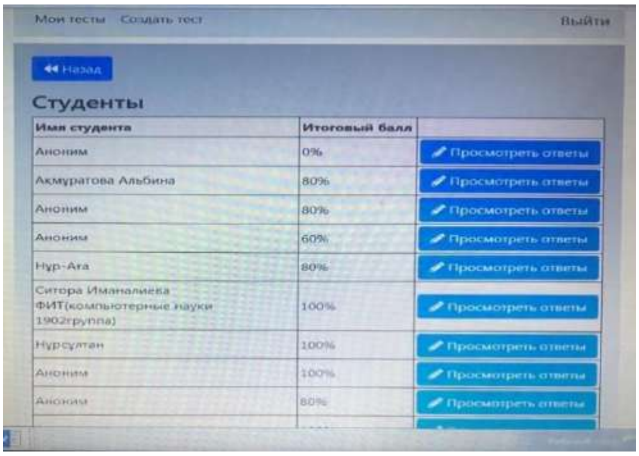
Эксперимент нәтижелерін жинақтау

Біз мәселенің екінші жағына - жаңа құзыреттіліктердің қалыптасуына әкелетін жаңа білім берілетін байланыс формасына келеміз. Егер студенттердің дәріс тыңдауға ынтасы болмаған жағдайда, лектор біршама қиыншылықтарға тап болатыны белгілі. Осы жағдайда жаңашыл тәсілдерді пайдаланып студенттердің материалды меңгергенін дәлелдеуге әрекет ететіні белгілі. Оң нәтиже уақытты үнемдейтін жаңа коммуникациялық технологияларды қолдану арқылы мүмкін болады. Оқытудың әртүрлі интегративті әдістерінің қолданылуының артуы байқалады, онда әртүрлі білім салаларының конвергенциясы STEM-білім берудің әртүрлі деңгейлерінде пәндерді оқыту жүйесін дамытумен біріктіріледі.

Дәріс беру кезінде виртуалды кері байланыс арқылы оқытуда нәтиже көрсету формалары біз жасап ұсынған жүйе бойынша берілген. Дәріс барысында студенттердің қойылған сұрақтарға жауаптарының нәтижелері жүйеде тіркеледі (2-сурет). Сонымен қатар жүйеде әр студенттердің берген жауапары өздерінің жеке құрылғыларына жіберу мүмкіндігі қарастырылған (3-сурет). Студенттердің берген жауаптарына сүйене отырып, дәріс соңында студенттер тақырыпты меңгеру деңгейін байқауға болады.

Егер студенттердің сұрақтар берген жауаптары сабақтың барлық жаңа элементтерін қамтитын болса, онда біз студенттер жаңа білімді түсінді және меңгерді деген қорытынды жасай аламыз.

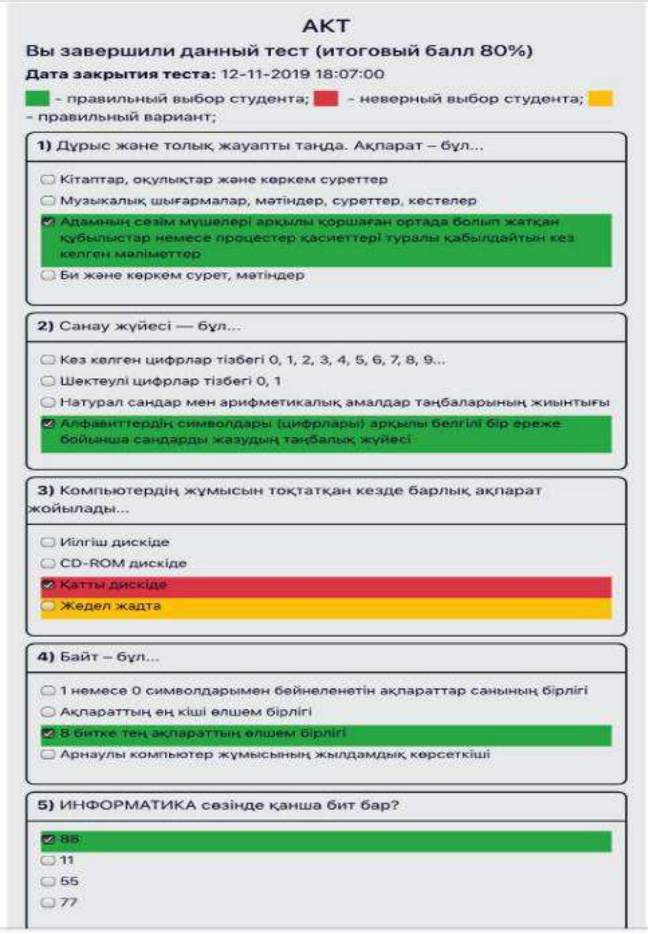
Әр тапсырмадағы студенттің жауабы 1-суретте көрсетілгендей, серверде сақталады. Әрбір дәріс барысында жасалған кері байланыс нәтижелері студенттердің смартфондарына пайыздық өлшемде жіберіледі (жасыл түс - дұрыс жауап, қызыл түс – бұрыс жауап, сары түс – жауаптың дұрыс нұсқасы).



Студенты

Имя студента	Итоговый балл	
Аноним	0%	Просмотреть ответы
Акмуратова Альбина	80%	Просмотреть ответы
Аноним	80%	Просмотреть ответы
Аноним	60%	Просмотреть ответы
Нұр-Ага	80%	Просмотреть ответы
Ситора Иманалиева ФИТ(компьютерные науки 1902группа)	100%	Просмотреть ответы
Нурсултан	100%	Просмотреть ответы
Аноним	100%	Просмотреть ответы
Аноним	80%	Просмотреть ответы

Сурет 2. Дәріс барысындағы виртуалды кері байланыс нәтижелері



АКТ

Вы завершили данный тест (итоговый балл 80%)

Дата закрытия теста: 12-11-2019 18:07:00

🟩 - правильный выбор студента; 🟥 - неверный выбор студента; 🟨 - правильный вариант;

1) Дұрыс және толық жауапты таңда. Ақпарат – бұл...

☐ Кітаптар, оқулықтар және көркем суреттер
☐ Музыкалық шығармалар, мәтіндер, суреттер, кестелер
☑ Адамның сезім мүшелері арқылы қоршаған ортада болып жатқан құбылыстар немесе процестер қасиеттері туралы қабылдайтын кез келген мәліметтер
☐ Би және көркем сурет, мәтіндер

2) Санау жүйесі — бұл...

☐ Кез келген цифрлар тізбегі 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9...
☐ Шектеулі цифрлар тізбегі 0, 1
☐ Натурал сандар мен арифметикалық амалдар таңбаларының жиынтығы
☑ Алфавиттердің символдары (цифрлары) арқылы белгілі бір ереже бойынша сандарды жазудың таңбалық жүйесі

3) Компьютердің жұмысын тоқтатқан кезде барлық ақпарат жойылады...

☐ Иілгіш дискіде
☐ CD-ROM дискіде
☑ Қатты дискіде
☐ Жедел жадта

4) Байт – бұл...

☐ 1 немесе 0 символдарымен бейнеленетін ақпараттар санының бірлігі
☐ Ақпараттың ең кіші өлшем бірлігі
☑ 8 битке тең ақпараттың өлшем бірлігі
☐ Арнаулы компьютер жұмысының жылдамдық көрсеткіші

5) ИНФОРМАТИКА сөзінде қанша бит бар?

☑ 88
☐ 11
☐ 55
☐ 77

Сурет 3. Виртуалды кері байланыс бойынша студенттің жеке нәтижесі

Сол жауаптар негізінде әр студенттің белсенділігін бағалауға болады. Бұл деректерге сүйене отырып, студенттерді жақсы жұмыс жасауға ынталандыруға болады. Әр студент дұрыс және қате жауаптарының мазмұнын біледі және олардың негізінде әр студенттің жалпы үлгерімін есептеуге болады. Біз ұсынып отырған виртуалды кері байланыс орнатуға арналған жүйе әл-Фараби атындағы

Қазақ ұлттық университетінде, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университетінде студенттерге дәріс оқу барысында өз тәжірибемізге пайдалану мүмкіндігіне ие болды.

Алынған эксперименттен байқағанымықдай өз үлгерімі туралы біліп отыру студенттерді келесі сабаққа жақсы дайындалуға ынталандыратыны байқалды. Әрине, бұл жүйе тек аралық үлгерімді бағалайды. Соңғы нәтижені алу үшін мұғалім студенттердің білімін бағалаудың басқа әдістерін қолданады. Барлық жауаптар, тіпті жауап болмаса да, жүйеге жазылады, ол қорытынды бағаға әсер етеді, студенттерді сабаққа дайындалуға және дұрыс жауап беруге ынталандырады. Тіпті дұрыс емес жауап студенттің дәріске қатысқанын және оның белсенді жұмыс жасағанын көрсетеді. Бұл жүйе студенттердің білімін бағалау және сабақтарда олардың назарын аудару арқылы оқыту әдістемесін сапалы өзгертуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, оқытушы дәріс оқу барысында студенттердің материалды меңгеру деңгейін саралай отырып, өзінің де әдістемелік шеберлігін арттыруына бағыт-бағдар ала алады.

Ол үшін студенттердің анонимді жауаптарына статистикалық талдау жасау ұсынылады. 4-суретте 2 курс оқытылатын “Адам мен компьютердің өзара әрекеті” пәнінен дәріс барысында студенттермен виртуалды кері байланыс орнату кезіндегі білім деңгейің көрсеткіші.

Мұндағы, 4a-диаграмма дәріс барысында, 4b-диаграмма дәріс аяғында студенттермен орындалған кері байланыс нәтижелері. Екі диаграмманы салыстыру барысында студенттердің дәріске зейіні 10% артқанын көруге болады.

a) b)

Сурет 4. Студенттердің саны мен жинаған балдары бойынша статистика

Егер біз оқытудың классикалық түрін ұсынылып отырған әдіспен салыстырсақ, онда мынаны айтуға болады: бірінші жағдайда алдымен тақырыпқа түсініктеме беріледі, 1-2 бақылау сұрақтарын қойып, келесі тақырыпқа ауыса аласыз. Ауысу барысында біз 1-2 студенттің жауаптарын қолданамыз, яғни дұрыс жауап берілсе, студенттер бәрін түсінді деп есептейміз. Екінші жағдайда - жаңа әдіс бойынша алдымен сурет немесе диаграмма немесе жетекші сұрақтар қойып, пікірін қабылдаймыз, барлық студенттердің осы мәселе туралы бірдеңе оқығанына сеніп, дұрыс жауабын түсіндіреміз және бағалаймыз, сонымен қатар олардың жіберген қателеріне талдау жасймыз. Барлық студенттер жұмысқа қатысады және мұғалімде жалпы білім деңгейі туралы ақпарат пайда болады. Әрі қарай келесі тақырыптарға көшеміз. Осылайша, студент енжар жай ғана тыңдаушы емес, жаңа білімнің белсенді жасаушысы болады.

Қорытынды

Тиімді кері байланыс көбінесе оқыту мен білім берудегі негізгі стратегия ретінде анықталғанымен, көптеген зерттеу жұмыстары студенттердің виртуалды кері байланыс түрлерін қабылдауы және олардың білім алуы мен оқытуына қосқан үлестері туралы жүргізілуде. Берілген сапалы зерттеу осы идеялар туралы түсінігімізді байытуға және ең бастысы кері байланысқа қатысты «виртуалды» сөзінің мағынасы туралы түсінік беруге арналған. Студенттердің виртуалды кері байланысты анықтауға, оларды пайдалануға және жеткізуді таңдауға қатысты көзқарастары бұл жұмысты алға тартты. Тақырыптық талдау үш негізгі өлшемге алып келді: виртуалды кері байланысты қабылдау, кері байланыс тиімділігі және кері байланыстың дұрыстығы.

Талдау көрсеткендей, виртуалды кері байланыс тиімділігі жеткізу әдісі мен уақыты, сонымен қатар кері байланысты ұйымдастыратын оқытушыға сену мәселелерін шешеді. Виртуалды кері байланыстың рөлі тек оқыту мен білім беруді жетілдіріп қана қоймайды, сонымен қатар оқытушының жұмысын жеңілдетеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Prensky M. Digital Natives, Digital Immigrants // On the Horizon. – 2001. -№ 9 (5-6); 10(1-6)

2 Пэлфри Дж., Гассер У. Дети цифровой эры. М.Эксмо, 2011. С.11

3 Nicol D.J., Macfarlane-Dick D. Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice // Studies in Higher Education, 2006. Vol. 31/2. P. 199-218.

4 Robinson, M., Loch, B. & Croft, T. Student Perceptions of Screencast Feedback on Mathematics Assessment. Int. J. Res. Undergrad. Math. Ed. 1, 363–385 (2015). https://doi.org/10.1007/s40753-015-0018-6.

5 Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. Review of Educational Research, 88(1), 81–112.

6 Kultan J., Керимбаев Н.Н., LMS MOODLE в международном образовании // Вестник КазНПУ. Серия «Физико-математические науки». – Алматы, 2015. - No. 4 (52), - С.155-161.

7 Carless, D. (2006). Differing perceptions in the feedback process. Studies in Higher Education, 31(2), 219–233.

8 Wiliam, D. (2011). What is assessment for learning? Studies in Educational Evaluation, 37, 3–14.

9 Kerimbayev N. et al. Virtual educational environment: interactive communication using LMS Moodle //Education and Information Technologies. – 2019. – Pp. 1-18.

МРНТИ 27.41.19
УДК 378.14

Р.А. Ильясова[1], А.У. Даулеткулова[1], Д.Я. Тохтахунова[1]

[1]Казахский Национальный Женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ В КУРСЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Аннотация

Современный период развития информационного общества характеризуется необходимостью модернизации системы образования. Подготовка будущего учителя математики должна быть организована таким образом, чтобы кроме фундаментальных знаний будущие учителя осваивали и различные приложения математики, умели моделировать различные процессы и явления, использовали современные информационные технологии в процессе решения математических задач. Использование компьютера и компьютерных программ в образовательном процессе меняет роль средств обучения, в преподавании.

В нашем исследовании, мы рассматриваем компьютер как один из компонентов всей системы средств обучения, в которую, кроме компьютера, входят и традиционные средства обучения, обеспечивающие преподавания учебного предмета. В данной работе указаны некоторые достоинства и недостатки систем компьютерной математики в задачах курса дифференциальных уравнений. Рассмотрены компьютерные программы, которые позволяют реализовать численные, аналитические и графические методы решения дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: система компьютерной математики, дифференциальные уравнения, графический метод, численный метод.

Аңдатпа

Р.А. Ильясова[1], А.У. Даулеткулова[1], Д.Я. Тохтахунова[1]
[1]Қазақ Ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР КУРСЫНДА КОМПЬЮТЕРЛІК-БАҒЫТТАЛҒАН ЕСЕПТЕР ЖҮЙЕСІ

Ақпараттық қоғамды дамытудың қазіргі кезеңі білім беру жүйесін жаңғырту қажеттілігімен сипатталады. Болашақ математика мұғалімін дайындау іргелі білімнен басқа, болашақ мұғалімдер математиканың түрлі қосымшаларын игеріп, әртүрлі процестер мен құбылыстарды модельдеуді, математикалық есептерді шешу процесінде қазіргі заманғы ақпараттық технологияларды пайдаланатындай ұйымдастырылуы тиіс. Білім беру үдерісінде компьютер мен компьютерлік бағдарламаларды пайдалану оқыту құралдарының, оқытудағы рөлін өзгертеді.

Біздің зерттеуде біз компьютерді, оқу пәнін оқытуды қамтамасыз ететін дәстүрлі оқыту құралдары кіретін, компьютерден басқа, барлық оқу құралдары жүйесінің құрамдас бөлігі ретінде қарастырамыз. Осы жұмыста дифференциалдық теңдеулер курсының есептерінде компьютерлік математика жүйелерінің кейбір артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Дифференциалдық теңдеулерді шешудің сандық, аналитикалық және графикалық әдістерін жүзеге асыруға мүмкіндік беретін компьютерлік бағдарламалар қарастырылған.

Түйін сөздер: компьютерлік математика жүйесі, дифференциалдық теңдеулер, графикалық әдіс, сандық әдіс.

Abstract

SYSTEMS OF COMPUTER-ORIENTED PROBLEMS IN THE COURSE OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

Ilyasova R.A. [1]*, Dauletkulova A. U.* [1]*, Tokhtakhunov D. Ya.* [1]
[1]*Kazakh national Women's pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The modern period of development of the information society is characterized by the need to modernize the education system. The training of a future mathematics teacher should be organized in such a way that in addition to basic knowledge, future teachers should master various applications of mathematics, be able to model various processes and phenomena, and use modern information technologies in the process of solving mathematical problems. The use of computers and computer programs in the educational process changes the role of learning tools in teaching. In our study, we consider the computer as one of the components of the entire system of learning tools, which, in addition to the computer, includes traditional learning tools that ensure the teaching of an educational subject.

This paper shows some advantages and disadvantages of computer mathematics systems in the course of differential equations. Computer programs that allow us to implement numerical, analytical and graphical methods for solving differential equations are considered.

Keywords: computer mathematics system, differential equations, graphical method, numerical method.

На современном этапе развития общества происходит информатизация всех сфер человеческой деятельности. На данном фоне особо важной видится информатизация профессиональной подготовки выпускников и, что особенно важно, выпускников педвуза, так как педагогическая наука и педагогическое образование должны занять опережающие позиции по отношению к образовательной практике. Инновационность образования и распространение информационно-коммуникационных технологий в обучении меняют объем и содержание учебного материала, происходит изменение учебных программ, что привело к изменению структуры и содержания образования в целом.

На сегодняшний день перед преподавателями математики есть большое количество программных ресурсов, которые реализуют различные потребности обучения почти на всех этапах образовательного процесса. В математике применение ИКТ представляется наиболее перспективным. В нашем исследовании мы рассматриваем компьютер как средство обучения в образовательном процессе.

Г.М. Коджаспирова [1] отмечает что «персональный компьютер - универсальное обучающее средство, которое может быть с успехом использовано на самых различных по содержанию и организации учебных и внеучебных занятиях». В то же время, она выделяет основные аспекты, которыми надо руководствоваться при анализе компьютерной программы и ее применении: «…психологический - как повлияет данная программа на мотивацию учения, на отношение к предмету, повысит или снизит интерес к нему, не возникнет ли у учащихся неверие в свои силы из-за трудных, непонятно сформулированных или нетрадиционных требований, предъявляемых машиной; педагогический - насколько программа отвечает общей направленности курса и способствует выработке у учащихся правильных представлений об окружающем мире; методический - способствует ли программа лучшему усвоению материала, оправдан ли выбор предлагаемых ученику заданий, правильно ли методически подается материал; организационный - рационально ли спланированы уроки с применением компьютера и новых информационных технологий, достаточно ли ученикам предоставляется машинного времени для выполнения самостоятельных работ».

Рассмотрим данные аспекты с точки зрения применения компьютерных программ в процессе обучения решению дифференциальных уравнений.

1. *Психологический*. Поскольку программные средства увеличивают наглядность (позволяя строить графическое решение изучаемых дифференциальных уравнении) всего курса в целом и позволяют решать прикладные задачи по курсу дифференциальных уравнений, то они положительным образом скажутся на мотивации обучающихся.
2. *Педагогический.* Компьютерные программы направлены на решение различного рода математических задач и отвечают направленности обучения в вузе, способствуют правильному представлению о способах обработки математической информации в современном мире.
3. *Методический*. Благодаря реализации наглядности в обучении компьютерные программы способствуют лучшему усвоению материала. Задачи, которые предполагается решать с помощью этих программ, отобраны с точки зрения необходимости применения данных средств в обучении.
4. *Организационный*. Использование компьютерных программ предполагается во второй части лабораторно-практического занятия, поскольку решение с помощью этих программ не занимает много времени, то любой учащийся справится с поставленными на занятии заданиями.

Задачи, требующие применения компьютерных программ, не находят свое отражение в учебных изданиях, но у Н.М. Матвеева [2] встречается параграф, где предлагается применять микрокалькулятор для численного решения дифференциальных уравнений, так как изначально первые компьютеры разрабатывались для облегчения математических вычислений. На грани фундаментальной математики и компьютерных технологий появилось новое направление, называемое компьютерной математикой. У различных авторов встречаются различные названия этого класса программ: системы компьютерной алгебры, системы компьютерной математики, компьютерные математические системы, компьютерные математические пакеты, математические системы. Мы будем придерживаться термина системы компьютерной математики (СКМ). СКМ позволяют получить решение задачи в любом требуемом для пользователя виде, в том числе и в символьном.

Если использовать данные программы для решения задач, предполагающих изучения метода решения, то у студентов не будет сформировано умения применять данный метод к решению задачи, и возникнет ситуация, когда студенты просто будут переписывать ответ в тетрадь, что недопустимо. В тоже время существуют задачи, требующих больших математических выкладок, в ходе которых легко допустить ошибку, если метод решения не является объектом изучения, то применение компьютерных программ в этих случаях является вполне обоснованным. Использование компьютерных программ позволит значительно сократить время на выполнение сложных математических выкладок и представить результаты в требуемом виде (формула, график, таблица), что позволит уделить больше времени на осмысление содержания задачи и анализа полученных результатов. У.В.Плясунова [3] называет такие задачи компьютерно-ориентированными и относит к ним «… задачи, которые до появления компьютера в процессе обучения было нецелесообразно или невозможно давать учащимся из-за сложности и длительности вычислений». Проанализируем курс дифференциальных уравнений и выделим в нем компьютерно-ориентированные задачи, то есть те задачи, которые следует решать при помощи СКМ.

Основой изучения курса дифференциальных уравнений является изучение основных типов дифференциальных уравнений и аналитических методов их решения. Мы разбили все содержание курса дифференциальных уравнений на три тематических раздела: дифференциальные уравнения первого порядка, дифференциальные уравнения высших порядков, системы дифференциальных уравнений. При использовании СКМ для получения аналитического решения дифференциального уравнения студенты получат готовый ответ в символьном виде, но не смогут изучить алгоритм решения, и студентам не потребуются знания и о том, к какому типу это уравнение относится. Так как изучение типов дифференциальных уравнений и методов их решения является основой курса, то для нахождения аналитического решения нецелесообразно применять СКМ. В то же время, основным недостатком аналитических методов является то, что большинство дифференциальных уравнений не относятся к известным типам, а, следовательно, их решение не может быть получено с помощью аналитических методов. Именно поэтому, студенты должны получить знания и о приближенных методах решения дифференциальных уравнений. Под приближенными методами понимают получения решения в виде аналитического выражения (формулы), численных значений (таблицы) или графического изображения, приближающих с той или иной степенью точности и отражающее искомое решение. Приближенные методы условно разбивают на три группы: графические, численные и аналитические.

Все задачи, для решения которых требуется применение компьютерных программ, можно разделить на две основные группы:

1.задачи на построение графического и численного решения дифференциальных уравнений или систем дифференциальных уравнений;

2. прикладные задачи, решаемые е с помощью приближенных методов.

Рассмотрим данные группы:

1. Задачи на построение графического и численного решения дифференциальных уравнений или систем дифференциальных уравнений. Данные задачи предлагаются студентам в начале изучения каждого из разделов. Например, задачи на построение семейства интегральных кривых дифференциального уравнения методом изоклин. С подобными задачами студенты сталкиваются в первом разделе и для ее решения необходимо использовать программу Dfield. Студентам предлагается алгоритм решения, для того чтобы они смогли освоить основные возможности программы, и краткая справка по программе. Задачи подобного рода помогают студентам освоить компьютерную программу и научится строить приближенное решение (численное или графическое) дифференциальных уравнений или их систем.

Подобные задачи и алгоритм реализации их решения предлагаются студентам и в начале изучения второго и третьего разделов. Так как данные программы имеют простой интуитивный интерфейс то их изучения не вызывает у студентов затруднения и не занимает много времени. После задач на построение решений студентам предлагаются задачи на анализ графического решения. Преподаватель не акцентирует внимание на способе построения решения с помощью компьютерной программы, так как студенты с ним уже знакомы, а уделяет больше времени интерпретации и анализу получившегося решения.

Задача. Даны две системы дифференциальных уравнений, постройте фазовые траектории данных систем и трехмерные изображения интегральных кривых. Сделайте выводы о зависимости между фазовыми траекториями системы и периодичностью решением. С данной задачей студенты сталкиваются в третьем разделе. Они уже знают способы построения приближенных решений систем дифференциальных уравнений и все основные возможности используемых компьютерных программ, которые позволяют решить данную задачу, поэтому студенты самостоятельно выбирают наиболее подходящую для себя программу. Если при решении данной задачи преподаватель пользуется индуктивно эвристическим методом обучения, то в процессе решения частных задач студенты должны открыть новые факты, которые будут носить общий характер.

2. Прикладные задачи, решаемые с помощью приближенных методов. Этапы решения прикладной задачи фактически совпадают с основными этапами математического моделирования: формализация, решение задачи внутри модели, интерпретация полученного результата. Таким образом, при решении математической прикладной задачи происходит математическое моделирование того или иного процесса, или явления. Математическое моделирование должно стать важным элементом профессиональной подготовки будущего учителя. Отсутствие навыков математического моделирования приводит к неумению применять данный метод познания в своей будущей педагогической деятельности, и неспособности обучать ему учеников. Студенты должны научиться видеть за математическими понятиями конкретные явления окружающего мира и уметь их анализировать. Все задачи прикладного характера в курсе дифференциальных уравнений можно разделить на три группы: задачи, в которых математическая модель уже задана, задачи, математическая модель которых известна (из курса лекций) и задачи, которые требуют составления математической модели.

Аналитическое решение математической модели может потребовать выполнения большого количества вычислений. Поэтому мы предлагаем студентам в большинстве случаев решать данные модели приближенными методами с помощью применения компьютерных программ. Это позволит уменьшить количество времени, затраченное на решение и разобрать на практических занятиях больше прикладных задач. В то же время в качестве домашнего задания можно предложить студентам решить рассматриваемые на занятии прикладные задачи аналитическими методами и сравнить полученные результаты с результатами решения приближенными методами. В качестве средств решения компьютерно–ориентированных задач наиболее функциональными являются СКМ MATLAB и программы, работающие на ее основе: Dfield, Pplane, Odesolve [4].

Основным плюсом данных программ является то, что они могут быть бесплатно использованы в целях образования, и у них имеется on-line версия. Этот факт позволит учащимся использовать данные программы не только на практических занятиях, но и вне стен учебного заведения. В тоже время, данные программы имеют простой графический интерфейс и не требуют от пользователя знания команд или языка программирования.

Программы Dfield, Pplane, Odesolve предназначены для графического решения дифференциальных уравнений и в полной мере могут служить для реализации численного решения. Связанно это с тем, что в данных программах предусматривается задание численного метода построения искомой интегральной кривой. Также программы дают возможность задать необходимый шаг, и вывести координаты необходимых точек на экран. Единственным недостатком реализации численных методов решения дифференциальных уравнений в данных программах является то, что результат не представлен в виде таблицы, а представлен в виде графика, но возможность вывода на экран координат любой точки графика позволяет устранить данный недостаток. Таким образом, программы Dfield, Pplane, Odesolve реализуют одновременно два метода решения дифференциальных уравнений – графический и численный.

Таким образом:

1. Анализ развития современной системы математического образования показал, что подготовка будущего учителя математики должна быть организована таким образом, чтобы кроме фундаментальных знаний будущие учителя осваивали и различные приложения математики, умели моделировать различные процессы и явления, использовали современные информационные технологии в процессе решения математических задач.

2. Использование компьютера и компьютерных программ в образовательном процессе меняет роль средств обучения, в преподавании. В нашем исследовании, мы рассматриваем компьютер как один из

компонентов всей системы средств обучения, в которую, кроме компьютера, входят и традиционные средства обучения, обеспечивающие преподавания учебного предмета.

3. Изучение курса дифференциальных уравнений должно отражать следующие направления:

- изучение основных типов дифференциальных уравнений и аналитических методов их решения;
- изучение приближенных методов решения;
- реализация прикладной направленности;
- изучение компьютерных программ, реализующих решение дифференциальных уравнений.

4. Использование компьютерных программ для получения аналитического решения дифференциального уравнения не целесообразно, так как студенты получат готовый ответ в символьном виде, и не смогут изучить алгоритм решения, а изучение типов дифференциальных уравнений и аналитических методов их решения является основой курса.

5. В качестве компьютерных программ возможно рассматривать СКМ MATLAB и программы Dfield, Pplane, Odesolve. Данные программы следует рассматривать как одно средств обучения, дополняющее традиционную систему средства.

6. В качестве компьютерно-ориентированных задач, в курсе дифференциальных уравнений следует рассматривать те задачи, при решении которых требуется применение приближенных методов решения, в том числе и прикладные задачи (решаемые графическими и численными методами).

7. Применение СКМ MATLAB и программ Dfield, Pplane, Odesolve позволит увеличить наглядность курса дифференциальных уравнений за счет построения графического решения дифференциального уравнения, и включения в процесс обучения большего количества прикладных задач.

Список использованной литературы:

1 *Коджаспирова, Г.М. Технические средства обучения и методика их использования: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб, заведений / Г.М. Коджаспирова, К.В. Петров. – М: Издательский центр «Академия», 2001. – 256с.*

2 *Матвеев, Н.М. Дифференциальные уравнения: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец / Н.М. Матвеев. – М.: Просвещение, 1988. – 256с.*

3 *Плясунова, У.В. Использование компьютерных математических систем в обучении математике студентов специальности "Информатика" педагогических вузов: дисс. ... канд. пед. наук / Плясунова Ульяна Валерьевна. – Ярославль,2004. – 148с.*

4 *IODE (2010) URL:www.math.uiuc.edu/iode/ (дата обращения: 20.02.2020)*

МРНТИ 27.35.27
УДК 532.684

К.С. Иманбаев[1], С.Д. Джанузаков[1], Ж.Ж. Кожамкулова[1], А.С. Джанузаков[1]

[1]Алматинский технологический университет, г.Алматы, Казахстан

ЗАДАЧА ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Аннотация

В настоящей работе приводятся результаты анализа структур информационной системы иерархической структуры методами алгебры, делая упор на функционирование ее в результате взаимодействия внешних факторов. Оценка связей структуры получается использования матричного аппарата.

В настоящей работе приводятся результаты анализа структур информационной системы иерархической структуры методами алгебры, делая упор на функционирование ее в результате взаимодействия внешних факторов. Оценка связей структуры получается использования матричного аппарата. Основное внимание в настоящей работе уделяется методам анализа структуры при неизвестных принципах и алгоритмах функционирования систем.

В основу предложенного подхода анализа структуры систем положен принцип последовательного анализа допустимых вариантов построения отдельных элементов, частей и систем в целом с последующим выбором на допустимом множестве структуры системы наилучшего варианта ее реализации и развития. В настоящей работе приводятся результаты анализа структур информационной системы методами алгебры, делая упор на функционирование ее в результате взаимодействия внешних факторов.

Ключевые слова: информационная система, иерархическая структура, оптимизация, отношения, кластер, уровень.

Аңдатпа

Қ.С. Иманбаев [1], С.Д. Жанузақов [1], Ж.Ж. Қожамқулова [1], А.С. Жанузақов[1]
[1]Алматы технологиялық университеті, г.Алматы, Казахстан

ИЕРАРХИЯЛЫК ҚҰРЫЛЫМДЫ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ОНТАЙЛАНДЫРЫЛҒАН ҚҰРЫЛЫМЫН ҚҰРАСТЫРУ ЕСЕБІ

Бұл жұмыс иерархиялық құрылымның ақпараттық жүйесінің құрылымын сыртқы факторлардың өзара әрекеттесуі нәтижесінде оның жұмыс істеуіне назар аудара отырып, алгебраның әдістерімен талдау нәтижелерін ұсынады. Матрицалық аппараттардың көмегімен байланыс құрылымын бағалау қарастырылады.

Бұл жұмыста басты назар жүйелердің жұмыс істеуінің белгісіз принциптері мен алгоритмдері бар құрылымды талдау әдістеріне аударылады. Жүйелер құрылымын талдауға ұсынылған тәсіл жүйенің құрылымының қолайлы жиынтығында оны жүзеге асыру және дамыту үшін ең жақсы нұсқаны таңдап, жекелеген элементтерді, бөлшектер мен жүйелерді салудың қолайлы нұсқаларын дәйекті талдау қағидасына негізделген.

Бұл жұмыста сыртқы факторлардың өзара әрекеттесуі нәтижесінде оның жұмыс жасайтындығын баса көрсетіп, алгебра әдісімен ақпараттық жүйенің құрылымын талдау нәтижелері келтірілген.

Түйін сөздер: ақпараттық жүйе, иерархиялық құрылым, оңтайландыру, қатынастар, кластер, деңгей.

Abstract

THE OBJECTIVE OF CONSTRUCTING THE OPTIMAL INFORMATION STRUCTURE HIERARCHIC STRUCTURE SYSTEMS

Imanbaev K.S.[1], Zhanuzakov S.D.[1], Kozhamkulova Zh.Zh.[1], Zhanuzakov A.S.[1]
[1] Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

This paper presents the results of an analysis of the structures of an information system of a hierarchical structure using algebraic methods, emphasizing its functioning as a result of the interaction of external factors. An assessment of the structure bonds is obtained using a matrix apparatus. The main attention in this paper is paid to methods of structure analysis with unknown principles and algorithms for the functioning of systems.

The proposed approach to the analysis of the structure of systems is based on the principle of a sequential analysis of acceptable options for constructing individual elements, parts and systems as a whole with the subsequent selection of the best option for its implementation and development on an acceptable set of system structure.

This paper presents the results of an analysis of the structures of an information system by the methods of algebra, emphasizing its functioning as a result of the interaction of external factors.

Keywords: information system, hierarchical structure, optimization, relations, cluster, level.

Пусть $A=\{a_1,a_2,\dots,a_n\}$ – конечное множество элементов анализируемой информационной системы, a_1 - его выделенный элемент, и $a_i\in E^m$ –евклидовое пространство(i=1,2,…,$|A|$). Требуется описать процедуру построения оптимальной структуры множества A в E^m.

Задачу построения оптимальной структуры иерархических систем будем решать поэтапно.

1. Задача построения структуры множества A в E^m.

Пусть A - конечное множество, а a_1 - его выделенный элемент, и $a_i\in E^m$(i=1,2,…,$|A|$).

Требуется при помощи конечной процедуры построить структуру P множества A в E^m.

Из [1] известно, что эта задача структурного анализа информационных систем, выявляющая различные отношения между элементами системы, и позволяющая найти так называемые типичные стуктурные конфигурации (цепи, циклы, контуры и т.п.), играющая важную роль в определении возможностей системы по передаче и переработке информации.

2. *Задача преобразования структур множества* A в E^m.

Пусть A - конечное множество, а a_1 - его выделенный элемент, и $a_i\in E^m$(i=1,2,…,$|A|$).

Пусть P_0 некоторая структура множества A, полученная при помощи действия выше предложенного алгоритма.

Требуется описать процедуру преобразования структуры P_0 множество A в E^m.

Особую роль здесь играют формальные структурные преобразования, когда исходная структура системы преобразуется в другую. Пример, некоторая подсистема может расчленяться на ряд более мелких подсистем или, напротив, ряд элементов объединяются в одну подсистему. Такие преобразования играют важную роль на этапе анализа, когда решается вопрос и возможности построения структуры, обладающей заданными свойствами, имея некоторый стандартный набор элементов.

3. *Задача выбора оптимальной структуры* из $\mathcal{P}$.

Пусть A - конечное множество, а a_1 - его выделенный элемент, и $a_i\in E^m$(i=1,2,…,$|A|$).

Пусть $\mathcal{P}$ - допустимое множество структур элементов A в E^m и $A_{1e},A_{2e},\dots,A_{ke}$ ($k_e\le n$) уровни структуры Pe из $\mathcal{P}$.

Также известными считаются:

а) $u(a)$ - количество информации на элемент $a \in A$;

б) (u_v,n_v) пара весов, налагаемых на уровни структуры Pe, где u_v - количество информации, обрабатываемой внутри уровня, n_v - количество элементов, образующих уровень Ave.

Введем в рассмотрение ограничения:

$$\sum u(a) \leq u_v,\ v=1,2,\ldots,k_e\ ,\ a \in Av_\ell \qquad (1)$$

$$\sum 1 \leq n_v,\ v=1,2,\ldots,k_e\ ,\ a \in Av_\ell \qquad (2)$$

Целевая функция отражает минимизацию связей между уровнями:

$$F= \sum\sum Cab \rightarrow min, \text{ где } b \in Av\ell \text{ и } a \in Av\ell \qquad (3)$$

Требуется описать процедуру выбора структуры $Pe\in \mathcal{P}$, оптимальной в смысле (1) - (3).

Неравенства (1) в (2) называются ограничениями в смысле управляемости, т.е. число необходимых уровней структуры непосредственно связано с возможностями переработки информации на каждом уровне.

Задача выбора оптимальной структуры $P_e\in \mathcal{P}$ сводится к поиску совокупности подграфов, удовлетворяющих заданной целевой функции (3) и ограничениям (1) - (2). Результат работы алгоритмов, изложенных ниже дает решение задачи построения оптимальной структуры в смысле управляемости множества A в E^m. Возможно бесконечное разнообразие некоторых структур иерархического типа. Некоторые из них вообще неэффективны, другие подходят для одной ситуации и не подходят для другой. Иначе говоря, задача построения оптимальной структуры системы чрезвычайно сложна.

Вместе с тем, приходится констатировать, что методы структурного анализа системы тесно взаимосвязаны с методами анализа динамики ее отдельных элементов. Процесс функционирования систем может включать в себя ряд этапов, на каждом из которых перед системой ставятся определенные цели, которые она должна достичь, и структура системы должна развиваться таким образом, чтобы быть приспособленной к этим изменениям. В зависимости от степени информированности о характере последующего развития могут быть выделены модели развития структуры систем с заданным конечным состоянием и с рядом промежуточных восстанавливаемых состояний [2].

Сформулируем задачу распознавания состояния функционирования информационной системы иерархической структуры.

Пусть A - конечное множество, а a_1 - его выделенный элемент и $a_i \in E^m (i=1,2,\ldots,|A|)$.

Пусть $\mathfrak{R}= \langle Av_1, Am_\ell, A;\ \subseteq \rangle$ – оптимальное иерархическое представление множества $A \subset E^m$, $v=1,2,\ldots,k_1$; $\mu_e = 1,2,\ldots,k_e$.

Рассмотрим над пространство E^M пространства E^m, полученное включением в E^m набора признаков, описывающих состояния элементов множества A. Обозначим через $Sa\subset E^M$ множество состояний элемента $a \in A_{v1}(v=1,2,\ldots,k_1)$.

Требуется описать процедуру распознавания состояния $A\mu_e(\mu_e =1,2,\ldots,ke)$ и A структуры $\mathfrak{R}_0$.

Основное внимание в настоящей работе уделяется методам анализа структуры при неизвестных принципах и алгоритмах функционирования систем. В основу предложенного подхода анализа структуры систем положен принцип последовательного анализа допустимых вариантов построения отдельных элементов, частей и систем в целом с последующим выбором на допустимом множестве структуры системы наилучшего варианта ее реализации и развития.

В настоящей работе приводятся результаты анализа структур информационной системы методами алгебры, делая упор на функционирование ее в результате взаимодействия внешних факторов. Использование такого метода позволит вплотную подойти к задаче представления функциональной системы в виде последовательности функциональных структур достаточно стандартного вида. Другими словами, изложенная методика разработана для описания динамических объектов с изменяющейся структурой с использованием алгебраического подхода, позволяющего расщепить систему на динамическую и структурную части и описать их.

Оценка связей структуры получается использования матричного аппарата [3].

Пусть $A=\{a_1,a_2,\ldots,a_n\}$ – конечное декомпозиционное множество элементов анализируемой системы, а a_1– его выделенный элемент. Все элементы множества A описаны системой разнотипных признаков, поэтому любой объект можно представить в виде m – мерного вектора $a=\{x_1,x_2,\ldots,x_m\}$ или точкой в эвклидовом пространстве E^m.

Значения признаков определены соответствующими множествами $Mi\subset R$ $(i=1,2,\ldots,m)$, где R – множество вещественных чисел.

Элементы множества A в E^m расположены таким образом, что a_1 соответствует некоторой выделенной точке E^m, а остальные элементы сгруппированный по класстерам. Ниже будет предположен эвристический алгоритм построения структуры множества A в E^m. На практике построения таких структур имеет лишь вспомогательный характер. Например, при строительстве достаточно крупного объекта структуры может отражать последовательность выполнения строительства подблоков объекта.

Пусть $\mathscr{M}=\{ \mu_1, \mu_2,\ldots, \mu_{n2}\}$ - множество евклидовых расстояний между элементами множества A в пространстве E^m.

Выделим из $\mathscr{M}$ некоторое подмножество попарно различных элементом $N=\{ \mu_1, \mu_2,\ldots, \mu_{(n(n-1)+2)/2}\}$, считая $\mu_1=\max\{ \mu_1, \mu_2 ,\ldots, \mu_{(n(n-1)+2)/2}\}$.

Выбор $\mu_{k1}\in N$ сводится к задаче о нахождения k_1 – го по величине элемента конечного упорядоченного множества.

Имеет место верхняя оценка о числе попарных сравнений для нахождения μ_{k1}:

$$O_{k1}((n(n-1)+2)/2) \leq n(n-1)/2+ \sum[\log_2(n(n-1)+2(i-1)/2)],$$

где $k_1\leq[(n(n-1)+4)/4]$. При $k_1=1,2$ имеет место знак равенства.

Любому заранее заданному критическому расстоянию μ_{k1} соответствует отношение $R_{k1}\subseteq A\times A(|A^2|= n^2)$, задаваемое условием

$$\forall a,b\in A\ [<a,b>\in R_{k1}\Leftrightarrow \mu(a,b)\leq \mu_{k1}].$$

Операции, производимые отношением R_{k1}, описываются логической матрицей отношения $\mathscr{M}_{k1}= \|m_{ij}\|n\times n$, причем логическая переменная $m_{ij} = 1$, если $\langle a_i,a_j\rangle \in R_{k1}$, $m_{ij} = 0$ в противном случае, $1\leq i,j\leq n$.

Транзитивным замыканием отношения R называется такое отношение $\hat{R}$, что $\langle a,b\rangle\in \hat{R}$ тогда и только тогда, когда существует последовательность истинных утверждений вида

$$\langle a_1,a_2\rangle\in R,\text{ где } m\geq 2,\ a_1=a,\ b=a_m(m\leq n).$$

Построим для R_{k1} транзитивное замыкание $\hat{R}_{k1}$ по формуле: $\hat{R}_{k1}=R_{k1}\cup R_{k1}{}^{(2)}\ldots\cup R_{k1}{}^{(r)}\cup\ldots$,

где $R_{k1}{}^{(r)}=R_{k1}{}^{(r-1)}\cdot R_{k1}$ – операция композиции отношения.

Множество R_{k1}может состоять не более чем из n^2 элементов, поскольку оно лежит в $A\times A$. Заметим, что в $\hat{R}_{k1}$ используется операция теоретико-множественного объединения. В результате выполнения этой операции объем отношения может либо шаг за шагом возврастать, либо оставаться неименным. Следовательно, после конечного числа шагов композиции отношений R_{k1} уже не может породить такую пару элементов, которая не принадлежала бы предыдущему отношению. Это означает, что, начиная с предыдущего шага, отношение становиться постоянным, и мы получаем решение за конечное число шагов.

На практике транзитивное замыкание проще всего строить, возводя в степень логическую матрицу отношения по формуле

$$\hat{M}_{k1}=M_{k1}\vee M_{k1}{}^{(2)}\vee M_{k1}{}^{(3)}\vee ,\ldots,$$

где $\hat{M}_{k1}$– логическая матрица замкнутого отношения $\hat{R}_{k1}$, а символ V означает логическую операцию сложения. Матрица M_{k1}обладает тем свойством, что одновременной перестановкой строк и столбцов их можно привести к блочно-диагональному виду, т.е. к виду, когда эквивалентные элементы образуют один блок. А соответствует к M_{k1} отношение $\hat{R}_{k1}$ является отношением эквивалентности.

Систему $\mathfrak{R}=A\hat{R}_{k1}=\{A_1,A_2,\ldots,A_k\}$, $A_1=\{a_1\}$ непустых подмножеств заданного множества A относительно $\hat{R}_{k1}$ условимся называть горизонтальным разбиением множества А или уровнями этого множества. По построению $\mathfrak{R}=A/\hat{R}_{k1}$ – фактор множество.

Между уровнями $A_1,A_2,\ldots,A_k$ зададим отношение $\langle A_i,A_j\rangle\in Q \Leftrightarrow p(A_1,A_i) \leq p(A_1,A_j)$ причем $i,j=1,2,\ldots,k$; $p(B,C)=inf\,\mu(b,c)$ – расстояние между произвольными смежными классами системы $\mathfrak{R}$, где inf берется $\forall b\in B$ и $c\in C$.

Отношение Q на системе подмножеств $\mathfrak{R}$ производит определенную перестановку уровней. Если $\langle A_i,A_j\rangle\in Q$, то говорят, что A_i непосредственно предшествует A_j. Справедливость условия рефлексивности, ассиметричности и транзитивности отношения Q следует из соотношения. Таким образом отношение Q – частичный порядок на $\mathfrak{R}$.

После перестановки уровней перенумерованное системы зададим между элементами $A_1,A_2,\ldots,A_k$ отношение R_{k2}, заранее выбрав критическое расстояние $\mu_{k2}\in N$ (причем $\mu_{k1}< \mu_{k2}$) по формуле

$$\forall a\in A_i,\forall b\in A_{i+1}[<a,b>\in R_{k2}\Leftrightarrow \mu(a,b)\leq \mu_{k2}], \text{ где } i,j=1,2,\ldots,k-1.$$

Транзитивное замыкание $\hat{R}_{k2}$строится аналогично $\hat{R}_{k1}$по формуле $\hat{R}_{k2}=R_{k2}\cup R_{k2}^{(2)}\ldots\cup R_{k2}^{(r)}\cup\ldots$

Из $\hat{R}_{k2}$ и $\forall a,b\in A$ $[\mu(a,a)=0\ \&\ \mu(a,b)= \mu(b,a)]$ вытекает, что $\hat{R}_{k2}$ есть отношение эквивалентности. В выражениях $\hat{R}_{k1}$ и $\hat{R}_{k2}$ выличины μ_{k1} и μ_{k2} выбраны так, чтобы $\hat{R}_{k1}\subset \hat{R}_{k2}=A^2$.

Отношение R_{k2} порождает следующее, вообще говоря, многозначные (точечно-множественные) отображения:

$$R_{k2}\langle a\rangle=\{b|\langle a,b\rangle\in R_{k2}\},R_{k2}\langle b\rangle=\{a|\langle a,b\rangle\in R_{k2}\},T=\{a|\langle a,b\rangle\in R_{k2}\&R_{k2}\langle a\rangle=\emptyset\}$$

элементы которых называются, соответственно, висячими, корневыми и тупиковыми объектами множества A. Система $\pi=A/\hat{R}_{k2}$ называется виртикальным разбиение элементов множества A, которая отражает целостность системы.

Рассмотрим отношение $R=\hat{R}_{k1}\cup\ \hat{R}_{k2}$, так как к бинарным отношениям, как и к множествам применимы, любые теоретико-множественные операции.

Это значит, что $\forall a,b\in A$ $[\langle a,b\rangle\in R \Leftrightarrow \langle a,b\rangle\in R_{k1}\vee \langle a,b\rangle\in R_{k2}]$

Полученное множество $P=A/\mathrm{R}=\mathfrak{R}\ \cup\pi$ является структурой множества A в признаковом пространстве E^m. Каждый элемент множества A представляет собой вершину структуры P так, что если $\langle a,b\rangle\in R$, то дуга направлена от a к b. В этом случае будем говорить, что между этими элементами существует определенный канал связи.

В структуре P свойства отношения R имеют следующую интерпритацию:

1) рефлексивность: каждый элемент системы может передавать другим элементам часть полученной им информации, иначе, каждый элемент системы может поглощать, не передавая часть или всю полученную им информацию;

2) симметричность озночает, что если элемент a связан с элементом b каналом связи, то один из этих показателей участвует в обратном порядке движения информации;

3) транзитивность: пропускная способность канала связи между элементами $a,c\in A$ равна пропускной способности опосредованного канала, проходящего через некоторый элемент $b\in A$.

Отметим некоторые свойства выше предложенного алгоритма.

Свойство1. Если $\mu_{k1}=0$ и $\mu_{k1}= \mu_1$, то $P=A/\mathrm{R}$, где $R=\hat{R}_{k1}\cup R_{k2}$.

Доказательство. Справедливость утверждения следует из соотношения $\hat{R}_{k1}=R_{k1}$и $\hat{R}_{k2}=R_{k2}$.

Таким образом, построенная структура P является графическим аналогом конечного множества $A\subset E^m$. Формула $\hat{R}_{k1}$, отражающая свойства структуры P, является замкнутой, т.к. она не содержит свободные переменные. Более того, замкнутая формула $\hat{R}_{k1}$ является устойчивой при переходе и подструктурам структуры P.

При решении задачи распознавания (восстановления) структур возникают серьезные трудности, связанные главным образом с быстрым ростом объема вычислений по мере увеличения размерности задач. Задачи, представляющие практический интерес, имеют как правило, большую размерность и в общем случае не поддаются решению точными методами. Если последнее и имеет место, то для этого, чтобы уверенно пользоватся полученным точным решением, нужно доказывать его устойчивость к изменениям исходной информации [4].

Пусть $\sum_1$ надсистема системы $\sum$, наделенная иерархическими структурами, состоящими соотвественно из множеств элементов $A=\{a_1,a_2,\ldots,a_n\}$ и $A_1=A\cup\{a_{n+1},a_{n+2},\ldots,a_{n+N}\}$.

Пусть A_1 – надмножество конечного множества A, а a_1 – его выделенный элемент, $a_i\in E^m(i=1,2,\ldots,|A_1|)$, и пусть существует алгоритм, распознающий структуру P множества A в E^m. Из $\mathscr{M}=\{\ \mu_1,\ \mu_2,\ldots,\ \mu_\tau\}$, $\mathscr{M}_1=\{\nu_1,\nu_2,\ldots,\nu_{\tau1}\}$ - множеств евклидовых расстояний между элементами A и A_1 в E^m соответственно, выбираем k_1 – ое и e_1 – ое по величине два критических расстояния μ_{k1} и ν_{e1}.

Пусть $\mu=\max\{\mu_1, \mu_2,\ldots, \mu_\tau\}$, $\nu=\max\{\nu_1,\nu_2,\ldots,\nu_{\tau 1}\}$, где $\tau\leq n(n-1)/2$ и $\tau_1\leq(N-n)(N+n-1)/2$. Выделим из множества $A\times A$ и $A_1\times A_1$ следующие классы бинарных отношений:

$R_{k1}=\{R_{k1}|\hat{R}_{k1}\subset A\times A\}$, $R_{k2}=\{R_{k2}|\hat{R}_{k2}=A\times A\}$

$R_{e1}=\{R_{e1}|\hat{R}_{e1}\subset A_1\times A_1\}$, $R_{e2}=\{R_{e2}|\hat{R}_{e2}\subset A_1\times A_1\}$.

Разбиение множества A_1 относительно $R_1=\hat{R}_{e1}\cup \hat{R}_{e2}$ будет соответствует структуре $P_1=A_1/R_1$ множества A_1 в пространстве E^m.

Свойство 2. Если $\mu_{k1}\geq\nu_{e1}$ и $\mu\geq\nu$, то алгоритм распознавания структуры относит элементы множества A_1-A к известным класам $A_1,\ldots,A_k$ структуры P.

Доказательство. Попарно сравнивая радиусы смежных классов, образующих уровни структуры P с радиусами соответствующих уровней структуры P_1 и μ с ν, можно убедиться в справдливости свойства 2.

Аналогично доказывается справдливость следующего утверждения.

Свойство 3. Если $\mu_{k1}<\nu_{e1}$и $\mu<\nu$, то алгоритм распознавания структур строит классы эквивалентности $A_{11},A_{21},\ldots,A_{k11}$, соответствующие уровням структуры P_1 множества A_1 в E^m, а полученные классы для некоторого $i,k_1\in\{1,2,\ldots,k_1\}$ и при $r\leq s$; $r,s\in K=\{1,2,\ldots,k\}$ удовлетворяют условиям $A_1=\bigcup_r^s A_j$.

Следует заметить, что структура P_1 содержит агрегированную информацию об элементах множества A_1.

Исследуем вычислительную сложность алгоритма распознавания структур конечного множества A из E^m. Если исходить из технических возможностей современных вычислительных машин, то она относится к практическим алгоритмам, а именно ее сложность полиномиальна.

Теорема (о вычислительной сложности алгоритма распознавания структур). Если A – конечное множество, а a_1 – его выделенный элемент и $a_i\in E^m$ (i=1,…,n), то структуру P множества A$_1$ в E^m можно построить за $O(n^3)$ шагов.

Доказательство. Для перечисления элементов множества N необходимо вычислить $n(n-1)/2$ евклидовых расстояний между элементами множества A в E^m. Соотношения R_{k1} и R_{e1} показывают, что построение R_{k1} требует не более $O(n(n-1)/2)$ попарных сравнений. Проверка условия рефлексивности и симметричности R_{k1}возможна с помощью n и $n(n-1)/2$ попарных сравнений. Для R_{k1} известны алгоритмы построения транзитивного замыкания $\hat{R}_{k1}$с оценкой числа действий $O(n3)$.

Все верхние оценки, полученные для R_{k1}, справедливы и для R_{k2}. Сложность вычислений, связанных с выполнение операции объединения $R=\hat{R}_{k1}\cup \hat{R}_{k2}$, пропорциональна сумме мощностей множеств $\hat{R}_{k1}$и $\hat{R}_{k2}$(т.к.$\hat{R}_{k1}\cap \hat{R}_{k2}\neq\emptyset$). Для построения графического аналога P множества A в E^m потребуется $|R|$ действий. Суммируя все выше полученные оценки, можно убедиться в справедливости требуемой оценки [5].

Важным для практического использования этого алгоритма в такой оценке сложности являются размеры исходной информации. Заметим, что для данных большой размерности восстановление структур представляет значительные трудности.

Список использованной литературы:

1 Ахо А., Хопкрофт Д.Ж., Ульман ДЖ., Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М., Мир, 1979.

2 Биркгоф Г., Барти П. Современная прикладная алгебра М., Мир, 1976

3 Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М., “Мир”, 1982.

4 Джанузаков С.Д. Алгебраические методы анализа сложных систем иерархической структуры. Журнал вычислительной математики и математической физики. Том 25, №12, М., Наука, 1985.

5 Джанузаков С.Д. Алгебраическая модель информационных систем иерархической структуры. Материалы VII республиканской учебно-методической конференции «Непрерывное экономическое образование: модернизация обучения и методического обеспечения». – Часть 3. Алматы: Издательство «Экономика», КазЭУ им. Т.Рыскулова, 2012. –С.131–136.

МРНТИ 205319
УДК 004.421.2

Г.Б. Камалова[1], *К. Шайбасов*[1]

[1]*Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы*

PYTHON КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Аннотация

Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) является одной из наиболее распространенных задач в приложениях. Такие задачи, как правило, требуют больших объемов вычислений. Нередко решение системы является некорректной задачей, когда матрица ее коэффициентов имеет прямоугольный вид, вырожденная или плохо обусловленная. Сегодня без использования современных средств информационно-коммуникационных технологий вообще невозможно представить решение СЛАУ.

В статье обоснована необходимость разработки цифрового ресурса для решения систем линейных алгебраических уравнений любой сложности, с разными видами матрицы коэффициентов. Показано, что одним из наиболее эффективных средств его разработки является язык программирования Python. Благодаря наличию множества библиотек, он обладает достаточным для его реализации набором инструментов. Рассмотрены встроенные функции математических пакетов NumPy и SciPy, предназначенные для решения задач линейной алгебры. Показаны возможности применения пакета Matplotlib для визуализации решения СЛАУ и встроенного пакета Tkinter для разработки графического интерфейса разрабатываемого ресурса.

Ключевые слова: Python, система линейных алгебраических уравнений, цифровые ресурсы, калькулятор, NumPy, Matplotlib, Tkinter

Аңдатпа

Г.Б. Камалова[1], *К. Шайбасов*[1]
[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

PYTHON СЫЗЫҚТЫ АЛГЕБРАЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІН ШЕШУ ҮШІН САНДЫҚ РЕСУРСТАРДЫ ДАМЫТУ ТИІМДІ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ

Сызықты алгебралық теңдеулер жүйесін (САТЖ) шешу қосымшаларда ең көп тараған міндеттердің бірі болып табылады. Мұндай проблемалар, әдетте, үлкен көлемде есептеуді қажет етеді. Бүгін, қазіргі заманғы ақпараттық және коммуникациялық технологияларды қолданбай, САТЖ шешімін елестеу мүмкін емес.

Мақалада кез-келген күрделіліктің әр түрлі коэффициенттік матрицалармен сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесін шешу үшін сандық ресурс дамыту қажеттігін негізделеді. Әзірлеудің тиімді құралдарының бірі Python бағдарламалау тілі екендігі көрсетілген. Көптеген пакеттердің болуына байланысты, оны жүзеге асыру үшін жеткілікті құралдар жиынтығы бар. Сызықтық алгебра есептерін шешуге арналған NumPy және SciPy математикалық пакеттерінің кіріктірілген функциялары қарастырылады. САТЖ ерітіндісін визуализациялау үшін Matplotlib пакетін пайдалану және әзірленетін ресурстардың графикалық интерфейсін жасауға арналған кірістірілген Tkinter пакетін мүмкіндіктері көрсетілген.

Түйін сөздер: Python, сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесі, сандық ресурстар, калькулятор, NumPy, Matplotlib, Tkinter

Abstract

PYTHON AS AN EFFECTIVE TOOL OF DEVELOPING DIGITAL RESOURCES FOR NUMERICAL SOLVING SYSTEMS OF LINEAR ALGEBRAIC EQUATIONS

Kamalova G.B. [1], *Shaybasov K.* [1]
[1] *Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The solution of systems of linear algebraic equations (SLAE) is one of the most common problems in applications. Such problems usually require large amounts of computing. Often, solving a system is an incorrect task when the matrix of its coefficients has a rectangular shape, degenerate or poorly conditioned. Today, without the use of modern means of information and communication technologies, it is generally impossible to imagine solution of a SLAU.

The article substantiates the need to develop a digital resource for solving systems of linear algebraic equations of any complexity, with different types of coefficient matrix. It is shown that one of the most effective development tools is the Python programming language. Due to the presence of many packages, it has a sufficient set of tools for its implementation. The built-in functions of the mathematical packages NumPy and SciPy, designed to solve linear algebra problems, are considered. The possibilities of using the Matplotlib package to visualize the solution of SLAE and the Tkinter built-in package for developing the graphical interface of the resource being developed are shown.

Keywords: Python, system of linear algebraic equations, digital resources, calculator, NumPy, Matplotlib, Tkinter.

Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) является одной из самых распространенных и важных задач в приложениях. Математические модели многих явлений и процессов либо сразу строятся как линейные алгебраические системы, либо сводятся к ним посредством дискретизации или линеаризации. Но довольно часто они оказываются частью решения некоторой крупной научно-практической задачи, встречающейся во многих прикладных исследованиях, в том числе в линейном программировании, эконометрике, в области обратных и некорректных задач и др. По некоторым оценкам, они составляют более 70% из всех расчетных математических задач.

Облегчить вычислительную работу при их решении позволяет применение современных средств информационно-коммуникационных технологий. Без их использования сегодня практически невозможно представить себе решение систем линейных алгебраических уравнений.

На данный момент разработано и широко используется большое количество разнообразных инструментальных математических пакетов (MathCAD, MathLAB и т.д.), которые позволяют достаточно быстро на основе классических методов, получить решение значительного количества подобных задач. Для решения систем уравнений с особыми видами матриц их коэффициентов имеются также специально разработанные для этого цифровые ресурсы. Фирмой «1С», например, разработан ресурс, позволяющий решать системы с разреженной матрицей гораздо быстрее общепринятых классических методов, а для случая систем с плотной матрицей, используемый в нем алгоритм позволяет получить результаты достаточно близкие к классическим. Очень популярны сегодня онлайн-калькуляторы. Для решения систем линейных алгебраических уравнений в сети доступно огромное их множество.

Конечно, использование таких программных продуктов значительно облегчает и сокращает время их решения. Однако довольно часто нахождение решений многих систем является некорректной задачей, когда их матрица прямоугольная, или если квадратная, то сингулярная или плохо обусловленная. Наличие таких особых ситуаций в имеющихся средствах, обычно, не предусмотрено и сегодня практически не существует цифровых инструментов для нахождения решений СЛАУ с подобными матрицами коэффициентов. Хотя они востребованы, поскольку нахождение решений некорректных систем линейных алгебраических уравнений, знание особенностей их поиска имеет исключительно важное значение как при решении многих научно-практических задач, где подобные ситуации встречаются часто, так и в системе образования при изучении алгоритмов и численных методов решения задач линейной алгебры. Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости разработки средства для нахождения решения систем линейных алгебраических уравнений с любой матрицей коэффициентов.

Среди множества существующих инструментов разработки цифровых ресурсов огромными возможностями, благодаря наличию различных библиотек, в которых реализованы практически все известные аналитические и численные алгоритмы решения задач линейной алгебры и имеется хорошая возможность визуализации данных, обладает универсальный язык Python.

Вышеизложенное и разрешение существующего противоречия

- между отсутствием средств решения систем линейных алгебраических уравнений, включая системы с прямоугольной, сингулярной, а также плохо обусловленной матрицей коэффициентов, и необходимостью их разработки и применения в современных условиях цифровизации; а также
- между возможностями языка Python как инструмента разработки подобных средств и недостаточной их изученностью свидетельствует об актуальности рассматриваемой темы.

Python сегодня – один из самых популярных и востребованных языков программирования [1]. Широкий перечень библиотек с внушительным набором полезных функций и возможностей обеспечивают его универсальность, расширяя тем самым области его применения. Особый интерес представляют, используемые в научных вычислениях его библиотеки NumPy [2], SciPy [3-4] и Matplotlib [5], позволяющие создать универсальную научно-вычислительную среду, практически не уступающую специализированным математическим пакетам подобным MatLab.

Библиотека NumPy является основной математической библиотекой (стандартной является math), которая содержит огромное количество математических функций, алгоритмы преобразования Фурье, генерации случайных чисел и др. Ее подмодуль numpy.linalg позволяет решать многие задачи линейной алгебры, такие как вычисление определителя матрицы, вычисление обратной и транспонированной матрицы, нахождение нормы матрицы и вектора, нахождение собственных значений и собственных векторов матрицы, решение системы линейных алгебраических уравнений и т.п.

Пакет SciPy созданный на базе NumPy существенно расширяет ее возможности благодаря дополнительно встроенным модулям и функциям.

В частности, SciPy включает в себя подмодуль scipy.linalg, в которой кроме функций, реализованных в numpy.linalg, имеется множество дополнительных функций, предназначенных, для решения системы линейных алгебраических уравнений в случае, когда матрицы системы имеют специальный вид.

Библиотека matplotlib обладает хорошо развитыми возможностями визуализации двумерных и трехмерных данных.

Все эти библиотеки и функции представляют собой «вшитые» готовые решения и делают работу на языке удобнее и проще. Это и послужило основной причиной использования языка Python для разработки приложения по численным методам решения систем линейных алгебраических уравнений.

Современная вычислительная математика располагает огромным арсеналом методов решения различных, возникающих на практике систем линейных алгебраических уравнений, в том числе и с особыми видами матрицы коэффициентов. Все они должны быть структурированы и отражены в содержании разрабатываемого приложения. Достаточно подробная структурная схема решения СЛАУ, представлена в работе [6]. Она легла в основу работы над контентом разрабатываемого ресурса.

Следует заметить, что при численном решении любой математической задачи принято исследовать вопрос о ее корректности: существует ли ее решение, единственно ли оно и устойчиво ли, т.е. непрерывно зависит от входных данных. Решение СЛАУ не исключение. От этого зависит выбор метода и подходы к ее решению.

В связи с этим при решении СЛАУ предварительно проводится ее исследование на совместность в соответствии с теоремой Кронекера - Капелли, в ходе которого выясняется, существуют ли у нее решения или нет, а если существуют – то сколько их. Напомним, что если ранг матрицы коэффициентов системы равен рангу расширенной матрицы, то система имеет решение, если же ранги не равны, тогда система является несовместной и не имеет решений. При этом, если ранги равны между собой и равны количеству переменных (n) в системе, то решение единственно, в противном случае, если ранги меньше n система является неопределённой и имеет бесчисленное множество решений.

Специальной функции в языке Python для этого не предусмотрено, поэтому программный код пишется самостоятельно. И так как алгоритм исследования системы на совместность достаточно прост, благодаря наличию в библиотеке numpy функции matrix_rank() для вычисления ранга матрицы и ряда других функций для обработки массивов, то и код для его реализации получается небольшой и несложный.

Далее, в случае совместности системы, следует найти ее решения. Выбор метода решения зависит от того, является ли матрица коэффициентов системы невырожденной или нет, что требует дополнительных исследований. В Python’е выяснить сингулярность матрицы возможно с помощью встроенной функции linalg.det() библиотеки numpy.

В случае квадратной невырожденной матрицы на выбор метода решения системы огромное значение оказывает число обусловленности матрицы ее коэффициентов. Оно оценивает близость этой матрицы к сингулярной и является важнейшим индикатором для определения устойчивости решения системы. Чем больше число обусловленности матрицы A cond(A), тем ближе она к вырожденной. Учитывая, что cond(A)> =1, то наилучшим числом обусловленности является 1. Системы с плохо обусловленными матрицами обычно некорректны. При численном их решении возможно сильное накопление погрешности. Например, при небольших изменениях правой части системы погрешность решения может оказаться значительной.

Для определения числа обусловленности в Python’е также как и в специализированных математических пакетах предусмотрена встроенная функция linalg.cond().

Для систем с квадратной хорошо обусловленной матрицей решение существует и единственно. Они довольно часто встречаются в повседневных расчетах, поэтому методов их решения разработано много. Наиболее распространенными среди них являются метод Гаусса, применяемый преимущественно в случае системы с плотно заполненной матрицей коэффициентов, метод простой итерации, применяемый в случае систем с разреженной матрицей, матричный метод (метод решения системы через обратную матрицу) и др. Для решения систем линейных алгебраических уравнений с квадратной невырожденной матрицей в языке Python имеется встроенная функция linalg.solve(). Он реализует матричный метод, остальные методы несложно реализовать самостоятельно.

На практике чаще встречаются системы, для которых матрица коэффициентов является сингулярной или плохо обусловленной, и нередко прямоугольной. Очевидно, что знание особенностей поиска их решения имеет исключительно важное значение.

Несмотря на то, что первые два типа систем уравнений существенно отличаются друг от друга (для систем с сингулярной матрицей решение отсутствует, а для систем с плохо обусловленной матрицей существует и единственно), с вычислительной точки зрения они почти одинаковы. Для их решения используется простой, но чрезвычайно эффективный метод регуляризации Тихонова, основанный на привлечении дополнительной априорной информации о решении, которая часто имеется в практических случаях. К сожалению, мы не смогли найти функцию в Python'е, реализующую данный метод, поэтому в рамках разрабатываемого ресурса был самостоятельно написан программный код.

Не меньший интерес представляет решение систем с прямоугольной матрицей коэффициентов. Это, когда число уравнений системы оказывается больше числа неизвестных, так называемая переопределенная система и наоборот, недоопределенная система, когда число уравнений системы меньше числа неизвестных. Подобные системы довольно часто встречаются в приложениях, особенно при обработке эксперимента.

Для переопределенных систем вместо точного решения обычно ищут вектор, который наилучшим образом удовлетворяет всем уравнениям системы, т.е. минимизирует их невязку (расхождение между левой и правой частью системы). Это, так называемое, псевдорешение – вектор, минимизирующий норму невязки системы уравнений. Такой подход позволяет, с одной стороны, получить разумное, с физической точки зрения, решение задачи, а, с другой – использовать полезную информацию, заключенную во всех уравнениях.

Поскольку невязка здесь является векторной величиной, то, исходя из практических соображений, минимизации подвергается ее норма. И так как эта норма зависит от суммы квадратов компонент неизвестного вектора, то процедура поиска псевдорешения является ничем иным, как реализацией метода наименьших квадратов. Он реализован в функции linalg.lstsq() пакета SciPy.

Альтернативным рассмотренному является случай недоопределенной системы, которая, как несложно сообразить, либо имеет бесконечно много решений, либо не имеет решения вообще. Наиболее эффективным способом решения подобных систем является метод регуляризации.

Как видно из обзора, математические библиотеки Python содержат большое количество полезных инструментов: от быстрых операций с массивами до реализации различных математических методов решения систем линейных алгебраических уравнений.

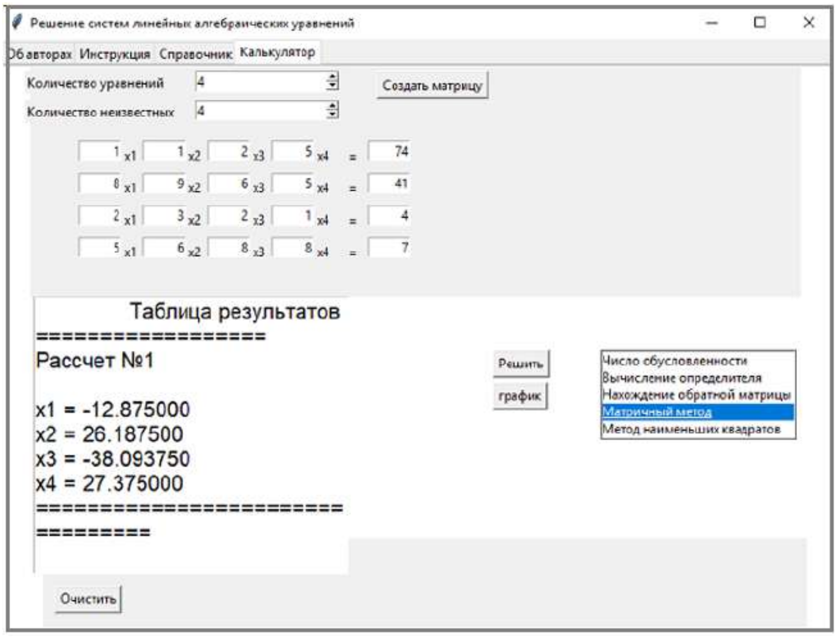
Довольно часто, чтобы лучше понять специфику задачи, осмыслить полученный результат прибегают к визуализации решения. В Python'е основные графические возможности реализованы функциями, сосредоточенными в пакете matplotlib, который является неким аналогом графических инструментов MatLab. Пакет Matplotlib поддерживает очень широкий спектр графиков как в двумерном, так и трехмерном случаях, позволяет в одной области отобразить графики нескольких функций и в разной цветовой гамме. Графическая интерпретация решения системы линейных алгебраических уравнений предусмотрена в разрабатываемом ресурсе.

В целом, ресурс включает в себя небольшой справочник по теории решения СЛАУ, что позволит при необходимости повторить теоретический материал, найти нужные формулы, выяснить, возникающие при решении систем уравнений, вопросы. Но, основной ее частью является калькулятор, позволяющий не только получить результат, но и увидеть графическую его интерпретацию, а если нужно, и пошаговое, детально расписанное решение системы уравнений. В нем предусмотрена возможность исследовать систему на совместность по теореме Кронекера-Капелли и определить количество ее решений, а также найти число обусловленности матрицы ее коэффициентов, вычислить ее определитель и найти обратную матрицу. При наличии решения он позволяет найти их одним из реализованных в нем численных методов: матричным методом, методом Гаусса или методом регуляризации в зависимости от вида матрицы коэффициентов.

Кроме библиотек NumPy, SciPy включающие множество встроенных функций, в которых реализованы основные методы решения СЛАУ, библиотеки Matplotlib для визуализации данных, при разработке использована библиотека Tkinter. Это встроенная, достаточно мощная, библиотека Python для разработки графического интерфейса. С ее помощью создано окно разрабатываемого приложения, на которое добавлены необходимые виджеты: управляющие кнопки, комбинированные поля для ввода данных и вывода результатов (рис.1).

Разработанный ресурс для численного решения систем линейных алгебраических уравнений, включающий информационно-справочный блок и калькулятор с множеством инструментов для исследования и решения систем линейных алгебраических уравнений, может использоваться как в научных исследованиях, так и обучении и в самостоятельной учебной и исследовательской работе учащихся.

Он позволит освободить их от проведения громоздких вычислений и преобразований и сосредоточиться на сути задачи и, если необходимо, решить большее количество примеров.



Количество уравнений 4

Количество неизвестных 4

1 x1 1 x2 2 x3 5 x4 = 74

8 x1 9 x2 6 x3 5 x4 = 41

2 x1 3 x2 2 x3 1 x4 = 4

5 x1 6 x2 8 x3 8 x4 = 7

```
           Таблица результатов
==================
Рассчет №1

x1 = -12.875000
x2 = 26.187500
x3 = -38.093750
x4 = 27.375000
========================
=========
```

Рисунок 1. Окно, разработанного в Python'е, ресурса для решения систем линейных алгебраических уравнений

Более того, он предоставляет широкие возможности для самопроверки на всех этапах решения СЛАУ. При его использовании процесс учебной работы может проходить в режиме свободного исследования и будет близок по своему характеру к профессиональной деятельности специалиста.

А это будет способствовать повышению мотивации обучающихся к профессиональному использованию цифровых технологий в образовании и научных исследованиях, и в целом повышению качества образования.

Среди множества средств разработки цифровых ресурсов, Python является одним из самых эффективных инструментов разработки подобных ресурсов для численного решения систем линейных алгебраических уравнений. Благодаря наличию в нем множества библиотек существенно облегчена работа над ресурсом, многие задачи решены без написания программного кода.

Список использованной литературы:

1 Официальный сайт языка программирования python [Электронный ресурс]. URL: https://www.python.org/about/ (дата обращения: 16.04.2020)

2 Пакет численного анализа NumPy [Электронный ресурс]. URL: http://www. numpy.org/ (дата обращения: 16.04.2020)

3 Пакет научных вычислений SciPy [Электронный ресурс]. URL: http://scipy.org/ (дата обращения: 16.04.2020)

4 SciPy v0.17.0 Reference Guide http://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/ tutorial/general.html (дата обращения: 16.04.2020)

5 Графическая библиотека Matplotlib [Электронный ресурс]. URL: http://www. Matplotlib.org/ (дата обращения: 18.04.2020)

6 Кабанихин С.И., Бидайбеков Е.Ы., Корнилов В.С., Шолпанбаев Б.Б., Акимжан Н.Ш. Корректные и некорректные задачи для СЛАУ // Сибирские электронные математические известия, том 12, 2015. – С.255-263

7 Камалова Г.Б., Шайбасов К. К вопросу разработки цифрового ресурса по численным методам решения систем линейных алгебраических уравнений // Materiały XVI Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji, «Naukowa przestrzeń Europy - 2020», Volume 7, Przemyśl: Nauka i studia, 2020. – С.86-90

МРНТИ 20.23.17; 20.23.21; 20.23.25
УДК 004.912; 004.62

Н.Қ. Қадырбек[1] *, М.Е. Мансурова*[1]*, М.Е. Қырғызбаева*[1]

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ ҚҰЖАТТАР ҮНДЕСТІГІН ТАЛДАУДА LSTM ЖЕЛІЛЕРІН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Әлеуметтік медиа-ресурстардағы ақпараттарға деген сенімнің артуына байланысты үндестікті талдау саласына деген қызығушылық күн өткен сайын артуда. Өйткені үндестікті талдау миллиондаған әлеуметтік желі қолданушыларының пікірлеріне мониторинг жүргізудегі басты технологиялардың бірі болып табылады.

Мақалада қазақ тіліндегі мәтіндер үндестігін талдауда LSTM желілерін қолдану қарастырылған. Нейрондық желіні оқыту үшін ұялы телефондар пайдаланушыларының жалпы саны 1000 пікірі қолданылды. Зерттеу жұмысы екі түрлі жолмен жүргізілді: бірінші жағдайда талданатын пікірлер алдын-ала өңдеуден (preprocessing) өткізілді, екінші жағдайда алдын-ала өңдеу жүргізілген жоқ. Модель алдын-ала өңдеуден өткізілген жағдайдағы сапаны бағалау өлшемінің орташа мәні 80%.-ке жетті. Бұл көрсеткіш алдын-ала өңдеу жүргізілмеген мәліметпен оқытылған моделмен салыстырылғанда 11%-ға жоғары. Зерттеу нәтижелері мәтіндерді алдын-ала өңдеуден өткізу модельдің сапасын жақсартады деген қортынды жасауға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: үндестікті талдау, табиғи тілдерді өңдеу, терең оқыту, нейрондық желілер, LSTM архитектурасы.

Аннотация

Н.К. Кадырбек[1]*, М.Е. Мансурова*[1]*, М.Е. Кыргызбаева*[1]
[1]*Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТЕЙ LSTM В АНАЛИЗЕ ТОНАЛЬНОСТИ ДОКУМЕНТОВ НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ

В связи с растущим доверием к информации в социальных медиа-ресурсах растет и интерес к области анализа тональности. Потому что анализ тональности является одной из основных технологий для мониторинга мнений миллионов пользователей социальных сетей.

В статье рассматривается использование сетей LSTM при анализе тональности текстов на казахском языке. Для обучения нейронной сети было использовано 1000 отзывов пользователей мобильных телефонов. Эксперименты были проведены двумя способами: в первом случае была проведена предварительная обработка (preprocessing) анализируемых отзывов, во втором случае предварительная обработка не проводилась. Среднее значение метрики для оценки качества модели с предварительной обработкой достигло значения 80%. Этот показатель на 11% выше, чем для модели, обученной на данных без предварительной обработки. Результаты исследования позволили заключить, что предварительная обработка текстов способствует повышению качества модели.

Ключевые слова: анализ тональности, обработка естественного языка, глубокое обучение, нейронные сети, архитектура LSTM.

Abstract

USING OF LSTM NETWORKS IN SENTIMENT ANALYSIS OF DOCUMENTS IN KAZAKH LANGUAGE

Kadyrbek N.K. [1]*, Mansurova M.E.* [1]*, Kyrgyzbayeva M.E.* [1]
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Due to the growing trust in information in social media resources, interest in the field of sentiment analysis is growing. Because sentiment analysis is one of the main technologies for monitoring the opinions of millions of users of social networks.

The article discusses the use of LSTM networks in the analysis of the tonality of texts in the Kazakh language. For training the neural network, 1000 user reviews of mobile phones were used. The experiments were carried out in two ways: in the first case, preprocessing of the analyzed reviews was carried out, in the second case, the preprocessing was not carried out. The average value of the metric for assessing the quality of the pre-processed model reached 80%. This indicator is 11% higher than for a model trained on data without preprocessing. The results of the study allowed us to conclude that the preprocessing of the texts improves the quality of the model.

Keywords: sentiment analysis, natural language processing, deep learning, neural networks, LSTM architecture.

Кіріспе

Қазіргі таңда ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуына байланысты әлеуметтік желілердегі пікірлер нарықты бағалау, қандайда бір нақты өнім, қызмет, шоу-бизнес, спорт, тіпті, саяси ұстанымдардың танымалдылығы мен дәрежесін анықтауда жиі қолданылады. Мұндай пікірлер позитивті, негативті немесе бейтарап болуы мүмкін. Осындай пікірлердің қай топқа жататындығын анықтау компьютерлік лингвистиканың бір саласы – үндестікті талдау (sentiment analysis) арқылы жүргізіледі. Үндестікті талдау– табиғи тілдерді өңдеу (NLP) әдістерінің, статистика, машиналық оқыту көмегімен пікірлердің үндестілігін анықтау. Сонымен қатар үндестікті талдау пікірлердегі спамдарды анықтау, пікірлердің пайдалылығын талдау, салыстырымдарды іздеуде қолданылады. Әдетте, әлеуметтік желілерден алынған пікірлер грамматикалық ережелерге сәйкес емес, түрлі белгілер, қысқартылған сөздер және т.б. болуы мүмкін. Сондықтан мұндай жағдайда деректерді алдын-ала өңдеуден өткізу жақсы нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді [1, 2]. Дегенмен біз бұл зерттеу жұмысында алынған пікірлер алдын-ала өңдеуден өткізілген және алдын-ала өңдеуден өткізілмеген екі жағдайды да қарастырып, нәтижелерін салыстыратын боламыз. Соңғы жылдары нейрондық желілер машиналық оқытудың қуатты модельдері ретінде қайта кең жанданып келеді, бейнені тану және табиғи тілді өңдеу сияқты салаларда үздік нәтижелер көрсетуде [3].

"Bag of words", байес әдісі сияқты дәстүрлі моделдерді пайдаланатын классификаторлармен бірге үндестік талдауы есептерінде өте дәл болжамдарды алу үшін ұтымды пайдаланылды [4]. Терең оқыту (deep learning) технологияларының пайда болуымен және оларды табиғи тілді өңдеуде қолдануымен осы әдістердің дәлдігін екі негізгі бағытта жақсарту мүмкіндігі туды: деректерді алдын ала өңдеу және кластеризатор мен классификаторларды оқытуда оқытушымен және оқытушысыз нейрондық желіні пайдалану.

Зерттеу нысандары мен әдістері

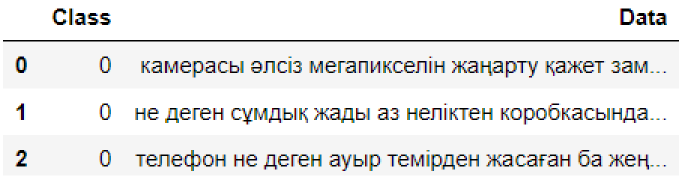
Зерттеу жұмысының барысында нейрондық желіні оқыту үшін ұялы телефондар пайдаланушыларының жалпы саны 1000 пікірі қолданылды. Жиынтықта әрбір пікір «клас:пікір» құрылымында сақталған, мұндағы 0-позитивті және 1-негативті пікірлер (1-сурет).

Бұл мәліметтер алдын-ала өңдеудің келесі қадамдарынан өтеді:

1) артық таңбаларды алып тастау: тек әріптерді қалдыру

2) Сегментация – әрбір пікірді сөйлемдерге, ал сөйлемдер токендерге ажыратылады.

3) Лемматизация – токендерді бастапқы қалпына келтіру процесі (нормализация).



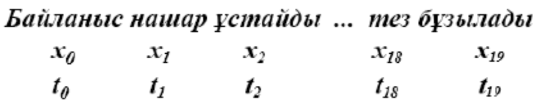
	Class	Data
0	0	камерасы әлсіз мегапикселін жаңарту қажет зам...
1	0	не деген сұмдық жады аз неліктен коробкасында...
2	0	телефон не деген ауыр темірден жасаған ба жең...

Сурет 1. Пікірлер жіктелімі

Мысалы: «телефондардың» токені үшін лемма «телефон». Бұл жерде анализатор инструмент ретінде біздің осыған дейін жоба барысында жасалған инструмент қолданылды [5].

Жұмыс барысында лемматизацияны қолдана отырып және қолданбай тәжірибе жасаймыз.

Әдеттегі нейрондық желілердің рекуррентті желілерден негізгі айырмашылығы рекуррентті желінің уақытпен байланысты аспектісі болып табылады. Рекуррентті торларда әрбір сөз кіріс кезектілігі белгілі бір уақыт қадамымен байланысты болады. Іс жүзінде уақыт қадамдарының саны тізбектің максималды ұзындығына тең болады (2-сурет).



Байланыс нашар ұстайды ... тез бұзылады

x_0 x_1 x_2 x_{18} x_{19}

t_0 t_1 t_2 t_{18} t_{19}

Сурет 2. Уақыт қадамдарының тізбек ұзындығына сәйкестік мысалы

Әрбір h_t уақыт қадамымен жасырын күй векторы (hidden state vector) деп аталатын жаңа компонент байланысты. Өзінен жоғарғы деңгейден бұл вектор алдыңғы уақыт қадамдарында байқалған барлық ақпаратты инкапсуляциялауға және жинақтауға ұмтылады.

Демек, x_t нақты сөзге қатысты барлық ақпаратты қамтитын вектор, h_t – бұл алдыңғы уақыт қадамдарынан ақпаратты жинақтайтын вектор.

Жасырын күй – бұл ағымдағы сөз векторының, сондай-ақ алдыңғы уақыт қадамындағы жасырын күй векторының функциясы. Сигма екі мүшенің қосындысы активация функциясы арқылы (әдетте сигмоид немесе тангенс) орналастырылатынын көрсетеді.

$$h_t = \sigma(W^H h_{t-1} + W^X x_t)$$

W мүшелері – салмақ матрицалары. Кіріс векторын W^X салмақ матрицасына, ал алдыңғы уақыт қадамындағы жасырын күй векторына W^H рекурренттік салмақ матрицасы көбейтіледі. W^H – бұл барлық уақыт қадамдарында өзгеріссіз қалатын матрица, ал W^X өлшеу матрицасы әрбір кіріс сигналы үшін өзгеше болады.

Осы салмақтық матрицалары жасырын күй векторының не ағымдағы, не алдыңғы жасырын күйіне әсер етеді.

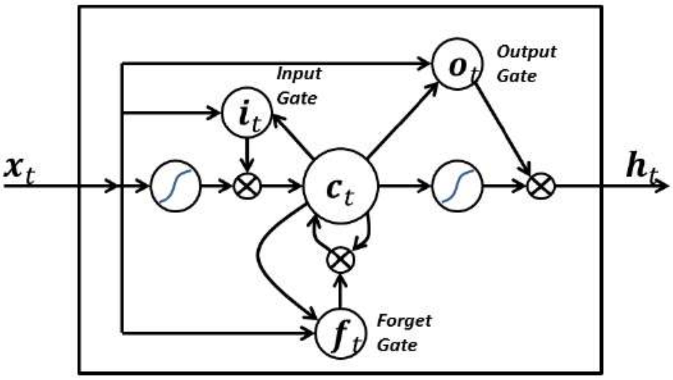
Long Short Term Memory Units - бұл рекурентті нейрондық желілер ішінде орналастыруға болатын модульдер. Жоғары деңгейде олар h жасырын күй векторының мәтіндегі ұзақ мерзімді тәуелділік туралы ақпаратты инкапсуляциялауға қабілетті болуын бақылайды [6].

Жоғарыда келтірілген RNN туралы тұжырым салыстырмалы тұрғыда қарапайым. Мұндай тәсіл бірнеше уақыт қадамдарына бөлінген ақпаратты біріктіре алмайды.

LSTM бірліктерін(units) техникалық тұрғыдан қарастырғанда, бірліктер x_t сөзінің ағымдағы векторын қабылдап, h_t жасырын күй векторын шығарады.

Осы бірліктерде h_t тұжырымдамасы типтік RNN қарағанда біршама күрделі болады.

Есептеу 4 компонентке бөлінеді: кіріс элементі (input gate), ұмыту элементі (forget gate), шығыс элементі (output gate) және жаңа жады контейнері (3-сурет).



Сурет 3. LSTM бірліктері

Әрбір элемент x_t және h_{t-1} (суретте көрсетілмеген) кіріс деректер ретінде қабылдайды және аралық күйлерді алу үшін кейбір есептеулерді орындайды.

Әрбір аралық күй әртүрлі желіге келіп түседі және ақыр соңында ақпарат h_t қалыптастыру үшін агрегацияланады.

Мұнда әрбір элемент өзіндік рөл атқарады: кіріс элементі әрбір кіріске қаншалық көңіл бөлу керектігін анықтайды, ұмыту элементі біз алып тастайтын ақпаратты анықтайды, ал шығыс элементі аралық күй негізінде соңғы h_t анықтайды.

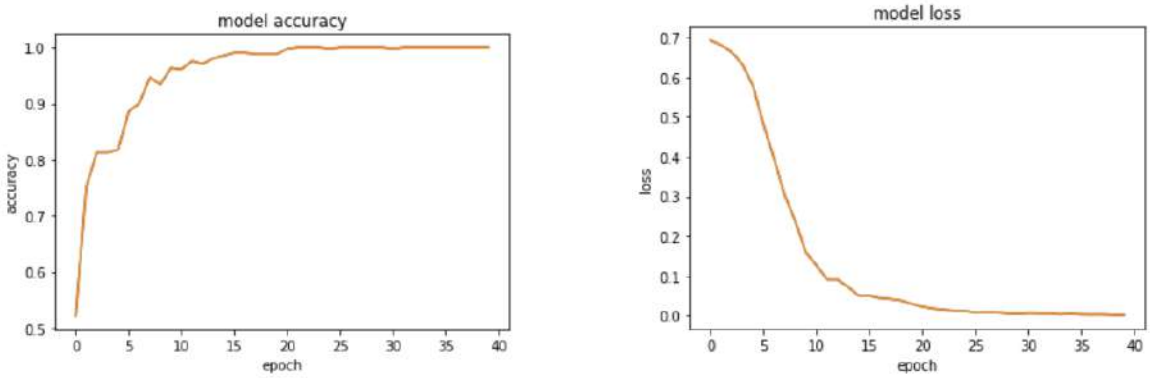
Нәтижелер мен оларды талқылау

LSTM арқылы оқытылған моделімізде *batch size* шамасы, яғни оқытуға алынатын пікірлер мөлшері – 100, ал эпоха (epoch) саны – 40.

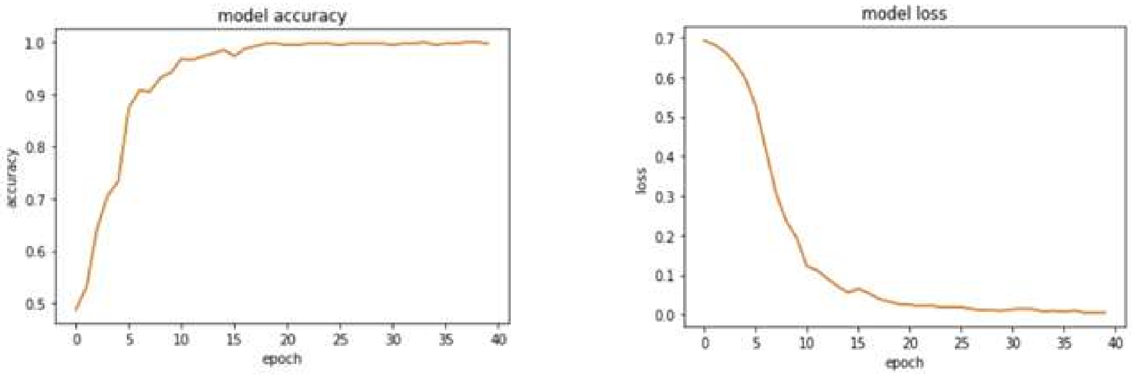
Активация функциясы ретінде *softmax* функциясы пайдаланылды. Себебі желі категориялық кроссэнтропияны (categorical crossentropy) пайдаланады және softmax біз үшін оңтайлы шешім болып табылады.

Тәжірибе екі түрлі әдіс арқылы жүзеге асырылды. Алдын-ала өңдеусіз (4-сурет) және алдын-ала өңдеумен (5-сурет).

Суреттерде нейрондық желіні оқыту барысы келтірілген. Бірінші жағдайда оқыту дәлдігі, ал екіншісінде оқыту қателігі бейнеленген.



Сурет 4. Нормализациялаумен оқыту барысы



Сурет 5. Нормализациялаусыз оқыту барысы

Кесте 1. Нәтижелерді бағалау

	Алдын-ала өңдеусіз			*Алдын-ала өңдеумен*		
	precision	*recall*	*f1-score*	*precision*	*recall*	*f1-score*
негативті	*0.68*	*0.77*	*0.72*	*0.81*	*0.80*	*0.80*
позитивті	*0.71*	*0.62*	*0.66*	*0.78*	*0.80*	*0.79*
дәлдігі	*0.69*			*0.80*		

Қорытынды

Үндестік талдауы есептеуіш лингвистиканың іргелі есебі болып табылады. Қазақ тілі аз ресурсты тілдер қатарына жатқандықтан, бұл бағыттағы зерттеу жұмыстары үлкен еңбекті қажет етеді. Қарастырылған жұмыста жоба аясындағы жасалынған морфологиялық анализатор көмегімен өңдеуден өткізілген мәтінге үндестік талдауы жасалынды. Мұнда LSTM архитектурасы арқылы құрастырылған моделдің дәлдігі 80% -ке жетті. Бұл көрсеткіш нормализациядан өтпеген мәліметпен оқытылған моделмен салыстырылғанда 11%-ға жоғары. Бұл бір жағы оқыту үшін қолданылған мәліметтердің көп болмауымен түсіндіруге болады. Өз кезегінде нормализация арқылы моделдің жинақы болуына және көптеген мәліметтерді жалпылау мүмкіндігіне қол жеткізіледі.

Бұл жұмыс ҚР БҒМ О.0856 BR05236340 «Қазақстан Республикасының цифрлы экономикасын қалыптастыру шеңберінде «логистикалық-агломерациялық» жүйесінің талдау және шешім қабылдау жоғары өнімді зияткерлік технологияларын құру» және AP05132933 «Шешім қабылдау сапасын жақсарту үшін деректердің гетерогенді көздерінен білімді алу жүйесін құру» жобалары шеңберінде жасалды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Hemalatha, G. P. Saradhi Varma, A.Govardhan Preprocessing the Informal Text for efficient Sentiment Analysis // International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS). Volume 1, Issue 2 July-August 2012. – P. 58–61.

2 Muhammad Javed, Shahid Kamal Normalization of Unstructured and Informal Text in Sentiment Analysis // International Journal of Advanced Computer Science and Applications // (IJACSA), Vol. 9, No. 10, 2018. – P. 78–85.

3 Харламов А.А., Ле Мань Ха «Нейросетевые подходы к классификации текстов на основе морфологического анализа» // ТРУДЫ МФТИ. 2017. Том 9, № 2. – С. 143-150.

4 Narayanan V., Arora I., Bhatia A. Fast and accurate sentiment classification using an enhanced Naive Bayes model // International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning. 2013. Oct 20. – P. 194–201.

5 Мансурова М.Е., Койбагаров К.Ч., Барахнин В.Б., Солтангельдинова М., Бердибеков С. Применение морфологического анализатора казахского языка для извлечения фактов из фактографических систем // Материалы Международной научной конференции «Информатика и прикладная математика», посвященной 25-летию независимости Республики Казахстан и 25-летию Института информационных и вычислительных технологий. Алматы, 21-24 сентября 2016 года. – Часть I. – С. 156-166.

6 Jenq-Haur Wang, Ting-Wei Liu, Xiong Luo, Long Wang An LSTM Approach to Short Text Sentiment Classification with Word Embeddings // The 2018 Conference on Computational Linguistics and Speech Processing ROCLING 2018, - P. 214-223.

МРНТИ 20.53.19
УДК 004.93

Ф.Ө. Маликова[1,2], А.Т. Төлеушова[2], Р.С. Рыскелді[1]

[1]Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2] әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

ҚОЛТАҢБАНЫ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа

Қазіргі заманғы ақпараттық қоғамда адам мен машина интерфейсін жетілдіруге көп көңіл бөлінеді, ол деректер мен білімнің қарапайым, жылдам және қолжетімді жолдармен тиімді өңдеуін қамтамасыз етуі тиіс. Оны ұйымдастыру тәсілдерінің бірі - қолжазба енгізу (мәтінді енгізу, суреттер, сызбалар және т.б.). Оны пайдалану әдеттегідей жылдам, ыңғайлы түрде арнайы оқытуды қажет етпейді. Сонымен қатар, адам-машина интерфейсінің ажырамас бөлігі математикалық және бағдарламалық қамтамасыз ету болып табылады, бұл бастапқы төменгі деңгейдегі деректерден енгізілген ақпаратты тікелей сипаттайтын деректерге көшуге мүмкіндік беред. Қазіргі уақытта қолжазба мәтінін жасау процесін үлгілеудің қазіргі заманғы тәсілдері қарастырылады. Қолтаңбаны зерттеу кезінде модельді пайдалану мысалы келтіріледі. Ұсынылған визуализация техникасын қазіргі заманғы үш өлшемді мониторларда толықтай қолдануға болады. Қазіргі уақытта қолтанба мәтінін компьютерлік талдау жұмыстары белсенді жүргізілуде. Бұл ретте қолжазба мәтінінен оның көмегімен берілетін ақпарат (қолжазба мәтінін тану), сондай-ақ жазушының жеке басы және оның жағдайы туралы ақпарат (жеке басын жазу және қол қою бойынша сәйкестендіру, психологиялық және медициналық диагностика, графикалық зерттеу) алынады.

Түйін сөздер: қолтаңбаны тану, сәйкестендіру, медициналық диагностика, визуализация әдісі, перспективалық проекция, ортогональді проекция.

Аннотация

Ф.Ө. Маликова[1,2], А.Т. Төлеушова[2], Р.С. Рыскелді[1]
Алматинский Технологический Университет[1], г. Алматы, Казахстан
Казахский национальный университет имени аль-Фараби[2], г. Алматы, Казахстан

МЕТОДИКА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОДПИСИ

В современном информационном обществе большое внимание уделяется совершенствованию человеческого и машинного интерфейса, которое должно обеспечивать эффективную обработку данных и знаний простыми, быстрыми и доступными способами. Одним из способов его организации является введение рукописи (ввод текста, рисунки, чертежи и т. д.). Его использование, как правило, не требует специального обучения в быстром, удобном виде. Кроме того, неотъемлемой частью человеческого-машинного интерфейса является математическое и программное обеспечение, что позволяет перейти от исходных низких данных к данным, непосредственно характеризующим внесенную информацию. В настоящее время рассматриваются современные подходы к моделированию процесса создания рукописного текста. При исследовании подписи приводится пример использования модели. Предлагаемую технику визуализации можно полностью использовать на современных трехмерных мониторах. В настоящее время активно ведутся работы по компьютерному анализу рукописного текста. При этом из рукописного текста извлекается как передаваемая с его помощью информация (распознавание рукописного текста), так и информация о личности пишущего и его состоянии (идентификация личности по почерку и подписи, психологическая и медицинская диагностика, графологическое исследование).

Ключевые слова: распознавание подписи, идентификация, медицинская диагностика, метод визуализации, перспективная проекция, ортогональная проекция.

Abstract

SIGNATURE VISUALIZATION METHOD

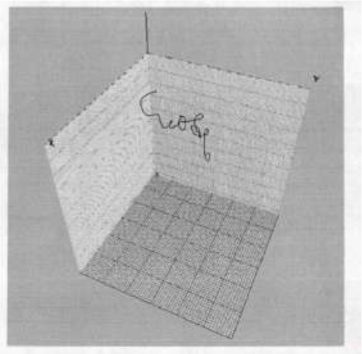
Malikova F.U. [1,2]*, Toleushova A.T.* [2]*, Ryskeldi R.S.* [1]
[1]*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

In the modern information society, much attention is paid to improving the human and machine interface, which should ensure efficient processing of data and knowledge in simple, fast and accessible ways. One way to organize it is to introduce the manuscript (text input, drawings, drawings, etc.) its use usually does not require special training in a fast, convenient way. In addition, an integral part of the human-machine interface is mathematical and software, which allows you to move from the initial low data to data that directly characterizes the entered information. Currently, modern approaches to modeling the process of creating a handwritten text are considered. When examining the signature, an example of using the model is provided. The proposed visualization technique can be fully used on modern three-dimensional monitors. Currently, the work on the computer analysis of the handwritten text is being actively carried out. In this case, from the handwritten text is extracted as transmitted with the help of information (recognition of the handwritten text), and information about the identity of the writer and his condition (identification of the person by handwriting and signature, psychological and medical diagnostics, graphological research).

Keywords: signature recognition, identification, medical diagnostics, visualization method, perspective projection, orthogonal projection.

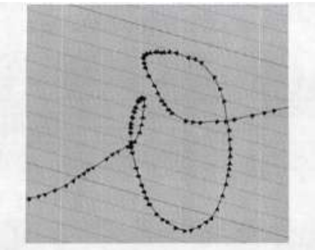
Визуализация әдісі алынған параметрлердің үш өлшемді сызық түрінде ұсынылуын қамтиды, оның әрбір нүктесінің координаттары (x, y, z) алынған параметрлердің бірімен байланысты болады. Жазу кезінде қисық нүктенің екі координатасын (x, y) қаламның координаттарымен, үшіншісін (z) қаламның қысымы арқылы үйлестіру ұсынылады. Өлшеу уақытын тұрақты қисық сызықтардағы уақыт белгілерін пайдаланып көрсету ұсынылады. Осылайша, үлгілер арасындағы белгілердің санын, уақыт аралығын, белгілердің тығыздығын, қаламның қозғалу жылдамдығын анықтайды. Уақытша белгілері, мысалы, қаламның ұштары қозғалыс бағытын көрсететін пирамида түрінде болуы мүмкін. Қаламның көлбеу бұрышы қаламның көлбеуіне сәйкес келетін уақытша белгілерден тұратын қысқа кесінділермен бейнеленеді.

Ұсынылған визуализация техникасын қазіргі заманғы үш өлшемді мониторларда толықтай қолдануға болады. Қолтаңба қисығының ортогональді және перспективалық проекциясының кескінің пайдалану ұсынылады. Ортогональді проекция кез келген координатқа байланысты қолтаңбаның бұрмаланбаған екі өлшемді кескінін және кез келген координатасына байланысты қысымның бұрмаланбаған қисығын байқауға мүмкіндік береді. Перспективалық проекция екі өлшемді монитордың экранындағы объектінің үш өлшемділігін жақсырақ жеткізеді, яғни үш өлшемді кескіннің тереңдігін жақсырақ бағалауға мүмкіндік береді (1-сурет).



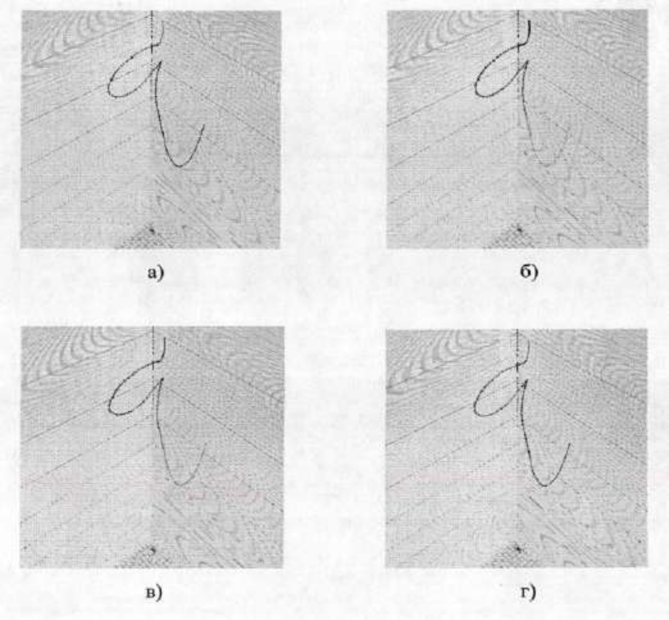
Сурет 1. Деректерді визуализациялау тәсілімен жасалған қолтаңба қисығының кескіні

Уақыттың тең интервалдары арқылы алынған қисық сызықтағы уақыттық белгілердің формалары төменде көрсетілген (2, 3, 4, 5 сурет).



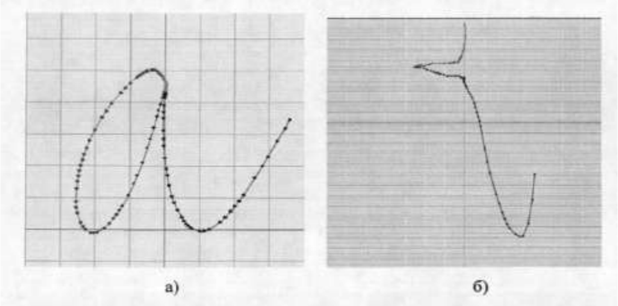
Сурет 2. Уақытша белгілері бар қолтаңбаның қисық фрагменті

Қысымның шамасының индикациясы сызықтың жарықтығының өзгеруімен немесе түстің негізгіден екіншіге көшуімен төмендегі суретте көрсетілген.



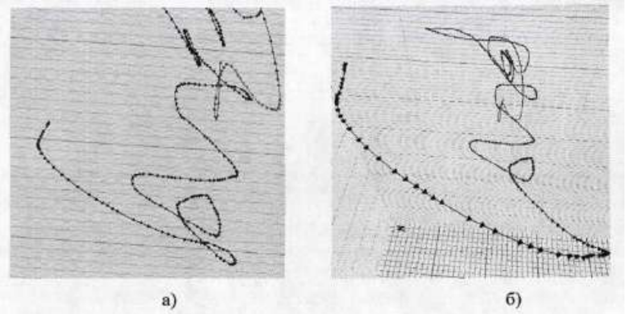
а) б) в) г)

Сурет 3. Сызықтың жарықтығының өзгеруімен немесе түстің негізгіден екіншіге көшуімен қысым шамасының индикациясы көрсетілген. ("а"әрпі жазылған).



а) б)

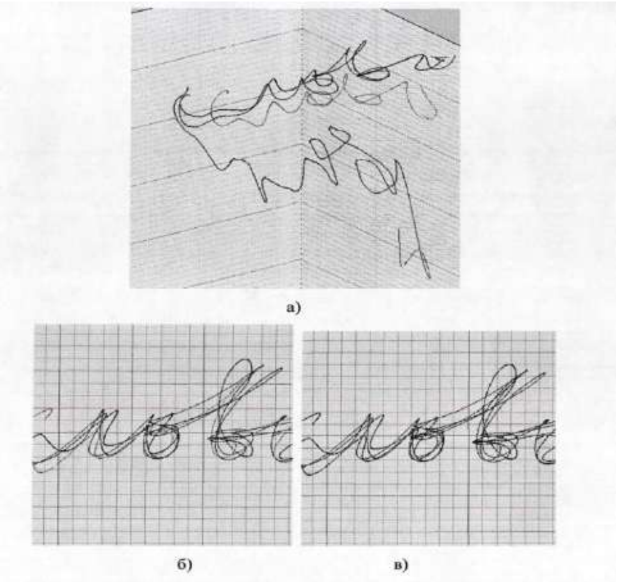
Сурет 4. Координаталы тормен қол қою қисығының кескіні



а) б)

Сурет 5. Ортогональді немесе перспективалы проекциядағы қолтаңба қисығының бейнесі

Ұсынылған визуализация әдісі екі және одан да көп түрлі қолтаңбалардың кескіндерін бір мезгілде көрсетуді қамтиды. Сонымен қатар әр түрлі қолтаңба қисықтары бірдей немесе әр түрлі түспен көрсету ұсынылады, бұл қисықтарды салыстыру және олардың жалпы сипаттамаларын бейнелейді (6-сурет). Қолтаңба қисықтарының кез келген элементтерін салыстыру мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін OX осіне, OY осіне параллель әрбір қисықтың және қисық ортасының айналасындағы XOY жазықтығындағы бұрылыстың тәуелсіз жылжу мүмкіндігі көзделеді.



Сурет 6. Бірнеше қолтаңбаны бір уақытта көрсету

Сипатталған техниканы қолтаңбаны көрнекі түрде ғана емес, сонымен қатар қолмен жазылған мәтінді, сызбаларды және қолдың кез-келген қимылын визуализациялау үшін қолдануға болатындығын ескеру керек. Сондықтан оны қолтаңбаны талдауда ғана емес, сонымен бірге қолжазбалық мәтінді талдау, қолжазбалық мәтінді тану, сот-медициналық сараптама жүргізу барысында қолдануға болады.

Әзірленген жүйенің сипаттамасы:

- Қол қою процесінің ерекшеліктерін ескеретін және тұрақты, бейімделген сегменттеуді жүргізуге мүмкіндік беретін қол қою үлгісі ұсынылды.
- Қолтаңбаны визуализациялау уақыт өлшемдерін қолдана отырып, деректердің визуализациясының үш өлшемді әдісі ұсынылады, ол қаламның координаттарын, қысымның мәнін, қаламның жылдамдығын, өлшеу уақытын, қалам бұрышын бір уақытта көрсетуге мүмкіндік береді.
- Қолтаңбаны верификациялау тиімділігін арттыру жолдары анықталды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. *Zhong-Hua Q., Kun-Hong L. Online Signature Verification Based on the Hybrid HMM/ANN Model // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. – 2007. – Vol. 7. №3, pp. 313-322.*
2. *Shub D.A. Three-dimensional handwriting visualization method and implementing it software system. II ГрафиКон'2009: 19-я Международная конференция по компьютерной графике и зрению. М.: МАКС ПРЕСС, 2009 г. С. 364 - 368.*
3. *Шуб Д.А. Информационная система DA 3D+ Recorder. // «Микроэлектроника и информатика». 14-я Всеросийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов: Тезисы докладов. - М. МИЭТ, 2007. Стр. 222.*
4. *Барсегян, А. А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 384 с.*
5. *Андрианова Е.Г., Шуб Д.А. Повышение эффективности и защищенности дистанционного обучения путем применения современных средств анализа почерка. // Труды XVI -го Международного Симпозиума «Новые технологии в образовании, науке и экономике» / Под ред. Г. К. Сафаралиева, А. Н. Андреева - М.: Информационно-издательский центр Фонда поддержки вузов, 2007. С. 128 - 131.*

МРНТИ 20.01.01
УДК 004.93'1

Ф.Ө. Маликова[1,2], Н.Ж. Жанат[1], А.К. Сагинаева[1], Р.С. Рыскелді[2]

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2]Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

БЕТ ӘЛПЕТТІ ТАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Бет-әлпетті тану жүйесі функционалды тестілеу кезінде сәйкестендіру және аутентификациялауды қамтамасыз ету үшін пайдаланылады. Әр түрлі жағдайларда жеке тұлғаларды анықтау үшін де қолданылады. Бұл мақалада бет-әлпетті оқшаулау және тану үшін қолданылатын алгоритмдерге салыстырмалы түрде зерттеу жүргізіледі. Салыстырылған бет-әлпетті тану алгоритмдері кең таралған алгоритмдер болып табылады. Әрбір алгоритм түсінігі түсіндіріледі және тиісті сипаттамасы беріледі. Бұдан басқа, әр алгоритмнің тиімділігін бағалау үшін алгоритмдерден алынған нәтижелер деректер жиынында тексеріліп, графиктер түрінде көрсетілген. Алгоритмдер ортақ деректер жинағымен жұмыс істейді және алынған функциялардың пайызын шығарады.

Бет-әлпетті тану жылдам дамып келе жатқан технология болып табылады және ол қауіпсіздіктің қақпасы ретінде қолданылады, қауіпсіздік органдарында, кейбір әуежайларда қолданылу үстінде, әсіресе, түрмелерде кеңінен қолданылатын тиімді әдістердің бірі болып табылады.

Түйін сөздер*:* функцияны шығару, нейронды желі, жылдам сенімді функциялар (ЖСФ), бағдарланған градиент гистограммасы (БГГ), жергілікті екілік үлгілер (ЖЕҮ).

Аннотация

Ф.У. Маликова[1,2], Ж.Н. Жанат[1], А.К. Сагинаева[1], Р.С. Рыскелды[2].
[1]Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г .Алматы, Казахстан
[2]Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

ОСОБЕННОСТИ РАСПОЗНОВАНИЯ ЛИЦ

Система распознавания лиц используется для обеспечения идентификации и аутентификации во время функционального тестирования. Это может также использоваться, чтобы идентифицировать людей в различных ситуациях. В этой статье проводится сравнительное исследование алгоритмов, используемых для лицевой изоляции и распознавания. Алгоритмы - это общие алгоритмы, которые соответствуют распознаваемому лицу. Понятие каждого алгоритма объяснено и дано соответствующее описание. Кроме того, результаты алгоритмов оцениваются в наборе данных и отображаются в виде графиков для оценки эффективности каждого алгоритма. Алгоритмы работают с общим набором данных и отображают процент полученных функций.

Ключевые слова: функция извлечения, нейронная сеть, быстрые надежные функции (БНФ), ориентированная градиентная гистограмма (ОГГ), локальные бинарные модели (ЛБМ).

Abstract

FEATURES OF FACIAL RECOGNITION

Malikova F.U.[1,2], Zhanat N.ZH.[1], Saginayeva A.K. [1], Ryskeldy R.S. [2]
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

The facial recognition system is used to provide identification and authentication during functional testing. It can also be used to identify people in different situations. This article presents a comparative study of the algorithms used for facial isolation and recognition. Algorithms are general algorithms that match a recognizable face. The concept of each algorithm is explained and a corresponding description is given. In addition, the results of the algorithms are evaluated in a data set and are displayed as graphs for evaluating the effectiveness of each algorithm. Algorithms work with a common data set and display the percentage of functions obtained.

Keywords: feature extraction, neural network, Speeded Up Robust Features (SURF); Histogram of Oriented Gradients (HOG); Local Binary Patterns (LBP).

Биометрия саласында қосымшаларды қолдану саны үнемі өсіп келеді. Қауіпсіздікке қол жеткізу үшін биометриялық қолжетімділік қауіпсіз деп есептеледі, ал парольдер, PIN-код немесе кілттер қауіпті болып табылады, себебі олар оңай көшіріледі немесе ұрлануы мүмкін. Бүгінгі таңда қолданылатын биометрикалық деректердің әртүрлі түрлері: саусақ іздері, алақан сканерлері, бет-әлпетті тану және т.б. бар. Бетті тану жүйелерімен қамтамасыз етілген қауіпсіздік, басқа биометриялық құрылғылармен салыстырғанда сенімді болып келеді [1]. Адамды тану әртүрлі салаларда маңызды рөл атқарады және оны жүзеге асырудың кең ауқымы бар. Үлгіге сәйкес келетін әртүрлі қосымшалар бар.

Бетті тану - бұл үш қадамды қамтитын процесс: детекция, ерекшелікті алу және бет-әлпетті тану [1].

Бет-әлпетті тану - тұлғаны тану кезінде қабылданатын алғашқы қадам. Бұл адамның бет-әлпетін бейнеленген суреттен анықтау процесі. Бет пен тұлғаларды табу үшін арнайы жасалған түрлі алгоритмдер бар [1]. Анықталған жағы әрі қарай өңдеу үшін теңестірілуі керек. Функцияларды оқшаулау – тұлғаны тану процесінде маңызды қадам болып табылады. Функцияны алудың негізгі мақсаты бастапқы деректерден ең өзекті ақпаратты алу және бұл ақпаратты төменірек өлшеммен кеңістікте ұсыну болып табылады. Алгоритмге өңдеуге арналған кіріс сигналы тым үлкен жағдайда кіріс төмендетілген көріністер жиынтығына айналады. Кіріс деректерін функция жиынына түрлендіру функцияның шығарылуы деп аталады [2]. Бұл жүйе үшін деректер болып саналатын беттің нүктелерін анықтайтын қадам болып табылады. Деректер әртүрлі тұлғаларды түсіну және ажырату жүйесі арқылы өлшенеді. Адамдардың беті әр жағдайларға қарай әртүрлі болуы мүмкін, ең күрделі деректерге ие болғандықтан, тұлғаны тану кезінде жақсы дәлдікке жету - бұл қиын міндет. Бетті тану жылдамдығы әртүрлі жарық жағдайларында өзгереді, тұлғаның бағыты, сөйлеу және қартаюдың әсері кейбір факторлардың бірі болып табылады. Бұл факторлар бет-әлпетті тану жүйесінің тану жылдамдығын нашарлатады.

Технология пайда болған кезде, тұлғаны тануды пайдалану жақсарды және осы салада жүргізілетін әртүрлі зерттеулер, бұл барлық факторларды еңсеруге көмектеседі. Бет-әлпетті тану жүйесі тек бетті табу ғана емес, табылған бетті салыстыру және сәйкестікті табу үшін пайдаланылуы мүмкін. Соңғысы биометриялық жүйелерде немесе қауіпсіздікте қолданылады. Бұл олардан алынған және олармен салыстырылған функциялардың қоспасы және сәйкестік болған кезде қол жеткізуге мүмкіндік береді. Қосымшада қауіпсіздікті сақтау өте қиын, себебі адамның беті көрінбеуі мүмкін, сондықтан тұлғаның анықталуы күрделене түседі. Салыстыруға және сәйкестік табу үшін анықталған дерекқорға ие болу керек. Функцияларды шығаруға көмектесетін көптеген алгоритмдер бар.

Бұл алгоритмдер екі санатқа бөлінеді:

- Қол технологиясын өндіру әдістері (ЖСФ, БГГ, ЖЕҮ, Инвариантты функцияларды масштабтау (ИФМ))

- Осы тұрғыда кемсітушілікке ие ерекшеліктер (яғни сирек кодтау, автокодтар, шектеулі Больцмана машиналары, негізгі компонентті талдау (PCA), тәуелсіз компонентті талдау (ICA), K-құралы). Бет алудың функциясы бетті тану жүйесінің маңызды бөлігі болып табылады, себебі ол осы функцияларға негізделген, жүйе бетті тани алады. Ол адамның бетін анықтайтын және басқалардан ерекшелейтін заттарды іріктеуге көмектеседі. Жүйе жинайтын жалпы белгілер - бұл жақтың ұзындығы, көздің, мұрынның, ауыздың және құлақтың қашықтығы, кез-келген таңбалар, мысалы, моль, шрам немесе бет аймағында табылған кез-келген деформация. Бұл мақалада пайдалы функцияларды қолмен алуға бағытталған. Аталған алгоритмдердің не әдістерінің қайсысы тиімді екенін анықтау үшін деректер жиынтығы үшін ЖСФ, БГГ және ЖЕҮ бойынша салыстырмалы зерттеу жүргізіледі.

ЖСФ функция детекторы үшін ғана емес, дескриптор үшін де қолданылады. Ол негізінен объектіні тану, кескінді тіркеу, жіктеу және 3D қайта құру үшін қолданылады. ЖСФ 90-шы жылдардың соңында қолданылған алғашқы алгоритмдердің бірі – масштабты инвариантты функцияның (МИФ) түрлендіруі болып табылады. ЖСФ авторларының пікірінше, ол нәтижелерді МИФ -на қарағанда бірнеше есе тезірек шығарады және өте сенімді болып келеді.

ЖСФ алдын-ала есептелген интегралдық кескінді пайдалана отырып, 3 бүтін операцияларды есептеуге мүмкіндік беретін қиылысу нүктелерін анықтау үшін Hessian blob детекторының детерминантының бүтін жуықтауын пайдаланады. ЖСФ-да қолданылатын функцияның дескрипторы Хаар толқындарының сигналының қызығушылығын тудыратын жауаптың жиынтығына негізделеді, бұл ішкі суретті пайдалана отырып есептеу үшін пайдалы. ЖСФ дескрипторлары объектілерді, адамдарды немесе тұлғаларды анықтау, 3D көріністерін қалпына келтіру, нысандарды қадағалау және қызығушылық нүктелерін табу үшін пайдаланылды. Алгоритм үш негізгі бөлімнен тұрады:

1. Пайыздық пункттерді анықтау
2. Жергілікті аймақтың сипаттамасы
3. Үйлестіру.

Соңғы қадам, картаға негізделген жүйе кіруге рұқсат беруі немесе дерекқордан біреуді анықтау қажет болған жағдайда жасалады. 2005 жылы Navneet Dalal және Trigg ұсынған бағдарланған градиент гистограммасы (БГГ) - бұрмалауды анықтау үшін компьютерде көру мен кескінді өңдеуде қолданылатын басқа функциялық дескриптор. Техника градиенттің қағаздың локализацияланған бөліктеріне бағдарлануын ескереді. Бұл әдіс шеткі бағдарлаудың гистограммасына параллель болады.

Дәлдігін жақсарту үшін сурет біркелкі бөлінген ұяшықтары бар ықшам торда есептеледі және жергілікті контрастты қалыпқа келтіруді қолданады.

Кескін бұдан әрі өзара байланысқан жасушалар деп аталатын кішкентай аймақтарға бөлінеді. БГГ жинақтары осы ұяшықтардағы әрбір пиксел үшін жинақталады. Жергілікті гистограмма контрастты қалыпқа келтіреді, блок деп аталатын кескіннің үлкен аймағында қарқындылық өлшемін есептеп, содан кейін осы мәндерді дәлдік деңгейін арттыру үшін блоктағы барлық ұяшықтарды қалыпқа келтіру үшін пайдаланылады. Бұл қалыпқа келтіру жарық пен көлеңкеден алынған өзгерістерге ең жақсы инвариантты береді.

БГГ бастапқыда MIT деректер жинағында сыналды, ол 509 оқу жиынтығынан және 200 деректер жиынтығынан тұрған, ол кезде негізінен адамның бет жағы мен арт жақ бет суреттерінен тұрған. Ол адамның бет-әлпетін және объектілерді тануға арналған ең тиімді алгоритмдердің бірі және оның танымал болуына мүмкіндік беретін перспективті нәтижелер берді.

БГГ келесі қадамдардан тұрады:

1. Градиент есептеу
2. Бининг бағдары
3. Дескриптор блогы
4. Блокты нормализациялау
5. SVM классификаторы
6. Нейрондық желілік классификатор

1994 жылы ойлап табылған ең көне алгоритмдердің бірі, қарапайым элементті алу үшін пайдаланылатын алгоритмдердің бірі. Сондай-ақ, ол белгілі бір деректер жиынтығы үшін БГГ өнімділігін жақсарту үшін жоғарыда аталған БГГ алгоритмімен қолданылады. ЖЕҮ - компьютер көрінісінде жіктеу үшін қолданылатын визуалды дескриптордың түрі. ЖЕҮ – текстуралық спектрдің үлгісі. Текстуралық классификацияны күшті функция екенін анықтады. Алдымен ЖЕҮ көрнекі деңгейімен қарабайыр құрылым ретінде ұсынылды. ЖЕҮ операторы әр пиксельді көрнекі деңгейдегі көршілес пикселдермен сипаттайды [3].

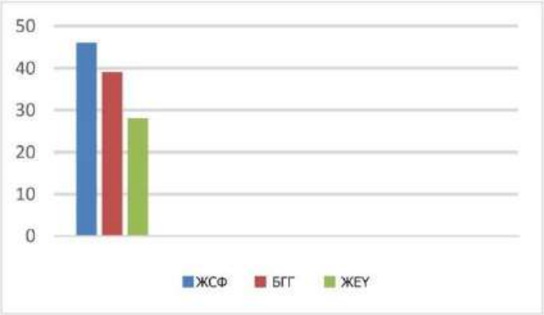
ЖЕҮ функциясының векторы келесідей құрылады:

- бұл терезені ұяшықтарға бөлу керек (мысалы, әр ұяшық үшін 16x16 пиксел немесе оданда аз болу керек);
- ұяшықтағы әр пиксель үшін сол ұяшықтың 8 көрші пиксельдерімен салыстыру керек (жоғарғы сол жақ, ортаңғы сол жақ, төменгі сол жақ, жоғарғы оң жақ және т.с.с.), оларды шеңбер бойымен, яғни сағат тілі бойынша немесе сағат тіліне қарсы бағытта салыстыру керек;
- ортадағы пикселдің мәні көршілердің мәнінен асып кетсе «0» жазу керек., ал керісінше болса, «1» жазу керек. Бұл 8 таңбалы екілік санды береді (ол, әдетте, ыңғайлылық үшін ондыққа түрлендіріледі);
- осы гистограмманы әр санның жиілік ұясынан есептеу керек (яғни, бұл пикселдердің әр комбинациясы ортасындағы пиксельден кішірек немесе үлкен болады). Бұл гистограмма 256 өлшемді сипаттамалық вектор ретінде қарастырыла алады;
- гистограмманы қалыпқа келтіру міндетті емес;
- барлық жасушалардың (нормаланған) гистограммасын біріктіреді. Бұл бүкіл терезе үшін функция векторын береді.

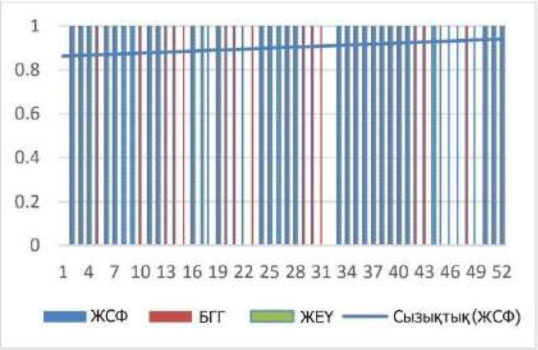
Бұл мақалада ЖСФ, БГГ және ЖЕҮ алгоритмдерінің қайсысы деректер жиынындағы барлық фотосуреттерді тану үшін айтарлықтай және тез нәтиже беретінін табу үшін жұмыс жүргізілген. Бұл жұмысты істеу үшін математиканың алгоритмдерін біз дайындаған деректер жиынтығында іске қосамыз. Деректер жиынтығы әр түрлі жағдайларда түсірілген фотосуреттерден тұрады, мысалы, жарықтандыру жағдайларын, ішінара беттерін, әртүрлі бағытқа бұрылған адамдардың бет-әлпеті және жабық беттерді өзгерту сияқты осы жүйеде кездесетін ең көп таралған суреттерден тұрады. Бастапқыда деректер жиынтығы оңай анықтауға болатын және фотосуреттермен жұмыс істеуді қиындататын қарапайым фотосуреттер жиынтығымен басталады. Мұндай күрделі деректер жиынтығын таңдаудың себебі: жүйеде қандай алгоритмдердің қайсысы кедергісіз жұмыс істеуі және сенімді болуы үшін осы жүйеде қолдануға жарамды екенін анықтау болып табылады.

Деректер жинағынан алынған суреттер бір уақытта алгоритмдерді пайдаланып іске қосылады және әр алгоритм үшін таңдалған функциялардың пайызы жазылады. Алгоритмдер осы деректер алгоритмдерінің қайсысында ұсынылған фотосуреттер функцияларын тануда ең тиімді екендігін табу үшін сол деректер жиынтығымен жұмыс істейді. Нәтижелер графиктер түрінде бейнеленеді.

Алгоритмдерден кейін алынған нәтижелер деректер жиынында тексеріледі және жоғарыда көрсетілгендей графиктер түрінде көрсетіледі (1, 2 -сурет). Төмендегі кестелерде диаграммадағы х-осі осы кескіннен алынатын элементтердің пайызын көрсетеді, ал у осі - деректер жиынындағы фотосуреттің санын көрсетеді.

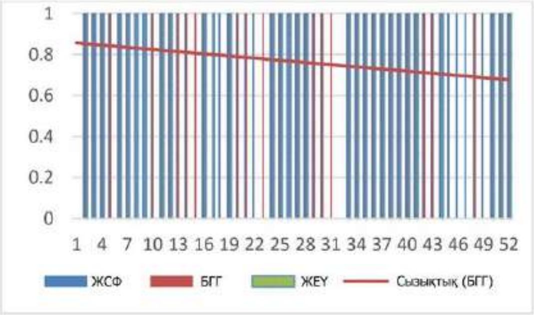


Сурет 1. Өнімділік кестесі

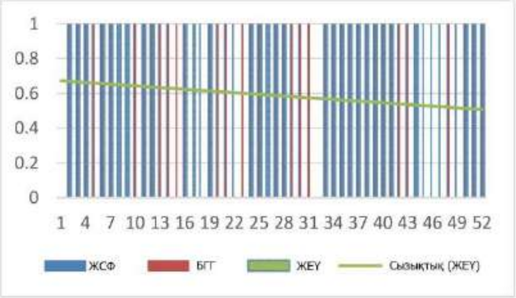


Сурет 2. Сызықтық графика – ЖСФ

Осы сызықтық диаграммадан ЖСФ алгоритмінің өнімділігі артады, бірақ деректер жинағы күрделі болғанда нашарлайды (3, 4 сурет).



Сурет 3. Сызықтық графика – БГГ



Сурет 4. Сызықтық графика – ЖЕҮ

Осы сызықтық диаграммадан, деректер жиынтығы күрделі бола тұра, БГГ алгоритмінің өнімділігі төмендейтінін көруге болады. Бірақ ол деректер жиынтығының белгілі бір түрі үшін жақсы жұмыс істей алады. Осы сызықтық диаграммадан біз ЖЕҮ алгоритмінің өнімділігі басқа екі алгоритммен салыстырғанда төменірек функцияның шығу жылдамдығымен басталатынын анықтай аламыз. Сонымен қатар, деректер жиынтығы қиын болғандықтан, нәтиже қалпына келтірілетін функциялардың өте аз пайызы.

Жоғарыда келтірілген деректерден (4-сурет) ЖСФ алгоритмі толық деректер жинағындағы басқа алгоритмдерге қарағанда жақсы жұмыс істейді деп болжауға болады. Осы алгоритмді енгізу тіпті жартылай шеттері мен фотосуреттерін ғана емес, ішінара шеттері табылған жағдайда да төмендемейді. Нәтижелер тезірек құрастырылғанның арқасында бұл жүйенің сапасын жақсартады.

ЖСФ 90%-ға дейін сценарийлерде шығара алады, ал басқа алгоритмдер әлдеқайда аз көрсеткіш көрсетуі мүмкін.

Содан кейін ЖСФ алгоритмінің жалғасы БГГ алгоритмі болып табылады. Деректер жиынтығы құрделі болғандықтан, 6-суретте көрсетілгендей график біртіндеп төмендеп жатыр. Ол ЖСФ алгоритмімен салыстырғанда әлдеқайда көп функцияларды шығара алады.

Соңғысы - ең көне алгоритм – ЖЕҮ, бұл алгоритм фотосуреттермен жақсы жұмыс істейді, мұнда тұлғаның негізінен алдыңғы жағымен жақсы жұмыс істейді. Ол бірте-бірте азаяды, себебі деректер жиынтығы күрделене түседі және алгоритм функцияларды толығымен шығара алмайды. Алгоритм функцияларды толығымен шығара алмайды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Erald Vucini, Muhittin Gokmen and Eduard Groller ,” Face Recognition under Varying Illumination”, International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 5 (4) , 2014, 2174-5278.

2. Faizan Ahmad, Aaima Najam and Zeeshan Ahmed, “Image-based Face Detection and Recognition: ”State of the Art” IEEE-11329.

3. Gaurav Kumar, Pradeep Kumar Bhatia, “A Detailed Review of Feature Extraction in Image Processing Systems”.

МРНТИ 20.53.21, 20.47.23
УДК 519.683

RECOGNITION OF THE TEXT BY MEANS OF DEEP LEARNING

Nurmukhanov T.A. [1], *Daribayev B.S.* [1]

[1]*AL-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Abstract

Using neural networks, various variations of the classification of objects can be performed. Neural networks are used in many areas of recognition. A big area in this area is text recognition. The paper considers the optimal way to build a network for text recognition, the use of optimal methods for activation functions, and optimizers. Also, the article checked the correctness of text recognition with different optimization methods.

This article is devoted to the analysis of convolutional neural networks. In the article, a convolutional neural network model will be trained with a teacher. Teaching with a teacher is a type of training for neural networks in which you provide the input data and the desired result, that is, the student looking at the input data will understand that you need to strive for the result that was provided to him.

Keywords: neural network, deep learning, machine learning.

Аннотация

Т.А. Нурмуханов[1], *Б.С. Дарибаев*[1]
[1]*Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

При помощи нейронных сетей можно выполнить разные вариации классификации объектов. Нейронные сети применяется во многих областях распознавания. Большой областью в этой сфере является распознавание текста. В работе рассматривается оптимальный способ построение сети для распознавания текста, применению оптимальных методов для активационных функции, и оптимизаторов. Также в статье проверили корректность распознавания текста при разных методах оптимизации.

Данная статья посвещена анализу сверточных нейронных сетей. В статье модель сверточных нейронных сетей будет обучаться с учителем. Обучение с учителем – это тип обучения нейронных сетей в котором вы предоставляете входные данные и желаемый результат, то есть ученик посмотрев на входные данные поймет, что нужно стремиться к тому результату который ему предоставили.

Ключевые слова: нейронные сети, глубокое обучение, машинное обучение.

Аңдатпа

Т.А. Нурмуханов[1], *Б.С. Дарибаев*[1]
[1]*аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ МӘТІНДІ ТАНУ

Нейрондық желілерді қолдана отырып, объектілерді жіктеудің әртүрлі вариацияларын орындауға болады. Нейрондық желілер танудың көптеген саласында қолданылады. Бұл саладағы үлкен бағыт - мәтінді тану. Мақалада мәтінді тану үшін желіні құрудың оңтайлы тәсілі, активтендіру функциялары мен оптимизаторлар үшін оңтайлы әдістерді қолдану қарастырылған. Сонымен қатар, мақала әр түрлі оңтайландыру әдістерімен мәтінді танудың дұрыстығын тексерді. Бұл мақала консолюциялық нейрондық желілерді талдауға арналған. Мақалада мұғалімнің көмегімен нейрондық жүйесінің үйірткі моделі оқытылады. Мұғаліммен сабақ беру - бұл нейрондық желілерге арналған оқыту түрі, онда сіз енгізілген мәліметтерді және қалаған нәтижені бересіз, яғни кіріс деректерін қарап жатқан студент сіз оған берілген нәтижеге ұмтылуыңыз керек екенін түсінеді.

Түйін сөздер: нейронды желілер, терең оқыту, машиналық оқыту.

Introduction

Today, machine learning is actively used to recognize images and objects, and many search engines are built on its basis. One of the most common pattern recognition tasks is text recognition. Despite the large number of different programs designed for text recognition, the relevance of developing new software tools does not decrease. Text is an excellent means of communication and documentation. It remains the most effective and easiest way to express a person’s thoughts. During the rise of the computer era, when using scanned text in computers, it was less convenient to use these documents on an industrial scale, but with the development of information technologies and devices, as well as the beginning of the digitalization of documents, it became an urgent task to convert scanned text to computer-readable data task for today.

The active development of machine learning has led to the proliferation of artificial neural networks. One of the most effective types of artificial neural networks for text recognition is the convolutional neural network.

The operation of a convolutional neural network is usually interpreted as a transition from specific features of the image to more abstract details, and then to even more abstract details, up to highlighting concepts of a high level. Despite their large size, these networks have a small number of configurable parameters. This article will examine convolutional neural networks for text recognition.

Research in the field of text recognition has been going on for a very long time. For example, in 1993, the text recognition technology of the Russian company ABBYY was released. On its basis, a number of corporate solutions and programs for mass users have been created. In particular, ABBYY FineReader, a program for recognizing texts, applications for recognizing text information from mobile devices, ABBYY FlexiCapture [1], a system for streaming input of documents and data.

Convolutional neural networks are used to implement such tasks. Using this technology allows you to recognize text with very high accuracy. For example, network can recognize handwritten text that Priya Dwivedi [2] implemented in English. The article will consider the main stages in the construction of a neural network for text recognition.

Introduction

To test the developed system, a database was used containing various styles of English letters and their corresponding labels. For the training of the network, 370000 images were used, of which 279337 images were used as a training sample and 93113 images as a test one. The size of each image is 28x28 pixels. Each pixel is encoded by a number in the interval [0; 1], where 0 corresponds to black and white to 1.

Figure 1. Picture of educating for letter u

Image pre-processing is necessary to achieve maximum system recognition accuracy. Thus, the resulting neural network will be invariant to minor distortions such as noise, rotation and scaling.

Simple image distortions such as shift, rotation and angular displacement can be eliminated by applying simple affine transformations. Also, to improve the quality of the neural network, the images supplied to the input were additionally averaged.

This approach allows you to get a network, the training of which was carried out using a different set of images for each era.

Description of neural networks

A convolutional neural network model containing 3 layers was implemented and used in the work. Network training took place over 20 eras. In this article, a convolutional network was chosen for 2 reasons:

- Using common weights for each layer reduces the number of customizable parameters.
- Greater accuracy on validation data.

For clarity, it is necessary to compare convolutional neural networks with multilayer perceptrons.

A multilayer perceptron consists of an input, hidden (their number varies from 1 to several tens), an output layer (Fig. 2).

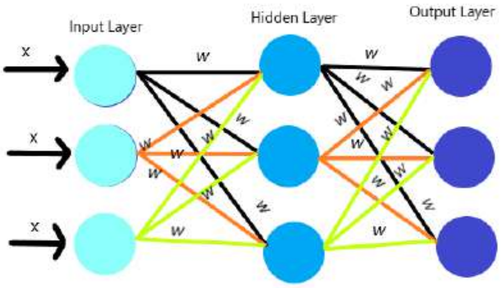


Figure 2. Structure of neural network

The connecting strands of neurons are called synapses, which have their own weight coefficients. In the field of machine learning, weight coefficients are marked with the letter “w”, and “x” is the input data that is transmitted to the first layer. In order to transmit data for the input layer, in each previous layer, neurons must perform several operations and transfer data to the last layer.

Accordingly, each neuron is 1 pixel of the picture. If we multiply the width of 28px by the height of 28px, we get the value 784. The input layer would have 784 neurons and since each neuron in each layer would be connected, the naya would have many weight coefficients. This is not profitable since it would require a large amount of resources.

Convolutional neural networks are limited by the number of weight coefficients. And this has become the main reason for the success of convolutional neural networks in the recognition of pictures, audio, video, etc. Since the letters in the network are a 28x28 matrix (tensors), this method was used for training in this model. The main difference between a fully connected layer and a convolutional layer is that convolutional neural networks study local patterns in the space of input features, while multilayer perceptrons study global patterns.

The picture with letters is a picture of only one channel (28x28x1). The input layer reads a two-dimensional image topology and consists of one matrix (map), there can be one map, if the image is presented in shades of gray, otherwise there are 3 of them, where each map corresponds to an image with a specific channel (red, green, blue) .

The input data of each specific pixel value is normalized in the range from 0 to 1, according to this formula:

$$f(p, \min,\ \max) = \frac{p - \min}{\max - \min}$$

where,

$$f - normalization\ function.$$
$$p - specific\ color\ value\ in\ pixels\ from\ 0\ to\ 255.$$
$$\min - minimum\ pixel\ value - 0.$$
$$\max - maximum\ pixel\ value - 255.$$

Convolution is applied to three-dimensional tensors, called feature maps, with a depth axis (channel axis), and with two space axes (height and width). For black and white images, the depth axis has one dimension (shades of gray). The folding operation extracts patterns from its input feature map and applies the same transformations to all patterns, producing an output feature map. The size of the output map can be calculated using the formula:

$$(w, h) = mW - kW + 1, mH - kH + 1$$

where,

$$(w, h) - calculated\ convolution\ card\ size.$$
$$mW - width\ of\ previous\ map.$$
$$\mathrm{h}W - height\ of\ previous\ map.$$
$$kW - core\ width.$$
$$kH - core\ height.$$

The core is a filter that glides over the entire area of the previous map and finds certain signs of objects. Since the network was trained on many letters in order to recognize the text, then one core in the learning process could give the largest signal in a certain area.

The kernel glides over the previous map, performs a convolution operation, and transfers the value to the activation function, then, feature maps are created (new matrix), formula:

$$(f * g)[m, n] = \sum_{k,l} f[m-k, n-l] * g[k, l]$$

where,

$$f - source\ image\ matrix.$$
$$g - convolution\ core.$$

Methods

In this article, three activation functions Relu, Elu, Tanh were compared and used. For hidden layers of the perceptron, these three functions were also used, and the Sigmoid function was used on the output layer. Having performed the activation function, the resulting matrix is transferred to the subsample layer. The purpose of the layer is to reduce the dimension of the maps of the previous layer.

If some signs were already detected in the previous convolution operation, then such a detailed image is no longer needed for further processing, and it is compressed to a less detailed one. By the way, filtering out already unnecessary details helps not to retrain.

During the scanning process by the filter of the card of the previous layer, the scanning cores do not intersect, unlike the convolution layer. Each card has a core size of 2x2, which allows you to reduce the previous card convolution layer by 2 times.

After reducing the size, the reduced image size is transmitted without losing important data to the input of the multilayer perceptron.

After receiving the vector data, training is performed. The task of training is to reduce the function of loss. This is implemented using the backpropagation method.

The first step is to find errors by the formula:

$$E = (d - y)^2$$

where,

$$d - expected\ result.$$
$$y - output.$$

The output is calculated by using the Sigmoid activation function. The sigmoid is expressed by the formula:

$$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-s}}$$

where,

$$S = \sum_{i=1}^{n} x_i * w_i$$
$$n - \ number\ of\ neurons.$$

Relu

$$f(s) = \max(0, s)$$

Relu activation function.

The function displays 0 if the value passed to the function is s <0, and if s≥0 returns the same value.

Elu

$$f(s) = (s, alpha = 1.0)$$

Elu activation function.

The function displays s if the value passed to the function is s> 0, and if s <0 returns: $alpha * e^s - 1$.

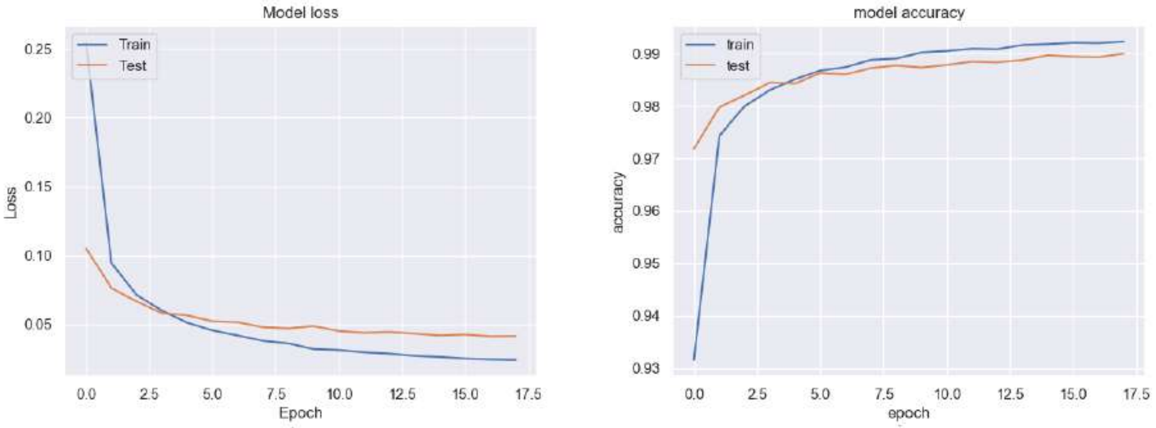
Tanh

$$f(s) = \frac{e^s - e^{-s}}{e^s + e^{-s}}$$

Tanh activation function.

Results

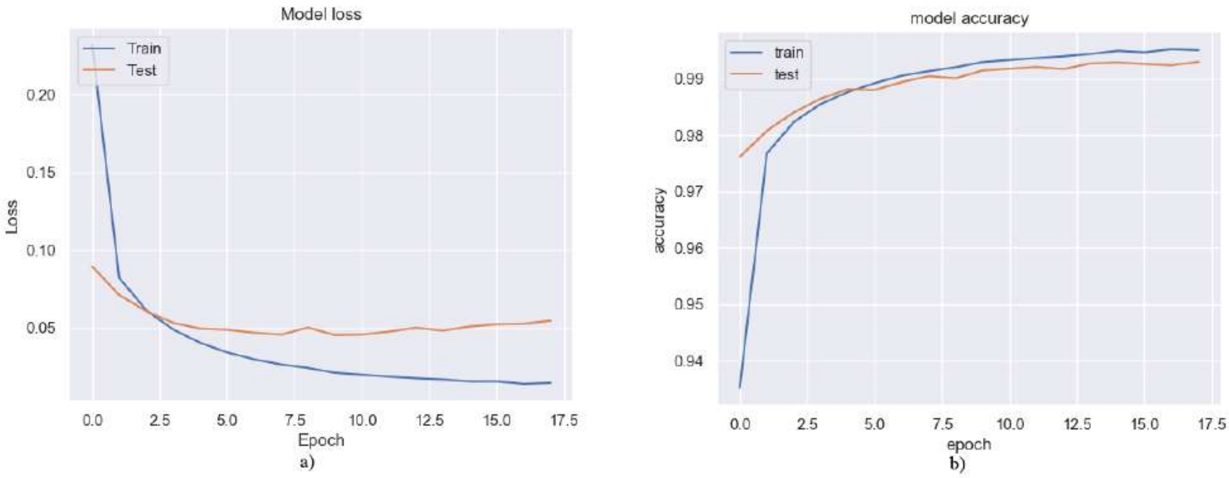
The most inefficient network in this article is the network where the Tanh activation function was used. The accuracy of this network on verification data is 99.00%, and on training data 99.23%. The loss of this network is 0.023.



a) b)

Figure 3. a) Losses on training and verification data. b) Accuracy on training and verification data.

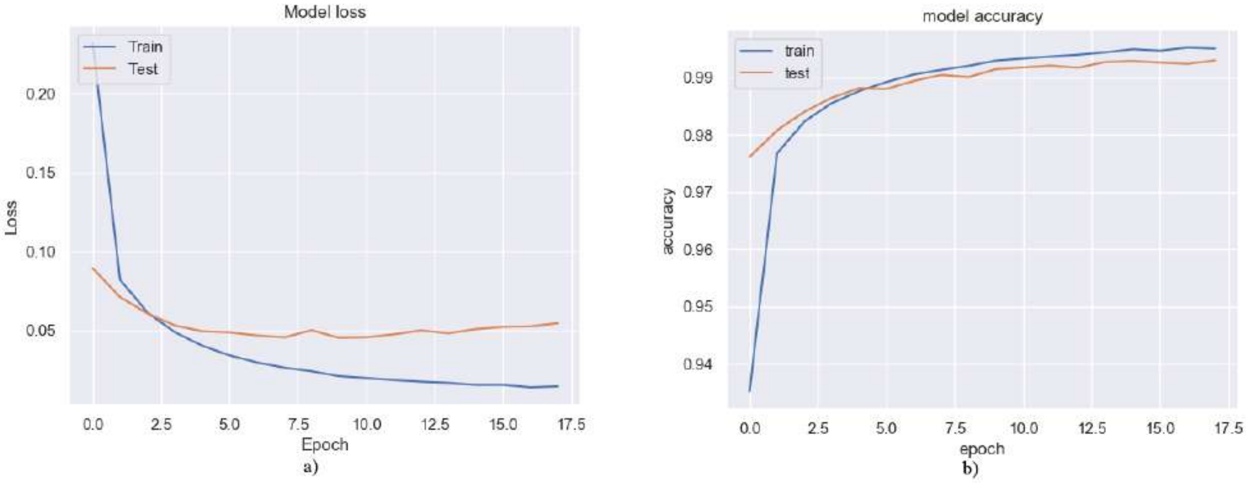
The average network in this article is the network where the Elu activation function was used. The accuracy of this network on verification data is 99.29%, and on training data 99.50%. The loss of this network is 0.0147



a) b)

Figure 4. a) Losses on training and verification data. b) Accuracy on training and verification data.

The most effective network in this article is the network where the Relu activation function was used. The accuracy of this network on verification data is 99.38%, and on training data 99.63%. The loss of this network is 0.0107.



a) b)

Figure 5. a) Losses on training and verification data. b) Accuracy on training and verification data.

Discussion

During training, the network faced retraining. This means that the network ceases to correctly recognize verification data due to incorrect memorization of patterns.

We solved the problem with retraining the network by selecting the optimal number of layers and eras.

Retraining is a common problem for neural networks. Due to the fact that the network begins to memorize training data, the network will begin to learn excessively. The method that is used to prevent overfitting is called the regulatory method.

Conclusion

During the study, the recognition accuracy of letters was achieved over 99% on the validating data. Three types of activation functions are compared and their accuracy is shown.

The above approach to automatic recognition of letters can be effectively applied in various text recognition systems.

References:

1 Распознавание эмоций подстроит салон беспилотного автомобиля под настроение пассажира [An electronic resource]. – 2019. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое_распознавание_символов (Date of the application: 16.08.2019)

2 Handwriting recognition using Tensorflow and Keras [An electronic resource]. – 2018. – URL: https://towardsdatascience.com/handwriting-recognition-using-tensorflow-and-keras-819b36148fe5 (Date of the application: 25.01.2018)

3 Build a Handwritten Text Recognition System using TensorFlow [An electronic resource]. – 2019. – URL: https:// towardsdatascience.com/build-a-handwritten-text-recognition-system-using-tensorflow-2326a3487cd5 (Date of the application: 15.06.2018)

4 Data sources [An electronic resource]. – 2018. – URL: https:// www.kaggle.com/sachinpatel21/az-handwritten-alphabets-in-csv-format (Data of the application: 16.02.2018)

5 Glassner E., Glubokoye obucheniye bez matematiki. T. 1: Osnovy / per. s ang. V. A. Yarotskogo. – M.: DMK Press, 2019. – p. 578

6 Методы оптимизации нейронных сетей [An electronic resource]. – 2017. – URL: https://habr.com/ru/post /318970/ (Data of the application: 07.10.2018)

МРНТИ 27.43.51
УДК 519.688

Е.Г. Неверова

Университет НАРХОЗ, г. Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СПРОСА НА КРЕДИТОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТОВ ЯЗЫКА R

Аннотация

В статье проводится исследование оценки спроса физических лиц на услуги кредитования, предоставляемые банками второго уровня в Республике Казахстан. Источником информации послужил портал открытых данных Национального банка Республики Казахстан. Статистическим инструментом исследования выбран анализ временных рядов, выполненный средствами, предоставляемыми языком статистической обработки данных R. Выводы, сделанные на основании приведенных данных, доказывают, что среда программирования R имеет все возможности для быстрого, простого и наглядного анализа временных рядов при использовании специализированных пакетов, в том числе пакета forecast. Прогнозирование временных рядов проведено методом экспоненциального сглаживания. Тренды, обнаруженные в рядах для различных видов потребительского кредитования, показывают общую тенденцию к нестабильности и некоторому снижению спроса на данный вид услуг.

Ключевые слова: потребительское кредитование, ипотечное кредитование, прогнозирование, временные ряды, пакет forecast, язык R.

Аңдатпа

Е.Г. Неверова
NARHOZ университеті, Алматы қ., Қазақстан

R ТІЛДІК ҚҰРАЛДАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ЖЕКЕ ТҰЛҒАЛАРДЫ НЕСИЕЛЕУГЕ СҰРАНЫС ДИНАМИКАСЫН ЗЕРТТЕУ

Мақалада жеке тұлғалардың Қазақстан Республикасындағы екінші деңгейлі банктер ұсынатын несиелік қызметтерге деген сұранысы зерттелген. Ақпарат көзі - Қазақстан Республикасы Ұлттық Банкінің ашық деректер порталы. Статистикалық зерттеу құралы статистикалық мәліметтерді өңдеудің тілінде берілген құралдармен орындалған уақытты талдауды таңдайды. Ұсынылған мәліметтерге негізделген тұжырымдамалар R бағдарламалау ортасы мамандандырылған пакеттерді пайдалану кезінде уақыт қатарларын жылдам, қарапайым және анық талдауға, болжам пакетін қоса алғанда. Уақыт қатарларын болжау экспоненциалды тегістеу әдісімен жүзеге асырылады. Тұтынушылық несиелеудің әртүрлі түрлерінің қатарында қалыптасқан тенденциялар тұрақсыздықтың жалпы тенденциясын және осы қызмет түріне сұраныстың аздап төмендеуін көрсетеді.

Түйін сөздер: тұтынушылық несиелеу, ипотекалық несиелеу, болжау, уақыт сериясы, forecast пакеті, R тілі.

Abstract

RESEARCH OF DYNAMICS OF DEMAND FOR LOANING OF INDIVIDUALS BY USING LANGUAGE INSTRUMENTS R

Neverova Ye.G.
NARHOZ University, Almaty, Kazakhstan

The article studies the assessment of the demand of individuals for lending services provided by second-tier banks in the Republic of Kazakhstan. The information source was the open data portal of the National Bank of the Republic of Kazakhstan. The statistical research tool selected time series analysis performed by the tools provided by the statistical data processing language R. Conclusions based on the data presented prove that the programming environment R has all the capabilities for quick, simple and clear analysis of time series when using specialized packages, including the forecast package. Time series forecasting is carried out by the method of exponential smoothing. Trends found in the ranks for various types of consumer lending show a general tendency towards instability and a slight decrease in demand for this type of service.

Keywords: consumer lending, mortgage lending, forecasting, time series, forecast package, language R.

В сфере банковской деятельности потребительскому кредитованию отведена особая роль, так как этот сектор является одним из основных источников дохода банков второго уровня. В свою очередь анализ данного явления дает неоценимую информацию о потребностях наших соотечественников, динамике и колебаниях спроса на товары и услуги. Поскольку Республика Казахстан является демократическим государством с открытым доступом к данным для всех граждан, Национальный банк РК предоставляет сведения, в частности, по всем параметрам кредитного рынка.

Бесценную информацию можно извлечь из таблицы «Опрос банков по кредитованию физических лиц», предоставленную Национальным банком РК, в которой приведены ответы банков на вопрос «Как изменился спрос физических лиц на кредиты за последние 3 месяца (каждого года), исключая сезонные колебания?». Период наблюдений с 2011-го по 2019-й год поквартально [1].

Это можно сделать с помощью парсинга страницы сайта. Информация предоставлена в виде Excel-таблиц, которые свободно считываются в среду R. Путем несложных преобразований получен датасет, содержащий 34 наблюдения в 9 переменных. Исходные данные содержат переменную времени (годы по кварталам), поэтому представляется возможным преобразовать исходные данные во временной ряд и вывести следующий график, дающий представление о колебаниях спроса на 3 самых востребованных направления кредитования: ипотечное, потребительское и автокредитование.

```
pass.ts %>%
autoplot(.,main = "График оценивания динамики кредитования физических лиц банками РК",xlab = "Период", ylab = "Кредиты")
```

График показывает, что, несмотря на существенные провалы в спросе на кредиты (в 2014, 2015, 2016 гг.), последние 2 года наблюдается положительная динамика практически всех направлений кредитования, за исключением ипотечного кредитования в валюте. Оживление данного рынка показывает, что наши соотечественники довольно уверенно чувствуют себя в восприятии долгового бремени.

Так как имеются поквартальные наблюдения, для дальнейшего исследования необходимо проверить временные ряды на сезонную цикличность. Для этого были выбраны три составляющих временного ряда, отражающие основные направления кредитования: ипотечное кредитование, потребительское кредитование и автокредитование. Наилучшим образом сезонные колебания можно выявить рассчитав показатели автокорреляции. Применим встроенную в пакет stats функцию acf() [2].

```
acf(ts.union(pass.ts[ ,1], pass.ts[ ,2],pass.ts[ ,3]), main="Проверка автокорреляции ")
```

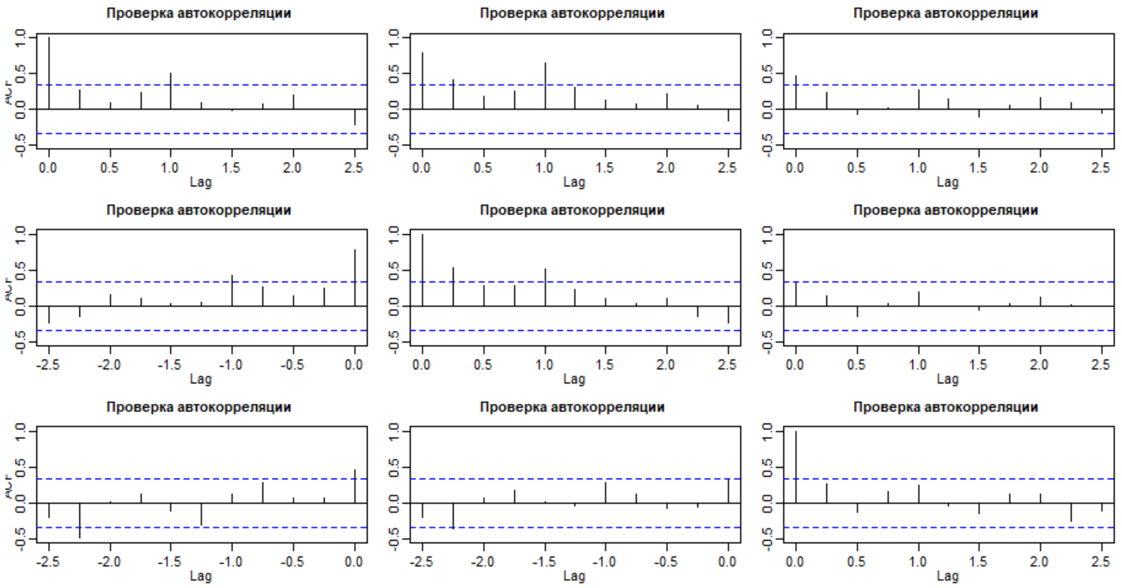
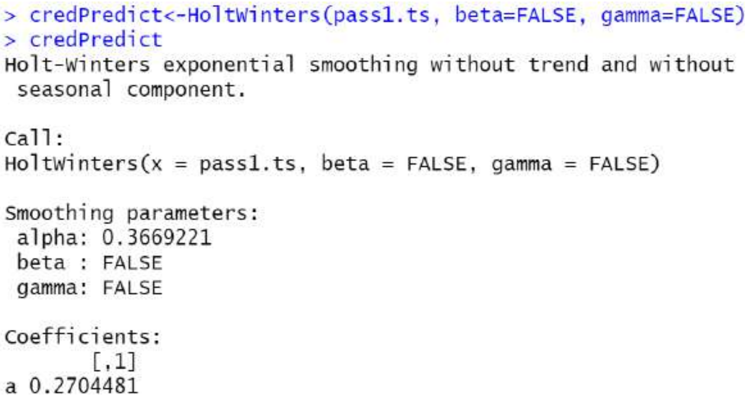


График сезонности временных рядов

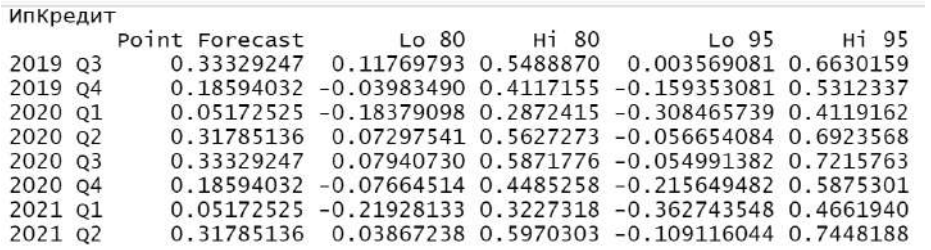
На графике в двух первых колонках, соответствующих ипотечному и потребительскому кредитованию, наблюдается довольно слабая годовая цикличность (она равна 4, так как мы имеем поквартальный интервальный ряд). Последний ряд, отражающий корреляции по автокредитованию, свидетельствует об отсутствии сезонности, возможно потому, что ряд содержит недостаточно данных, так как программа автокредитования была запущена в Республике Казахстан лишь в 2015 году. Исходя из внешнего вида графиков, определяем предполагаемые модели как аддитивные.

Чтобы верно рассчитать прогноз, оценим основные показатели на предмет аномальных колебаний, применив функцию HoltWinters() из пакета stats предназначенную для простого экспоненциального сглаживания [2].



```
> credPredict<-HoltWinters(pass1.ts, beta=FALSE, gamma=FALSE)
> credPredict
Holt-Winters exponential smoothing without trend and without
 seasonal component.

Call:
HoltWinters(x = pass1.ts, beta = FALSE, gamma = FALSE)

Smoothing parameters:
 alpha: 0.3669221
 beta : FALSE
 gamma: FALSE

Coefficients:
       [,1]
a 0.2704481
```

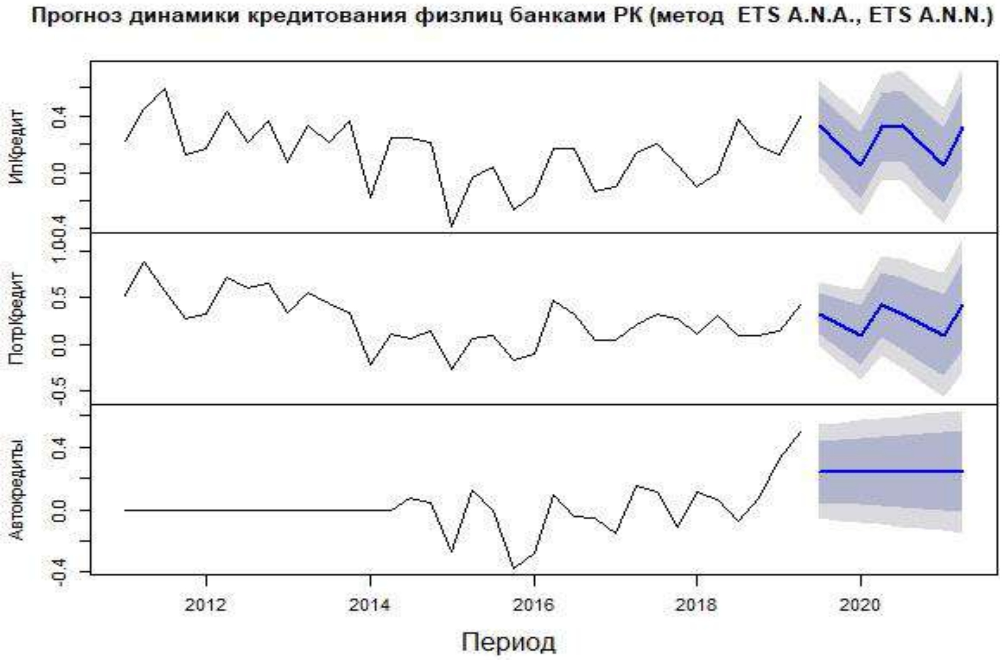
Выходные данные HoltWinters () показывают, что предполагаемое значение альфа-параметра составляет около 0,37. Это свидетельствует о том, что при построении прогноза пришлось довольно значительно сгладить временные ряды. Прогнозные значения вплоть до 2 квартала 2021 года можно увидеть в сгенерированной переменной credPredict$fitted. В подобном формате выводятся также показатели потребительского кредитования и автокредитования.



```
ИпКредит
        Point Forecast         Lo 80     Hi 80        Lo 95     Hi 95
2019 Q3     0.33329247  0.11769793 0.5488870  0.003569081 0.6630159
2019 Q4     0.18594032 -0.03983490 0.4117155 -0.159353081 0.5312337
2020 Q1     0.05172525 -0.18379098 0.2872415 -0.308465739 0.4119162
2020 Q2     0.31785136  0.07297541 0.5627273 -0.056654084 0.6923568
2020 Q3     0.33329247  0.07940730 0.5871776 -0.054991382 0.7215763
2020 Q4     0.18594032 -0.07664514 0.4485258 -0.215649482 0.5875301
2021 Q1     0.05172525 -0.21928133 0.3227318 -0.362743548 0.4661940
2021 Q2     0.31785136  0.03867238 0.5970303 -0.109116044 0.7448188
```

Мы можем построить график исходного временного ряда против прогнозов методом экспоненциального сглаживания (E.T.S.), используя обновленный в 2019 году пакет forecast [3] предназначенный для автоматического прогнозирования временных рядов с использованием многомерной модели:

```
plot(forecast(pass.ts), main=" Прогноз динамики кредитования физлиц банками РК (метод  ETS A.N.A., ETS A.N.N.)", cex=0.9,xlab="Период")
```



В заголовке графика показываются опробованные функцией ets() модели. Среди множества предлагаемых пакетом forecast методов прогнозирования (ARIMA, stlm, thetaf и др.), ETS является наиболее гибким и обобщенным, так как включает расчет ошибки, тренда и сезонности. Согласно таксономии, для экспоненциального сглаживания [4], тип ошибки показывает первая буква в аббревиатуре, вторая определяет тип тренда, а третья обозначает тип сезона. Для прогноза по ипотечному и потребительскому кредитованию функция ets() автоматически выбрала модель с некоторой сезонностью и аддитивной ошибкой (A.N.A.). Для автокредитования определено простое экспоненциальное сглаживание с аддитивными ошибками и (A.N.N.). Из выведенных прогнозов можно сделать вывод о сохранении неустойчивого состояния спроса на такие продукты банка как потребительское и ипотечное кредитование.

В 2020 году прогнозируется некоторое оживление интереса к данным услугам, хотя на более долгосрочную перспективу, показано сохранение тенденции к нестабильности. Спрос на услуги автокредитования медленно, но неуклонно будет снижаться.

Полученные прогнозы дают банкам инструмент для выстраивания эффективной кредитной стратегии, а инструментарий, предоставляемый языком R, делает возможным глубокое и всесторонне исследование.

Список использованной литературы:

1 Портал «Национальный Банк Казахстана». Динамические результаты обследования банков по качественным параметрам кредитного рынка. URL: https://nationalbank.kz/?docid=815&switch=russian. (дата обращения: 03.01.2020).

2 Документация по пакету stats с официального сайта «Пакет документации по R». – 2019.– URL: https://rdrr.io/r/stats/statspackage.html (дата обращения:03.01.2020).

3 Документация по пакету forecast с официального сайта CRAN. – 2019.– URL: https:// cran.r-project.org/web/packages/forecast/index.html (дата обращения:05.01.2020)

4 Rob J Hyndman, George Athanasopoulos. Forecasting: Principles and Practice. Chapter 7.4 A taxonomy of exponential smoothing methods. Textbook – 2018. URL: https://otexts.com/fpp2/taxonomy.html (дата обращения:05.01.2020)

МРНТИ 20.19.29
УДК 025.3/.4:(084+086)

С.А. Нугманова[1]*, М. Ерболат*[1]

[1]*Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫН ОҚЫТУДА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛЕРДІ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Бұл мақалада кәсіби емес қолданушыларға арналған қарапайым автоматика мен робототехника жүйесін құруға арналған аппараттық және бағдарламалық жасақтама бренді Arduino Uno микроконтроллерлардың роботты техника негіздерін мектеп оқушыларына оқытуда қолданудың алғышарттары қарастырылған. Мақалада мехатронды кешендерге қолданылатын Arduino аппараттық есептеу платформасының мүмкіндіктері қарастырылады. Arduino UNO тақтасын мысал ретінде пайдалану арқылы функционалды сипаттама мен техникалық сипаттамалар келтірілген. Тиісті тақталардың аппараттық құралдарына салыстырмалы талдау жасалды. Ардуино микропроцессорлық платформасын физикалық процестерді басқару саласында оқыту және жобалау үшін пайдалану перспективалары анықталған.

Мақалада Arduino, Raspberry Pi, Lego Mindstroms әр түрлі микроконтроллерлерді салыстырып, талдау жасай отырып, барлық микроконтроллерлердің арасында төменгі сынып оқушыларын оқытуда ең ыңғайлы Lego Mindstorms сызығындағы микроконтроллерлері, ал орта және жоғарғы сынып оқушыларын оқытуда Arduino микроконтроллерлерін қолданған дұрыс екендігі аны0талды. Mindstorms микроконтроллерлері нұсқаулықтармен, перифериямен, бөлшектермен және сенсорлармен бірге жиынтықта сатылады. Олардың корпусы тақшаның зақымдануынан қорғайды, ал көптеген балаларға таныс LEGO конструкторы бағдарламалаудың визуалды тілін пайдалана отырып, әртүрлі механизмдер мен роботтарды құруға мүмкіндік береді. Бұл жинақты бастауыш және орта сынып оқушылары оңай игере алады. Жоғары сыныптар Arduino-ның интегралданған ортасында программалау дағдыларын дамыта алады.

Түйін сөздер: робототехника, оқу үрдісі, Arduino Uno, Arduino Uno, Pro, Leonardo, Mega, Due, информатика пәні.

Аннатация

С.А. Нугманова[1]*, М. Ерболат* [1]

[1]*Казахский Национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы., Қазақстан*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ

В статье рассмотрены предпосылки использования бренда аппаратного и программного обеспечения Arduino Uno, которые необходимы при создании простейших систем автоматики и робототехники для непрофессиональных пользователей в обучении основам робототехники микроконтроллеров. В статье рассматриваются возможности аппаратной вычислительной платформы Arduino применительно к мехатронным комплексам. Приводится функциональное описание и технические характеристики на примере платы Arduino UNO. Составлен сравнительный анализ аппаратной части наиболее актуальных плат. Определены перспективы применения микропроцессорной платформ Arduino для обучения и проектирования в области управления физическими процессами.

В статье сравнивается различные микроконтроллеры Arduino, Raspberry Pi, Lego Mindstroms, на основе анализа делается вывод, что микроконтроллеры Lego Mindstroms наиболее удобные в обучении младших школьников, а в обучении учащихся средних и старших классов - микроконтроллеры Arduino. Микроконтроллеры Mindstorms продаются в комплекте с инструкциями, периферией, деталями и сенсорами. Их корпус защищает от повреждений, а знакомый многим детям конструктор LEGO позволяет создавать различные механизмы и роботы с использованием визуального языка программирования. Этот набор легко осваивают учащиеся начальных и средних классов. Старшие классы могут развивать навыки программирования в интегрированной среде Arduino.

Ключевые слова: робототехника, учебный процесс, Arduino Uno, Arduino Uno, Pro, Leonardo, Mega, Due, предмет информатики.

Abstract

TEACHING STUDENTS TO WTHE USE OF MICROCOMPUTER IN TEACHING STUDENTS

Nugmanova S.A.[1]*, Erbolat M.*[1]

[1]*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

This article discusses the prerequisites for using the Arduino Uno brand of hardware and software, which are necessary when creating simple automation and robotics systems for non-professional users in teaching the basics of microcontroller robotics. The article discusses the capabilities of the Arduino hardware computing platform as applied to mechatronic complexes. A functional description and technical specifications are given using the Arduino UNO board as an example. A comparative analysis of the hardware of the most relevant boards has been compiled. The prospects for the use of the Arduino microprocessor platform for training and design in the field of physical process control are determined.

The article compares various microcontrollers Arduino, Raspberry Pi, Lego Mindstroms. based on the analysis, it is concluded that Lego Mindstroms microcontrollers are the most convenient for teaching younger students, and for teaching middle and high school students - Arduino microcontrollers. Mindstorms microcontrollers are sold complete with instructions, peripherals, parts, and sensors. Their body protects against damage, and familiar to many children LEGO allows you to create various mechanisms and robots using a visual programming language. This set is easily mastered by primary and secondary school students. High school students can develop programming skills in the integrated Arduino environment.

Keywords: Robotics, educational process, Arduino Uno, Arduino Uno, Pro, Leonardo, Mega, Due, subject of computer science.

Қазіргі кезде біздің өмірімізді ақпараттық технологияларсыз елестету мүмкін емес. Н.Ә. Назарбаев «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты Қазақстан халқына Жолдауында «Әлемде кезекті, Төртінші өнеркәсіптік революция басталды. Біз енді алға батыл қадам басып, цифрлық технологияны қолдану арқылы құрылатын жаңа индустрияларды өркендетуге тиіспіз» деп атап көрсетті. Мемлекет басшысының тапсырмасымен IT салаларын дамыту мәселелері Үкіметтің басты бақылауында болып, бүгінде оқушыларды мектептен бастап осы салаға дайындау өзекті мәселелердің біріне айналып отыр. Робототехниканы мектептерде оқыту басталып жатыр, ал өнеркәсіптік роботтар кәсіпорындарда жиі қолданылуда. Осыған орай, мектептегі робототехниканы оқытудың барлық түрлерін жүзеге асыру өте маңызды.

Робототехника – математика, физика, информатика, технология, инженерия және т. б. негіздерін өзара ықпалдастыруды көздейтін пәнаралық элективті курс. Бұл курс – оқушылардың ғылыми-техникалық бағыттағы жеке білім беру қызығушылықтарын қанағаттандыратын, олардың шығармашылық әлеуетін барынша толық көрсететін ең маңызды тетіктердің бірі және жеке білім алу маршруты мен жасөспірімнің кәсіби өзін-өзі анықтауының құралы болып табылады [1].

Микрокомпьютердің атауы қарапайым компьютерге қарағанда әлдеқайда аз мөлшері бар компьютерді білдіреді. Негізінен мұндай компьютерлер бір платада орындалған және қарапайым компьютерлерге қарағанда архитектурасы қарапайым. Төменгі баға, икемді жүйе және әртүрлі платалардың көп саны оларды әуесқойлар мен қызығушылардың жобаларында танымал етті. Сондай-ақ микрокомпьютерлер оқу мақсаттарында да пайдаланылады. Электроника және робототехника әлемі бүгін өте қызықты жобалар жасауға мүмкіндік беретін қарапайым және өте ыңғайлы шешімдерге толы. Қазіргі таңда жасанды интелектті жобалауға арналған бірден-бір жол – Arduino платформасы. Бұл жобаның негізі – мамандандырылған тілде контроллер үшін код жазуға болатын базалық аппараттық модуль және бағдарлама, әрі ол бұл модульді қосуға және бағдарламалауға мүмкіндік береді.

Мақаланың мақсаты - Arduino аппараттық есептеу платформасының мүмкіндіктерін талдау, мысал ретінде Arduino UNO тақтасын қолдана отырып, функционалды сипаттамамен және техникалық сипаттамамен танысу, ең танымал Arduino тақталарының салыстырмалы сипаттамаларын құрастыру және осы құрылғыны қолдану перспективаларын анықтау. Arduino - бұл жеке компьютерлерден гөрі физикалық ортамен неғұрлым тығыз байланыста болатын электронды құрылғыларды жобалауға арналған құрал, бұл іс жүзінде виртуалдан тыс болмайды. Бұл бағдарламалық жасақтаманы жазудың заманауи ортасы бар қарапайым электрлік платаға салынған ашық бастапқы компьютерді қолдана отырып физикалық процестерді басқаруға арналған платформа. Arduino тақталары Atmel микроконтроллерлерінің негізінде жасалған, сонымен қатар бағдарламалау және басқа тізбектермен біріктіру үшін байланыстырушы элементтер. Тақталарда желілік кернеудің реттегіші +5 В немесе +3,3 В. Сағат 8, 16 немесе 87 МГц жиіліктерінде кварц резонаторымен жүзеге асырылады. Жүктегіш микроконтроллерге алдын-ала жанған, сондықтан сыртқы бағдарламашы қажет емес. Тұжырымдамалық деңгейде барлық тақталар RS-232 арқылы бағдарламаланған. Arduino интеграцияланған даму ортасы - бұл Java редакторы, платформаға бағдарлама редакторы, компилятор және тақтаға енгізілген модульді қосатын платформалы Java қосымшасы. Әзірлеу ортасы бағдарламалау тіліне негізделген және бағдарламалық жасақтамамен таныс емес бастаушылар үшін бағдарламалауға арналған. Қатаң айтқанда, бұл C ++ тілі, оны кейбір кітапханалар толықтырады.

Arduino - кәсіби емес қолданушыларға арналған қарапайым автоматика мен робототехника жүйесін құруға арналған аппараттық және бағдарламалық жасақтама бренді. Arduino - бұл электронды тақша, оған көптеген түрлі құрылғыларды қосуға және оларды Arduino-ның арнайы бағдарламалау ортасында жазылған бағдарлама арқылы осы құрылғылардың бірге жұмыс істеуін ұйымдастыруға болады.

Arduino контроллеріне қуат көзі келгенде оған жүктелген сол бағдарламаны орындау автоматты түрде басталады, егер бағдарлама жоқ болса немесе дұрыс жазылмаса, іркіліс болады, ол не команданы орындауды тоқтатады, не бағдарламаның кіріптарлығына әкеледі. Орындалатын бағдарламаның нөмірі жадының арнайы ұяшығында сақталады, ол команда санауышы деп аталады.

Arduino жобаларында қолданылатын бағдарламалау тілінің негізіне, төменгі деңгейдегі командалармен жұмысты, сондай-ақ күрделі объектілерді құруды қолдайтын ең кеңінен пайдаланылатын бағдарламалау тілдерінің бірі C++ жеңілдетілген түрде алынған. Arduino автономды автоматтандыру нысандарын құру үшін де, компьютердегі бағдарламалық жасақтамаға стандартты сымды және сымсыз интерфейстер арқылы қосыла алады.

Arduino және Arduino классикалық үйлесімді тақталары түйреуіш жолақтар арқылы жинауға арналған. Осылайша, базалық микропроцессор тақтасы қажетті сыртқы құрылғылармен және сыртқы байланыстармен толықтырылады. Мұнда стандартты ұзындықтағы тақталар жиынтығы («Uno», «Pro», «Leonardo») және түйрегіштердің кеңейтілген жиынтығы бар тақталар («Mega», «Due») бар. Ұзартылған стандартты карталарды кеңейтілген процессор карталарында да орнатуға болады [2].

Arduino-ның стандартты конструкцияларына қосымша, үшінші тараптың әзірлеушілері тек сәулеттік және бағдарламалық үйлесімділікті сақтай отырып, көптеген миниатюралық клондарды жасады. Осы клондардың ішінде Microduino өнімінің желісі ерекшеленеді. Сызық құрамына құрылымдық үйлесімді процессор модульдерінің, байланыс модульдерінің, сенсорлардың және қоздырғыштардың жиынтығы кіреді, олар классикалық Arduino модульдерінің диапазоны сияқты жақсы. Arduino сияқты, тақталарды құрастыру қадаларда орындалады. Сызық екі түпнұсқалық дизайнмен жиектелген:

- миниатюралық коллеттік пин желілерінде қосылыстары бар ашық қорап («Microduino Upin27 сериялы сауда маркасы»). Тақталардың өлшемдері 25 * 28 мм.
- Lego дизайнерлерімен үйлесімді серіппелі контактілерде электр механикалық байланысы бар және Lego дизайнерлерінің стилінде («Microduino mCookie Series» сауда маркасы).

Arduino Uno - Бұл контроллер ATmega328-де жасалған. Платформада 14 сандық кіріс / шығыс (оның 6-уын PWM шығысы ретінде пайдалануға болады), 6 аналогты кіріс, 16 МГц кристалды осциллятор, USB коннекторы, қуат қосқышы, ICSP қосқышы және қалпына келтіру түймесі бар. Жұмыс істеу үшін платформаны компьютерге USB кабелі арқылы жалғау керек немесе айнымалы / тұрақты ток адаптері немесе батареяны қолданып қуат қолдану керек. 1-тақта тақтаның жалпы көрінісі және жеңілдетілген электр схемасы көрсетілге.

Arduino техникалық жабдықтау платформасы нақты мехатрондық жүйелер мен роботтарды жобалаудың оқу процесіне өте ыңғайлы, нақты бағдарламалау ортасы және физикалық процестерді нақты уақытта бақылау мүмкіндігі арқасында. Ірі жобаларды әзірлеуге және оларды кешенді автоматтандыруға байланысты күрделі техникалық мәселелерді шешуде анағұрлым қуатты Arduino (Due) тақталары қолданылады.

Arduino микроконтроллерлері оларда алдын-ала орнатылған жүктеуішінің болуымен ерекшеленеді (ағылшынша bootloader). Бұл жүктегішті қолдана отырып, қолданушы дәстүрлі бөлек бағдарламалық жасақтаманы пайдаланбай-ақ өз бағдарламасын микроконтроллерге жүктейді. Жүктеу құралы компьютерге USB интерфейсі (егер ол бортта болса) немесе бөлек UART-USB адаптерін қолданып қосылады. Жүктеушіге қолдау көрсету Arduino IDE-ге енгізілген және бір рет басу арқылы жүзеге асырылады. Жүктегішті қайта жазған немесе жүктеусіз микроконтроллер сатып алған жағдайда, әзірлеушілер жүктеушіні микроконтроллерге өздігінен жыпылықтау мүмкіндігін ұсынады. Ол үшін Arduino IDE бірнеше танымал арзан бағдарламашыларға қолдау көрсетті, және Arduino тақталарының көпшілігінде тізбектегі бағдарламалауға арналған қосқыш бар (ICR үшін AVR, JTAG немесе ARM үшін SWD). Arduino IDE өзінің жеке аппараттық және бағдарламалық платформаларын құра алады. Бұл мүмкіндікті Arduino IDE-ге тақталар мен құрастырушы-жүктеушілер жиынтығын қосқан үшінші тараптар қолданады [3].

Arduino - бұл интерактивті электрондық құрылғыларды тез құруға арналған ашық жинақтағыш және ашық бастапқы бағдарламалық жасақтама деп аталатын қарапайым ашық платформа. Оны өздерінің дамуын кішігірім жобаларды жедел жүзеге асырудың платформасы ретінде көрсеткен энтузиастар тобы құрды. Arduino Atmel микроконтроллерлеріне негізделген және аналогтық және цифрлық сенсорлардан сигналдарды қабылдау, әртүрлі қозғағыштарды басқару және әртүрлі интерфейстерді қолданып компьютермен ақпарат алмасу үшін қолданылады.

Arduino бағдарламалық жасақтамасы барлық кең таралған операциялық жүйелерде жұмыс істейді: Windows, Macintosh OS X және Linux, ал көптеген басқа құрылғылар бір жүйемен (Windows немесе Linux) шектелген. Үшіншіден, қарапайым және түсінікті бағдарламалау ортасы - Arduino ортасы - уақытты үнемдейтін жаңа қолданушылар үшін де, тәжірибелі әзірлеушілер үшін де қолайлы. Arduino бағдарламалық жасақтамасын тәжірибелі қолданушылар өзгерте алады, өйткені бүкіл жоба бастапқыда кеңейтілетін ашық архитектураны қамтиды. Микроконтроллердің мүмкіндіктерін мүмкіндігінше толық және тиімді пайдаланғысы келетін пайдаланушылар кез-келген үшінші тарап компиляторлары мен тізбектегі бағдарламалаушыларды шектеусіз қолдана алады. Бұл іске асырудың сәтті болғаны соншалық, ол күнделікті өмірде ойыншықтар жасау кезінде, сонымен қатар робототехника әуесқойлары арасында кеңінен таралды. Соңғы уақытта мамандар қазіргі кездегі мәселелерді жылдам шешу үшін Ардуиноны көбірек қолданады. Arduino негізіндегі әзірлемелерді қолдауға бағытталған көптеген интернет-ресурстар бар, соның ішінде орыс тілінде. Төмендегі суретте Arduino тақшаларының бірі - Arduino Uno көрсетілген (Сурет 1).

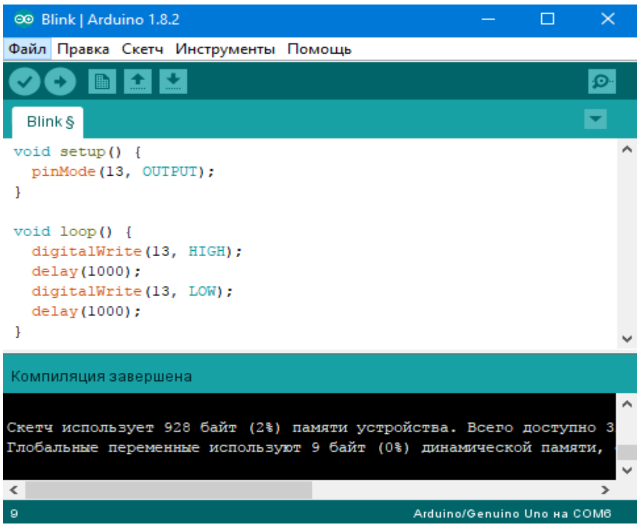
Сурет 1. Arduino Uno контроллері

Тақшаға арнайы дайындалған сымдарды қосып және түрлі элементтерді қосуға болады. Көбінесе, элементтерді біріктіру үшін дәнекерлеу жоқ макеттік тақша қолданылады. Жарық диодтар, датчиктер, батырмалар, қозғалтқыштар, байланыс модульдері, реле қосуға болады және ақылды құрылғылардың қызықты жобаларының жүздеген нұсқаларын құрастыруға болады. Arduino тақшасы - бұл ақылды розетка, оны бағдарламалауға байланысты барлық қосылған құрылғыларды қосады және өшіреді [4].

Жобадағы барлық жұмыс келесі кезеңдерге бөлінеді:

- Идеяны ойлап табамыз және жобалаймыз.
- Электр схемасын жинаймыз. Мұнда элементтерді орнатуды жеңілдететін макеттік тақша қажет. Әрине, электронды аспаптармен жұмыс істеу дағдысы және мультиметрді қолдана білу қажет.
- Arduino тақшасын компьютерге USB арқылы қосамыз.
- Бағдарлама жазамыз және оны Arduino арнайы бағдарламалау ортасында экранда бір батырманы басу арқылы тақшаға жазамыз.
- Компьютерден ажыратамыз. Енді құрылғы автономды түрде жұмыс істейтін болады-қуат қосылған кезде, ол біз оған жазған бағдарламамен басқарылады.

Бағдарлама және бағдарламалау ортасы төмендегідей түрде болады (Сурет 2):



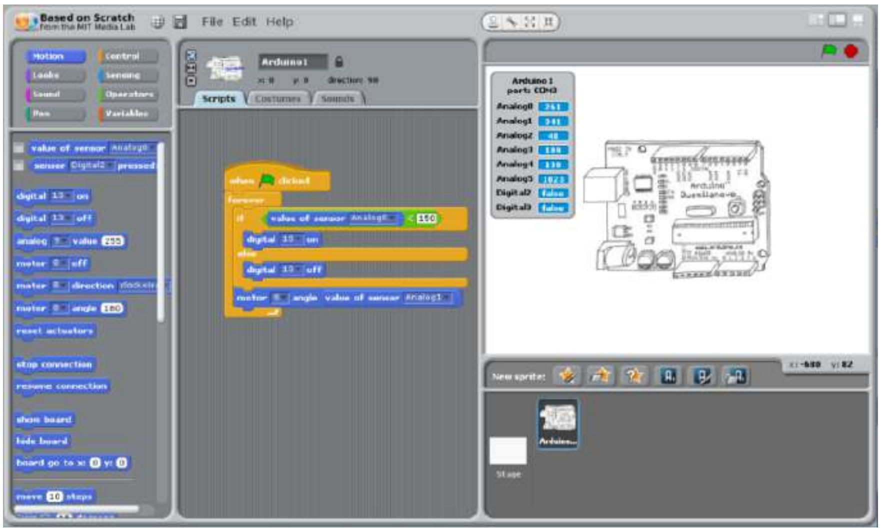
```
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(1000);
}
```

```
Скетч использует 928 байт (2%) памяти устройства. Всего доступно 3
Глобальные переменные используют 9 байт (0%) динамической памяти,
```

Сурет 2. Arduino IDE бағдарламалау ортасы

Arduino-да бағдарлама мәтіні "скетч" деп аталады. Экранда көрсетілген бағдарлама орындалғанда Arduino uno платасында 13 кіріске қосылған шам жыпылықтайды. Көріп отырғанымыздай, бағдарлама өте қарапайым нұсқаулардан тұрады. Arduino бағдарламалау тілінде C++ тілінің диалектісі қолданылады, бірақ C++ барлық мүмкіндіктерін қолдайды [5].

Программа кодын жазудың басқа нұсқасы бар – ол визуалды редактор. Мұнда ештеңе жазудың қажеті жоқ - блоктарды жылжыту арқылы олардан қажетті алгоритм құруға болады. Бағдарлама тінтуір батырмасын бір рет басу арқылы іске қосылған тақшаға жүктеледі (Сурет 3).



```
when clicked
forever
  if value of sensor Analog0 < 150
    digital 13 on
  else
    digital 13 off
  motor 0 angle value of sensor Analog1
```

Сурет 3. Scratch бағдарламалау ортасы

Визуалды ортаны төменгі сынып оқушыларына қолдану ұсынылады, ал жоғарғы сынып оқушыларына бірден Arduino-ны үйреткен дкрыс – бұл өте қарапайым, сонымен қатар C++ тілінде программалау білімдерін кеңейтіді. Кез келген роботтың мәні – бұл процессорлық базасы және бағдарламасы (немесе бағдарламалар жинағы) бар аппараттық құралдар.

Сондықтан, бағдарламалау тіпті ең қарапайым роботты құру процесінің ажырамас элементі болып табылады. Оқушылар Arduino модулін бағдарламалауды үйренгеннен кейін, қатарына роботтар да жататын қызықты және пайдалы электронды құрылғыларды құруға дайын болады [6]. Әр түрлі микроконтроллерлерді салыстырып мына кестеде көрсетуге болады (Кесте 1).

Кесте 1. Әр түрлі микроконтроллерлерді салыстыру кестесі

Микроконтроллер атауы	*Визуальды программалық тілді қолдау*	*Қолданылу аясы, кімдер қолдана алады*
Arduino	*Бар*	*Кәсіби емес пайдаланушылар, жоғары сынып оқушылары мен студенттер*
Raspberry Pi	*Жоқ*	*Студенттер, өзбетімен қызығушылар*
Lego Mindstroms	*Бар*	*Бастауыш, орта сынып оқушылары*

Кестеден байқағанымыздай барлық микроконтроллерлердің арасында оқытудағы ең ыңғайлы Mindstorms сызығындағы микроконтроллерлер. Олар нұсқаулықтармен, перифериямен, бөлшектермен және сенсорлармен бірге жиынтықта сатылады. Олардың корпусы тақшаның зақымдануынан қорғайды, ал көптеген балаларға таныс LEGO конструкторы бағдарламалаудың визуалды тілін пайдалана отырып, әртүрлі механизмдер мен роботтарды құруға мүмкіндік береді. Бұл жинақты бастауыш және орта сынып оқушылары оңай игере алады.

Жоғары сыныптар Arduino-ның интегралданған ортасында программалау дағдыларын дамыта алады. Arduino жиынтықта да, бөлек де жасалады. Arduino архитектурасы ерекше назар аударуға тұрарлық, ол өзіне жазылған бағдарлама бірден іске қосылады, платадағы жалғыз кнопка-қайта жүктеу батырмасы. Ол бағдарламаның жұмысын қосуға және өшіруге мүмкіндік беретін Arduino бағасы Mindstorms қарағанда әлдеқайда арзан. Raspberry Pi, әлдеқайда қуатты құрылғы ретінде күрделі жобаларда пайдалану орынды.

Қорытынды

Сонымен, жоғарғы сынып оқушылары Arduino жобасымен танысқаннан соң оқушылар робот жасауды өзінің болашақ мамандығы ретінде таңдауы мүмкін. Бағдарламалық қамтамасыздандыру бөлігі программаларды жазуға, оларды компиляциялауға және бағдарламалық қамтамасыз етуге арналған ақысыз бағдарламалық қамтамасыздандыру қабатынан (IDE) тұрады. Толығымен ашық жүйенің архитектурасы Arduino өнімін еркін көшіруге немесе толықтыруға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *Назарбаев Н.Ә. «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» Қазақстан халқына Жолдауы, 31 қаңтар 2017ж.* http://www.akorda.kz

2 *Arduino для начинающих волшебников / М. Банци. – М.: Рид Групп, 2012. – 128 с. – (Один дома).*

3 *Arduino, датчики и сети для связи устройств / ИгоТ.: Пер. с англ. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. 544 с.*

4 *Наука. Энциклопедия. – М.: «РОСМЭН», 2001. – 125 с.*

5 *Ньютон С. Брага. Создание роботов в домашних условиях. – М.: NT Press, 2007, 345 стр.*

6 *ПервоРобот NXT 2.0: Руководство пользователя. – Институт новых технологий.*

МРНТИ 55.30.03
УДК 621.865

Н.М. Нуруллаев[1], Д.А. Турғунбоев[1], Е.Н. Жолдасов[1]

[1]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

КЕДІР-БҰДЫРЛЫ ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІ ҚАРМАУҒА АРНАЛҒАН МАНИПУЛЯТОРЛАРДЫ ЖЕТІЛДІРУ МҮМКІНШІЛІКТЕРІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Манипуляторлар тапсырмаларды жеңілдету немесе адамдар үшін мүмкін емес, қауіпті немесе қиын деп саналатын міндеттердің қаупін азайту үшін әртүрлі мақсаттарда қолданылады. Роботты қол әр түрлі тапсырмаларды орындау үшін әр түрлі аяқтаушы қондырғылармен жабдықталуы мүмкін. Қармау саусақтары - манипуляторлар үшін жиі қолданылатын құралдардың бірі.

Осы мақалада қатты кедір-бұдырлы денелерді ұстайтын манипуляторлар модельдері негізінде жаңа роботтандырылған қармау саусақтарын модельдеу процестеріне талдау жасалды. Сәйкес ғылым салалары бойынша ғылыми әдебиеттерге шолу жасалды. Қолжетімді материалдар мен электрмеханикалық аспаптар, әр түрлі датчиктерді қолданып, өнімнің массасы мен өлшемдері, сондай-ақ, ақырлы өзіндік бағасын төмендету мүмкіншіліктеріне баға берілді.

Осы күнге дейін әзірленген аналогтар жұмысын тиімсіз ететін сыртқы сипаттамалар талданды. Модельдеу SolidWorks бағдарламалық кешені арқылы жүзеге асырылды.

Түйін сөздер*:* манипулятор, қармау, роботтандырылған саусақтар.

Аннотация

Н.М. Нуруллаев[1], Д.А. Тургунбоев[1], Е.Н. Жолдасов[1]
[1]Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАНИПУЛЯТОРОВ ЗАХВАТА ГРУБЫХ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Манипуляторы используются для различных целей, чтобы упростить выполнение задач или снизить риск выполнения задач, которые считаются невозможными, опасными или трудными для человека. Роботизированный манипулятор может быть оснащен различными типами конечных эффекторов для выполнения разнообразных задач. Захваты являются одним из наиболее часто используемых инструментов для манипуляторов.

В данной статье было сделан анализ моделирования новых роботизированных пальцев захватывания, основываясь на моделях схватывающих грубых твердых тел манипуляторов. Проведен литературный обзор в соответствующих отраслях научных исследований. Оценена возможности минимизировать габаритов и массы, также конечную себестоимость продукта, использованием доступных материалов и электромеханических приборов, различных датчиков.

Анализированы внешние характеристики, делающие неэффективными ранее разработанных аналогов. Моделирование релизовалось с использованием программного комплекса SolidWorks.

Ключевые слова: манипулятор, захват, роботизированные пальцы.

Abstract

EVALUATION OF POSSIBILITIES TO IMPROVE RIGID BODIES

Nurullayev N.M. [1]*, Turgunboyev D.A.* [1]*, Zholdassov Ye.N.* [1]
[1]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Manipulators are used for various purposes in order to simplify tasks or reduce the risk of tasks that are considered impossible, dangerous or difficult for humans. The robotic arm can be equipped with various types of end effectors to perform a variety of tasks. Grips are one of the most commonly used tools for manipulators. This article discusses the analysis of modeling new robotic gripping fingers, based on models of gripping gross rigid bodies of manipulators. A literature review was conducted in the relevant branches of scientific research. The ability to minimize dimensions and masses, as well as the final cost of the product, using available materials and electromechanical devices, various sensors, is evaluated. The external characteristics that make the previously developed analogues ineffective are analyzed. Modeling was released using the SolidWorks software package.

Keywords: manipulator, finger grip, robotic fingers.

Жасанды қол және аяқты жасаумен адамдар алғашқы роботтар пайда болғанға дейін айналысқан және қазіргі уақытқа дейін айналысып келеді. Бірақ, иығынан бастап қолынан айырылған адамға арналған заманауи протезді жаңа интеллектуалды роботтардың манипуляторымен салыстырса, бұл екі механизмнің функционалды мүмкіндіктері бірдей екені анықталады. Бұл механизмдерді басқару әдістері өте ұқсас екені анықталды. Қазіргі уақытта протездеу техникасы мен робототехниканың автоматты манипуляциялық құрылғыларды жасаумен айналысатын бөлімі бір-бірін толықтырып, жетілдіріп, параллель дамып келе жатыр. Осылай робототехника тағайындалған функционалды мүмкіндіктері арқылы аяқ-қолдың ең аз өлшемі мен массасын қамтамасыз ететін протездеу әдістерін алған. Сонымен қатар, робототехниканың дамуы механикалық конструкцияларға арналған жаңа кішкентай және жеңіл жетектерді жасауға алып келді. Бұл автоматиканың шағын өлшемді элементтерін пайдалану арқылы протезтерді жаңдандыруға мүмкіндік ашты. Сонымен робот жасаудағы прогресс протездеу техникасына жаңа идеялар алып келеді [1].

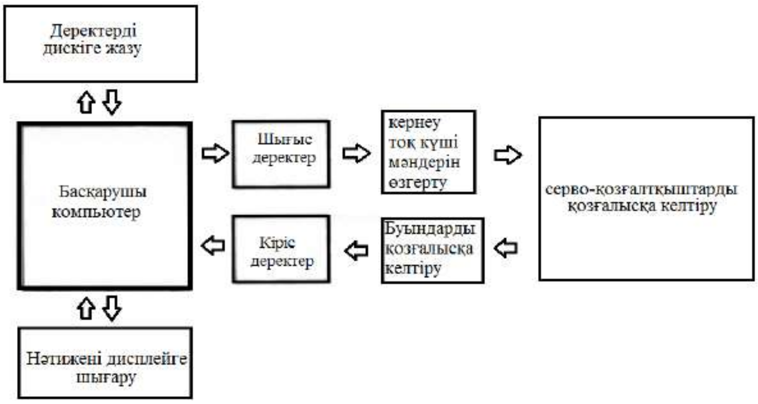
Қазіргі уақытта робототехникалық жүйенің барлық элементтерінің арасында ерекше көңіл өндірістік роботтардың механикалық қолдарына бөлінеді. Бұл тарауда роботтардың механикалық қолдарының жұмысын басқару құрылғылары және әдістері түсінікті түрде талқыланады. Басқарудың негізгі принциптерін түсіндіру нақты техникалық шешімдер мысалдарымен сипатталған. Механикалық қолдың жұмысын басқарудың барлық белгілі әдістері позициялық және күш кезеңді басқаруды қолданады. Күштік басқару қазіргі уақыттағы роботтарда қолданылмаса да зерттеушілердің назарында. Күштік басқаруға деген қызығушылық өндірістік роботтарға бейімделгіштік элементтерді беру арқылы айтарлықтай мүмкіндіктерін кеңейту мүмкіндігін беретіндігінде. Мұндай күштік басқаруы бар роботтар өнеркәсіптің өндіріс цехтарында пайда болды да. Позициялық басқару әдетте жетекті басқару үшін сервожүйелерді пайдаланумен байланысты. Басқару тұрғысынан өндірістік роботтың қолы көптеген жылмалылық дәрежелері бар күрделі көпбуынды кинематикалық механизм болып табылады.

Қазіргі таңда робот-манипуляторлар тек жаңа дамып келе жатқан зерттеу саласы ретінде ғана емес, сонымен қатар көп мақсаттарда қолданылатын инструмент ретінде, ғалымдар, инженерлер тіпті дәрігерлердің қызығушылығын тудырып отырған маңызды салалардың бірі болып келеді. Әр түрлі жағдайларға және қолданысына байланысты манипуляция жасау мен қармаудың кең анықтамалары бар. Жалпы алғанда, механикалық манипуляцияны объектіні қозғалысқа келтіріп немесе диформацияға ұшрататын, күш немесе айналу моментінің әсері деп анықтама беруге болатын болса, онда объектіні ұстауды- қармау деп атауға болады. Әдетте, манипуляторлардың қолданыс аймағына байланысты, әртүрлі түрлері болады. Манипуляторлармен жасалатын ең көп таралған процедуралардың бірі - қармау. Қармаудың түрін таңдау барысында манипулятордың жылдамдығы, объектінің пішіні, салмағы және басқа да мінездемелер маңызды фактор болып табылады. Алайда, кейбір ақылды қармауыштар жалпы мақсатқа және әртүрлі пішіндегі заттарға арналған. Күнделікті өмірде адамдар (кейбір жануарлар) заттарды қармау үшін қолдың көп санды конфигурацияларын қолданады. Заттардың пішініне қарай қармау кезінде саусақтар мен қолдың жеке буындарының орналасуы әртүрлі болады. Сондықтан да құрастыру мен жоспарлау барысында зерттелінді механикалық жүйенің көп буынды, әрі еркіндік дәрежесі жоғары болатындығын ескеру қажет болады. Өйткені, нашар әзірленген конструкция роботтың негізгі бөлігіне немесе датчиктерге зақым келтіріп, артық шығындарға себеп болуы мүмкін [2].

Әдетте қармау үшін жобаланған роботтардың буындары қармауға дейін белгілі бір нақты орналасуға ие болады да, соңынан «ішке қарай жабылу» арқылы денені қармайды. Осы принциппен жұмыс жасайтын роботтарда саусақтар саны есептің мақсатына қарай екі немесе одан да көп болады. Егер саусақтар жазық емес, кедір-бұдырлы қатты денені қармайтын болса, онда қажетті болатын ең аз саусақтар саны 3-ке тең. Бұл кезде параллель осьдердегі екі саусақтар бір-біріне қарай сызықтық орын ауыстырулар арқылы тартылады немесе алыстайды [3]. Әдетте әзірленетін роботтың қармау әдісі, дизайны және тәжірибелік сынақтан өту түрлеріне қарай көп уақытты талап етуі мүмкін, бірақ нарық жылдам жобалау әдістерін талап етеді [4]. Сондықтан да саусақтарды автоматтандырылған жобалау әдісімен әзірлеу тікелей нарықтық талаптарға сәйкес болу мәніне ие [5].

Сурет 1. Қармауға арналған манипуляторлардың саусақ санына байланысты түрлері

Қармауға арналған роботтандырылған қолдардың көпшілігі «жабық-бұрышты немесе еріксіз жабылатын» конструкцияларан тұрады [6]. Бұл терминдер алғаш рет [7] жұмыстағы зерттеулерде қолданылған. Ал [8] жұмыста осы конструкциялар алғаш рет роботтандырылған қармауға арналған манипуляторларда қолданылған. Бұдан кейін де жабық пішін мен еріксіз жабылу терминдерін роботтандыру бойынша жүргізілген зерттеулердің барлығына жуығы қолданды.



Сурет 2. Манипуляторды басқару жүйесінің блок-схемасы

Қармауға арналған конструкция негізгі екі бөліктен тұрады: қол және саусақтар [9]. Қол, әдетте, есептің шарттарына қарай еркіндік дәрежесі 2-ден 15-ке дейін болатын бірнеше буыннан тұратын манипулятор, ал саусақтар қолмен қатаң, сызықты немесе айналмалы қозғалатын буын арқылы байланысқан басқа еркіндік дәрежесі жоғары буындар тобынан тұратын манипулятор болып табылады. Қолмен бекітілу тәсілі мен саусақтар санының артуына байланысты жүйенің еркіндік дәрежесі арта береді, демек, есептің кинематикасы да күрделене түседі. Бұл кезде буындар тобының жұмыс барысында бір-біріне және қолға немесе роботтың негізгі бөлігіне зақым келтіруінің алдын алу керек. Сондай-ақ, мұндай буындар тобы үшін ауырлық центрінің ассимметриялы орналасуы өте маңызды [10].

Сурет 3. Еркіндік дәрежесі 10-ға тең үш буынды қармау саусақтары

Конструкцияның массасы мен өлшемін азайту үшін саусақтар санын азайту, сонымен қатар, беріктіктері ұқсас, бірақ қолжетімді әрі жеңіл металлдар мен металлдар қорытпаларын, көміртекті-пластиктерді, т.б. қолдану қажет. Конструкция элементтерінің функционалдық конфигурациясына шектеу жасамайтындай етіп буындар саны мен олардың еркіндік дәрежелерін азайту – жобалау барысында аз санды жетекші буындарды қалдыруға мүмкіндік береді. Ал бұл өз кезегінде қозғалтуға арналған электромеханикалық құрылғыларды аз пайдалануға мүмкіндік бере отырып, ақырлы өнімнің өзіндік бағасын төмендетеді. Ал конструкция өлшемін кішірейту және массасын азайту жоғарыда аталған электрмеханикалық құрылғылардың жұмыс қуаттылығын азайта отырып, қолжетімді арзан аналогтарды қолдануға жол ашады.

Қорытынды. Қармаушы құрылғыны жобалау үшін бірнеше факторлар мен талаптарды ескеру қажет. Түзілуі тиіс күш пен айналу моментінің шамасы негізгі факторлардың бірі болып табылады. Сонымен қатар, нысанын геометриясы, материалы, қаттылығы және салмағы жайлы ақпарат болуы қажет, олар қармау түрін жобалау және таңдау кезінде маңызды сипаттамалар болып табылады. Қармау тақырыбы бойынша шетелдік және отандық ғылыми жұмыстар мен зерттеу жұмыстарына әдеби шолу жасалды. Қармау тәсілдеріне қарай мейлінше оңтайландырылған әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктері талданды. Конструкция беріктігін арттыру және өлшемдері мен массасын, сондай-ақ, ақырлы өнімнің өздік бағасын төмендетуге арналған ұсыныстар ұсынылды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Накано Э. Введение в робототехнику: пер. с япон. –М.: Мир, 1988. -334 с., ил.

2 Causey G.C., Элементы ловкости на производстве, 1999.-201 с.

3 Kurfess T.R. Руководство по робототехнике и автоматизации, CRCPress. 2004.-97 с.

4 Чжан М.Т. , Голдберг К. Проектирование роботизированных захватов: оптимальные краевые контакты для выравнивания деталей. Robotica , 25, 2007. С. 341.

5 Веласко Дж., В.Б., Ньюман В.С. Компьютерная настройка захвата и крепления с использованием технологии быстрого прототипирования. 1998 IEEE Международная конференция по робототехнике и автоматизации, 1998. Труды. 1998. Proceedings, vol. 4. С. 3658 – 3664.

6 Нгуен В.-Д.Построение захватов с принудительным закрытием. 1986 IEEE Международная конференция по робототехнике и автоматизации. Труды. 1986. С. 1368 – 1373.

7 Reuleaux F. Кинематика машин: основы теории машин, Макмиллан и компания. 1976.-155 с.

8 Солсбери Дж. К., Кинематический и силовой анализ суставных кистей, 1985.-105 с.

9 Бикки А.О замыкательных свойствах роботизированного захвата. Int. J. Robot. Местожительство, 1995. С. 319 – 334.

10 Лю С. , Карпин С.Глобальное планирование с использованием треугольных сеток. IEEE Международная конференция по робототехнике и автоматизации, ICRA. 2015. С. 4904 – 4910.

МРНТИ 49.38.49
УДК 002.6:004.65

Ж.Н. Оразбеков[1], А.Қ. Мошкалов[1], Қ.Ж. Сабраев[1]

[1]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

КОРПОРАТИВТІК ПОРТАЛ ОРТАСЫНДА ӨНДІРІС ДЕРЕКТЕРІН ӨҢДЕУ МЕН АЛМАСУ ПРОЦЕССІНДЕ КЕЗЕКТІ БАСҚАРУ АЛГОРИТМІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа

Қазіргі таңда ұсақ кәсіпорындардың бірлестіктерге бірігу процесстері белсенді өтіп жатыр. Бірлестіктердің ақпараттық жүйесі дұрысында бірнеше аумақтық бөлінген бөлімдердің жұмысын қамтамасыз етуі керек.

Автоматтандыру процесі болашақ ақпараттық жүйеге кәсіпорын қызметін және негізгі ұсыныстарды әзірлеуді талдаудан басталады. Осыдан кейін ғана сол әлде басқа дайын жүйені таңдау немесе жеке істеп шығару мәселесі шешіледі. Бұл жағдайда базалық бағдарламалық және аппараттық қамтамасыз ету, ақпараттық жүйенің функционалдық құрылымын жобалау, бөлінген деректер қорын жобалау және оның жұмыс істеу параметрлерін есептеу секілді бірқатар мәселелерді шешу керек. Бұл мақалада бірнеше бөлімшелері бар кәсіпорындарға арналған мамандандырылған корпоративті мәліметтер сақтайтын орынды басқарудың топологиялық моделін құру, модельде негізгі топологиялық объекттер түрінде өндірістік мәліметтерді жіберу арналары мен орта компоненттері, корпоративті мәліметтерді өңдеу мен алмасу процесінде кезектерді тиімді басқару алгоритмі мен математикалық моделі туралы баяндалған. Аталған модель корпоративті портал мәліметтермен ауысу және оларды өңдеу процесіндегі қосымша функция нәтижесі сипаталған.

Түйін сөздер: деректер ағыны, топология, имитация, модель, портал.

Аннотация

Ж.Н. Оразбеков[1], *А.Қ. Мошкалов*[1], *Қ.Ж. Сабраев*[1]
[1]*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан*

ОПТИМИЗАЦИЯ ОЧЕРЕДНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ И ОБМЕНА ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ДАННЫМИ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА

Процесс автоматизации начинается с анализа деятельности предприятия и выработки основных рекомендаций к будущей информационной системе. Только после этого решается вопрос выбора той или иной готовой системы или разработки собственной. В этом случае, приходится решать целый ряд проблем таких как, выбор базового программного и аппаратного обеспечения, проектирование функциональной структуры информационной системы, проектирование распределенной базы данных и расчет параметров ее функционирования. В данной статье описывается топологическая модель управления специализированным предприятием управления корпоративным хранилищем данных, средства и компоненты передачи производственных данных в виде ключевых топологических объектов, алгоритм и математическая модель эффективного управления очередями в процессе обмена и обмена корпоративными данными. Эта модель описывает результат выполнения дополнительной функции в процессе передачи и обработки данных корпоративного портала.

Ключевые слова: поток данных, топология, имитация, модель, портал.

Abstract

OPTIMIZATION OF ANOTHER MANAGEMENT ALGORITHM IN THE PROCESS OF PROCESSING AND EXCHANGE OF PRODUCTION DATA IN THE ENVIRONMENT OF THE CORPORATE PORTAL

Orazbekov Zh.N. [1], *Moshkalov A.K.* [1], *Sabraev K.Zh.* [1]
[1]*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

Now actively there are processes of integration of small enterprises into corporations. Information system of the Corporation usually needs to provide work of several geographically dispersed units. The automation process begins with an analysis of th company's activities and formulate basic recommendations for a future information system. Only then the question of choosing a ready-made system or develop their own. In this case, it is necessary to solve a number of problems such as the choice of base software and hardware, design of the functional structure of the information system, designing distributed databases, and calculation of parameters of its functioning. This article describes the topological model of managing a specialized enterprise for managing a corporate data warehouse, tools and components for transmitting production data in the form of key topological objects, an algorithm and a mathematical model for efficient queue management in the process of exchanging and exchanging corporate data. This model describes the result of performing an additional function in the process of transferring and processing corporate portal data.

Keywords: Data flow, topology, simulation, model, portal.

Бастапқы кезеңдерде өндірістік деректердің ағынының түрлерін сипаттайтын параметрлер анықталады. Олар коммуникациялық жүктеменің тобын құрайды. Бірлескен порталдың коммуникациялық ортасы арқылы өткен деректердің агрегаттық ағынының іс-әрекетін сипаттауға AQM (Active Queue Management) механизмі бар жалпылама модель қолданылады [1].

Берілген математикалық модель бірлескен порталдың коммуникациялық ортасының деректер ағынының алмасу және өңдеу процесстерін қарастыруға сәйкес келеді. Деректер ағыны бейімделмеген UDP-трафик ретінде көрсетіледі. Ол бірлескен портал элементімен жасалады, ал жұмыс процессі ON/OFF Марков кездейсоқ процессімен түсіндіріледі. *x(t)* процессіндегі Марковтық ON/OFF процесстері ON/OFF уақыт периодтарымен экспоненциалды бөлінген Пуассондық стохастикалық дифференциалдық теңдеуінің қолданылуымен қалыптасуы мүмкін:

$$dx(t)=(1-x(t))dN_1(t)-x(t)dN_2(t),x(0)\in\{0,1\} \tag{1}$$

мұндағы $N_1(t)$ және $N_2(t)$ интенсивтілігі λ және μ білдіретін Пуассондық есептеуіштер. N өндірістік деректердің алмасу және өңдеу процесстерінің Пуассондық есептеуіштері пакеттер ағыны үшін тең:

$$dN=\left\{\frac{1,\text{пакет тускен жагдайда}}{0,\text{кері жагдайда}}\right. \tag{2}$$

$$E[dN]=|dt, \tag{3}$$

Мұндағы λ– Пуассондық процесстің пакеттерінің ағынының инсивтілігі. Математикалық күтімді дифференциалдық теңдеудің екі жағынан алсақ нәтижесінде пайда болады:

$$\frac{d}{dt}E[x(t)] = (1 - E[x(t)]\lambda - E[x(t)]\mu) \tag{4}$$

Орнықты күйде:

$$x_0 = E[x] = \lambda/(\lambda + \mu) \tag{5}$$

Корреляцияны анықтау үшін қарасытырылады:

$$dx(t)x(0) = (1 - x(t))x(0)dN_1(t) - x(t)x(0)dN_2(t) \tag{6}$$

Математикалық күтімді екі жағынан алғанда нәтижесінде болады:

$$\frac{d}{dt}E[x(0)x(t)] = -(\lambda + \mu)E[x(0)x(t)] + \lambda E[x(0)] \tag{7}$$

Бастапқы шарт бойынша $E[x(0)x(0)] = E[x(0)] = \lambda/(\lambda + \mu)$

Теңдеудің шешімі болады:

$$E[x(0)x(t)] = \frac{\lambda}{(\lambda + \mu)^2}\left(\mu e^{-(\lambda+\mu)|t\ |} + \lambda\right), t > 0 \tag{8}$$

Бұл математикалық модель тек деректер ағынынының іс-әрекетін сипаттайды. Бірлескен портал ортасындағы деректердің ағынының алмасу және өңдеу процесстерін терең зерттеу үшін имитациялық модель құрастыру қажет. Бірлескен портал ортасындағы өндірістік деректер ағынының екінші компоненті болып өндірістік деректердің TCP-ағынының алмасу және өңдеу моделі есептеледі. Сонымен қатар қолданушы бұл параметрлерді өзгерте алады. Өндірістік деректердің TCP-ағынының іс-әрекетін түсіндіру үшін бірлескен порталдың коммуникациялық ортасының компоненттері арқылы өткенде TCP хаттамасының динамикалық ағындық моделі қолданылады [2]. Бірлескен порталдағы коммутациондық ортаның өндірістік деректерінің TCP-ағынының өңдеу және алмасу процесстерінің берілген моделін екі сызықсыз дифференциалдық теңдеумен түсіндіруге болады(модель жеңілдетілген түрде болады және тайм-ауттар саналмайды).

$$W'(t) = \frac{W(t)W(t - R(t))}{2R(t - R(t))}p(t - R(t)) \tag{9}$$

Бірінші теңдеу $W_i(t)$ айнымалы терезесінің көлем күйінің динамикасын көрсетеді.

$$q'(t) = \frac{W(t)}{R(t)}N(t) - C \tag{10}$$

Екінші теңдеу q(t) кезегінің күйін көрсетеді.

$$\begin{aligned} &q'(t \to 0)\ \ R(t) \geq 0 \\ &\qquad q'(t) \to \max R(t) < 0 \end{aligned} \tag{11}$$

Мұндағы $x'(t)$– x уақыт бойынша туындысы.Қалған айнымалы теңдеулер хаттаманың төменде көрсетілген параметрлерін білдіреді:

W – TCP терезесінің мөлшері, өндірістік деректердің пакеттерінде өлшенеді;
q – кезектің ұзындығы, өндірістік деректердің пакеттерінде өлшенеді;
R – round-trip time $(RTT) = \frac{q}{c} + T_p$ секундпен өлшенеді;
C – дерек жіберу каналының өткізу жалпақтығы, пакет/сек өлшенеді;
TP – өндірістік дерек пакеттерінің таралуының тоқтатылуы, сек;
N – TCP сеанстарының саны;
P – өндірістік деректер пакеттерінің маршрутизатордағы кезегінен түсу ықтималдығы.

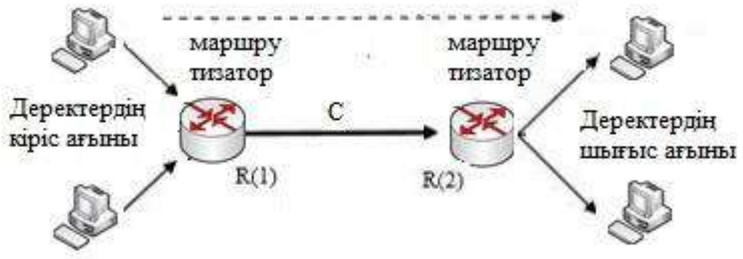
W терезесінің мөлшері мен qкезегінің ұзындығы келесі интервалдарда оң мағына қабылдайды:

$q \in [0, q]$, q – кезектің максималды өлшемі,

$W \in [0, W]$, W – терезенің максималы өлшемі.

Өндірістік деректердің пакеттерінің түсу ықтималдығының мағына интервалы құрайды [0,1]. Көрсетіліп отырған модельдің негізгі ерекшелігі оның деректері бойынша кезек ұзындығының өзгеру динамигін анықтауға болатындығы. Бірақ, бірлескен порталдың коммутациондық ортасының деректерінің әртүрлі ағынының санының көп болуына байланысты дұрыс нәтиже алуға кедергі жасайтын қиын процесстер пайда болады [3], бұл жағдайда имитациялық моделді қолдану дұрыс шешім болып табылады.

Ең алдымен имитациялық моделдің топологиялық және конфигурациялық параметрлерін анықтау керек. Бірлескен порталдың коммуникациялық ортасының өндірістік деректер ағынының алмасу және өңдеу процесстеріне тығыз әсер ететін,бірлескен портал коммуникациялық ортаның компоненттері арасындағы топологиялық байланысты екі түрге ажыратады. Бірлескен порталының коммуникациялық ортасының топологиясының бірінші түрі – "тар алқым" деп аталады (сурет 1). Берілген моделдің құралдары арқылы өндірістік деректер ағынын түрлі дереккөздермен араластыру кезінде бірлескен порталдың коммуникациялық ортасының нақты бір компоненттерінде қайта жүктеуді имитациялауға болады.

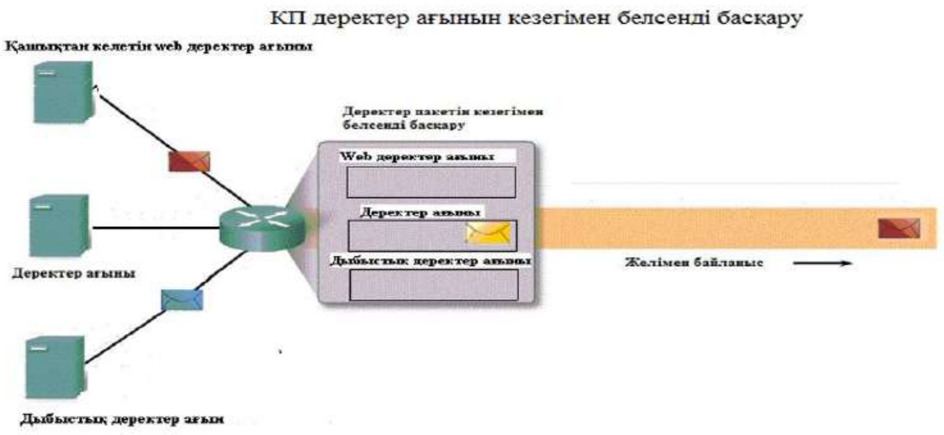


Сурет 1. Имитациялық моделдің топологиялық сұлбасы

Коммуникациялық ортаның әрбір компонентінде қайта жүктеудің алгоритмдерінің біреуі жұмыс жасайды: RED, CBQ, DropTail. Бірлескен порталдың коммуникациялық ортасының өндірістік деректерінің пакеттерінің кезегімен белсенді басқару параметрлері сонымен қатар осы параметрлер тобында да орнатылады. Бірлескен порталдың коммуникациялық ортасының өндірістік деректерінің алмасу және өңдеу процесстерінің имитациялық моделі деректер пакетінің тоқтатылуы, деректер пакетінің жоғалту пайызы бойынша дұрыстығына тексеріледі. Ал біздің КП деректерін өңдеу мен алмасу процессін оңтайландыру алгоритмі RED алгоритмінің жетілдірілген түрі ретінде пайдаланылады. Осы құрылған алгоритм деректер пакетінің кезегін басқаруға арналған, ал оны пайдаланған кезде, мынадай сипаттамларды қарастырған жөн: каналды пайдалану және бірлескен порталдың коммуникациялық ортасының компонентіндегі кезектің орташа ұзындығының іс-әрекеті. Порталдың коммуникациялық ортасының аралық компоненттерінде топологиялық моделін TCP деректер ағынында қолданылады. Ағын қарқындылығының кезегін басқаратын алгоитрмдер арқылы реттеу деректерді тасымалдау процесстерінің модельдерін құру және талдау үшін көптеген тәсілдер мен амалдар қолданылады. Мысалы, модель дискретті уақытты бірінші реттіліктегі екпінді динамикалық модель болып табылады және көптеген теңдеулердің жиынтығы арқылы анықталады [4].

Стандартты (Tail drop немесе RED) алгоритмдерінде маршрутизатор немесе басқа желілік жабдықтарта өтетін деректер пакетінің максималды саны артқан кезде деректер пакетінің кезектегі жүктелмеген деректер пакеті тасталады. Ол Tail drop алгоритміне тән. Ал RED алгоритмі FIFO (First In, First Out —«бірінші келді – бірінші кетті») принципімен жұмыс жасайды. Міне осындан кейін деректер ағыны өтетін буферлерде деректер саны үнемі артатын болса, желі шамадан тыс жүктеліп деректер өтуі қиындайды. Нәтижесінде, Tail drop немесе RED алгоритмдері маршрутизаторлардың жады кеңістігін тиімсіз пайдаланады. Сондай-ақ, бірнеше TCP сеанстарында желі шамадан тыс жүктеледі (маршрутизаторға пакеттерді инициализациялаудың үлкен саны келгенде). Осындай тым көп жүктеулерден қорғауды қамтамасыз етпейтін TCP бағдарламалары желіде тежеуді тудырады.

Осындай жетіспеу салдарын жетілдіруге құрылған алгоритм кезектің өлшемін қадағалайды және статистикалық ықтималдық негізінде пакеттерді жібереді. Мұнда, деректер ағынының қызыл түсі өлшемі жоғары ағындарды көрсетеді, және ол кезекке бірінші жіберіледі. Ал деректер ағынының сары түсі өлшемі орташа деректер ағын, ол кезекке екінші қойылады, ал деректер ағынының көк түсі өлшемі кіші деректер ағынын білдіреді, ол өлшемдегі деректер ағыны соңынан жіберіледі (сурет 2). Бұл құрылған алгоритмнің негізгі қасиеті.



Сурет 2. Құрылған алгоритмнің жұмыс істеу принципі

Егер буфер іс жүзінде бос болса, онда барлық пакеттер қалыпты режимде өткізіледі. Кезекте өсу басталса, деректер ағынын шектеу ықтималдығы да өсе бастайды.

Басқаша айтқанда, маршрутизатордың аралық өлшемі белгілі бір шекті мәннен асып кеткен кезде кіретін пакетті шығару ықтималдығы осы шекті асып кету дәрежесіне байланысты болады [5,6]. Сондықтан құрылған алгоритм басқа алгоритмдерге қарағанда әлдеқайда тиімді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Константинов И.С. Моделирование процессов информационного обмена в корпоративных сетях на основе теории массового обслуживания. - 2007.с.132-137.

2 Демидов А.В. Модель подсистемы разграничения доступа системы управления информационным обменом сети корпоративных порталов - 2012. - 65с.

3 Вавилова А.А. Имитационное моделирование производственных систем - 1983. - 321 с.

4 Кемельбекова Ж.С., Ашигалиев Д.У., Сембиев О.З. Вычисления пропускной способности подсети коммутации каналов на асинхронной сети // Известия научно – технического общества «КАХАК». – Алматы, 2010. - №5 (30). - С. 10 – 14.

5 Давыдов Е.Б., Злотников Ю.С. Тенденции процессов разработки и исследования протоколов сетей связи. – 1987. - №2. - С. 79-88.

6 Naizabayeva L., Orazbekov ZH.N., Nurzhanov CH. A, Satymbekov M. N., Turken G. Distributed database for corporate information control system over enterprises network. Vestnik Kaznrtu №2 (126), 2018, pp 139 – 147

УДК 004.056.57(084.93)
МРНТИ 81.96.00

Ә.Ғ. Оспан[1], М.Е. Мансурова[1], Е.Х. Какимжанов[1]

[1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Аннотация

Разработка модели для эффективного применения водных ресурсов является одной из приоритетных задач Казахстана. Около половины поверхностных вод республики (44,9 куб км.) поступает с территории сопредельных государств. По прогнозам специалистов, увеличивающийся водозабор соседними странами и ухудшение качества воды в реках страны может привести к экологической катастрофе. В связи с этим актуальным решением будет анализ и обсуждения моделей для эффективного распределения водных ресурсов на трансграничных речных бассейнах, которые уже успешно применяются в мире.

В статье рассмотрены эффективные модели и пути решения проблем водных ресурсов в трансграничных реках, которые уже применялись к трансграничным рекам, также на основе этих моделей построена гибридная модель, которую возможно будет применять к трансгрнаичным рекам страны.

Ключевые слова: трансграничные реки, модель прогнозирования, оптимизация «серый волк», гибридная модель.

Аңдатпа

Ә.Ғ. Оспан[1], М.Е. Мансурова[1], Е.Х. Какимжанов[1]
[1]Әл Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы

БОЛЖАУ ӘДІСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН СУ ҚОРЫНЫҢ ТИІМДІ ҮЛЕСТІРІЛУІНІҢ ГИБРИДТІ ҮЛГІСІН ҚҰРУ

Су ресурстарын тиімді пайдалану моделін құру Қазақстан үшін маңызды тапсырма болып табылады. Республиканың жер үсті суларының жартысына жуығы (44,9 текше км) көрші елдердің аумағынан келіп түседі. Сарапшылардың пікірінше, көрші елдердің су алуы мен ел өзендеріндегі су сапасының нашарлауы экологиялық апатқа әкелуі мүмкін. Осыған байланысты әлемде сәтті пайдаланылатын трансшекаралық өзен бассейндерінде су ресурстарын тиімді бөлу модельдерін талдау және талқылау өзекті шешім болады.

Бұл мақалада трансшекаралық өзендерге қолданылған трансшекаралық өзендердің су ресурстары проблемаларын шешудің тиімді модельдері мен жолдары қарастырылады, және осы модельдердің негізінде елдің трансшекаралық өзендеріне қолданылуы мүмкін гибридті модель құрылған.

Түйін сөздер: трансшекаралық өзендер, болжау моделі, «сұр қасқыр» тиімділігі, гибридті модель.

Abstract

DEVELOPMENT OF A HYBRID MODEL FOR THE EFFECTIVE DISTRIBUTION OF WATER RESOURCES BASED ON A PREDICTION MODEL

Ospan A.G. [1], Mansurova M.E. [1], Kakimzhanov Y.Kh. [1]
[1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty

The development of a model for the effective use of water resources is one of the priorities of Kazakhstan. About half of the Republic's surface water (44.9 cubic km) comes from the territory of neighboring countries. According to experts, the increasing water intake by neighboring countries and the deterioration of water quality in the country's rivers can lead to an environmental disaster. In this regard, the analysis and discussion of models for the efficient allocation of water resources in transboundary river basins, which are already successfully used in the world, will be an urgent solution.

This article discusses effective models and ways to solve water resources problems in transboundary rivers that have already been applied to transboundary rivers, and based on these models, a hybrid model is built that can be applied to transboundary rivers of the country.

Keywords: transboundary rivers, projection pursuit model, prediction model, gray wolf optimization, hybrid model.

Введение

Проблема нехватки пресной питьевой воды с 20 века рассматривается как глобальная проблема современности. Население планеты стремительно растёт и при этом возрастает потребность в чистой питьевой воде [1]. Почти все крупные реки на Земле являются *трансграничными*, то есть протекает хотя бы через две страны [2]. Для Казахстана использование водных ресурсов трансграничных рек - это особая и достаточно серьезная тема. За последние 15 лет наблюдается тенденция сокращения естественных ресурсов поверхностных вод Казахстана [3]. По оценкам экспертов, увеличивающийся водозабор соседними странами приведет к нарушению сложившегося режима водоснабжения и сильно ударит по промышленности и сельскому хозяйству северо-восточных и центральных областей РК [4]. В связи с этим *цель* данной статьи – это анализ и обсуждения моделей, которые реализовывают эффективное распределение водных ресурсов на водосборных бассейнах, задача – на основе этих моделей построить гибридную модель, которую возможно будет применять для водосборых бассейнов Казахстана. В этой статье мы рассмотрим следующие модели:

1) региональная климатическая модель в сочетании с физической гидрологической моделью (WEHY-Watershed Environmental Hydrology Model);
2) интегрированная модель распределения водных ресурсов на основе модели прогнозирования и модели оптимизации «серый волк» (PPMGWO - Projection Pursuit Model and Gray Wolf Optimization).

На основе этих вышеуказанных моделей в данной статье построена гибридная модель, состоящая из моделей WEHY и PPMGWO.

Методы исследования

2.1 Региональная климатическая модель в сочетании с физической гидрологической моделью (WEHY-Watershed Environmental Hydrology Model).

Первый метод это - модель гидрологии водосбора окружающей среды (WEHY), которая была применена для водосборной реки Тао. По полученным результатам можно увидеть что эта модель успешно применяется на сегодняшний день для оценки и анализа распределения водных ресурсов на реке Тао [5]. Модель WEHY была реализована на основе информации о топографии, которая была получена из глобальных спутниковых данных (*Рисунок 1*).

Рисунок 1. Схематическое описание модели WEHY

Входной информацией для модели гидроклимата являются глобальные данные повторного анализа (ERA-20C) [6], которые затем динамически уменьшаются с помощью региональной климатической модели [7], а затем вводятся в гидрологическую модель для реконструкции гидрологических данных [8]. Атмосферные данные [9] состоят из данных ERA-20C [10] повторного анализа в уменьшенном масштабе с восемью различными переменными: *1) осадки, 2) температура воздуха, 3) скорость ветра, 4) коротковолновое излучение, 5) длинноволновое излучение, 6) давление, 7) коэффициент смешения, 8) высота геопотенциала* [11].

Используя модель WEHY, можно восстановить гидрологические данные по водоразделу, основываясь на их входных данных, полученных в результате построения модели исследования и прогнозирования погоды (WRF-Weather Research and Forecasting Model). Откалиброванная и проверенная модель WEHY может быть использована для прогнозирования будущего водоснабжения из водосбора под атмосферными входами из будущих климатических прогнозов глобальных климатических моделей. Наряду с реконструкцией данных этот подход позволяет моделировать соответствующие атмосферные и гидрологические переменные, поэтому анализ этих переменных может выявить причины сообщаемых результатов, хотя определение причинно-следственной связи может осложняться нелинейностью атмосферных и гидрологических процессов. Наконец, что не менее важно, результаты этого исследования имеют точное временное разрешение (ежечасно), приложение может быть использовано для оценки гидрологических рисков, таких как наводнения и засухи.

2.2. Интегрированная модель распределения водных ресурсов на основе модели прогнозирования и оптимизации «серый волк» (PPMGWO- Projection Pursuit Model and Gray Wolf Optimization).

Второй метод – инновационная интегрированная модель PPMGWO для оптимизации использования водных ресурсов в трансграничном речном бассейне, которая интегрирована с помощью модели прогнозирования (PPM) [12] и модели оптимизации «Серый волк» (GWO) (*Рисунок 2*).

Рисунок 2. Схематическое описание модели PPMGWO

Модель PPMGWO предназначена для оптимизации распределения водных ресурсов в трансграничных речных бассейнах. Это исследование применялся к бассейну реки Сунхуа и 25 блоков управления в качестве примеров, принимая модель PPMGWO, предложенную в этом исследовании, для распределения количества воды. В этом исследовании выбираются 15 показателей распределения водных ресурсов в трансграничных речных бассейнах и регионах, что согласуется с реальностью [13].

Основной принцип модели PPM - проецировать высокоразмерные данные в низкоразмерное подпространство через определенную комбинацию, отражать структуру или характеристики исходных высокоразмерных данных путем минимизации индекса проекции и анализировать структуру данных в низкоразмерном пространстве, чтобы реализовать цель изучения и анализа данных больших размеров. PPM может использоваться при распределении количества воды, а процедура его алгоритма состоит из 5 шагов.

Оптимизатор «Серый волк» (GWO) – это новейший интеллектуальный алгоритм оптимизации стаи, который реализует объективную оптимизацию, имитируя такие действия серого волка в стае, как: 1) *кластерное лидерство; 2) окружение жертвы; 3) охотничье поведение.* Этот алгоритм имеет такие преимущества, как быстрая скорость слияния, широкие возможности глобальной оптимизации и т.д. Интегрированный алгоритм модели PPMGWO разработан путем анализа атрибутов многоцелевой модели PPM и алгоритма GWO. Процедура реализации водораспределения модели PPMGWO состоит из 5 шагов. Очевидно, что модель PPMGWO учитывает как экологическую справедливость промышленно развитых городов, так и устойчивое развитие сельскохозяйственных городов. Результаты моделирования показывают, что количество воды, которое может быть распределено во всех контролях, демонстрируют общую тенденцию к увеличению при разумной и равной эксплуатации и использовании водных ресурсов [14].

2. 3 Гибридная модель на основе моделей WEHY и PPMGWO.

Проанализировав две эффективные модели для решения проблем водосборных бассейнов, мы можем построить модель, которая будет применена для водных ресурсов трансграничных рек Казахстана (*Рисунок 3*).

Рисунок 3. Схематическое описание гибридной модели на основе моделей WEHY-WRF и PPMGWO

Особенностью этой модели является то, что здесь рассматриваются как глобальные климатические влияния на бассейн реки, так и использование водных ресурсов для разных целей (сельскохозяйственная деятельность, урбанизация и т.д.). В первой части гибридной модели (WEHY-WRF) мы используем атмосферные, гидрологические и климатические данные с 1970 г., с помощью которых мы можем увидеть статистику осадков, таяние ледников, изменение климатических данных, что напрямую влияет на объем воды в речном бассейне, также откалиброванные данные гидрологической модели могут быть использованы для прогнозирования будущего водоснабжения из водосбора под атмосферными входами из будущих климатических прогнозов глобальных климатических моделей. После построения гидрологической модели для трансграничных рек, по полученным результатам будем реализовывать вторую часть гибридной модели (PPMGWO).

Во второй части модели мы видим, что здесь выбираются показатели, касающиеся человеческих факторов, таких как экологическое состояния исследуемой области, площадь сельскохозяйственной промышленности, число населения, объем потребления воды и т.д., что позволяет получить более точный результат с минимальным отклонением от данных больших размеров, также контролирует разумную эксплуатацию водных ресурсов, эффективное повышение коэффициента полезного использования водных ресурсов и увеличение коэффициента повторного использования промышленной воды в будущем.

Так как ресурсы воды бассейнов трансграничных рек напрямую зависит и от природных явлений, и от действий человека, разумным будет использование двух моделей, применяя только те их данные и процессы реализации, что будут максимально эффективные для решения проблем трансграничных рек страны.

Обсуждения. В исследовательской работе имеются ряд слабых мест, один из них - абстрактное представление создаваемой модели, т.е. на практике еще не применялась данная гибридная модель. Также здесь будут проблемы по восстановлению данных рек Казахстана. По этой причине сделать вывод, что модель будет успешна применена для трансграничных рек Казахстана будет неверно. В дальнейшем будет разработана программа для гибридной модели, которая сможет показать ее применимость для рек страны. По данной статье цель достигнута, сделан анализ моделей, и на основе них создана гибридная модель. Перспективы дальнейших исследований будут связаны теперь с реализацией этой гибридной модели.

Выводы. По полученным результатам сделан вывод, что построенная гибридная модель в будущем будет успешна применяться для решения проблем дефицита вод страны. Так как модель WEHY-WRF успешно применяется для водосборной реки Тао с 2018 г., а модель PPMGWO для реки Сунхуа и ее 25 блоков с 2015 г., есть предположение что, эти модели объединившись, покажут наилучший результат. В дальнейшем наша задача реализовать приведенную выше гибридную модель в программе Python, используя актуальные данные трансграничных рек Казахстана. Глобальные данные будут восстановлены с помощью программы Google Earth Engine, который имеет набор данных Data Set с 1970-х гг. При завершении этой исследовательской работы гибридная модель в будущем позволит показывать изменения объема воды рек, прогнозировать и управлять неблагоприятными явлениями, как засуха, загрязнения и т.д., также демонстрировать разумную и эффективную эксплуатацию использования водных ресурсов.

Список использованной литературы:

1 *Александра Кушнаренко. Дефицит пресной воды: проблемы и способы решения// The wall [Электрон.ресурс] .– 2015. – URL: http://thewallmagazine.ru/lack-of-fresh-water (дата обращения: 12.03.2020).*

2 *Елемесов Р. Водные ресурсы Земли и глобализация водных проблем// Вестник КазНУ [Электрон.ресурс]. – 2016. - URL: https://articlekz.com/article/16304 (дата обращения: 07.01.2020).*

3 *Есполов Т.И., Тлеулесова А.И., Жексембаева Г.К. Иле-Балкашский трансграничный бассейн: проблемная ситуация и пути ее решения// Ізденістер, нәтижелер. Исследования, результаты. [Электрон.ресурс] . – 2012. – URL: https://articlekz.com/article/12802 (дата обращения: 11.12.2019).*

4 *Зубаиров Б. Проблемы водной безопасности на примере бассейна Реки иле в контексте сокращения площади оледенения// Доклады молодых ученых. – 2014. –С. 185-191.*

5 *Ho C., Trinh T., Nguyen A., Nguyen Q., Ercan A., Kavvas M.L.. Reconstruction and evaluation of changes in hydrologic conditions over a transboundary region by a regional climate model coupled with a physically-based hydrology model: Application to Thao river watershed// Science of the Total Environment. – 2019. –P .– 668, 768–779.*

6 *Ho, C., Nguyen, A., Ercan, A., Kavvas, M.L., Nguyen, V., Nguyen, T., Assessment of atmospheric conditions over the Hong Thai Binh river watershed by means of dynamically-downscaled ERA-20C reanalysis data. J. Water Clim. Chang [Электрон.ресурс]. - 2018. – URL:https://doi.org/10.2166/wcc.2018.291. (дата обращения: 13.12.2019).*

7 *Kavvas, M.L., Chen, Z.Q., Dogrul, C., Yoon, J.Y., Ohara, N., Liang, L., Aksoy, H., Anderson, M.L., Yoshitani, J., Fukami, K., Matsuura. Watershed environmental hydrology (WEHY) model based on upscaled conservation equations: hydrologic module. J. Hydrol. Eng. 9 (6), 2004. –C.450–464.*

8 *Brower, M.C., Barton, M.S., Lledó, L., Dubois, J. A Study of Wind Speed Variability Using Global Reanalysis Data (AWS Truepower) [Электрон.ресурс]. - 2013.-URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-017-3913-5 (дата обращения: 11.11.2019).*

9 *Compo, G.P., Whitaker, J.S., Sardeshmukh, P.D. Feasibility of a 100-year reanalysis using only surface pressure data. Bull. Am. Meteorol. Soc. 87 (2), 2006.– P .175–190.*

10 *Fuka, D.R., Walter, M.T., MacAlister, C., Degaetano, A.T., Steenhuis, T.S., Easton, Z.M. Using the climate forecast system reanalysis as weather input data for watershed models. Hydrol. Process. 28 (22), 2014. –P. 5613–5623.*

11 *Jaw, T., Li, J., Hsu, K.L., Sorooshian, S., Driouech, F. Evaluation for Moroccan dynamically downscaled precipitation from GCM CHAM5 and its regional hydrologic response. J. Hydrol. 3, 2015. –P.359–378.*

12 *Boé, J., Terray, L., Habets, F., Martin, E. Statistical and dynamical downscaling of the Seine basin climate for hydrometeorological studies. Int. J. Climatol. 27 (12), 2007. – P. 1643–1655.*

13 *Kavvas,M. Watershed environmental hydrology model: environmental module and its application to a California watershed. J. Hydrol. Eng. 3 (261), 2006. –P. 261–272.*

14 SenYu, HongweiLu. *An integrated model of water resources optimization allocation based on projection pursuit model – Grey wolf optimization method in a transboundary river basin// Journal of Hydrology. – 2018. – №559. –P. 156–165.*

МРНТИ 20.01.45
УДК 378

Г.И. Салғараева[1]*, Г.Е. Асан*[1]

[1]*Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ. Қазақстан*

ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕ ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Мақала педагогикалық зерттеулерде цифрлық білім беру технологияларын қолдану мәселелеріне, атап айтқанда қазіргі цифрлық технологиялардың мүмкіндіктерін зерттеуге, оларды қолданудың мақсаттылығын және әзірлеу мен пайдалану бағыттарын сипаттауға арналған. Зерттеу қызметінде цифрлық технологияларды пайдалану электронды оқытудың түрлі нысандары арқылы жүзеге асырылады. Цифрлық білім беру технологияларын пайдалана отырып зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру мен жүргізуде түрлі ақпараттық технологиялар қолданылады. Қоғам өмірінің барлық салаларында цифрландырудың қарқынды дамуы педагогика саласындағы зерттеу жұмысының ұйымдастырылуы мен оның сапасын жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді.

Цифрлық технологияларды білім беру қызметінің құралы ретінде қолдану педагогикалық жағдайларды ғылыми-зерттеу мен олардың маңызды болып саналады. Аталған мәселені зерттеу оның мақсатты бағыттарын іске асыру кезінде барынша ықпал ететін жағдайларды анықтау қажеттілігінен туындап отыр.

Түйін сөздер: педагогикалық зерттеулер, цифрлық білім беру, цифрлық технологиялар, цифрлық ақпараттық орта.

Аннотация

Г.И. Салгараева[1]*, Г.Е. Асан*[1]

Казахский национальный женский педагогический университет, г.Алматы, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Статья посвящена вопросам применения цифровых образовательных технологий в педагогических исследованиях, в частности, изучению возможностей современных цифровых технологий, описанию целесообразности их применения и направлений разработки и использования. Использование цифровых технологий в исследовательской деятельности осуществляется посредством различных форм электронного обучения. В организации и проведении исследовательских работ используются различные информационные технологии. Интенсивное развитие цифровизации во всех сферах жизни общества позволит поднять организацию и качество исследовательской работы в области педагогики на новый уровень.

Использование цифровых технологий как средства образовательной деятельности является научно-исследовательской и важнейшей задачей педагогических ситуаций. Исследование данного вопроса вызвано необходимостью выявления условий, максимально влияющих на реализацию его целевых направлений.

Ключевые слова: педагогические исследования, цифровое образование, цифровые технологии, цифровая информационная среда.

Abstract

USING DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN PEDAGOGICAL RESEARCH

Salgarayeva G.I.[1]*, Asan G.E.*[1]

[1]*Kazakh national women's teacher training university, Almaty s., Kazakhstan*

The article is devoted to the application of digital educational technologies in pedagogical research, in particular, the study of the possibilities of modern digital technologies, the description of the feasibility of their application and directions of development and use. The use of digital technologies in research activities is carried out through various forms of e-learning. Various information technologies are used in organizing and conducting research using digital educational technologies. The intensive development of digitalization in all spheres of society will raise the organization and quality of research work in the field of pedagogy to a new level.

The use of digital technologies as a means of educational activity is a research and most important task of pedagogical situations. The study of this issue is caused by the need to identify the conditions that most affect the implementation of its target areas.

Keywords: pedagogical research, digital education, digital technologies, digital information environment.

Цифрлық технологияның қарқынды дамуы педагогика саласындағы зерттеу жұмысының ұйымдастырылуы мен оның сапасын жаңа деңгейге көтеруге үлкен мүмкіндік беріп отыр. Цифрлық технологияларды білім беру қызметінің құралы ретінде қолдану – педагогикалық ғылыми-зерттеулер жүргізу мен олардың маңызды болып саналатын мақсатты бағыттарын іске асыру кезінде барынша ықпал ететін жағдайларды анықтау қажеттілігінен туындап отыр. Цифрлық технологияларды пайдалана отырып, жеке тұлғаны қалыптастыруды қамтамасыз ететін педагогикалық зерттеулерді мақсатты білім беру үдерісін құрудағы өзіне қажетті және өзара байланысты әрекеттермен сабақтастыруға болады [1].

Цифрлық технологияны пайдаланып педагогикалық зерттеу жүргізуге келесілерді жатқызуға болады:

- болашақ педагогтардың өз бетінше цифрлық білім беру ресурстарын пайдалануы мен зерттеу жұмыстарын жүргізу дайындығы;
- білім алушылардың эксперименттік жұмыстарын жүргізуде цифрлық білім беру ресурстарын қолдану дайындығы;
- педагогикалық зерттеулер үшін цифрлық технолгияларды қолдануға рефлексивті дайындығы;
- ЖОО түлектерінің цифрландырылған ортада жұмыс істеуге дайындығы;
- цифрландыру саласында болашақ педагогтардың кәсіби деңгейін арттыру үшін жағдай жасау;
- білім беруді цифрландыру үдерісін ғылыми, оқу және әдістемелік әдебиеттермен қамтамасыз ету.

Болашақ педагог маманның зерттеу қызметінде цифрландыруды пайдалануға педагогикалық жағдайлардан басқа психологиялық, физиологиялық және функционалдық жағдайлар да елеулі әсер етеді. Психологиялық жағдайлар болашақ педагогтардың цифрлық білім беру ресурстарын пайдалана отырып, өздігінен білім алуға және зерттеу қызметіне қажеттілігін қалыптастыру, тұлғаның психикалық үдерістерін, қасиеттері мен жағдайларын ескере отырып, білім алушы тұлғасының өзін-өзі реттеуін, белсенділігін, танымдық қызығушылығын қамтамасыз ету тұрғысынан қарастырылады.

Физиологиялық жағдайлар цифрлық білім беру ресурстарын пайдалану кезінде болатын ағзадағы өзгерістерді тану заңдылықтарын зерделеуді қамтиды. Функционалдық жағдайлар цифрлық білім беру құралдарын өздігінен білім алу және зерттеу қызметіне енгізу жағдайларын қамтамасыз ету мәселелерін, сондай-ақ оларды пайдаланудың педагогикалық артықшылығын (маңыздылығын, орындылығын және тиімділігін) кезең-кезеңмен бағалау үшін критерийлерді таңдауды қарастырады.

Цифрлық қоғам жағдайында педагогикалық зерттеулер жүргізу үшін әрбір болашақ педагог маман төмендегі критерийлерге сәйкес болуы керек:

- қажетті деректер қоры мен цифрлық қызмет көрсету құралдарына қол жеткізе алу мүмкіндігінің болуы;
- ауызша, графикалық, сандық және басқа да әр түрлі формада деректерді ұсынудың әдістері мен тәсілдерін түсіну;
- жалпы қолжетімді цифрлық технология көздері туралы білу және оларды пайдалана алу;
- әр түрлі көзқараспен өзіндегі деректерді бағалау және өңдеу білу;
- статистикалық цифрландыруды талдау және өңдей білу;
- зерттеушінің алдында тұрған міндеттерді шешу кезінде әртүрлі деректерді пайдалана білу [2,3].

Жоғарыда сипатталған критерийлерге сәйкес келетін болашақ педагог маманды қалыптастыру міндетін шешу педагогикалық үдеріс субъектілерінің жадыны, ойлауды дамытуға көмектесетін, дұрыс шешім қабылдауға ықпал ететін цифрлық технологияны пайдалана отырып, бірлескен зияткерлік жұмыс үдерісінде мүмкін болады. Педагогикалық зерттеулерде цифрлық білім беру ресурстарын қолдану мәселелері әлі де болса аз зерттелген тақырыптардың бірі және бүгінде кеңінен зерттеуді талап етеді. Кез келген педагогикалық зерттеу белгілі бір кезеңдерден немесе бөліктерден тұрады. Ю.З. Кушнердің тәсіліне сәйкес педагогикалық зерттеу логикасын құрастыруды шартты түрде 5 кезеңге бөліп қарастыруға болады (1-сурет).

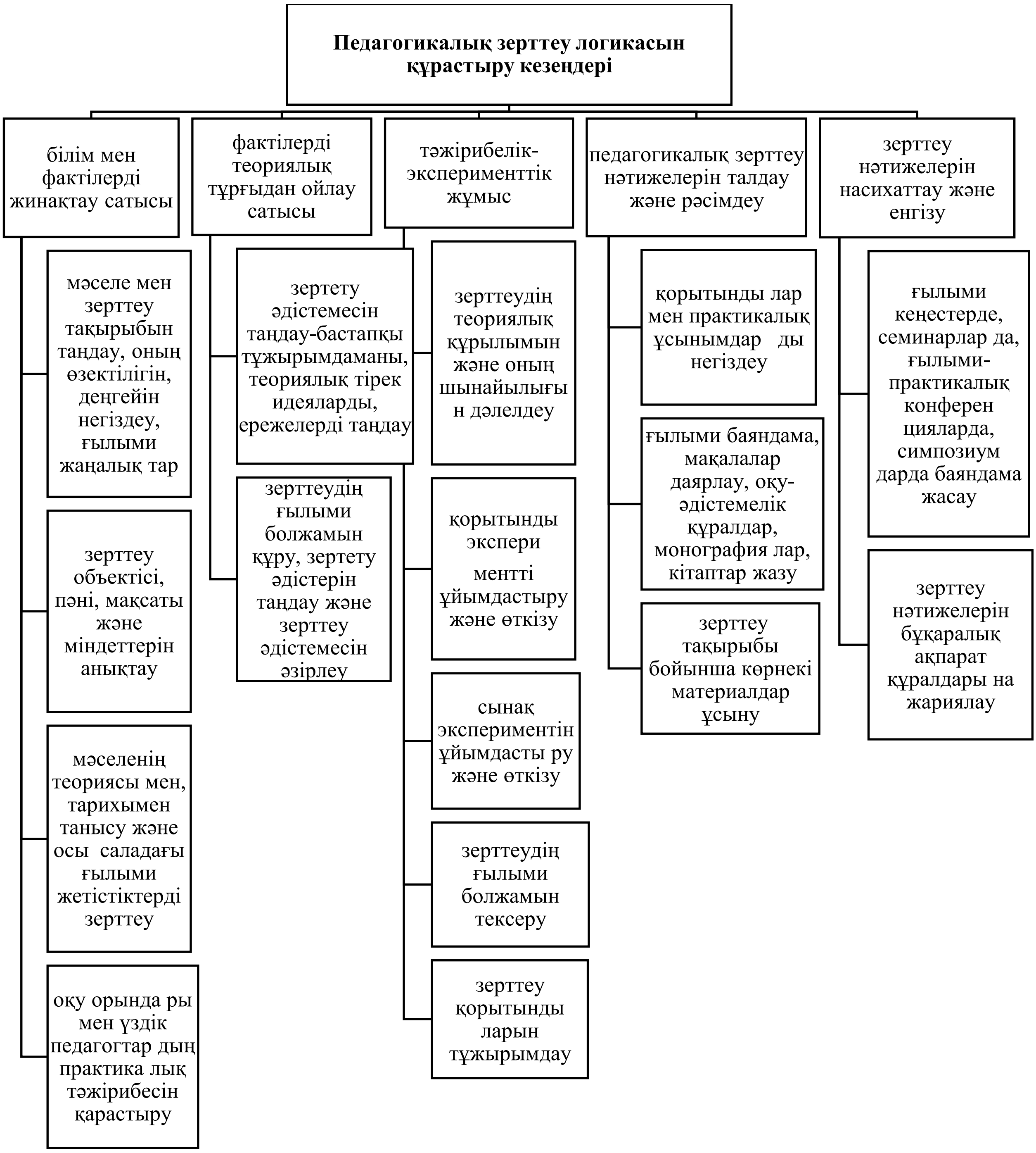
Бұл кезеңдердің әрқайсысының логикасы вариативті және өзіндік болып келеді [4]. Педагогикалық зерттеудің әртүрлі кезеңдерінде цифрлық технологияларды қолдану мүмкіндігін қарастырайық. Компьютер түрлі салалардағы ғылыми жетістіктерді зерттеу, сонымен қатар зерттеу мәселелерінің теориясымен, тарихымен танысу кезіндегі басты зерттеу құралына айналады. Қазіргі таңда интернет арқылы қазақ тілді ресурстардан тәрбие және білім беру мәселелеріне арналған көптеген газеттер мен журналдардың электрондық нұсқалары, ғылыми зерттеу жұмыстарының авторефераттары, диссертациялар, энциклопедиялар, электрондық түсіндірме сөздіктер, виртуалды оқулықтар, оқу және әдістемелік құралдар, педагогикалық ғылым мен білім беру саласындағы кейбір маңызды оқиғалар мен іс-шаралар туралы ақпарат қолжетімді.

Алайда, педагогикалық жұмыстардың көпшілігі қағазға басып шығарылады және виртуалды кітапханаларда емес, қарапайым ашық және мамандандырылған кітапханаларда сақталады, бұл педагогикалық зерттеу жұмыстарына деген қолжетімділікті шектейді, ақпаратты іздеу мен өңдеуді күрделендіреді. Қазақстанда бірыңғай білім беру ақпараттық ортасын дамыту, әртүрлі жоғары оқу орындарының ақпараттық ресурстарына компьютерлік желі арқылы қол жеткізуді едәуір жеңілдетеді.

Компьютерлік технологиялар библиография, авторефераттар, зерттеу жұмыстарының қысқаша мазмұнын, аннотация және дәйексөз жасау барысында әдебиеттермен жұмыс істеуде қолданылуы мүмкін. Компьютер зерттеу ақпаратын жинақтаушы және сақтаушы ретінде зерттеушіге қызмет етеді және түрлі компьютерлік операцияларды жүзеге асыруға көмектеседі, алайда ақпараттың көпшілігі қағаз бетінде ұсынылғандықтан уақыттың едәуір бөлігі ақпаратты компьютер жадына енгізуге жұмсалады.

Әдетте ақпаратты енгізуде мәтіндік редакторларды, сканерді және мәтінді автоматты тану жүйелерін пайдаланылады. Егер қажетті әдебиет сандық нұсқада көрсетілсе, барлық осы компьютерлік операциялар қатарын (өңдеу, қайта құру және редакциялау) мәтіндік редакторларды және оның кейбір кіріктірілген функцияларын ішінара немесе толық автоматты түрде қолдана отырып орындауға болады.

Тәжірибелік-эксперименттік жұмыс кезеңінде компьютер алынған ақпаратты математикалық өңдеу үшін қолданылады. Педагогикалық зерттеудің мәліметтері тәжірибелік-эксперименттік сатыда зерттеушінің жұмыс күнделігі, бақылау хаттамалары, фотосуреттер, бейнеқұжаттар, фонограммалар (әңгімелесу, сұхбат және т.б. жазбалары) нысанында жүзеге асырылады. Мультимедиа технологиялардың дамуының арқасында компьютер бүгінде тек мәтіндік ғана емес, графикалық және дыбыстық, бейне ақпараттарды жинау мен сақтауды жүзеге асырады. Ол үшін сандық фото және бейнекамералар, микрофондар, сондай-ақ графика мен дыбысты өңдеуге және жаңғыртуға арналған тиісті қолданбалы бағдарламалық құралдар қолданылады.



Сурет 1. Педагогикалық зерттеу логикасын құрастыру кезеңдері

Фотоқұжаттарды сандық нұсқада сақтау оларды мерзімді басылымдарда мақалаларға немесе ғылыми, ғылыми-практикалық конференцияларда, симпозиумдарда баяндамаларға иллюстрация ретінде ешбір қиындықсыз пайдалануға мүмкіндік береді [5]. Мәтіндік, дыбыстық және графикалық ақпаратты тіркеуден басқа, эксперименттік деректерді жинақтау үдерісінде цифрлық технологиялар қолданылуы мүмкін.

Педагогикалық зерттеуде пәнаралық бағыт ретінде компьютерлік психодиагностикалық зерттеу саласы, психологиялық-педагогикалық диагностикалық сала қалыптасқан. Психологиялық-педагогикалық зерттеулерді жоспарлау, ұйымдастыру және жүргізу үшін интернет желісінің мүмкіндіктерін пайдалану компьютерлік психодиагностика саласындағы өзекті мәселеге айналды. Интернет желісі – психологиялық-педагогикалық зерттеудің өте тиімді құралы және кейбір жағдайларда оны интернет арқылы дәстүрлі әдістермен салыстырғанда анағұрлым ыңғайлы. Пайдаланушылық аппараттық-бағдарламалық қордың ерекшелігіне байланысты стимулдық жағдайдың бұзылуы және оның салдарынан тестілеу нәтижелерінің бұрмалануы – диагностикалық әдістемелердің компьютерлік нұсқаларын құру және интернет желісінде зерттеулер жүргізу кезіндегі негізгі мәселе екенін атап өткен жөн.

Интернет сауалнама технологиясы педагогикалық зерттеулер деңгейін айтарлықтай арттыруға, бір немесе әртүрлі аудандарда бірнеше білім беру мекемелерінің респонденттерін көбірек қамтуға, сондай-ақ деректерді өңдеу бойынша еңбек шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Сауалнама немесе тест интернетте, сондай-ақ білім беру мекемесінің жергілікті желісінің серверінде орналасуы мүмкін.

Тест кезінде респондент сауалнаманың сұрақтарына жауап кодтарын енгізетін деректерді енгізудің кіріктірме жүйесі болуы мүмкін. Жүйе қандай да бір қателерді болдырмау үшін деректерді енгізуді, оларды бақылауды жүзеге асырады. Әрбір сауалнаманың бастапқы деректерін енгізу аяқталғаннан кейін деректер арнайы файлға қосылып, статистикалық өңдеу үшін қолжетімді болады.

Содан кейін сауалнама немесе тестілеу нәтижелерін жіберу үшін бағдарлама бастапқы компьютерде орнатылған пошта бағдарламасын белсенді етеді. Сауалнаманың нәтижелерін алуға мүдделі тұлғаның электрондық мекенжайына хат автоматты түрде жөнелтіледі. Бағдарлама автоматты түрде арнайы формада сауалнаманы толтыру нәтижесі бар мәтіндік файлды құрады және интернетке белсенді қосылған жағдайда деректерді электрондық пошта мекен-жайына тез арада жіберу және тасымалдау жүзеге асырылады. Алынған деректерді өңдеу автоматты режимде жүргізіледі, сауалнама нәтижелерінің маңыздылығы мен сенімділігін анықтау үшін стандартты статистикалық критерийлер қолданылады. Диссертациялық зерттеу жұмыстарын жазу шеңберінде Интернет желісі арқылы психологиялық-педагогикалық зерттеулер, кәсіби сауалнамалар, сауалнамалар мен тестілер жасау, олардың негізінде әртүрлі зерттеулер виртуалды зерттеулер үшін аппараттық-бағдарламалық ортаны білдіретін серверлерді пайдалана отырып жүргізілуі мүмкін. Мұндай жағдайда барлық зерттеулерге нақты уақытта тиісті бағдарламалық қамтамасыз етумен қызмет көрсетіледі. Сауалнама, тестілеу, саралау, тіркеу, социометрия, сұхбат, әңгімелесу, бақылау және педагогикалық эксперимент барысында алынған сандық деректерді өңдеу үшін компьютерді қолдану арқылы зерттеудің математикалық әдістері жиі қолданылады.

Педагогикалық зерттеулер нәтижелерін талдауда математикалық немесе статистикалық өңдеу әдістерін қолдану бастапқы деректердің көп санына қарапайым арифметикалық операцияларды жүргізуді талап етеді. Есептеулердің еңбек сыйымдылығын қысқартуға және қателер санын азайтуға дербес компьютерлерді пайдалану көмектеседі. Статистикалық есептерді жүргізу үшін әдетте дайын есептеуіш бағдарламалар пайдаланылады, оларды компьютерлік технологиялар саласының мамандары оңай игереді. Күрделі статистикалық есептеулер статистикалық есептеулерге арналған арнайы бағдарламалардың көмегімен жүргізіледі.

Есептеулер автоматты түрде пайдаланушы командалары бойынша орындалады. Педагогикалық зерттеу нәтижелерін өңдеу кезеңінде тағы бір маңызды функцияны атап өту қажет, ол модельдер, үлгілер жасау. Математикалық модельдеу әдістері қандай да бір заңдылықтарды сипаттайтын математикалық модельдерді құру үшін, сондай-ақ экспериментті жоспарлау мен оны жүргізу үшін қолданылады.

Компьютерлік техникалар мен технологиялар әртүрлі формадағы көптеген ақпаратты өңдеуге мүмкіндік береді. Еркін сілтемелерді қолдану есебінен гипермәтін әртүрлі құрылымдарды, соның ішінде бастапқы анықталмаған байланыстарды да жасай алады. Гипермәтін белгілі бір икемділікке жол береді, сондықтан әртүрлі пәндік салалардың модельдерін құруда кеңінен қолданылуы мүмкін. Материал көлемі мен оның тереңдігін алдын ала болжау қиын болғандықтан, деректер қорының қатаң құрылымы тиімсіз, ал еркін байланыстары бар гипермәтін тиімді болуы мүмкін. Осыған байланысты, гипермәтіндер Интернет желісінде ол әртүрлі ақпаратты ұсыну үшін қолданылады [6,7].

Зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми баяндамалар, мақалалар дайындау, оқу-әдістемелік құралдар, монографиялар дайындау үшін диссертация түрінде педагогикалық зерттеу нәтижелерін ресімдеу кезеңінде компьютерлік технологияларды басқа құрадармен алмастыру мүмкін емес. Егер зерттеу басталғаннан бері барлық ақпарат сандық форматта сақталса, баяндамаларды, монографияларды, оқулықтар мен мақалаларды дайындау одан әрі жеңілдетіледі. Бұл қолмен мәтінді теру, графика мен иллюстрацияларды салу қажеттілігін жояды. Ғылыми кеңестерде, семинарларда, ғылыми-практикалық конференцияларда сөз сөйлеу үшін баяндаманы суреттейтін графикалық және мәтіндік ақпаратты презентациялау кезінде цифрлық құралдарды қолдануға болады. Материалды тікелей көрсету мультимедиялық проектордың көмегімен жүзеге асырылады.

Қорытындылай келе, мақала барысында баяндалған педагогикалық зерттеулерде қолданылатын цифрлық білім беру технологиялары мен олардың қолданылуын сипаттау арқылы ғылыми зерттеулер жүргізуде цифрлық технологияларды пайдалану саласындағы мәселелерді аз да болса қамтуға тырыстық.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. *Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие / И.Г. Захарова. – М., 2003.*
2. *Использование современных информационных и коммуникационных технологий в учебном процессе: учеб.-метод. пособие / Д.П. Тевс [и др.]. – Барнаул: Барнаул. гос. пед. ун-т, 2006.*
3. *Кораблёв, А.А. Информационно-телекоммуникационные технологии в образовательном процессе / А.А. Кораблев // Школа. – 2006. – № 2.*
4. *Кушнер, Ю.З. Методология и методы педагогических исследований: учеб.-метод. пособие / Ю.З. Кушнер. – Могилёв: Могил. гос. ун-т им. А.А. Кулешова, 2001.*
5. *Антонова, О.А. Табличные методы в логике / О.А. Антонова. – СПб.: Санкт-Петербур. гос. ун-т, 2003.*
6. *Угринович, Н.Д. Информатика и информационные технологии: Примерное поурочное планирование с примерами интерактивных средств обучения / Н.Д. Угринович, Д.В. Новенко.– М., 1999.*
7. *Старикова, Л.Д. Методы педагогического исследования [Текст] / Л.Д. Старикова, С.А. Стариков. – Екатеринбург, 2010. – 336 с.*

МРНТИ 00.21
УДК 004

Н.А. Сапанов[1]*, А.Т. Бектемесов*[1]

[1] *әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ҚАЛАЛЫҚ АГЛОМЕРАЦИЯНЫҢ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ИНФРАҚҰРЛЫМЫН БАСҚАРУ НЕГІЗДЕРІ

Аңдатпа

Қалалық агломерацияларды қалыптастыру олардың логистикалық инфрақұрылымдарын қалыптастыру процесімен тығыз байланысты, олардың жұмыс істеу тиімділігі әлеуметтік және экономикалық проблемалар кешенінің пайда болуына әкеп соқтырады. Бұл проблемаларды шешу логистикалық инфрақұрылымды басқарудың сапалы теориялық және әдістемелік құралдарының жоқтығымен күрделене түседі. Логистика және жеткізу тізбектерін басқару бойынша зерттеу материалдары мен іргелі ғылыми еңбектер негізінде, сондай-ақ логистикалық инфрақұрылымды дамытудың теориясы мен әдіснамасы негізінде теориялық және әдіснамалық негіздер қарастырылады.

Мақалада қалалық агломерацияның логистикалық инфрақұрылымын басқарудың теориялық негіздері ұсынылған, логистиканың ұғымдық аппаратына түзетулер енгізіледі, "интеграцияланған логистикалық инфрақұрылым" терминінің авторлық анықтамасы беріледі, сондай-ақ қалалық агломерацияның логистикалық инфрақұрылымын басқарудың иерархиялық тұжырымдамасы ұсынылады, оның негізінде ұйымдық-функционалдық модель әзірленді.

Түйін сөздер: логистика; логистикалық инфрақұрылым; Қалалық агломерация; логистикалық жүйе.

Аннотация

Н.А. Сапанов[1]*, А.Т. Бектемесов*[1]

[1] *Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Формирование городских агломераций тесно связано с процессом формирования их логистической инфраструктуры, эффективность функционирования которых приведет к появлению комплекса социальных и экономических проблем. Решение этих проблем осложняется отсутствием качественных теоретических и методических средств управления логистической инфраструктурой. Рассматриваются теоретические и методологические основы на основе исследовательских материалов и фундаментальных научных трудов по логистике и управлению цепями поставок, а также на основе теории и методологии развития логистической инфраструктуры.

В статье представлены теоретические основы управления логистической инфраструктурой городской агломерации, внесены поправки в понятийный аппарат логистики, дается авторское определение термина "интегрированная логистическая инфраструктура", а также представлена иерархическая концепция управления логистической инфраструктурой городской агломерации, на основе которой разработана организационно-функциональная модель.

Ключевые слова: логистика; логистическая инфраструктура; городская агломерация; логистическая система.

Abstract

THE BASICS OF LOGISTICTS INFRASTRUCTURE MANAGEMENT FOR URBAN AGGLOMERATION

Sapanov N.A. [1]*, Bektemesov A.T.* [1]
[1] *Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Formation of urban agglomerations is related to formation of logistics infrastructure, inefficiency of which leads to emergence of a number of social and economic problems. The search of a solution of these problems is complicated by lack of high quality theoretical and methodological instruments of logistics infrastructure management. According to the research materials and fundamental scientific papers on logistics and supply chain management along with the theory and methodology of logistics infrastructure development, the author considers theoretical and methodological foundations of management of urban agglomeration logistics infrastructure.

The article also contains theoretical oundations of urban agglomeration logistics infrastructure management, offers the author’s definition of the term «integrated logistics infrastructure» and contains a hierarchical concept of urban agglomeration logistics infrastructure management that is a prerequisite to devising of a corresponding organizational and functional model.

Keywords: logistics; logistics infrastructure; urban agglomeration; logistics system.

Қазіргі уақытта қалалар арасындағы өндірістік, сервистік және мәдени байланыстарды қарқындатуға және материалдық, ақпараттық және өзге де ағындардың көп компонентті динамикалық коммуникация жүйесін қалыптастыруға әкелетін қалалық агломерациялардың пайда болу процесі жүріп жатыр.

Қалалық агломерациялардың логистикалық инфрақұрылымдарының жұмыс істеуінің қазіргі проблемалары, олардың экономикалық субъектілер қызметінің тиімділігін және тұрғын үй қонысының сапасын арттыру үшін маңыздылығы, сондай-ақ ғылыми аппаратты дамыту қажеттігі логистиканың ұғымдық аппаратын нақтылаумен, ұйымдастыру-функционалдық моделін әзірлеумен және басқару тұжырымдамасын таңдаумен байланысты мәселелерді мақалада қараудың өзектілігін растайды. Д. Бауэрсокстың пікірі бойынша логистикалық инфрақұрылым материалдық және ілеспе ағындардың қозғалысын оңтайландыру жолымен территориялық экономикалық жүйедегі жеткізу тізбегінің жұмыс істеуін қамтамасыз ететін кіші жүйелердің жиынтығын қамтиды [1]. "Логистикалық инфрақұрылым" терминінің интерпретациясын талдау нәтижесінде әр түрлі жарияланымдарда терминді интерпретациялауға өзара байланысы екіге бөлінді: логистикалық инфрақұрылым объектілердің жиынтығы және логистикалық инфрақұрылым процестердің жиынтығы [2,3].

Демек, "логистикалық инфрақұрылым" терминінің мәнін анықтау үшін үдерістік және объектілік тәсілдердің коммуникациясы өзекті болып табылады, себебі қазіргі заманғы талаптар ағындарды инфрақұрылымда физикалық бөлу үшін жағдай жасау ғана емес, сонымен қатар олардың қызметін тиімді үйлестіру қажеттілігін негіздейді. Осылайша, интеграцияланған логистикалық инфрақұрылым-бұл материалдық және оларға ілеспе ағындарды басқару тиімділігін арттыру жолымен әлеуметтік-экономикалық жүйенің міндеттерін іске асыру мақсатында ағын процестерін үйлестіру және біріктіру жолымен әртүрлі деңгейлі логистикалық жүйелердің жұмыс істеуін қамтамасыз ететін әлеуметтік-экономикалық объектілердің динамикалық жүйесі [4].

Біздің ойымызша, логистикалық инфрақұрылымды дамытудың маңызды ерекшеліктерінің бірі қалалық агломерацияны дамытудың әлеуметтік факторын есепке алу қажеттілігімен байланысты, бұл қалалардың тиімді әлеуметтік-экономикалық дамуының ажырамас шарты болып табылады. Логистикалық инфрақұрылым, қалалық шағын жүйелердің жұмыс істеуін қамтамасыз ететін қазіргі заманғы қалалық шаруашылықтың маңызды жүйелік құрауыштарының бірі бола отырып, қалалық агломерациялар шеңберінде қалалар арасындағы материалдық, ақпараттық, қаржылық, сервистік және жолаушылар ағындарының қозғалысын уақтылы және толық көлемде ұстап тұруға тиісті.

Қалалық шаруашылықтың барлық үш саласы (Экономикалық, әлеуметтік, институционалдық) өзара тығыз байланысты болып отырғандығын ескере отырып, олардың бірлескен жұмыс істеуін инфрақұрылымдық қолдау туралы мәселе туындайды.

Мұндай рөлді және өзіне логистикалық инфрақұрылым алады, ол бұл жағдайда кіші жүйелерге бөлінеді: әлеуметтік сала объектілерінің логистикалық инфрақұрылымы, экономикалық сала объектілерінің логистикалық инфрақұрылымы және институционалдық сала объектілерінің логистикалық инфрақұрылымы.

Қалалық агломерация үшін барлық деңгейлерде бизнес – үдерістерге қатысушыларды біріктіру және үйлестіру үшін жағдай жасайды, қалалық агломерацияның көп деңгейлі логистикалық жүйесі форматында инфрақұрылымдық функцияларды орындауды қамтамасыз ететін жүйелер ретінде біз қарайтын жеткізу желілері-интеграцияланған логистикалық жүйелерге жеткізу тізбектерін шоғырландыру керек.

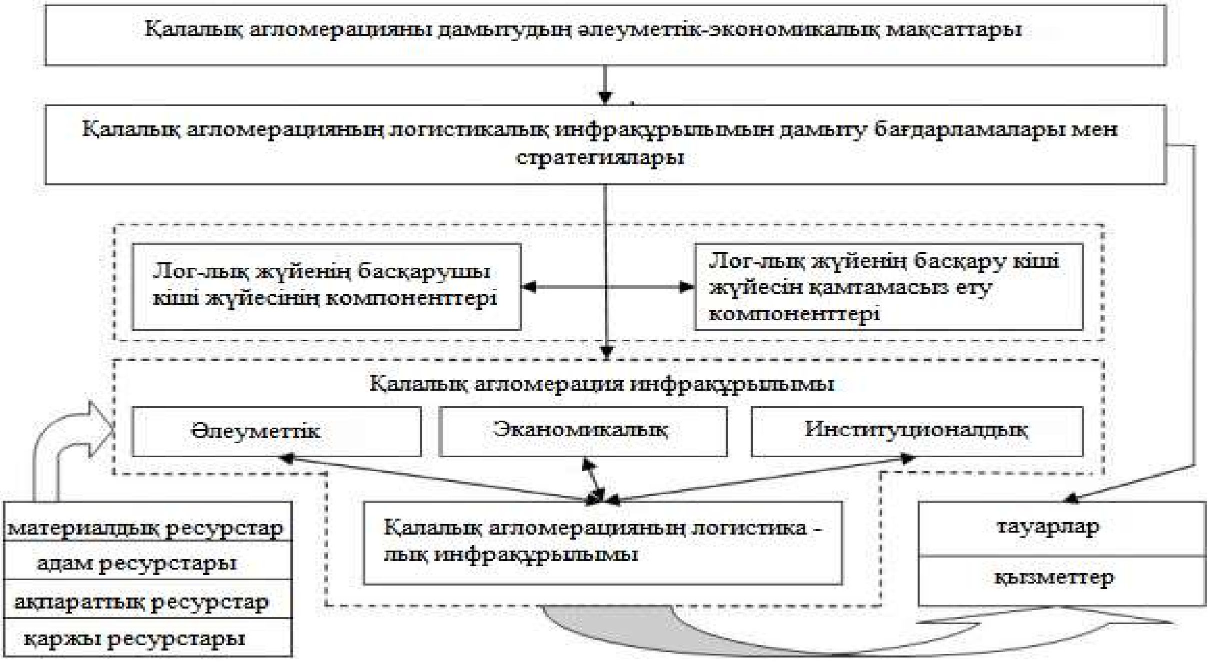
Логистикадағы интеграцияланған тәсіл әртүрлі функционалдық салаларды және олардың қатысушыларын бірыңғай логистикалық жүйе шеңберінде оларды оңтайландыру мақсатында біріктіруді талап ететіндіктен, интеграцияланған логистикалық инфрақұрылымды қалыптастыру кезінде пайда болатын синергетикалық әсерді қолдау мақсатында ірі қаланың логистикалық инфрақұрылымы элементтерінің жақын орналасқан қонақтармен бірге олардың интеграциясы бағытында жұмыс істеу процесіне елеулі өзгерістер енгізу қажеттілігі туындайды.

Интеграцияланған логистикалық инфрақұрылымның жұмыс істеу салаларының шекаралары логистикалық инфрақұрылымдағы логистикалық функциялар мен операцияларды басқарудың бір-біріне ауысатын алаң нысанында схемалық түрде ұсынуға болады (сурет 1) аумақтық жүйелерде элементтерді үйлестіру қағидаттарына негізделген.

Логистикадағы интеграцияланған тәсіл әртүрлі функционалдық салаларды және олардың қатысушыларын бірыңғай логистикалық жүйе шеңберінде оларды оңтайландыру мақсатында біріктіруді талап ететіндіктен, интеграцияланған логистикалық инфрақұрылымды қалыптастыру кезінде пайда болатын синергетикалық әсерді қолдау мақсатында ірі қаланың логистикалық инфрақұрылымы элементтерінің жақын орналасқан қонақтармен бірге олардың интеграциясы бағытында жұмыс істеу процесіне елеулі өзгерістер енгізу қажеттілігі туындайды [5].

Сурет 1. Қалалық агломерацияның логистикалық инфрақұрылымындағы басқару өрістерінің өзара іс-қимыл схемасы

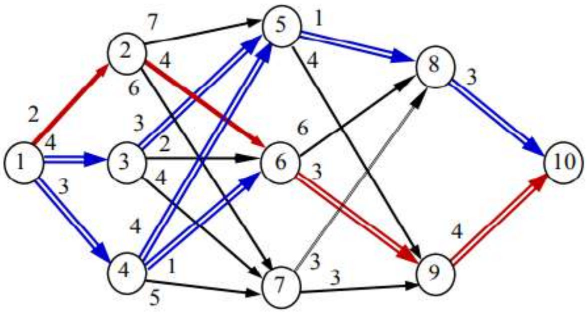
Қалалық агломерация инфрақұрылымы моделінің базалық схемасы (сурет 2) қалалық агломерацияның әлеуметтік, экономикалық және институционалдық инфрақұрылымдарына қатысты логистикалық инфрақұрылымның үйлестіру және ықпалдастыратын функциясын көрсетеді.



Сурет 2. Қалалық агломерация инфрақұрылымы моделінің базалық схемасы

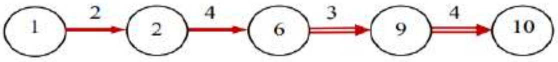
Қалалар арасындағы ең қысқа жолды табуға мысал қарастырайық мысалға 10 қала болсын. Схемадағы қалалардың нөмірлері үйірмелерде көрсетілген. Бағыттамалар жолдарды білдіреді (қаладан қалаға ықтимал өту жолдары), ал бағыттамалардың үстіндегі/астындағы сандар-ұзындығы (қалалар арасындағы қашықтық).

Бірінші қаладан оныншы қалаға дейін қысқа жолды табу қажет.



Сурет 3. Жолдар желісі

Бұл мәселені алгоритм арқылы жақын қала әдісімен шешуге тырысамыз. Осы әдіспен алынған № 1 Маршрут, суретте бағыттамалармен белгіленген.

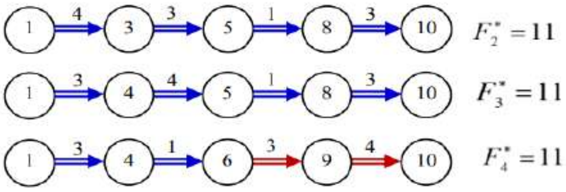


Сурет 4. №1 Маршрут

Өткен жолдың ұзындығы

$$F_1^{\text{МБГ}} = 2+4+3+4=13.$$

Бұл тапсырманы Р.Беллманның динамикалық бағдарлама әдісімен шешуге болады. Қалалардың өтуінің оңтайлы реттілігі (2,3,4 сәйкес бағыттар) 5-суреттер көрсетілген.



Сурет 4. № 3,4,5 Маршрут

Оңтайлы траекториялардың оң жағында маршруттарға сәйкес жалпы өткен қашықтықтың оңтайлы мәндері жазылған

$$F^*{}_2, F^*{}_3, F^*{}_4.$$

Сонымен, алгоритм көмегімен жақын маңдағы қала әдісімен бірінші қаладан он順ншы қалаға өту үшін оңтайлы маршрут алу мүмкін емес

$$(13 = F_1^{\text{МБГ}} > F^* = 11).$$

Бұл құбылыстың табиғатын анықтау үшін бірнеше геометриялық мысалдар қарастырсақ, нұсқаларды бірнеше қадам (соңына дейін емес) алға есептеу оңтайлы шешімге әкелмейдіндігі көрсетіледі. Ең қысқа жолды табу мәселесін қарастырымыз берілген нүктелер жиынтығын қосатын жолдар бойымен А нүктесінен В нүктесіне дейін.

$$A,\ D_1,\ D_2,\ \ldots,\ D_{n-1}, D_n,\ \ M,\ \ B,\ \ C_1,\ \ C_2,\ \ \ldots,\ \ C_{n-1},$$

- нүктелерімен байланысқан жолдар берілсін. Жолдар тұтас сызықтармен, D_2, D_{n-1}, және C_2, C_{n-1}, нүктесіне дейінгі жолдар.

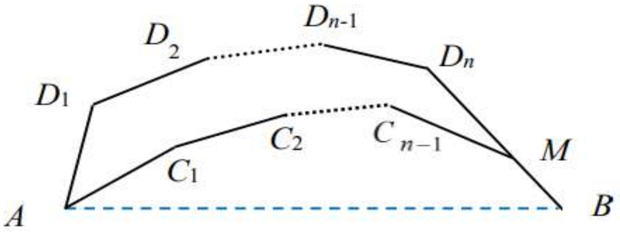
А нүктесінен В нүктесіне дейінгі қысқа жолды табамыз.

Алдыңғы мысалдарға ұқсас, біз екі теңсіздікті қанағаттандыратын жолдар желісін саламыз:

$$AD_1 + D_1D_2 + \ldots + D_{n-1}\, D_n < AC_1 + C_1C_2 + \ldots + C_{n-1}M,$$

бірақ

$$AD_1 + D_1D_2 + \ldots + D_{n-1}D_n + D_nM + MB > \quad AC_1 + C_1C_2 + \ldots + C_{n-1}M + MB.$$



Сурет 5. Жолдар желісі

А нүктесінде орналасқан жерден алға қарай n қадамдардың қосындысын есептейді де, оның тең емес орындалғанын көз жеткізеді, А нүктесінен Dn нүктесіне өтуін қамтамасыз етеді және А нүктесінен В нүктесіне дейінгі қашықтықтың қосындысын жоғалтады (теңсіздік 7) [6].

Қысқа жолды іздеудің қарастырылған міндеті аралық сипатқа ие. Математик-есептеуіштер көптеген нүктелер үшін осындай есептерді шешудің арнайы алгоритмдерімен үнемі жұмыс істейді.

Қалалық агломерацияның логистикалық инфрақұрылымының жалпы мақсаты қалалық агломерацияның экономикалық жүйесінің міндеттерінде тұжырымдалады және қалалық агломерацияның мақсатты бағдарлары логистикалық жүйеге қатысты деп аталады. Сондықтан логистикалық жүйедегі үйлестіру сапасы жаһандық міндетті шешу сапасына қатысты анықталады.

Осылайша, логистиканың теориялық аспектілерін нақтылау, басқару тұжырымдамасын және ұйымдастыру-функционалдық моделін қалыптастыру қалалық агломерацияның логистикалық инфрақұрылымының логистикалық инфрақұрылымды басқарудың теориялық және әдіснамалық құралдарын жетілдіруге мүмкіндік береді, бұл Қазақстан Республикасында ірі қалалардың агломерациялық дамуы жағдайында ерекше маңызға ие.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Бауэрсокс Д. Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Д. Дж. Бауэрсокс, Д. Дж. Клос; пер. с англ. Н. Н. Барышниковой, Б. С. Пинскера. – М.: Олимп-Бизнес, 2015. – 640 с.

2 Бураков В. И. Международные логистические системы / В. И. Бураков. –Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2009. 174 с.

3 Бураков В. И. Теоретические аспекты формирования корпоративной логистической концепции управления / В. И. Бураков // Региональный рынок товаров и услуг: инновационный и логистический подходы (в рамках V Байкальского экономического форума): материалы междунар. науч.-практ. конф. (Иркутск, 30 сент. 2012 г.). Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2008. С. 62–64.

4 Гаджинский А.М. Логистика: учеб. / А. М. Гаджинский. – 2-е изд. – М. : Маркетинг, 2010. – 228 с.

5 Гайдес М. А. Общая теория систем (системы и системный анализ) / М.А.Гайдес. М.: Глобус-Пресс, 2005. 201 с.

6 Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ; [пер. с англ.]. М.: Вильямс, 2013. 1328 с.

МРНТИ 50.41.25
УДК 004.41

С.М. Сарсимбаева

Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

VUFORIA ПЛАТФОРМАСЫНДА КЕҢЕЙТІЛГЕН ШЫНДЫҚ ҚОСЫМШАЛАРЫН ҚҰРУ ЖӘНЕ ОҚУ ПРОЦЕСІНДЕ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Мақалада Vuforia платформасында кеңейтілген шындық қосымшаларын құру, көрнекі ақпаратпен мәліметтері толықтыру үшін оқу материалдарын визуалды модельдеу мақсатында оқу процесінде кеңейтілген шындық технологиясын пайдалану мәселелері қарастырылған. Кеңейтілген шындық қосымшалары, платформалары, кеңейтілген шындық технологиясын іске асыру мүмкіндіктері, Unity қосылған Vuforia сияқты әзірлемелердің құрал-саймандық ортасының мүмкіндіктерін талдаудың нәтижелері көрсетілген. Кеңейтілген шындық жоғары деңгейлі технологияларды қолданудың маңыздылығы, кеңейтілген шындық технологиясын қолдану перспективалары, оны оқу процесінде пайдалану мүмкіндіктері мен артықшылықтары атап өтілді. Білім беру саласындағы жаңа ақпараттық технологияларды қолданудың өзектілігіне және инновациялық білім беру технологияларын дамытудың перспективалы бағыттарының бірі оқыту процесінде кеңейтілген шындықты қолдану болып табылатыны атап өтілді. Маркерлік технология негізінде құрылған Абай Құнанбаевтың өлеңдеріне кеңейтілген шындық қосымшасы ұсынылды.

Түйін сөздер: кеңейтілген шындық, Vuforia платформасы, цифрлық білім беру технологиялары.

Аннотация

С. М. Сарсимбаева

Актюбинский региональный государственный университет им.К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПЛАТФОРМЕ VUFORIA И ПРИМЕНЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В статье рассмотрены вопросы разработки приложений дополненной реальности на платформе Vuforia, а также использование технологии дополненной реальности в учебном процессе с целью визуального моделирования учебного материала для дополнения материала наглядной информацией. Показаны результаты анализа существующих подходов к разработке приложений дополненной реальности, платформы, инструментальные среды разработки, такие как Vuforia, с возможностью подключения Unity и реализация технологии дополненной реальности. Подчеркнута важность применения высокоуровневых технологий дополненной реальности, перспективы применения технологии дополненной реальности, возможности и преимущества ее использования в учебном процессе. Предложена, созданная на основе маркерной технологии дополненная реальность к стихам Абая Кунанбаева.

Ключевые слова: дополненная реальность, платформа Vuforia, цифровые образовательные технологии.

Abstract

DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY APPLICATIONS ON THE VUFORIA PLATFORM AND USAGE IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Sarsimbayeva S.M.

K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

The article deals with the development of augmented reality applications on the Vuforia platform, the use this technology in the educational process for the purpose of visual modeling of educational material. The results of the analysis of existing approaches to the development of augmented reality applications, platforms, tool development environments such as Vuforia, with the ability to connect Unity, and the implementation of augmented reality technology are shown. The importance of using high-level augmented reality technologies, the prospects for using augmented reality technology, and the opportunities and advantages of using it in the educational process are highlighted. It is noted that the one of the promising areas of development of innovative educational technologies is the use of augmented reality in the learning process. An augmented reality application to Abay Kunanbayev's poems created on the basis of marker technology is proposed.

Keywords: augmented reality, Vuforia platform, digital educational technologies.

Білім беру кеңістігіндегі кеңейтілген шындық технологиясы жақында ғана қолданыла бастады. Бүгінгі күні білім беру кеңейтілген шындық технологияларын дамыту және енгізу үшін ең перспективалы бағыттардың бірі болып саналады. Жаңа және AR технологияларын оқыту мақсатында кеңейтілген шындықты қолдану идеясы жақында тарих, география, әдебиет сабақтарында қолданып жатыр [1]. Кеңейтілген шындық (ағылш. Augmented Reality) - бұл адамның нақты бар кеңістігіне жалған, виртуалды объектілерді енгізудің әртүрлі нұсқаларын білдіретін термин. Қосымша ақпарат мәтін, сурет, бейне, дыбыс, үш өлшемді нысан түрінде болуы мүмкін. Кейбір процестерді кеңейтілген шындықты пайдаланып ойнату процесті нақты мөлшерде және мүмкіндіктерде көрнекі түрде көрсетуге мүмкіндік береді. Технология принципі кең мағынада адамның нақты әлем туралы түсінігін компьютерлік технологиялардың көмегімен өзгертеді. Бұл ретте оның барлық сезімдерін іске қосуға болады. Тар мағынада – бұл нақты уақыт режимінде бейнені бейнелеуге жаңа нысандарды қосу. Автор кеңейтілген шындықты «қазіргі заманғы технологиялардың күн сайын пайда болатын проблемалық мәселелерге жауабы деп қарастырады. Ол адамдардың көпшілігіне түсінікті, виртуалды әлемдерден гөрі оны жүзеге асыру оңай. Кеңейтілген шындық бізге күнделікті шындықты бай етуге мүмкіндік береді. Интернет-ресурстардың сарқылмаушылығымен бірге оның мүмкіндіктері шексіз» [2].

Білім берудегі кеңейтілген шындық технологиясын пайдалану мүмкіндігі туралы сұраққа оң жауап беруге болады, өйткені бұл технология сабақты керемет, қызықты, түсінікті етуге мүмкіндік береді.Кеңейтілген шындықтың көмегімен кітаптар мен оқу құралдарының статикалық беттерін «жандандыруға», джунгли арқылы «серуендеуге», әдеби шығармаларды оқу кезінде немесе музыканы тыңдау кезінде пайда болатын тарихи оқиғаның қатысушысы немесе «бейнелеу» ассоциациясын сезінуге болады [2].

Сонымен қатар, кейбір білім беру ұйымдарында практикалық сабақтарды өткізу қиын болуы немесе мүмкін емес: мысалы, оқушыларға көрсету үшін қажетті химиялық реактивтер немесе минералды/тау жыныстары жоқ. Осылайша, практикалық сабақтарға қатысты білім беру саласындағы жағдай жаңа ақпараттық технологияларды қолданудың өзектілігіне негізделеді. Инновациялық білім беру технологияларын дамытудың перспективалық бағыттарының бірі оқу үрдісінде кеңейтілген шындықты қолдану болып табылады. Алайда оқытудың барлық бағыттарында электронды-ақпараттық немесе интерактивті құралдар жиі қолданылады. Барлық мектептер кабинеттерді компьютерлік техникамен, проекциялық аппаратурамен, электрондық оқыту ресурстарымен және басқа да заманауи оқыту құралдарымен жабдықталып жатыр. Көбінесе бұл техниканың мүмкіндіктері толық көлемде пайдаланылмайды. Кеңейтілген шындық сүйкімді зерделеуде тарих, биология немесе әдебиет болсын кез келген пәнді оқуда қолданылуы мүмкін. Қазірдің өзінде жас математиктер (Pocket Tutor), бастаушы биологтар (AR Flashcards) және басқалар үшін көптеген бағдарламалар табуға болады [3].

Кез келген жаңа технология сияқты AR өзінің артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Бір жағынан, ол білім беру процесінің мүмкіндігін кеңейтуге мүмкіндік береді. Мектеп уақыт өте келе аяққа тұрып, балаларға жақын уақытта жұмыс істеуге тура келетін нәрселерді көрсетуі тиіс. Бұл технологияның кемшіліктері білім беру процесінің шеңберінен шығып, бірінші кезекте әлеуметтік салдарға байланысты (кеңейтілген шындыққа байланысты линзаларды қолдану, ақпараттың құпиялылығына байланысты проблемалар [4]).

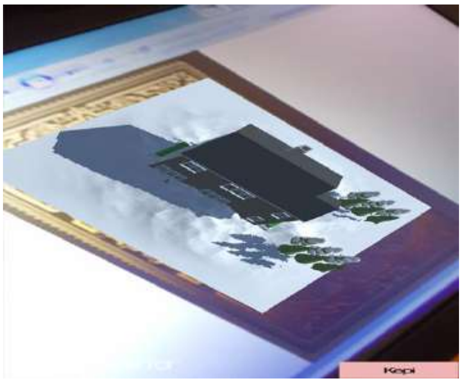
Компьютерлік технологияларды дамытудың қазіргі кезеңінде кеңейтілген шындық технологиялары дидактикалық және когнитивтік мүмкіндіктерді кеңейте отырып, олардың құралдары мен әдістерін байыта отырып, оқыту технологияларына әсер етуі қажет. Олар бастапқыда жоқ нақты ортаға виртуалды объектілерді орналастыру ерекше білім беру тәжірибесін үлгілеуге мүмкіндік береді.

Білім беру үдерісінде кеңейтілген шындық технологиясын қалай пайдалануға болады? Бірінші кезекте оқытылатын пәннің көрнекілігі мен интерактивтілігін максималдандыруға, оған терең батыруға, виртуалды зертханалық жұмыстарды жүргізуге арналған көмекші құрал ретінде.

Кеңейтілген шындық сияқты технологияны пайдалану білім алушыларға олардың алған теориялық білімдерінде мүлдем қауіпсіз тәжірибе алуға мүмкіндік береді, мысалы, химиялық тәжірибелер мен эксперименттер жүргізу, массивтерді сұрыптау немесе ақпаратты кодтау алгоритмдерін көрнекі түрде ұсыну, компьютердің жекелеген бөліктері мен т.б. қалай жұмыс істейтінін көру, оқу-әдістемелік материалдарда ұсынылған объектілерді визуализациялау [5, 6]. Осылайша, білім беру мазмұнын ұсынудың көрнекілігі айтарлықтай артады, сонымен қатар технология жеткілікті және оны пайдалану үшін заманауи оқушылар үшін үйреншікті гаджет – смартфондар пайдаланылады, ол оқушылардың оқылатын пәнге деген қызығушылығын арттырады.

Кеңейтілген шындықты және 3D модельдеуді пайдалану оқушыларды бағдарламалау мен 3D модельдеуді зерттеуге ынталандырады [7, 8]. Бұл технология жобалық тапсырмаларды орындау кезінде, оқушылардың жобамен жұмыс нәтижелерін визуализациялау үшін, оны барынша интерактивті ете отырып пайдаланылуы мүмкін.

Қосымша шынайы қосымшаларды әзірлеу үшін түрлі платформаларды пайдаланады. Бұл Vuforia сияқты платформалар– 300000 - нан астам әзірлеушілері бар компьютерлік көрудің жетекші платформасы, ViewAR SDK - ViewAR– дың алғашқы клиенттері жиһаз компаниялары болды, бірақ қазір компания 3D визуализацияның қуатты құралдарын ұсынады, TryLiveRetail– бұл брендтер мен дүкендер үшін жаңа шындық, SmartCam3D View-дрон үшін кеңейтілген шындық қосымшасы, бірақ оның мүмкіндіктерін және әзірлемелерде пайдалануға болады, суретке географиялық белгілер қоя отырып, InfinityAR-платформа қоршаған кеңістіктің үш өлшемді қойылымын құра алады және оны қажетті элементтермен толықтырады және басқалар.



Сурет 1. «Қыс» өлеңіне кеңейтілген шындық

Автор қазақтың ұлы ақыны Абай Құнанбаевтың шығармаларына кеңейтілген шындық жасады. Кеңейтілген шындықты қолдана отырып, өлеңдер кітабы – бұл қызықты оқиға. Телефон камерасын салғанда, кітап пейзаждары кітаптың «тірі» әңгімесін ойнату арқылы жүзеге асырылады.

Өлеңге толы шындық Vuforia платформасында жасалған. Vuforia – Qualcomm компаниясы әзірлеген мобильді құрылғыларға арналған кеңейтілген шындықты бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеушінің кеңейтілген шындық платформасы және құралы. Vuforia компьютерлік көру технологиясын пайдаланады және нақты уақытта тегіс суреттер мен қарапайым көлемді нақты объектілерді қадағалау технологиясын.

Сурет 2. Абайдың «Қараңғы түнде тау қалқып…»
өлеңіне кеңейтілген шындық

Vuforia мәтінді таниды, сондай-ақ цилиндрлік маркерлерді тану мүмкіндігі бар. Бейнелерді тіркеу мүмкіндігі әзірлеушілерге 3D-модельдер мен медиаконтент сияқты виртуалды нысандарды ұялы құрылғылар камералары арқылы қарау кезінде нақты кескіндермен байланыстыруға және бағдарлауға мүмкіндік береді. Кеңейтілген шындық жұмысының ерекшелігі, ол бағдарламалық түрде екі тәуелсіз кеңістікті визуалды біріктіреді: шынайы объектілер әлемі және компьютерде құрылған виртуалды әлем. Виртуалды объект бақылаушының көзқарасы басты әсерге – виртуалды объект нақты әлемнің бір бөлігі болып табылатын сезімге қол жеткізу үшін оларға бірдей түрде жататындай нақты бейнеге бағдарланады. Қолданба әр түрлі 2D- және 3D-нысаналарды, оның ішінде тұмсықсыз Image Target, үш өлшемді Multi-Target нысаналарын, сондай-ақ сахнада оларды тану үшін объектілерді бөліп шығаратын реперді маркерлерді қолдайды. Vuforia Unity ойын қозғалысымен біріктіру арқылы C++, Java, Objective-C және .Net тілдерінде қосымшаларды бағдарламалау интерфейстерін ұсынады. Осылайша, ол IOS және Android-қа арналған AR-қосымшаларды әзірлеуді қолдайды, сонымен қатар Unity және iPhone, iPad, Android смартфондары мен планшеттерін қоса алғанда, құрылғылардың кең спектрімен үйлесімді. Осылайша, кеңейтілген шындық технологиясы педагогқа оқушыларды зерттеуге тартуға, ол үшін оқу жағдайларын әзірлеуге, танымның сапалы нәтижесіне қол жеткізу үшін заманауи технологияларды, құралдар мен қызмет тәсілдерін қолдануға мүмкіндік береді.

Виртуалды объектілерді бастапқыда жоқ нақты ортада орналастыру ерекше білім беру тәжірибесін үлгілеуге мүмкіндік береді, білім беру сапасын арттыру үшін кең мүмкіндіктер бере отырып, дидактикалық және когнитивтік мүмкіндіктерді кеңейте отырып, олардың құралдары мен әдістерін байыта отырып, оқыту технологияларына әсер етеді. Зерттеу барысында әзірленген кеңейтілген шындық элементтері тікелей әдебиет сабағында оқытуда қолданылуы мүмкін, олардың негізінде басқа пәндерге арналған осындай элементтер жасалуы мүмкін. Оқытуда кеңейтілген шындық элементтерін пайдалану оқу міндеттерін шешу үшін гаджеттерді қолдануға уәждемені арттыруға, технологияның көрнекілігі мен жаңалығы арқасында оқу процесіне қызығушылықты арттыруға, яғни оқу материалын жақсы түсінуге мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Yetao Huang, Yue Liu, Yongtian Wang, AR-View: and Augmented Reality Device for Digital Reconstruction of Yuangmingyuan // IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2009.

2 Солдатов С., Кузьмина Н. Интерфейс будущего – системы дополненной реальности // В записную книжку инженера. – 2016. - № 1. – С. 96-103.

3 Как технология дополненной реальности помогает в образовании детей. [Электрон. ресурс]. – 2014. – URL: https://www.mate-expo.ru/ru/article/kak-tehnologiya-dopolnennoy-realnosti-pomogaet-v-obrazovanii-detey (дата обращения 02.02.20)

4 Социальные последствия дополненной реальности [Электрон. ресурс]. – 2013. – URL: http://arnext.ru/articles/sotsialnye-posledstviya-dopolnennoy-realnosti-2702_(дата обращения 02.02.20)

5 Арсентьев Д.А. Внедрение элементов дополненной реальности в учебно-методическую литературу // Университетская книга: традиции и современность: Матер. Междунар. конф., Екатеринбург, Россия, 2015. –С.18-22.

6 Кравченко Ю.А., Лежебоков А.А., Пащенко С.В. Особенности использования технологии дополненной реальности для поддержки образовательных процессов // Открытое образование. [Электрон. ресурс]. – 2014. – №3(104):49-54. URL: https://doi.org/10.21686/1818-4243-2014-3(104-49-54 (дата обращения 02.02.20)

7 Масленникова О.Е. Новации в организации и осуществлении образовательного процесса при подготовке инженеров // Новые информационные технологии в образовании: Матер. IX Междунар. конф., Екатеринбург, Россия, 2016. – С. 413-417.

8 Максутов Р. XR – искусство и образование [Электрон. ресурс]. – 2019. – URL: https://rb.ru/opinion /techtrends-4/ (дата обращения 02.02.20)

МРНТИ 50.41.25
УДК 004.41

С.М. Сарсимбаева[1]*, С.И. Бекеева*[1]*, М.Б. Аханова*[2]

[1]*Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, г. Актобе, Казахстан*
[2]*Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO

Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы разработки и управления системой «умный дом» на платформе Arduino. Показана структура прототипа «умного дома», которая состоит из макета и мобильного приложения, для управления домом. Показаны функциональные возможности прототипа «умного дома». Продемонстрированы возможности платформы реализации Arduino, работы датчиков для автоматизации различных процессов, таких как вход в дом, управление освещением, влажностью и другими. Для разработки мобильного приложения использовалась инструментальная среда Android Studio. Показаны результаты анализа существующих подходов к разработке мобильных приложений, платформы, инструментальные среды разработки мобильных приложений. Подчеркнута важность применения высокоуровневых технологий «умного дома», перспективы применения этой технологии, возможности и преимущества ее использования. Предложен прототип «умного дома», созданный на платформе Arduino с возможностью управления через мобильное приложение.

Ключевые слова: «умный дом», интернет вещей, прототип, автоматизация, Arduino, датчик, мобильное приложение, Android Studio.

Аңдатпа

С. М. Сарсимбаева[1]*, С.И.Бекеева*[1] *, М.Б. Аханова*[2]*,*
[1]*Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе Өңірлік Мемлекеттік Университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан*
[2]*Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ARDUINO ПЛАТФОРМАСЫНДА «АҚЫЛДЫ ҮЙ» ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

Бұл мақалада Arduino платформасында "ақылды үй" жүйесін әзірлеу және басқару мәселелері қарастырылған.Үйді басқару үшін"ақылды үй" прототипінің құрылымы көрсетілген. "Ақылды үй" макетінің функционалдық мүмкіндіктері көрсетілді. Arduino жүзеге асыру платформасының мүмкіндіктері, үйге кіру, жарықтандыруды басқару, ылғалдылық және т.б. сияқты түрлі процестерді автоматтандыруға арналған датчиктердің жұмысы көрсетілді. Үйдегі датчиктерді басқаратын мобильді қосымшаны әзірлеу үшін droidstudio аспаптық ортасы қолданылды.Сонымен қатар мобильді қосымшалардың, платформаның аспаптық ортасын әзірлеудің қолданыстағы тәсілдерін талдау нәтижелері көрсетілді. "Ақылды үйдің" жоғары деңгейлі технологияларын қолданудың маңыздылығы, осы технологияны қолдану перспективалары, оны пайдалану мүмкіндіктері мен артықшылықтары атап көрсетілді. Arduino платформасында мобильді қосымша арқылы басқару мүмкіндігі бар "ақылды үй" прототипі ұсынылды.

Түйін сөздер: «ақылды үй», заттар интернеті, прототип, автоматтандыру, Arduino, сенсор, мобильді қосымша, Android Studio.

Abstract

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF THE «SMART HOUSE» SYSTEMS ON THE ARDUINO PLATFORM

Sarsimbayeva S.M.[1]*, S.I.Bekeeva*[1]*, M.B. Akhanova*[2]*,*
[1]*K. Zhubanov Aktobe regional state University, Aktobe, Kazakhstan*
[2] *Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

This article discusses the development and management of a prototype of a «smart house», which consists of a layout and a mobile application for house management. The functionality of the smart house layout is shown. The capabilities of the Arduino implementation platform are demonstrated, as well as the operation of sensors for automating various processes, such as entering a house, controlling lighting, humidity, and others. The Android Studio tool environment was used to develop the mobile app that controls sensors in the house.The results of the analysis of existing approaches by smart house systems on the Arduino platform are also shown.The structure of mobile application development, platforms, and tool environments for mobile application development are shown. The importance of using high-level smart house technologies, the prospects for using this technology, and the opportunities and advantages of using it were emphasized. A prototype of a «smart house» created on the Arduino platform with the ability to control via the mobile app is proposed.

Keywords: «smart house», Internet of things, prototype, automation, Arduino sensor, mobile application, Android Studio.

Введение

Вопросы автоматизации и цифровизации различных отраслей в настоящее время активно дискутируются на всех уровнях и сообществах. Развитие средств автоматизации привело к созданию комплексных систем, улучшающих качество жизни человека. И среди этих вопросов вопросы внедрения и использования Интернета вещей все активнее обсуждается в профессиональных кругах ИТ-специалистов, а также тех, кто хотел бы внедрить эти технологии в повседневную жизнь [1]. Поэтому вопросы выбора технологий, организации и функционирования Интернета вещей являются одними из самых актуальных на сегодняшний день.

Одной из областей проявления Интернета вещей являются системы домашней автоматизации «умный дом» [2, 3]. В пределах рынка недвижимости спрос на квартиры, оснащенные системами домашней автоматизации «умный дом», продолжает неуклонно расти. Эта тенденция сохраняется уже несколько лет подряд не только в Казахстане, но и во всем мире. Благодаря компьютерным технологиям появились различные системы автоматизации в том числе и в обычных домах. Система «умный дом» (англ. smart house) – система домашних устройств, способных выполнять действия и решать определенные повседневные задачи без участия человека» [4, 5, 6]. Домашняя автоматизация включает доступные через интернет домашние устройства [7].

Методы и технологии

Для систем автоматизации «умный дом» используют различные платформы и одними из самых распространенных являются платформы Arduino и Raspberry Pi. В настоящей работе для реализации был избрана платформа Arduino. Популярность систем «умный дом» в том, что эти системы являются открытыми, что позволяет сторонним производителям участвовать в ее развитии и копировать уже существующие Arduino - совместимые устройства, а также выпускать программное обеспечение для них.

Одной из целей нашей работы было создание оптимального комплекта «умный дом» на базе микроконтроллеров Arduino в соотношении цена-качество для внедрения и повсеместного использования в казахстанских реалиях. Также были исследованы вопросы управления «умным домом» при помощи контроллера Arduino. Система управляется дистанционно, с помощью мобильного приложения.

В качестве устройств, генерирующих входные сигналы, выступают датчики, которые контролируют те или иные параметры в помещении. Производством Arduino-совместимых датчиков и приборов на рынке занимается много компаний, ассортимент этой продукции обширен. Чаще всего используются сенсоры, отслеживающие такие климатические параметры как температура, влажность, осадки, освещённость, давление, сенсоры, позволяющие определить пространственное положение объекта, на котором они закреплены – это шестиосный датчик-гироскоп с акселерометром, компас, сенсоры, позволяющие регистрировать присутствие различных объектов – это датчик движения, инфракрасный датчик, ультразвуковой датчик, аварийные сенсоры, такие как датчик дыма, датчик огня, датчик утечки газа, датчик углекислоты. В системе могут использоваться также и такие устройства как микрофон, часы, датчик открывания двери, пульты дистанционного управления (радиочастотные и инфракрасные) с приёмниками, удалённые кнопки.

Рисунок 1. Макет реализованного «умного дома»

Создано мобильное приложение для управления системой. Мобильное приложение разработано на Android Studio [8]. В качестве языка программирования использовался язык JavaScript [8].

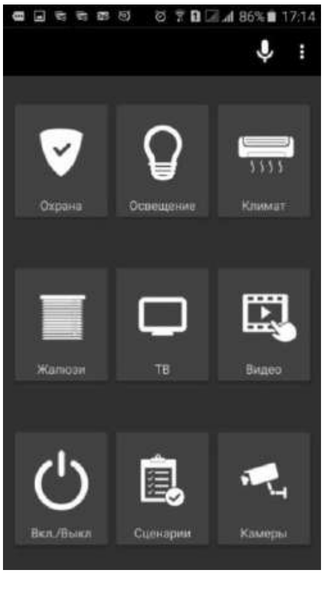


Рисунок 2. Меню мобильного приложения по управлению «Умным домом»

Основная часть

Разработанная система-прототип на платформе Arduino включает в свой состав контроллер с процессором, который обрабатывает входящие сигналы и формирует импульсы для управления внешними устройствами. Процесс подключения всех модулей и датчиков Arduino представляет собой последовательное подключение к центральному контроллеру датчиков и исполнительных устройств, используя для этого расширительные платы и соединительные проводники. Созданная система «умный дом», управляется через Web-интерфейс, что позволит удаленно контролировать работу системы с любого устройства, подключенного к интернету. Также поддерживает Arduino GSM управление с помощью обычных мобильных телефонов или смартфонов.

Контроллер дает системе управления освещением необходимый «ум» и позволяет управлять различными режимами освещения, автоматически выключать свет в светлое время суток или когда в помещении никого нет. Он позволяет подключить управление освещением к домашней сети и управлять им через телефон или компьютер. Настроив соответствующим образом маршрутизатор можно получить возможность управления через интернет из любого места.

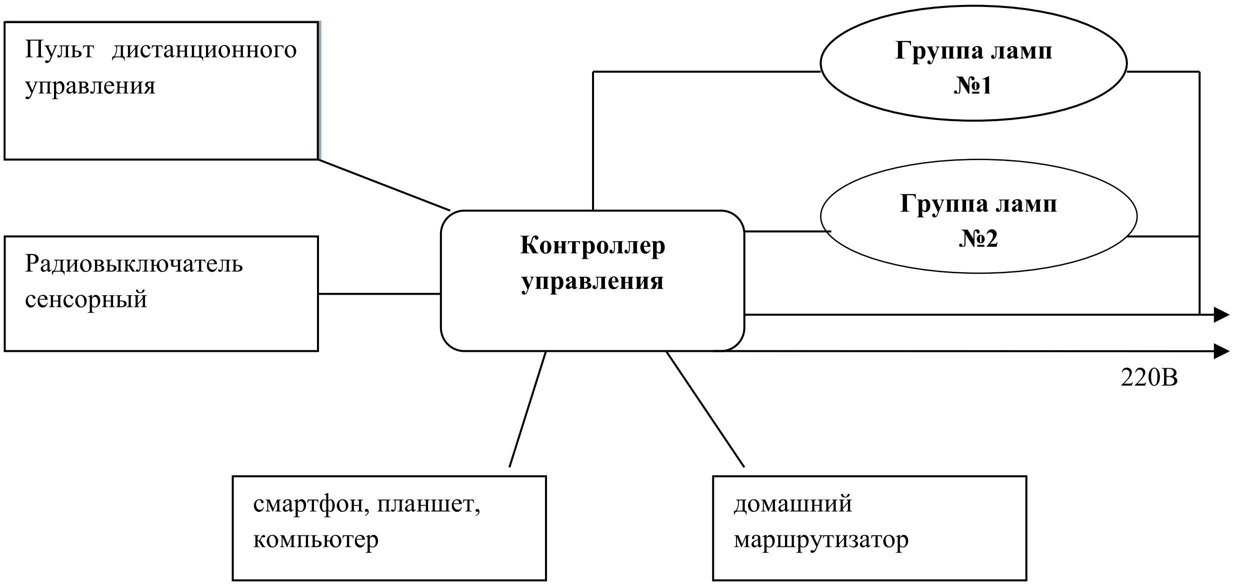


Рисунок 3. Схема управления освещением «умного дома» при помощи контроллера Arduino

Организация управления микроклиматом, температурой в системе «умный дом» осуществляется на основе управления отоплением и вентиляцией и осуществляется с помощью специальных датчиков, установленных внутри и снаружи помещения. Они измеряют температуру и в случае, если она не соответствует заданным параметрам, посылают сигнал на главный пульт управления. После чего принимаются меры для достижения оптимальных показателей. Также используются автоматические терморегуляторы, которые поддерживают в помещении заданный температурный режим. Причем, диапазон доступных температур колеблется в пределах от 0 до 125 градусов Цельсия. Для регулирования температурой в доме также используют системы электрических теплых полов, которую при желании можно запрограммировать на недельный или месячный цикл обогрева.

Кроме сбора и анализа информации «умный дом» должен реагировать на возникающие события. Присутствие на современных бытовых приборах продвинутой электроники позволяет обращаться к ним напрямую, используя Wi-Fi, GPRS или EtherNet. Обычно, для систем Arduino реализуют коммутацию микропроцессора и высокотехнологичных устройств посредством Wi-Fi. Например, для того чтобы с помощью Arduino включить кондиционер при высокой температуре в доме, блокировать телевизор и интернет в ночное время в детской комнате или запустить бойлер отопления к приходу хозяев был установлен модуль Wi-Fi на материнскую плату, определены незанятые каналы частоты, чтобы избежать конфликта систем, изучены и определены команды приборов и запрограммированы их действия.

Результаты исследования и заключение

Автором разработана система-прототип «умного дома» на платформе Arduino. В комплект входит прототип, мобильное приложение. Прототип содержит следующие датчики: температуры, влажности, освещённости, давления, датчик движения, датчик дыма, датчик огня, датчик утечки газа, датчик открывания двери, а также пульты дистанционного управления с приёмниками. Мобильное приложение разработано на платформе Android. Оно позволяет управлять домом дистанционно. Системы, построенные на платформе Arduino, отличаются тем преимуществом, что их можно модернизировать и масштабировать.

Данный аппаратно-программный комплекс привлекает пользователя такими достоинствами: как возможность автономной работы, обусловленная наличием собственного контроллера, наличием широких возможностей по настройке работы системы – пользователь сам пишет программу, в которой могут быть предусмотрены сценарии любой сложности, простота процесса загрузки программы в контроллер: программатор для этого не требуется, достаточно иметь USB-кабель, доступная стоимость компонентов, обусловленная открытой архитектурой системы и отсутствием у того или иного производителя монопольных прав. Открытость платформы Arduino позволяет использовать компоненты различных производителей, что позволяет варьировать ценой проекта и легко конструировать «умный дом» под запросы пользователя. Разработанную систему, можно встроить в квартиры в жилых домах.

Список использованной литературы:

1. *Кабанова А.Б. Исследование интернета вещей и его применение в создании «Умного дома» // Символ науки, Уфа, 2016. - № 11-3 (23). - С. 73-75*
2. *Богданов С.В. Умный дом / Пособие, изд. 2 е, перераб. и доп - СПб.: Наука и Техника, 2005. – 210 с.*
3. *Петин В.А. Создание умного дома на базе Arduino / Издательство: М.: ДМК Пресс, 2018. – 118 с.*
4. *Ву Т.З. Исследование методов автоматического управления умным домом // Технические науки в России и за рубежом: материалы Междунар. науч. конф., г. Москва, май 2011. - С. 39-41. - URL https://moluch.ru/conf/tech/archive/3/709/ .*
5. *Кирсанов Н. С. Исследование и синтез системы управления умным зданием // Молодой ученый. - 2018. - №16. - С. 127-130. - URL https://moluch.ru/archive/202/49486/ .*
6. *Карвинен Т., Карвинен К., Валтокари В. Делаем сенсоры. Проекты сенсорных устройств на базе Arduino и Raspberry Pi, СПб.: Вильямс, 2015. -402 с.*
7. *Кривоногов В.Г., Кривоногов Н.В. Умный дом (управление освещением, микроклиматом (отоплением и вентиляцией) и видеонаблюдением) с помощью Arduino // Студенческий: электрон. научн. журн. 2019. № 11(55). URL: https://sibac.info/journal/student/55/134880.*
8. *Харди Б., Филлипс Б., Стюарт К., Марсикано К. Android. Программирование для профессионалов, 2-изд., СПб.: Питер, 2016.– 640 с.*

МРНТИ 14.35.07
УДК 378:37.016

Б.Д. Сыдыхов [1], А.Б. Касиетова [1], Н.Б. Диқамбай [1]

[1]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

БОЛАШАҚ МҰҒАЛІМНІҢ САНДЫҚ БІЛІМ БЕРУ РЕСУРСТАРЫН ҚОЛДАНУЫНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ-ӘДІСНАМАЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Аңдатпа

Мақалада болашақ мұғалімнің сандық білім беру ресурстарын қолданудың кейбір теориялық-әдіснамалық мәселелері қарастырылады. Зерттеуде білім берудегі ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар құралдарының мүмкіндіктерін кешенді пайдалану оқу процесінің өзекті қажеттіліктеріне, оқытудың мазмұнының ерекшеліктеріне, әдістері мен нысандарына сәйкес келетін көпфункционалды сандық білім беру ресурстарын әзірлеу және пайдалану есебінен қол жеткізілуі мүмкін деп анықталады.

Авторлар мақалада ғылыми–педагогикалық әдебиеттерге талдау жасау арқылы сандық білім беру ресурстарын оқу процесіне енгізу бағыттарын және оны сипаттау және қолдану үшін қажетті білімді дамытудың психологиялық қағидаларын, сонымен қатар білім беру жүйесінің сандық білім беру ресурстарына қажеттілігінің негізгі талаптарын көрсетуге тырысады.

Түйін сөздер: білім беру, сандық білім беру ресурстары, ақпараттық технология, қағида, өзін-өзі дамыту.

Аннотация

Б.Д. Сыдыхов [1]*, А.Б. Касиетова* [1]*, Н.Б. Диқамбай* [1]
[1] *Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан*

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ

В статье рассматриваются некоторые теоретико-методологические проблемы использования цифровых образовательных ресурсов будущего учителя. В исследовании определяется, что комплексное использование возможностей средств информационных и телекоммуникационных технологий в образовании может быть достигнуто за счет разработки и использования многофункциональных цифровых образовательных ресурсов, соответствующих актуальным потребностям учебного процесса, особенностям содержания, методам и формам обучения. Авторы в статье, анализируя научно-педагогическую литературу, авторы стремятся показать направления внедрения цифровых образовательных ресурсов в учебный процесс и психологические принципы развития, необходимые для их описания и использования, а также основные требования системы образования в цифровых образовательных ресурсах.

Ключевые слова: образование, цифровые образовательные ресурсы, информационные технологии, принципы, саморазвитие.

Abstract

Sydykhov B.D.[1]*, Kassiyetova A.B.*[1]*, Dikambay N.B.*[1]
[1] *Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PROBLEMS OF USING DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCES OF THE FUTURE TEACHER

The article discusses some theoretical and methodological problems of using the digital educational resources of a future teacher. The study determines that the integrated use of the capabilities of information and telecommunication technologies in education can be achieved through the development and use of multifunctional digital educational resources that meet the current needs of the educational process, the features of the content, teaching methods and forms. The authors in the article, analyzing the scientific and pedagogical literature, the authors strive to show the direction of the introduction of digital educational resources in the educational process and the psychological principles of development necessary for their description and use, as well as the basic requirements of the educational system in digital educational resources.

Keywords: education, digital educational resources, information technology, principles, self-development.

Бүгінгі таңда елімізде әлемдік ақпараттық-білім кеңістігіне кіруді көздеген білім берудің жаңартылған жүйесі қалыптасуда. Елбасының «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты Жолдауында цифрлы технологияны қолдану арқылы құрылатын жаңа индустрияларды өркендетуге тиіс екеніміз айтылған. Сондай-ақ, 3D-принтинг, онлайн-сауда, мобильді банкинг, цифрлы қызмет көрсету секілді денсаулық сақтау, білім беру ісінде қолданылатын және басқа да перспективалы салаларды дамыту керектігі назарға алынған [1].

Қазақстан Республикасында жаңа технологияны жетік меңгере түсу үшін «Цифрлы Қазақстан» бағдарламасы қабылданып, ол 4 бағыт бойынша жүзеге асырылуда. Бірінші бағыт – ауыл-аймақты кең жолақты интернетпен қамтамасыз етіп, Қазақстанның транзиттік әлеуетін арттыру. Екінші бағыт – көлік және логистика, денсаулық сақтау, білім беру, ауыл шаруашылығы және электронды сауда экономиканың салаларына цифрлы технологияны ендіру. Үшіншісі – мемлекеттік органдар жұмысының сапасын арттыру және төртінші бағыт – IT-мамандарды даярлау [2].

Білім беруді ақпараттандырудың заманауи үдерісі – электрондық анықтамалар, энциклопедиялар, оқыту бағдарламалары, білім алушылардың білімін автоматтандырылған бақылау құралдары, компьютерлік оқулықтар және т.б. сияқты түрлі сандық білім беру ресурстарын әзірлеу мен пайдалануға бірыңғай педагогикалық тәсілдерді әзірлеуге ұмтылу болып табылады. Мұндай біркелкілікті қамтамасыз ету әрекеттері білім беру жүйесінде одан әрі тиімді пайдалану үшін сандық білім беру ресурстарын назарға ала отырып, біріктіруге ұмтылуда анық көрінеді. Сонымен қатар сандық білім беру ресурстарын әзірлеу, сараптау және пайдалану қазіргі заманғы білім беру жүйесінің қажеттілігінен туындайтын талаптар жүйесіне қатаң сәйкестікте жүзеге асырылуы тиіс.

Жоғарыда айтылғандардан, білім берудегі ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар құралдарының мүмкіндіктерін кешенді пайдалану оқу процесінің өзекті қажеттіліктеріне, оқытудың мазмұнының ерекшеліктеріне, әдістері мен нысандарына сәйкес келетін көпфункционалды сандық білім беру ресурстарын әзірлеу және пайдалану есебінен қол жеткізілуі мүмкін.

Оқытуда сандық білім беру ресурстарын пайдаланудың негізгі дидактикалық мақсаты – мәліметтерді хабарлау, білімді бекіту, білік пен дағдыны қалыптастыру және жетілдіру, оқуға мотивацияны арттыру, меңгеруді бақылау және т.б. болып табылады [3].

Қазіргі уақытта білім беру жүйесі сапалы сандық білім беру ресурстарын қажет етеді, себебі ол тәжірибеде келесілерге қол жеткізуге мүмкіндік береді:

- өз бетінше білім алу және білім беру бойынша білім алушылардың әртүрлі қызмет түрлерін ұйымдастыру;
- оқу іс-әрекетінің әртүрлі түрлерін, соның ішінде тіркеу, жинау, сақтау, ақпаратты өңдеу, интерактивті диалог, нысандарды, құбылыстарды, процестерді моделдеу, зертханалардың жұмыс істеуі (виртуалды, нақты жабдыққа қашықтықтан қол жеткізу) және т.б. орындау процесінде қазіргі заманғы ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялардың барлық мүмкіндіктерін қолдану;
- оқу үдерісіне мультимедиа, виртуалды шындық, гипермәтіндік және гипермедиа жүйелерінің мүмкіндіктерін пайдалану арқылы ақпаратты тасымалдау;
- білім алушылардың зияткерлік мүмкіндіктерін, сондай-ақ олардың білім, білік, дағды деңгейін, жалпы білім беретін дайындық пәндері бойынша нақты сабаққа дайындық деңгейін объективті диагностикалау және бағалау, мемлекеттік білім беру стандартының талаптарына сәйкес материалды меңгеру нәтижелерін өлшеу;
- білім алушылардың оқу іс-әрекетін нақты білім алушының интеллектуалдық деңгейіне, оның білім, білік, дағды деңгейіне, іске асырылатын әдістер мен қолданылатын оқыту құралдарын ескере отырып, оның мотивациясының ерекшеліктеріне сәйкес басқару;
- білім алушылардың жеке дербес оқу қызметін жүзеге асыру үшін жағдай жасау, өз бетімен оқу, өзін-өзі дамыту, өзін-өзі жетілдіру, өздігінен білім алу, өзін-өзі іске асыру дағдыларын қалыптастыру;
- педагогтарды, білім алушылар мен ата-аналарды білім беру мақсаттары мен мазмұнына сәйкес уақытылы өзекті ақпаратпен қамтамасыз ету;
- оқыту тиімділігін арттыруға бағытталған педагогтардың, білім алушылар мен ата-аналардың тұрақты және жедел қарым-қатынасын құру.

Сандық білім беру ресурстарын жасау және оларды оқу процесіне енгізу екі негізгі бағытқа сәйкес жүргізілетіндігін ескеру керек [4]. Бірінші бағытқа сәйкес енгізілетін сандық білім беру ресурстары оқу процесіне тарихи қалыптасқан білім беру жүйесінің дәстүрлі әдістері шеңберінде қосалқы құралдар ретінде енгізіледі. Бұл жағдайда ақпараттық ресурстар оқу процесін қарқындату, оқытуды дараландыру және білім алушылардың білімін есепке алумен, бақылаумен және бағалаумен байланысты педагогтардың ретті жұмысын ішінара автоматтандыру құралы ретінде әрекет етеді.

Сандық білім беру ресурстарын енгізудің екінші бағыты білім беру мазмұнын өзгертуге, оқу процесін ұйымдастырудың әдістері мен нысандарын қайта қарауға, жекелеген оқу пәндерінде осындай ресурстарды мазмұнды толықтыруды пайдалануға негізделген тұтас курстарды құруға әкелетін неғұрлым күрделі процесс болып табылады.

Аталған әрбір бағыт бойыншасандық білім беру ресурстарын құру, сипаттау және қолдану үшін білімді дамытудың психологиялық қағидалары негіз болуы тиіс.

Бірінші қағидаға сәйкес, білім алушының дамуы оқытушының көмегімен қызметтің қоғамдық-тарихи тәсілдерін немесе қарым-қатынас құралдарын белсенді түрде қабылдауына негізделеді. Осы қағиданы іске асыру барысында бірінші және екінші бағыт бойынша сандық білім беру ресурстарын енгізуге болады.

Екінші қағидаға сәйкес педагогикалық ықпал етудің екі жақты сипаты танылады. Бір жағынан, әлеуметтік тапсырысты іске асыра отырып, педагог жеке тұлғаның қалыптасуын басқарады, екінші жағынан, басқарубілім алушылардың жеке қасиеттерін педагогпен саналы түрде есепке алу негізінде жүзеге асырылады. Білім алушының жеке тұлғасын дамыту оның өзін-өзі айқындауын ұйымдастыру жағдайында, игерілетін қызметтің сипатын барынша ұғыну кезінде жүзеге асырылады. Білім алушының өзгеруі тұтастай алғанда субъективті өзін-өзі өзгерту болып есептелгенде, педагог онымен қарым-қатынас арқылы "табиғи жағдай"жасай отырып, қалаған өзгеріске ықпал ете алады. Бұл ретте білім алушыға алдыңғы игерілген білімдер қарым-қатынас процесінде қалыптасқан қажеттілік негізінде беріледі. Осы қағиданы іске асыру барысында сандық білім беру ресурстарын енгізу жоғарыда көрсетілген екінші бағыт бойынша жүзеге асырылады.

Аталған қағидалардың мақсаты – білім алушының жеке тұлға ретінде дамуына ықпал ету, оның жеке жауапкершілігін сезіне отырып, оқу және өмірлік жағдайларда өздігінен білім алу және өзін-өзі анықтау қажеттілігін қалыптастыру. Бұл модельдегі білім, білік және дағды мақсат ретінде емес, білім алушының тұлғасын дамыту құралы ретінде қарастырылады,бұл ақпараттық көздерде білім беру жүйесінің ерекше қажеттіліктерін туындатады.

Сонымен қатар, жоғарыда аталған бағыттар мен тәсілдерге қарамастан, сандық білім беру ресурстары тиісті ғылыми-практикалық білім саласы бойынша жүйелендірілген материалды қамтуы, білім алушылардың осы саладағы білімді, іскерлікті және дағдыларды шығармашылық және белсенді меңгеруін қамтамасыз етуі тиіс. Сандық білім беру ресурстары білім беру қызметінің қажеттіліктерін және психологиялық-педагогикалық талаптарды қанағаттандыруды, орындау мен көркемдік безендірудің жоғары деңгейімен, ақпараттың толықтығымен, техникалық орындалу сапасымен, көрнекілігімен, қисындылығымен және мазмұндаудың дәйектілігімен ерекшеленуі тиіс.

Білім беру қажеттілігі тұрғысынан, көптеген сандық білім беру ресурстарының ерекшелігіне олардың интерактивтілігін және кері байланыстың болуын айтсақ болады.

Кері байланысты "педагог – білім беру ресурсы – білім алушы" үштағанында екі негізгі түрге бөлуге болады: сыртқы және ішкі.

Ішкі кері байланыс білім беру ресурсынан білім алушыға жаттығуларды орындау кезінде оның әрекетіне жауап беретін ақпаратты білдіреді. Мұндай байланыс білім алушылардың оқу іс-әрекетін өздігінен түзетуге арналған. Ішкі кері байланыс білім алушыға оқу қызметінің табыстылығы немесе қателігі туралы саналы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Ол білім алушыларды рефлексия жасауға итермелейді, одан әрі іс-әрекетке ынталандыру болып табылады, оқу қызметінің нәтижелерін бағалауға және түзетуге көмектеседі. Ішкі кері байланыс кеңес беруші және нәтижелі болуы мүмкін.

Сыртқы кері байланыс ақпараты сандық білім беру ресурстарын пайдалана отырып, оқытуды жүзеге асыратын педагогке келіп түседі және білім алушының қызметін ұйымдастыру және сандық білім ресурстары жұмыс істеу тәртібі бойынша әдістемелік тәсілдерді түзету үшін педагогпен есепке алынады.

Біз зерттеуіміздің аясында білім беру жүйесінің сандық білім беру ресурстарына қажеттілігінің негізгі талаптарын қарастыруды жөн көрдік:

Біріншісіне білім алушылардың белгілі бір білім жүйесін қалыптастыру қажеттілігіне байланысты қажеттіліктерді жатқызуға болады. Сандық білім беру ресурстарын пайдалану қажеттілігі бір мезгілде білім алушыларды математика, физика, химия, биология және т.б. пәндер әлемін игеруге көмектесетін интегралды сипаттағы циклдармен танысу кезінде туындайды.

Екіншісіне білім алушылардың репродуктивті іскерліктерін (ерекше пәндік, сондай-ақ жалпы оқу сипатындағы) меңгеру қажеттілігіне байланысты қажеттіліктерді жатқызуға болады. Пәндік репродуктивті іскерлікті меңгеру кезінде сандық білім беру ресурстарына қажеттілік есептеумен байланысты жағдайларда туындайды. Бұл жағдайда сандық білім беру ресурстарын пайдаланудабілім алушыларбілім игеруді жүзеге асыруға, оларды тексеруге және нәтижелерді өңдеуге жұмсаған уақытын қысқартуға ұмтылады.

Үшінші топқа білім алушылардың шығармашылық түрдегі іскерлігін қалыптастыруға байланысты қажеттіліктер жатады,оларды меңгере отырып, білім алушылар дербес іздеу жолымен субъективті жаңа білім алады. Шығармашылық көрінісінің басты белгісі алынған өнімнің жаңалығы болып табылады(оқу үрдісінде білім алушының шығармашылық қызметінің нәтижесі субъективті жаңа өнім болып табылады).

Төртінші топ білім алушының жеке қасиеттерін қалыптастыру қажеттілігінен тұрады. Жеке тұлғаға бағытталған оқыту білім алушының өзіндіктану қабілетін дамытады, өсіп келе жатқан адамның адамгершілігін дамытуға ықпал етеді. Бұл жағдайда сандық білім беру ресурстары әлеуметтік, экологиялық және басқа да проблемаларды шешу арқылы білім алушыларға адамгершілік тәрбие беру мүмкіндігін жасайтын модельдеуді ұйымдастыру үшін талап етіледі. Төртінші топтың қажеттіліктеріне жауап беретін сандық білім беру ресурстарын пайдалану қандай да бір келеңсіздіктердің ықтимал салдарын, түрлі технологияларды қолдану салдарын талдауға мүмкіндік береді.

Осындай сандық білім беру ресурстарымен дұрыс ұйымдастырылған жұмыс және оқытудың тиісті әдістемесі білім алушыларды болашақта осындай қауіптерден аулақ болуға үйретіп қана қоймай, сонымен қатар қазіргі әлемде олардың пайда болуының адамгершілік тұрғыда бағалауға тәрбиелеуге мүмкіндік береді [5].

Оқытудың әр түрлі әдістерін жүзеге асыру ерекшеліктерін ескере отырып, білім беру жүйесінденегізгі ретінде сандық білім беру ресурстарын қолданып оқыту әдістемесі болады. Мұндай әдістеме білім беру жүйесіндеқолданылатын сандық білім беру ресурстарының төмендегі тізбесін анықтауға мүмкіндік береді:

1. Оқу немесе практикалық қызметтің білімін, іскерлігін, дағдыларын қалыптастыруға, оқу материалын меңгерудің қажетті деңгейін қамтамасыз етуге ықпал ететін сандық білім беру ресурстарына (СБР) қажеттілік (оқытушы СБР).

2. Әр түрлі дағдылар мен біліктерді пысықтауға, өткен материалды қайталауға немесе бекітуге ықпал ететін сандық білім беру ресурстарына қажеттілік(жаттықтырушы).

3. Оқу материалын меңгеру деңгейін бақылау, өлшеу немесе өзін-өзі бақылау тиімділігін арттыратын сандық білім беру ресурстарына қажеттілік (бақылаушы СБР).

4. Ақпаратты жүйелендіру дағдылары мен іскерлігін қалыптастыруға ықпал ететін мәліметтерді хабарлайтын сандық білім беру ресурстарына қажеттілік (ақпараттық-іздестіруші және ақпараттық-анықтамалық СБР).

5. Іздеу мақсатында зерттелетін объектілерді, құбылыстарды, процестерді визуализациялауды қамтамасыз ететін сандық білім беру ресурстарына қажеттілік (демонстрациялық СБР).

6. Нақты зертханалық жабдықта қашықтан эксперименттер жүргізу мүмкіндігін беретін сандық білім беру ресурстарына қажеттілік (зертханалық СБР).

7. Зерттеу және іздеу мақсатында объектілерді, құбылыстарды немесе процестерді модельдейтін сандық білім беру ресурстарына қажеттілік (модельдеуші СБР).

8. Әр түрлі есептерді және басқа да операцияларды автоматтандыратын сандық білім беру ресурстарына қажеттілік (есептеуші СБР).

9. Білім алушылардың қызметі ойын түрінде іске асырылатын оқу жағдайларын жасауға ықпал ететін сандық білім беру ресурстарына қажеттілік(оқу-ойын түріндегі СБР).

10. Білім алушылардың бос уақытын ұйымдастыруға, олардың жадысын, реакциясын, зейінін және басқа да қасиеттерін дамытуға ықпал ететін сандық білім беру ресурстарына қажеттілік (ойын түріндегі СБР).

11. Педагогтердің, әкімшіліктің, білім алушылардың, ата-аналардың, мамандардың, жұртшылықтың тұлғааралық қарым-қатынасын ұйымдастыруға, педагогтар мен білім алушылардың талап етілетін ақпараттық ресурстарға қол жеткізуіне ықпал ететін сандық білім беру ресурстарына қажеттілік (коммуникациялық СБР) [6].

Сандық білім беру ресурстары жалпы және бастауыш кәсіптік білім беру жүйесінің сапасын дамыту қажеттілігін қанағаттандыруы тиіс. Білімді ақпараттандыру білім беру орталарының тұрақты түрде өзгеруіне, сондай-ақ білім беру үдерісінің барлық қатысушыларына іс-әрекеттің (ақпараттық) жаңа түрлерін әрқашан игеріп отыру қажеттілігіне алып келеді [7].

Сол себептен болашақ мұғалімдерді дайындауға арналған талаптар өзгеріп отырады, ал мұғалімнің біліктілігін арттыру кәсіптің үздіксіз қажет ететін элементі болып табылады. Қорыта келгенде, болашақ мұғалім болашақ азаматтарды қоғамда шешуші ролді атқаратын ақпарат, ғылыми білім және инновацияда өмір сүру жағдайларына дайындай алуы қажет деп есептейміз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Қазақстан Республикасы Президентінің «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты Жолдауы.Астана,2017.

2. "Цифрлық Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасы. ҚР үкіметі бекіткен №827, 12.12.2017.

3. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Макаров С.И. Методико-технологические основы создания электронных средств обучения. Самара: Изд. Самарской государственной экономической академии, 2002. – С. 95-97.

4. Сандық білім беру ресурстарын оқу үдерісінде қолдану бойынша әдістемелік ұсынымдар. –Астана: Ы.Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы, 2015. – Б. 32.

5. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Краснова Г.А., Роберт И.В., Щенников С.А. и др. Теоретические основы создания образовательных электронных изданий. - Томск: Изд-во Томского университета, 2002. – С. 56-63.

6. Филатова Л.О. Развитие преемственности школьного и вузовского образования в условиях введения профессионального обучения в старшем звене средней школы.– М.: Бином, Лаборатория Базовых Знаний, 2005. – С. 124-127.

7. Сыдыхов Б.Д., Ыдырысбаев Д.У., Мошқалов А.Қ. Білімді ақпараттандыру жағдайында болашақ мұғалімдерді цифрлық технологияларды қолдануға дайындаудың теориялық ерекшеліктері //Хабаршы. «Физика-математика ғылымдары» сериясы. -№1(65), Абай атындағы ҚазҰПУ. Алматы, 2019. –Б.317-321.

МРНТИ 14.35.07
УДК 378:37.016

Б.Д. Сыдыхов[1], *Г. Қойшыман*[1], *З.Ә. Батырхан*[1]

[1]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ОҚУШЫЛАРҒА РОБОТОТЕХНИКА НЕГІЗДЕРІН ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Қазіргі заманауи білім берудің үш тағандық міндеті: оқыту, тәрбиелеу және дамыту болып табылады. Мұғалім өзінің кәсіби іс-әрекетінде осы үдерістердің ажырамай жүзеге асырылуына, олардың гармониялық тұрғыда үйлесуіне кепіл болады және білім беру үдерісінің тиімділігін қамтамасыз етуге бейім болады. Жалпы орта білім берудегі құзыреттілік ыңғай білім беру саласындағы әлеуметтік үміттерге және білім беру процесіне қатысушылардың мүдделеріне объективті сәйкес келеді. Құзыреттілік ыңғай - бұл білім беру нәтижелерін назарға алатын тәсіл, сондықтан білім беру нәтижесі ретінде игерілген ақпараттың жиынтығы емес, түрлі проблемалық жағдайларда оқушылардың әрекет ету қабілеті қарастырылады.

Сондықтан орта білім беру жүйесінде робототехника негіздері бойынша ұсынылатын тапсырмалар жинағы мұғалімдерге білім беру мақсаттарына жету үшін қажетті әдістемелік құралдар ретінде қолданылады.

Түйін сөздер: заманауи білім беру, оқыту, тәрбиелеу, дамыту, оқу процесінің міндеттері, робототехника негіздері, жобалау әдісі, Лего-жобасы, әдістемелік құралдар.

Аннотация

Б.Д. Сыдыхов[1], *Г. Койшыман*[1], *З.А. Батырхан*[1]
[1] *Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКАМ ОСНОВ РОБОТОТЕХНИКИ

Основные задачи современного образования являются: обучение, воспитание и развитие. В своей профессиональной деятельности учитель гарантирует неразрывную реализацию этих процессов, их гармоничное сочетание и стремится обеспечить эффективность образовательного процесса. Подход к компетенции в общем среднем образовании объективно соответствует социальным ожиданиям в сфере образования и интересам участников образовательного процесса. Компетентностный подход - это подход, который учитывает результаты обучения, поэтому результатом обучения является не набор полученной информации, а способность учащихся реагировать на различные проблемные ситуации.

Поэтому в системе среднего образования комплекс задач по основам робототехники используется в качестве инструмента для учителей для достижения образовательных целей.

Ключевые слова: современное образования, обучение, воспитание, развитие, задачи образовательного процесса, основы робототехники, проектый метод, Лего-проект, методическое средства.

Abstract

METHODOLOGICAL FEATURES OF TEACHING STUDENTS THE BASICS OF ROBOTICS

Sydykhov[1] *B.D., Koishyman*[1] *G., Batyrkhan*[1] *Z.A.*
[1]*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The main tasks of modern education are: training, education and development. In their professional activities, the teacher guarantees the continuous implementation of these processes, their harmonious combination and strives to ensure the effectiveness of the educational process. The approach to competence in General secondary education objectively corresponds to social expectations in the field of education and the interests of participants in the educational process. The competence approach is an approach that takes into account learning outcomes, so the result of learning is not a set of information received, but the ability of students to respond to various problem situations. Therefore, in the secondary education system, a set of tasks on the basics of robotics is used as a tool for teachers to achieve educational goals.

Keywords: modern education, training, education, development, educational process tasks, basics of robotics, project method, LEGO project, methodological tools.

Бүгінгі таңда болып жатқан ауқымды экономикалық өзгерістер мен түпкілікті әлеуметтік қайта құрулар отандық білім беруді жаңарту қажеттілігін анықтап берді. Сондықтан білім беруді әрі қарай дамыту қоршаған ортаның терең мәнді, жүйе құрушы негіздері мен әртүрлі үдерістері арасындағы байланыстарды ұғыну мен қолдануға бағытталған оқыту болып табылатын білім берудің іргелілігі мен жүйелілігін нығайту қажеттілігінен туындайды [1]. Жалпы білім беретін орта мектептің оқыту үдерісінде робототехниканы қолдану бойынша әдістемелік ұсыныстарға тоқталамыз.

Сонымен мектептегі оқытылатын сабақта және қосымша білім беруде Лего робототехникалық кешендері келесі бағыттарда қолданылуы мүмкін [2]:

- Демонстрациялауда;

- Фронтальды зертханалық жұмыстар мен тәжірибелерде;
- Зерттеушілік жобалау іс-әрекетінде.
- Робототехника негіздеріне оқытудың тиімділігі келесі әдістерді қолданып өткізілетін сабақтарды ұйымдастырудан тәуелді болады:
- Түсіндірмелі- иллюстративті –ақпаратты әртүрлі тәсілдермен ұсыну (түсіндіру, әңгімелесу, инструктаж, демонстрация, технологиялық карталармен жұмыс және т.б.);
- Эвристикалық–шығармашылық іс-әрекет әдісі (жасампаз модельдер құру және т.б.);
- Проблемалық–проблема қою және оның шешімін білім алушылардың өздігінен іздеуі;
- Программалап оқыту–практикалық жұмыстарды атқару барысында орындалатын амалдар жиынтығы (формасы: компьютерлік практикум, жобалау іс-әрекеті);
- Репродуктивті– іс-әрекеттің тәсілдерін және білімді жаңғырту (формасы: үлгі бойынша модельдерді және конструкцияларды жинау, әңгімелесу, баламалы жаттығулар);
- Жартылай ізденіс–педагог көмегімен проблемалық есептерді шешу;
- Ізденіс – проблеманы өздігінен шешу;
- Проблемалық баяндау әдісі–проблеманы педагог қояды, оны өзі шешеді, оны шешуге оқушыларды қатыстырады.

Робототехниканы оқып-үйренуде қолданылатын негізгі әдіс – бұл жобалар әдісі. Жобалар әдісі ретінде оқушылар шартын өздері құрастырып, өздері шешетін білімдік жағдайларды ұйымдастыру технологиясын және оқушылардың жеке өзіндік жұмыстарын сүйемелдеу технологиясын қолданады. Жобалық-бағдарлы оқыту – бұл нақты мәселелерге және мұқият пысықталған тапсырмаларға негізделген кең зерттеу іс-әрекетінің көмегімен оқушыларды білім және біліктерді алу процесіне тартатын жүйелі оқу әдісі.

Лего-жобаны жасаудың негізгі кезеңдері: жоба тақырыбын белгілеу; ұсынылатын жобаның мақсаты және міндеттері. Болжам; конструктор негізінде механизмін жасау; Лего ортада механизмнің жұмыс жасауы үшін программасын құру; модельді тестілеу, ақауларды жоюдан тұрады. Жобаларды құру және тексеру кезінде оқушылар бір-бірімен тәжірибелерімен бөліседі, бұл танымдық, шығармашылық қабілеттердің дамуына, сонымен қатар оқушылардың өзіндік жұмыстарына оң әсер етеді. Осылайша, Lego-ның информатика курсын оқу кезінде қосымша құрал бола отырып, оқушылардың жеке-дара ерекшеліктері мен көмекші материалдардың қол жетімділігін ескере отырып, оларға осы жағдайға қатысты өздігінен шешім қабылдауға мүмкіндік беретініне көз жеткізе аламыз. Ең бастысы олар, өз әрекеттерін басқалармен үйлестіру, яғни, ұжымда жұмыс істеу мүмкіндігіне ие болады.

Робототехниканы оқып-үйренудің қосымша артықшылығы ұжым құру және болашақта робототехника бойынша қалалық, өңірлік, жалпы қазақстандық және халықаралық олимпиадаларға қатысу болып табылады, бұл оқушылардың білім алуға құлшынысын күшейтеді. Робототехниканы пайдаланудың негізгі мақсаты-қоғамның әлеуметтік тапсырысы: оқу мақсаттарын өз бетінше қоюға, оларды іске асыру жолдарын жобалауға, өз жетістіктерін бақылауға және бағалауға, әртүрлі ақпарат көздерімен жұмыс істеуге, оларды бағалауға және осының негізінде өз пікірін, пайымдауын, өзін-өзі бағлауға қабілетті тұлғаны қалыптастыру. Яғни, оқушылардың негізгі құзыреттіліктерін қалыптастыру. Заманауи білім беру үдерісінің негізі – белсенді субъект, «тұлғалық білім» формасында білім алатын, өзіндік ой-өрісін қалыптастыратын, өзін-өзі дамыту қажеттілігін игерген білімгер тұр. Жеке тұлғаның іргелі, мәнді білімдерді игеруі үшін әртүрлі мүмкіндіктерді жасау және бұл білімдерді өз іс-әрекеттерінде қолдануға даярлығын қалыптастыру отандық білім беру заманауи жүйесінің басты міндеттерінің бірі болып табылады.

Зaмануи білім берудің үш тағандық міндеті: оқыту, тәрбиелеу және дамыту болып табылады. Мұғалім өзінің кәсіби іс-әрекетінде осы үдерістердің ажырамай жүзеге асырылуына, олардың гармониялық тұрғыда үйлесуіне кепіл болады және білім беру үдерісінің тиімділігін қамтамасыз етуге бейім болады. Жалпы және орта білім берудегі құзыреттілік ыңғай білім беру саласындағы әлеуметтік үміттерге және білім беру процесіне қатысушылардың мүдделеріне объективті сәйкес келеді. Құзыреттілік ыңғай - бұл білім беру нәтижелерін назарға алатын тәсіл, сондықтан білім беру нәтижесі ретінде игерілген ақпараттың жиынтығы емес, түрлі проблемалық жағдайларда оқушылардың әрекет ету қабілеті қарастырылады [3].

Қазіргі кезеңде қоғамда болып жатқан, қайта құрулар, өзгерістер экономиканы дамытуға жаңа стратегиялық бағыттар мен ондағы қарқынды алға жылжу, қоғамның ашықтығы, оның жедел ақпараттануы ұрпақ тәлім-тәрбиесіне ерекше көңіл бөліп қана қоймай оны түбегейлі өзгертуді талап етеді. Өйткені Қазақстанның биік еңселі ел болуы, жас ұрпақтың жан-жақты оқыған, іскер белсенді жеке-дара тұлға болып қалыптасуына байланысты болмақ.

Оқыту мұғалім мен оқушы арасындағы тығыз шығармашылықты байланыстағы әрекетті талап етеді. Мұғалімнің жетекшелік қызметі мен оқушының сол білімді меңгеру үдерісіндегі өзінің танымдық белсендік әрекет ұштастырылып жүйелік сипат алғанда ғана нәтиже болады. Баланың бойындағы туа біткен табиғи ерекшеліктерді даралап ашуға алғы шарт қаланады.

Баланың ішкі қозғаушы күштеріне әсер ету, оны жарыққа шығару оқу үдерісінде саналы-сапалы білімге ұмтылуға жағдай жасау болып табылады. Оқушының мінез – құлқы, психологиясы ескерілмеген жағдайда, сабақ бос дүниеге айналады. Осы жағдайды ескере отырып робототехника пәнін оқыту барысында күнделікті сабақты саралап, талдап, баланы жалпы бақылап, сабаққа жаңа әдіс-тәсіл қолданып, оны түрлендіріп отырғанда, оқушының сабаққа қызығушылығы артады. Қызығушылық мотивтері баланың күнделікті іс-әрекетінен байқалады. Оқу үдерісінде оқуға итермелейтін күш, екі түрлі мотивтерден тұрады. Олар сыртқы және ішкі мотивтер. Сыртқы мотивтер оқушылар мен ата-аналар тарапынан тікелей әсер етуіне, олардың мадақтау, жазалау тағы да басқа оқушының сабақ оқуына қатысты әрекеттерінен туындайды. Ал ішкі мотивтер – ол оқушының ынтасы, ықыласы, қызығушылығы және тағы да басқа ішкі әрекеттерімен жүзеге асырылады. Осы жағдайды ескеру балалардың сәби кезінен – ақ, үлкендерге еліктеп, әртүрлі іске талпынысын бастауы тек мадақтаумен ғана шектелмей, істеген ісін, жеткен жетістіктерін талдауды ынталандырып қолдау көрсетуді қажетсінеді. Бала талпыныстарын әрмен қарай дамыту және дамытуға жағдай жасау көптеген жетістіктерге жетудің басты педагогикалық шарты.

Жас буын өзін қоршаған ортаны, жан жақты танып білуге ұмтылып, оқу үдерісінде, күнделікті жаңа білім меңгеруде өзінің білмегенінің көп екенін және соны білуге ұмтылу керек екенін түсінеді және сол әрекетке түрткі болатын ішкі мотив күшінде қозғаушы, оқушының оқу әрекетін жүзеге асыру барысында, мотивтерді қалыптастыруға әрекет етеді. Мотивтерді қалыптастыруға негіз болатын себептерді, әр пәнді оқытқанда сол пәннің оқыту әдістемесінен іздейді. Мұғалім сабақта оқу материалдарын жалаң баяндамай, берілген тапсырма, міндеттермен ғана шектелмей робототехника негіздерінен білімдерін өз бетінше оқу іс-әрекеттеріндегі, тапсырмаларды шешудің әр-түрлі жолдарын табуға, кездескен кедергілерді жеңе білуге, бағыт-бағдар беруге жетекшілік жасайды.

Робототехника бойынша тапсырмалар жинағы мұғалімдерге білім беру мақсаттарына жету үшін мынадай әдістемелік құралдар ұсынады [4]:

-Жұмыс істеп тұрған модельдерді жасау кезінде шығармашылық ойлау.

-Модель жұмысын түсіндіруде сөздік қорын және қарым-қатынас дағдыларын дамыту.

-Себеп-салдар байланысын анықтау.

-Нәтижелерді талдау және жаңа шешімдерді іздеу.

-Идеяларды ұжыммен жүзеге асыру, олардың кейбірін іске асыру кезіндегі табандылық.

-Эксперименталды зерттеу, жеке факторлардың әсерін бағалау (өлшеу).

-Жүйелі бақылау және өлшеу жүргізу.

-Деректерді ұсыну және талдау үшін кестелерді пайдалану.

-Екі өлшемді сызбалар бойынша үш өлшемді модельдерді құру.

-Модельдің берілген сипаттамасын логикалық тұрғыда ойлау және бағдарламалау.

-Көрнекілік моделін пайдалана отырып сценарийді жазу және ойнату әсерін бағалау.

Сондықтан орта білім беру жүйесінде робототехника негіздері бойынша ұсынылатын тапсырмалар жинағы мұғалімдерге білім беру мақсаттарына жету үшін қажетті әдістемелік құралдар ретінде қолданылады [5]. Ал, робототехника негіздеріне оқытудың білім беру – дамытушылық мақсаты – оқушылардың шығармашылық қабілетін, жеке тұлғалық қасиетін қалыптастыруға, ақыл-ойлау өрісінің, ынтамен дамытуға, яғни қызмет субъектісі ретінде қалыптастыруға бағытталған.

Сондай ақ, робототехника негіздеріне оқытудың практикалық мақсаты – оқушылардың практикалық қызметке, еңбекке баулауға, бейіндік пәндерді оқыту үдерісінде практикалық есептер шешуге және тұлға даярлауға бағытталған.

Робототехника негіздерінен оқушыға білім берудің практикалық міндеті – дайын тапсырмаларды, бағдарламаларды пайдалануға ұмтылмай, қажетті бағдарламаларды жасау, сонымен бірге дайын бағдарламалық құралдарды пайдалана отырып, мәселені тиімді шеше білу іскерлігін қалыптастыру болып табылады. Робототехника негіздерінен теориялық білім берудің мақсаты – ЭЕМ-нің мүмкіндіктері жайлы білімді кеңейту, әсіресе оқушының іс-әрекетіндегі ақпараттық-логикалық модельдеудің жүзеге асырылуы. Робототехника негіздерінеоқытудағы дамытушылық мақсат – оқушының іс-әрекетінде тиімді ақпараттық-логикалық модельдеу әдісі қалыптасуы және оның ойлау үдерісінде көрініс табуы болып табылады. Робототехника негіздеріне оқытудағы тәрбиелік мақсат – оқытудың ақпараттың технологиялары арқылы модельдеуге оқыту жағдайында оқушылардың қызығушылықтарын арттыру. Робототехника негіздеріне оқытудың әдістері – оқытушы мен оқушылардың оқу-тәрбие жұмысының міндеттерін ойдағыдай шешуге бағытталған өзара байланысты іс-әрекетінің тәсілдері. Оқыту әдістері оқушылардың танымдық қабілеттерінің дамуына мүмкіндік туғызуы тиіс, яғни, ойын дамытады, өз бетінше ізденіп білімді игеруге ықпал жасайды.

Оқыту әдістері: түсіндірмелі-иллюстративті әдіс, репродуктивті әдіс, проблемалы баяндау әдісі, шығармашылық немесе эвристикалық әдіс, зерттеу әдісі болып бөлінеді. «Робототехника негіздеріне» оқыту барысында негізгі ұғымдардың мәні анықталады [6]. Енді дидактикалық ұстанымдардың жеке түрлерін робототехника негіздерін оқыту үдерісінде басшылыққа алу мәселесін қарастырайық.

Дидактикалық ұстанымдардың бірі – оқу материалының ғылымилығы. Арнайы кәсіби пәндерді оқытуда дидактиканың ғылымилық ұстанымын жүзеге асыру үшін, үйретуге тиісті оқулық материал ақпараттық технологиялардың соңғы жетістіктеріне негізделуге тиісті. Сонымен бірге, ол материал жариялылық жағынан да әбден тексерілген, анықталған оқулық материал болуы керек. Ғылыми білімдерді терең меңгеру ісі нақты нәрселер мен заттарды талдау мен синтездеу арқылы болатын ғылыми ұғымдар мен ғылыми заңдарды меңгерудің нәтижесінде пайда болады. Оқушыларға объектінің, құбылыстың қасиеттерін модельдеуді үйрету үшін тек қана бағдарламалаушылық, анықтамалық ережелерді түсіндіріп қана қоймай, оларға өз мамандықтарына сәйкес түрлі жаңа ақпараттарға, ғылыми мәліметтерге толы іріктелген мәліметтер қорын жобалауды түсіндіру осы принципке негізделеді. Модельдеуге оқыту психология, педагогика, информатика, робототехниканы оқыту сияқты ғылымдардың соңғы жетістіктеріне, жаңалықтарына негізделеді. Оқушылардың таным қабілетінің дамуына, дүниеге көзқарасының, жоғары адамгершілік қасиеттерінің қалыптасуына әсер етеді. Оқулық материал оқушыға әдістеме тұрғысынан дәлелденген ғылыми жүйеде беріледі.

Жүйелілік ұстанымы – жаңа материалды түсіндіруде, білім мен дағдыларды бекітуде, біріккен сабақ құрылымында, білім мен дағдыларды тексеруде пысықтау мен қайталауда, үй тапсырмасын беруде және оны тексеріп, еске түсіндіруде іске асырылады. Теорияны тәжірибемен байланыстыру ұстанымы – бөлуге келмейтін біртұтас үдеріс ретінде қарастырылады. Теория дегеніміз – білім немесе құзырет, ал тәжірибе деп сол білімді болашақ қызметінде қолдануды айтамыз. Саналық ұстанымы – білімді сапалылықпен қабылдап, оның өмір және практикамен байланысын тереңдету, оқылатын фактілер мен құбылыстардың мәнін түсіндіру. Жекелік және ұжымдық біртұтастығы ұстанымы мұғалім өзінің әрбір жеке оқушымен және топпен жұмысының бағытын қарастырады. Оқушылар өз бетімен ізденіп, әрекеттенуге дағдыланады. Нақтылық пен абстрактылық бірлігі (ұстанымы) немесе көрнекілік ұстанымы, көрнекіліктің сабақтың мақсатына және мазмұнына және жауап беруіне, айқын мазмұнды болуына, ұғымды әрі түсінікті болып, шығармашылық және әдістемелік жағынан дұрыс қолданылуы керек. Робототехника негіздеріне оқытуда ақпараттық технология құралдары нақты бір сабақтың мақсаттары мен міндеттеріне қатаң түрде сәйкестікпен қолданылуы керек.

Түсініктілік ұстанымы бойынша оқыту білімгерлердің ақыл-ойына жасына, қабілетіне, дара ерекшеліктеріне сәйкес, қолайлы болуы керек (оқу материалын қарапайымнан күрделіге қарай оқу керек). Сонымен қатар оқушыларға тапсырма «ең таяу даму аймағына» сәйкес берілуі тиіс, яғни тапсырманы мұғалімнің басшылығымен терең ойлап орындауды оқушылардан талап ету керек.

Түсініктілік ұстанымынан оқыту ережелері туады. Мысалы:

1) Жеңілден қиынға көшу. Мұнда оқушыларды таным іс-әрекетіне бірте-бірте үйрету, яғни нақты фактілерден жалпы қорытындыға көшу ұғымы туады. Дара фактілерді жинақтау негізінде жеке нәрседен жалпы қорытындыға көшуді индуктивті жол деп атайды.

2) Қарапайымнан күрделіге көшу.

3) Белгіліден белгісізге көшу деп оқушылардың өткен сабақтан алған біліміне сәйкес жаңа сабақ материалын меңгеруін, яғни сабақ үстінде білімді терең түсініп, игеруін түсінеміз.

Білімнің біліктігі ұстанымы оқушыларға оқылып отырған оқу материалдарының олардың тәжірибелік іс-әрекеттері үшін маңыздылығын түсіндіруді, оқытылатын материалды және ең бірінші оның негізгі мазмұнын берік, әрі ұзақ уақытқа дейін еске сақтауға деген мақсатын қалыптастыру болып табылады.

Атап айтқанда робототехника негіздеріне оқыту үдерісінде мұғалімнің басшылығымен жүзеге асырылатын қызметтерді атап көрсетуге болады, олар:

- дамытушылық функция оқытудың, тәрбиелеудің және дамытудың бірлігін сақтай отырып, оқушылардың іс-әрекетінің перцептивті, ойлау, эмоционалдық, ерік және басқа да құраушыларын басқаруды қамтамасыз етеді. Мұғалім біртіндеп дамытушылық функциясын жүзеге асыра отырып, оқушыларды фактілерді талдауға, қорытуға, жіктеуге және жүйелеуге, себеп-салдар байланыстарын орнатуға, ұғымдарды, заңдылықтарды меңгеруге және оларды саналы түрде пайдалана білуге үйретеді, тұлғаның идеялық-адамгершілік қалыптасуына ықпал етеді.

- бағдарлаушылық функция оқушыларда өзін қоршаған дүние процестері мен құбылыстарына белсенді қатынас көзқарасын, идеялар мен идеалдарды, тәртіп нормалары мен әлеуметтік іс-қимыл қалыптастырады.

- жұмылдырушы функция мұғалімнің оқушылардың танымдық ізденімпаздығын және қоғамдық-саяси белсенділігін қалыптастыру үшін олардың білімі мен өмір тәжірибесін анықтауға бағытталған іс-әрекетінде көрініс табады. Мұғалім оқушыларды оқу-еңбек міндеттерін атқаруға деген сезімдерін оята отырып, теория мен практиканың бірлігі, оқыту мен тәрбиелеуді өмірмен байланыстыру принциптерін жүзеге асыруға ықпал етеді.

- зерттеушілік функция мұғаліммен педагогикалық құбылыстарға ғылыми көзқараспен қарауда, болжам қоя білуін, шағын педагогикалық эксперимент жобалап оны жүргізе білуді, өзінің және басқа мұғалімдердің тәжірибесін талдай білуді талап етеді, анықтамалық және ғылыми әдебиетпен жұмыс істеу дағдысын меңгеруді қарастырады. Зерттеушілік функциясын жүзеге асыру мұғалімнің жұмысына шығармашылық, зерттеушілік сипат береді. Жоғарыда аталған функциялар мұғалім тұлғасының біртұтас құрылымында бір-бірімен тығыз байланысты және оның кәсіби іс-әрекетінің негізі болып табылады.

Білімді ақпараттандыру жағдайында модельдердің түрлерін оқып-үйрену арқылы, оқушы оларды практикада қолдануды үйренеді. Алған білімдері негізінде оқушы лабораториялық жұмысты, өзіндік жұмысты орындай алады. Бұл кезде оқыту үдерісінде оқушыларда ақыл-ой қабілеті, білімді өз бетімен меңгеру белсенділігі, біліктілігі қалыптасады. Сонымен қатар білімді тереңдетіп оқуға және жаңа білімдерді игеруге мүмкіндік береді [7]. Білім, білік және дағдыны бекіту оқушылардың танымдық іс-әрекетінің әртүрлі деңгейінде анықталады. Олар: репродуктивті және шығармашылық іс-әрекеттер. Репродуктивті деңгейге оқушы оқу тапсырмасын мұғалімнің көрсетуімен алгоритмге сүйеніп, яғни мұғалімнің сабақ үстінде жасаған іс-әрекетіне сәйкес орындауы қажет. Шығармашылық бұл эвристикалық іс-әрекеті, оның мәні, негізгі идеялары тез түсініп ұғыну істің кенеттен шешілу жолдарын табу болып табылады. Робототехника негіздеріне оқыту робот жинау, оны басқару және бағдарлама құрумен байланысты теориялық және практикалық іс-әрекет, сонымен қатар, робот құрудың әдістері мен құралдарын ұсыну және қолдануға, зерттеуге бағытталған пәндер кешеніне жатқызылады. Робототехника негіздерін оқытуға арналған бағдарламалау формальды грамматикамен анықталатын бағдарламалау тілдерінің көмегімен жүзеге асырылады.

Ал робототехника негіздеріне оқытудың мақсаты қазіргі заманғы робототехниканың теориялық негіздерін, бағдарламасы мен жобалар жасау және олармен жұмыс істеу принциптерін үйрену, оқушыларды әртүрлі робот жасау ортасында жұмыс істеуге қажетті біліммен қаруландырып, дағдыларын қалыптастыру. Сонымен қатар робототехникада қолданылатын бағдарлама құру методологиясы, бағдарламалау технологиясы туралы түсінікті қалыптастыру және машықтандыру.

Сондықтан робототехника негіздерінен білім беру жүйесінің басты міндеті- тұлғаның ақпараттық құзыреттілігінің негізін қалау, яғни білім алушыға ақпаратты жинау және жинақтау әдістерін, сондай-ақ оны ұғыну, өңдеу және практикалық тұрғыда қолдану технологияларын меңгеруге көмектесу болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. *Нургалиева Г.К. Ценностные ориентации личности: методология, теория, практика, формирования. – Алматы: Казахстан, 1992. -343 с.*
2. *Краснобаев Е.А. Лабораторные работы по курсу «Теоретические основы робототехники» : методические рекомендации - Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. - 22 с.*
3. *Ваграменко Я.А. Применение программируемых устройств с робототехническими функциями в учебном процессе / Я.А. Ваграменко, О.А. Шестопалова, Г.Ю. Яламов // Педагогическая информатика . 2015 №2. С. 9- 16.*
4. *Образовательная робототехника. Методическое пособие. / Составитель Бояркина Ю.А.- Тюмень: ТОГИРРО, 2013. -62 с.*
5. *Нурбекова Ж.К., Джарасова Г.С., Мухамедиева К.М. Принципы проектирования образовательных технологий по робототехнике // Вестник №1–ЕНУ имени Л.Н. Гумилева. Серия «Гуманитарные науки». Астана, 2016. С. 313-317.–(110).*
6. *Нурбекова Ж.К., Мухамедиева К.М. Методическая система обучения образовательной робототехнике // Материалы международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей-индустриальной революции в свете Стратегии «Казахстан-2050»». Астана, 2017.– С. 34 –2017.*
7. ***7.** Сыдықов Б.Д., Ыдырысбаев Д.У., Мошқалов А.Қ. Білімді ақпараттандыру жағдайында болашақ мұғалімдерді цифрлық технологияларды қолдануға дайындаудың теориялық ерекшеліктері. Хабаршы. «Физика-математика ғылымдары» сериясы. -№1(65), Абай атындағы ҚазҰПУ. Алматы, 2019. –Б.317-321.*

МРНТИ 20.53.21, 20.47.23
УДК 004:85;004.89;004.93

APPLICATION OF THE REGRESSION ANALYSIS METHOD FOR MODELLING THE PROCESSING OF LARGE AMOUNTS OF DATA

Toleugazy R.T. [1], *Balakayeva G.T.* [1]

[1]*AL-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Abstract

In the modern world, there is often a time when the relevance of actions is not necessary, in addition, there is a need to predict further stages of activity.

All this is possible thanks to the use of regression analysis, which is used in many areas of activity. This article describes the application of this analysis to Bank risk, namely credit risk. Computational and theoretical studies on the processing of big data of banking institutions based on regression analysis, namely the method of multiple regression, have been carried out. In addition, this article provides a forecast based on various economic changes. This is very important for the banking sector, primarily because these studies reflect trends in credit risk.

Keywords: big data, modeling, Bank risk, multiple regression.

Аннотация

Р.Т. Төлеуғазы[1], *Г.Т. Балакаева*[1]

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

[1]*Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

Современном мире часто возникает момент, когда небходима актуальность действий, кроме того возникает необходимость предсказывать дальнейшие этапы деятельности. Все это возможно и благодаря применению регрессионного анализа, который применяется во многих сферах деятельности. В этой статье описывается применение данного анализа в банковском риске, а именно в кредитном риске. Проведены расчетно-теоретические исследования по обработке больших данных банковских учреждений на основе регрессионного анализа, а именно методом множественной регрессии. Кроме того, в данной статье проведено прогнозирование с учетом различных экономических изменений. Для банковского сектора это очень важно, в первую очередь потому, что эти исследования отражают тенденции изменения кредитного риска.

Ключевые слова: большие данные, моделирование, банковский риск, множественная регрессия.

Аңдатпа

Р.Т. Төлеуғазы[1], *Г.Т. Балакаева*[1]

ҮЛКЕН КӨЛЕМДІ ДЕРЕКТЕРДІ ӨҢДЕУДІ МОДЕЛЬДЕУ ҮШІН РЕГРЕССИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ

[1]*аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан*

Қазіргі әлемде іс-әрекеттің өзектілігі, сонымен қатар қызметтің одан әрі кезеңдерін болжау қажеттілігі туындайды. Осының бәрі көптеген қызмет салаларында қолданылатын регрессиялық талдауды қолдану арқылы да мүмкін. Бұл мақалада осы талдаудың банк тәуекелінде, атап айтқанда несие тәуекелінде қолданылуы сипатталады. Регрессиялық талдау негізінде, атап айтқанда көптеген регрессия әдісімен банк мекемелерінің үлкен деректерін өңдеу бойынша есептік-теориялық зерттеулер жүргізілді. Бұдан басқа, осы бапта әртүрлі экономикалық өзгерістерді ескере отырып болжау жүргізілді. Банк секторы үшін бұл өте маңызды, себебі бұл зерттеулер кредиттік тәуекелдің өзгеру үрдісін көрсетеді.

Түйін сөздер: үлкен деректер, модельдеу, банк тәуекелі, көпше регрессия.

Introduction

The experience of developed countries underlines the need to develop portfolios of information on all bank customers and a database for information processing as a main way to strengthen the bank's position in its relations with customers, regardless of their size, and as a weapon the prevention and avoidance of credit risk [1]. Bank risk is a phenomenon that occurs during the activity of banking operations and which has a negative impact on this activity: deterioration of business activity or accounting for Bank losses that affect functionality. This maybe caused by an internal or external reasons caused by the competitive environment. Credit risk - non-fulfillment of financial obligations of legal entities (the" debtor") to the supplier of goods or the provider of these services, that is, to the Bank.

By using credit derivatives, banks keep the loan on their balance sheet. Transferring credit risks using derivatives means risks that credit risk transfers with loan sales or securitizations do not have.

Banks using these derivatives have to bear associated counterparty, operational, and legal risks [2].

Second-level factors and determination the degree of influence of each factor on the Bank's credit risk level.

1. Macroeconomic

1.1. External Economic. The situation in the financial markets. As shown in recent years, this factor has a particularly strong effect on the change in the Bank's credit risk level. A sharp deterioration in the economic situation and a sharp collapse of markets can lead to a significant increase in the credit risk index. The stabilization of the situation in international markets is gradual and does not cause such strong jumps in the indicator, i.e. this factor usually has a negative impact on the credit risk indicator.

1.2. Domestic economic. Change in the rate of inflation. Inflation causes changes in the structure of banks ' credit investments. When there is significant inflation, the terms of Deposit placement are reduced. As a result, the share of medium-and long-term loans decreases and the share of short-term loans increases [2]. This significantly worsens the solvency of enterprises and can subsequently affect the liquidity of banks (in the case of non-return or late repayment of these loans). As a result, credit risk increases significantly. An unexpected jump in inflation can result in a sharp increase in credit risk. A decrease in the rate of inflation has a positive effect on the country's economy and, in particular, on the level of credit risk of banks.

1.3. Change in the exchange rate of the national currency. The depreciation of the state's currency has a negative impact on the country's credit rating, and therefore on the credit rating of banks. A particularly strong increase in the level of credit risk occurs when the national currency is devalued. The stabilization of the national currency rate leads to a decrease in credit risk.

1.4. Regulations The change in reserve requirements. A moderate increase in this indicator causes a decrease in inflationary pressure, contributes to the stability of the national currency exchange rate and, accordingly, affects the Bank's credit risk. An increase in mandatory reserves usually leads to a decrease in credit risk, while a decrease leads to an increase.

1.5. Changes in the current tax system. A sharp increase in taxes can lead to a loss of creditworthiness of some borrowers, and therefore to an increase in credit risk. Lowering the tax rate or introducing tax incentives will improve the creditworthiness of businesses and individuals and reduce the Bank's credit risk.

1.6. State support. Increasing support for certain industries, if loans to these borrowers make up a significant percentage of the loan portfolio, leads to a reduction in credit risk. The state's refusal to Finance industries and the privatization of enterprises leads to a decrease in the reliability of borrowers and, if they make up a significant share in the loan portfolio, to an increase in credit risk.

1.7. Conditions of competition Number of competitors. Increasing the number of competitors in the banking services market and strengthening their position makes the Bank conduct a more risky credit policy, which increases the credit risk. Reducing the number of competitors, their bankruptcy or simply leaving the banking market allows the Bank to lend only to trusted reliable borrowers, which reduces the credit risk.

1.8. Progressive technologies in the credit market. The use of new advanced technologies by competitors in the field of credit risk assessment and management forces the Bank to make new decisions in the field of risk and introduce new management methods. Ultimately, this is expected to reduce the risk. The possible backwardness of the Bank from competitors in this area, the reluctance of management to change existing approaches, conservatism in relation to risk management-all this contributes to an increase in risk. So, in order to predict credit risk, it is necessary to determine the significance of each second-level factor. We suggest that you do this with the help of experts ' opinions. To do this, we suggest that each expert (in our case, 10 people) choose 5 of the 15 factors that have the most significant impact on the Bank's credit risk index. Then the experts should rank these five factors by their degree of significance. In this case, the factor that has the greatest impact is assigned 5 points, and the lowest-1 point. Then the points for each factor are added up, and the significance of each factor is determined by dividing the points assigned to it by the total amount of points. Let's assume that the experts ' estimates were distributed as follows (Table. 1).

From the results of data analysis the table shows that the most significant changes in credit risk may cause changes of macroeconomic factors (72 %), in particular the situation on financial markets, changing rates of inflation and number of competitors.

Among the internal factors, the most significant are the introduction of new methods and technologies, changes in the organizational structure and personnel structure. Then you need to determine how relevant factors will change over time. Changes in factors can be determined using one of the forecasting methods: statistical methods (taking into account trends), when information about expected changes is received (for example, from the media), or expert opinions.

Table 1. Determining the significance of the Bank's credit risk factors

Experts *Factors*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*Total number of points*	*Significance of the factor*
1	*5*	*4*	*1*	*4*	*5*	*3*	*5*	*3*	*2*	*4*	*36*	*0,24* *(=36/150)*
2	*4*	*1*	*5*	*3*		*5*		*5*	*3*		*26*	*0,17*
3			*4*				*3*		*4*	*3*	*14*	*0,09*
4				*2*							*2*	*0,01*
5	*1*							*1*		*1*	*3*	*0,02*
6							*1*				*1*	*0,01*
7		*5*		*5*	*3*		*4*			*5*	*22*	*0,15*
8				*1*	*4*						*5*	*0,03*
Total significance of external factors												*0,72*
1	*2*		*2*			*2*		*4*	*5*		*15*	*0,10*
2					*2*	*1*					*3*	*0,02*
3		*3*				*4*					*7*	*0,05*
4	*3*	*2*									*5*	*0,03*
5					*1*		*2*				*3*	*0,02*
6			*3*					*2*		*2*	*7*	*0,05*
7									*1*		*1*	*0,01*
Total significance of internal factors												*0,28*

In our opinion, the expert's opinion is the highest priority in this case. Moreover, as an expert within the Bank, we offer to attract a specialist from the Bank's credit division. An experienced employee can predict changes in these indicators. The specialist of the credit division must determine (taking into account statistical data and incoming information) the impact of the change each factor affects the level of credit risk. Let's assume that the influence indicator can take five values:

+1-there are verified data on negative trends, the impact of this factor will cause a serious increase in the Bank's credit risk

+0,5 — preliminary data on negative trends, the impact of this factor will cause an increase in the credit risk of the Bank;

0 — changes are not expected, this factor will have no impact on the predictive value of credit risk;

-0,5 — have preliminary data about positive trends, the impact factor will reduce the credit risk of the Bank;

-1 — there are serious reasons to believe that expected positive changes, the influence of this factor will cause a serious decline in the credit risk of the Bank.

Having determined the significance of each factor and the impact of its changes on the level of credit risk, a specialist in the credit division can determine the overall impact of all factors on the Bank's forecast credit risk. Thus, the proposed approach to forecasting the Bank's credit risk can be presented in the form of a diagram (*Figure* 1).

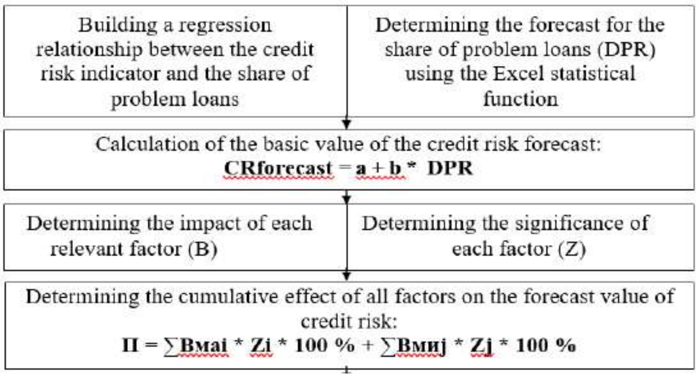


Figure 1. Scheme for determining the forecast value of the Bank's credit risk

Using regression analysis

Using the scoring, the lender can appreciate quickly, objectively and consistently the previous loans, and can calculate the probability that the loan will be repaid according to the contract [3]. Using regression analysis, you can determine the effect of several independent variables on one specific dependent variable. The general formula of the Regression looks like this [ ]:

$$Yt = a\ 0 + a\ 1 * X1t + a2 * X2t + a3\ X3t + ... + ak * Xkt + \varepsilon\ t,$$

where: t= 1, 2, …n sample observation; Yt - observation t of the dependent variable; Xj - independent variables, explanatory, j = 1, 2, 3, ..., k; Xjt - observation t of independent variables X j; a0 - constant, free term of equation; a1, ... K - coefficients of independent variables; εt - error term of equation.

The coefficient of independent variable reflects how dependent variable Yt changes when the independent variable, X j, changes by one unit, while the other independent variables remain constant. If the dependent variable and independent variables are specified in natural logarithms, the coefficients of independent variables can be interpreted as elasticity's. Thus, these coefficients will show the percent change of the dependent variable if the independent variable changes by 1 percent.

To determine the parameters of linear regression (regression coefficients), use the least squares method. To do this, you need to solve the following system of equations:

$$SUMXiYi=a(SUMXi)+b(SUMx\^{}2)$$

where Xi is the percentage of bad loans in the i-th period; yi is the risk level of the Bank's loan portfolio in the i-th period; n is the number of observation periods, i = 1..n.

To determine the relationship between the credit risk indicator and the percentage of bad loans, we suggest using data on the risk of the loan portfolio (Table 2).

Table 2

№ n/n	*Percentage of bad loans %*	*Credit Risk, %*
1	*17,0*	*25,41*
2	*1,7*	*3,86*
3	*0,0*	*1,34*
4	*0,0*	*1,03*
5	*0,0*	*0,91*
6	*0,0*	*2,03*
7	*4,3*	*5,56*
8	*12,5*	*13,46*
9	*1,2*	*3,56*
10	*0,0*	*1,26*
11	*0,0*	*0,94*
12	*0,0*	*0,85*
13	*0,0*	*1,09*
14	*6,3*	*7,06*
15	*0,1*	*1,11*
16	*5,4*	*6,46*
17	*0,5*	*1,34*
18	*0,2*	*2,19*
19	*0,1*	*1,28*
20	*26,6*	*27,38*
21	*2,0*	*2,83*

We calculate the regression coefficients (in this case, the number of observations is 21), and we present the data for calculating the parameters of the regression equation in the (Table 3). As a result, the following values of the constant and variable regression coefficients are obtained: a = 1.28; b = 1.08.

Table 3. Calculation of derived data for regression analysis

№ n/n	*X*	*Y*	*X*Y*	*X^2*	*Y^2*	*Y(x)*
1	*17*	*25,41*	*431,95*	*289,0*	*645,62*	*19,64*
2	*1,7*	*3,86*	*6,56*	*2,9*	*14,90*	*3,12*
3	*0*	*1,34*	*0,00*	*0,0*	*1,78*	*1,28*
4	*0*	*1,03*	*0,00*	*0,0*	*1,07*	*1,28*
5	*0*	*0,91*	*0,00*	*0,0*	*0,82*	*1,28*
6	*0*	*2,03*	*0,00*	*0,0*	*4,10*	*1,28*
7	*4,3*	*5,56*	*23,92*	*18,5*	*30,94*	*5,92*
8	*12,5*	*13,46*	*168,25*	*156,3*	*181,17*	*14,78*
9	*1,2*	*3,56*	*4,27*	*1,4*	*12,67*	*2,58*
10	*0*	*1,26*	*0,00*	*0,0*	*1,58*	*1,28*
11	*0*	*0,94*	*0,00*	*0,0*	*0,88*	*1,28*
12	*0*	*0,85*	*0,00*	*0,0*	*0,73*	*1,28*
13	*0*	*1,09*	*0,00*	*0,0*	*1,18*	*1,28*
14	*6,3*	*7,06*	*44,45*	*39,7*	*49,79*	*8,08*
15	*0,1*	*1,11*	*0,11*	*0,0*	*1,23*	*1,39*
16	*5,4*	*6,46*	*34,91*	*29,2*	*41,79*	*7,11*
17	*0,5*	*1,34*	*0,67*	*0,3*	*1,80*	*1,82*
18	*0,2*	*2,19*	*0,44*	*0,0*	*4,81*	*1,50*
19	*0,1*	*1,28*	*0,13*	*0,0*	*1,64*	*1,39*
20	*26,6*	*27,38*	*728,23*	*707,6*	*749,51*	*30,01*
21	*2*	*2,83*	*5,65*	*4,0*	*7,99*	*3,44*
Sum	*77,9*	*110,9*	*1449,6*	*1248,8*	*1756,0*	

Therefore, the relationship equation describing the dependence of the risk level of the Bank's loan portfolio on the percentage of bad loans has the following form:

$$y = 1{,}28 + 1{,}08x$$

Graphically, we express the results as follows (*Figure* 2).

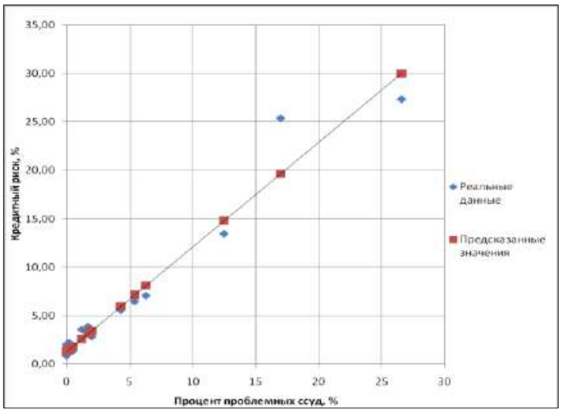


Figure 2. Dependence of the Bank's credit risk level percentage of bad loans in the loan portfolio

Conclusion

The resulting forecast reflects the trend of credit risk changes taking into account various economic changes. For the Bank, this indicator is very important, especially the forecast of changes in the credit risk indicator compared to its current value – its possible growth or decline. Based on these data, the Bank will adjust its risk management tactics, determine the riskiness of each new credit transaction, and decide whether to issue a loan or refuse to lend. Using the proposed approach to credit risk forecasting will allow the Bank to conduct a more balanced credit policy.

This approach takes into account various factors of the external environment, so its application will help make the credit institution more responsive to various changes, including crisis phenomena.

References:

1 Dimitriu M, Oprea IA (2009) Credit risk management in financial crisis, Review of International Comparative Management, 2:987-994.

2 Minton BA, Williamson RW (2005) How much do banks use credit derivatives to reduce risk?, National Bureau of Economic Research, Working Paper 11579, p. 12.

3 URL: https://towardsdatascience.com/speech-emotion-recognition-with-convolution-neural-network-1e6bb7130-ce3.

4 Balakayeva G.T., Phillips C. , Darkenbayev D.K., Turdaliyev M. Using NoSQL for Processing Unstructured Big Data // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences.- 2019 - Volume 6, Number 438 – p.12-21.

5 Ключников М.В. Методы построения моделей прогноза основных показателей деятельности коммерческих банков // Финансы и кредит. 2004. № 3(141). С. 15–19.

6 Управление рисками и эффективностью бизнеса в условиях кризиса [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.iso.ru/rus.

7 Финансовые риски – 2009. Работа над ошибками [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://risk.rcb.ru.

МРНТИ 20.19.29
УДК 025.3/.4:(084+086)

Б.Қ. Тульбасова[1]*, А.Н. Салыкова*[1]

[1] *Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ РЕСУРСТАРЫН ОРТА МЕКТЕПТЕ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Мақалада цифрлық білім ресурстарын орта мектепте қолдану компоненттері анықталды, атап айтқанда, цифрлық оқытудың уәждемелік-мақсатты компоненті; цифрлық оқытудың мазмұнды компоненті; цифрлық оқытудың амалдық-іс-әрекеттік компоненті; цифрлық оқытудың бағалау-нәтижелі компоненті анықталды. Олардың мазмұны және оқу үрдісінде айқындалатын мәселелері анықталды.

Жаратылыстану-математика бағытындағы информатика пәнін оқыту мақсатында электронды оқыту жобасы аясында бірнеше республикаларда қолданыста бар цифрлы білім ресуртарына талдау жасалды. Microsoft Office, Macromedia Flash, Corel Draw, Adobe Photoshop, Ulead GifAnimator, Adobe Premiere серияларының бағдарламалық өнімдері, HTML-құжаттарын Macromedia DreamWeaver, Microsoft FrontPage сияқты редакциялау құралдары және MS Power Point, Prezi Desktop, Sway, SlideRocket, Google Docs, 280 Slides, Photodex ProShow Producer, ПромоШОУ т.б. цифрлық білім ресурстарын қолдану ерекшеліктері қарастырылды.

Түйін сөздер: цифрлық білім ресурсы, оқу үрдісі, MS Power Point, Prezi Desktop, Sway, SlideRocket, Google Docs, 280 Slides, Photodex ProShow Producer, ПромоШОУ, информатика пәні.

Аннотация

Б.К. Тульбасова[1]*, А.Н. Салыкова*[1]

[1] *Казахский Национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы., Қазақстан*

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

В статье определены компоненты использования цифровых образовательных ресурсов в общеобразовательной школе, в частности, мотивационно-целевой, содержательный и операционально-деятельностный и оценочно-продуктивный компоненты цифрового обучения. Определены их содержание и задачи, которые необходимо решать в учебном процессе.

Для преподавания информатики естественно-математического направления при электронном обучении был проведен анализ цифровых образовательных ресурсов, использующихся в нескольких республиках. Microsoft Office, Macromedia Flash, Corel Draw, Adobe Photoshop, Ulead GifAnimator, Ulead GifAnimator, Adobe Premiere серии программных продуктов, HTML-документов, Macromedia DreamWeaver, в Microsoft FrontPage и как инструменты редактирования MS Power Point, Prezi Desktop, Sway, SlideRocket, Google Docs, 280 Slides, Photodex ProShow Producer, ПромоШОУ и т.д. были рассмотрены особенности применения цифровых образовательных ресурсов.

Ключевые слова: цифровой образовательный ресурс, учебный процесс, MS Power Point, Prezi Desktop, Sway, SlideRocket, Google Docs, 280 Slides, Photodex ProShow Producer, ПромоШОУ, предмет информатики.

Abstract

FEATURES OF USING DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCES IN HIGH SCHOOL

Tulbasova B. [1], Salykova A.N. [1]
[1] Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The article defines the components use digital educational resources in secondary schools, in particular, motivational-target component of the digital learning; a substantial component of the digital education; operationally-activity component of digital learning; estimating the productive component of digital learning. Their content and problems to be solved in the educational process were determined.

In order to teach computer science in the natural-mathematical direction, the e-learning project analyzed digital educational resources operating in several republics. Microsoft Office, Macromedia Flash, Corel Draw, Adobe Photoshop, Ulead GifAnimator, Adobe Premiere series software products, HTML documents, Macromedia DreamWeaver, MS FrontPage and as editing tools Microsoft Power Point, Prezi Desktop, Sway, SlideRocket, Google Docs, Slides 280, Photodex ProShow Producer, features of application of digital educational resources are considered.

Keywords: digital educational resource, educational process, MS Power Point, Prezi Desktop, Sway, SlideRocket, Google Docs, 280 Slides, Photodex ProShow Producer, Promo Show, subject of computer science

Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә. Назарбаевтың 2018 жылдың 10 қаңтарындағы Жолдауында "Біз цифрлы технологияны қолдану арқылы құрылатын жаңа индустрияларды өркендетуге тиіспіз. Бұл – маңызды кешенді міндетті елде білім беру ісінде де қолдануды дамыту керек" [1]. Осыған орай, жалпы орта мектептерде білім беру үрдісін дамытуда цифрлы ресурстарды қолдану қажеттілігі анықталған. Цифрлы білім беру ресурстары мұғалімнің қағаз бастылығын жоюдың ең тиімді тәсілі, сонымен қатар оқушының шығармашылығы мен зияткерлік дамуына зор ықпалын тигізетіндігі айқын. Сондықтан орта мектептерде цифрлық ресурстарды қолдану білім саласындағы маңызды енгізілімдердің бірі болып табылады. Бүгінде технология дамыған заманда білім саласына өзгерістер енгізу қажеттігі туындап отыр [1]. Қазіргі таңда цифрлық білім беру ресурстарының адам өміріне әсері зор екені баршамызға мәлім, соның ішінде орта мектеп оқушысына, оқулыққа үңілгеннен гөрі, Интернет желісіне кіріп қарау, қажетті материалды сол жерден іздеу әлдеқайда оңай әрі, жылдам болып тұратыны белгілі. Қазіргі оқушының практикалық қызметінің сипаты әлдеқайда өзгерді, ертеректе оқушы өзіне қажет ақпаратты түрлі ақпарат көздері: оқулық, анықтамалық әдебиет, мұғалімнің түсіндіруінен алатын еді. Ал қазіргі таңда ол жеткіліксіз екенін өмір дәлелдеп отыр. Жаңа ақпараттардың ағыны көп болғандықтан, цифрлық білім ресурстары, Интеренет желісі оқушының білім алуына ықпалы ерекше. Осыған орай, қазіргі таңдағы мұғалім, оқу үдерісінде ақпаратты оқушыға жеткізудің жаңа әдістерін енгізуі керек болып отырғаны анық.

Білім алуға ниеттенген оқушы, сабақ үстінде цифрлық білім ресурстарының көмегімен, имитациялық эксперименттер, меңгерілетін нысанның мазмұнын моделдеу т.с.с. түрінде жеткізілген ақпаратты қызықты әрі жылдам қабылдайтыны сөзсіз. Сонымен қатар, әрбір оқушы қысқа уақыт аралығында өте үлкен ауқымды ақпаратты меңгеріп, оны ары қарай тапсырмалар орындауда қолданып үлгеруі тиіс болады. Сондықтан оқу үрдісін мұғалім ұйымдастыру барысында, әрбір оқушы сабақ үстінде белсенді, әрі қызығушылық танытып отыратындай, әрі сабақ барысындағы интеллектуалды еңбегінің нәтижесін сезіне алатындай және бағалай алатындай сезімде болуы тиіс.

Мұғалімге осындай қиын мәселені шешуде, оқытудың дәстүрлі әдістерімен қатар цифрлық білім ресурстарын қолданған тиімді болады. Себебі, цифрлық білім ресурстарын сабақта қолдану оқу үрдісін шапшаң, көрнекі, әрі белсенді етеді.

Орта мектепте оқу үдерісінде цифрлық білім ресурстарын қолдану мәселелері туралы көптеген ғалымдар өз еңбектерінде үнемі атап айтып жүреді, олар Бидайбеков Е.Ы., Балықбаев Т.О., Гриншкун В.В., Жаркенов А.К., Козлова Н.Ш., Байырбекова Л.М., Пак Н.И., Хегай Л.Б., Камалова Г.Б. т.б.

Теориялық зерттеулерде, әдебиеттерде оқу үдерісінде цифрлық білім ресурстарын қолдану барысында төмендегідей компоненттер анықталады:

1. Цифрлық оқытудың уәждемелік-мақсатты компоненті: мультимедиалық дыбысталған презентация; дыбысталған ойын презентациясы; анимациялық дыбысталған логикалық-құрылымдық сызба; интерактивті тапсырмалар; автоматтандырылған сауалнамалар; ойын тесттері;
2. Цифрлық оқытудың мазмұнды компоненті: жаңа материалды мультимедиалық тұрғыдан түсіндіру; оқу бейнефильмі; дыбысталған ойын презентациясы; анимациялық дыбысталған логикалық-құрылымдық сызба; мұрағаттық құжаттар; фото топтамалар; анимациялық карталар; статикалық карталар; дыбыс жазу, дыбысталған мәтіндер; тапсырмалар мен талдау түрлерін шешудің анимациялық үлгілері;

3. Цифрлық оқытудың амалдық-іс-әрекеттік компоненті: виртуалдық зертхана жұмыстары; интерактивті тапсырмалар; электрондық есептер жинағы; электрондық практикумдар; интерактивті модельдеу; электрондық сөздік; интерактивті ойындар; электрондық конструкторлар; компьютерлік өлшеуіштер; анимациялық интерактивті карталар;

4. Цифрлық оқытудың бағалау-нәтижелі компоненті: сабақтардың тақырыптары бойынша тесттік бағдарламалар; тоқсан қорытындысы бойынша; жыл қорытындысы бойынша; мемлекеттік аралық бақылау дайындығы бойынша қамтамасыз етіледі.

Бұл компоненттер оқу үдерісінде төмендегідей мәселелерді шешуге бағытталады, атап айтқанда:

1. Цифрлық оқытудың уәждемелік-мақсатты компонентін қамтамасыз ететін цифрлық білім ресурстары: көрнекі және көзге түсерлік түрдегі оқытудың мақсаттарын анық ұғынуды қабылдауға; дыбыстық түсініктемелерді беру арқылы оқытудың мақсаттарын түсінуге; иерархиялық блок-сызбада пән бойынша негізгі ұғымдарды жалпылауға; оқыту мақсаттарын ұғынуды бекітуге; оқытудың мақсаттарын оның шығармашылық толықтырулары мен қайта ойлауы арқылы тәжірибелік тұрғыдан қолдануға бағытталған.

2. Орта мектепте информатиканы оқытудың мазмұнды компонентін қамтамасыз ететін цифрлық білім ресурстары: оқу-танымдық ақпаратты қабылдау, оқушылардың танылатын, құбылыстар, үдерістердің сезілетін сыртқы қаситеттері мен сапаларын ұғыну; құбылыстар мен үдерістердің дұрыстығын дәлелдейтін жарқын әрі дәлелді мысалдар мен деректерді енгізу; оқу-танымдық ақпаратты ұғыну және бейнелі ұғымдарды қалыптастыру; оқылатын пән мен құбылыстардың қабылдаған қасиеті мен белгісін талдау; оқу материалын түсіну және үйренушінің ой әрекетін белсендіру; проблемалық элементтері бар құбылыстарды салыстыру және талдау (көрнекті және диалогтық проблемалық мазмұндау); оқылатын материалдың дұрыс жарқын бейнелерін құру; оқу ақпаратын жалпылау; оқылатын құбылыстардың маңызды және маңызы жоқ белгілерін айқындау; талқылау, болжам айту және теориялық тұрғыдан жалпылау; жаңа мәтіндік дереккөздердегі оқылатын информатика пәні бойынша, құбылыстар мен үдерістерді ауыстыру арқылы оқылатын материалды бекіту, функционалдық сауаттылықты дамыту, түрлі формадағы ұсынылған ақпаратты қабылдау және талдауға бағытталған.

3. Орта мектепте информатиканы оқытудың операциялық-әрекеттік компонентін қамтамасыз ететін цифрлық білім ресурстары: оқушыларда тапсырмаларды өз бетінше орындау қабілетін мақсатты қалыптастыруға бағытталған міндетті, мәселенің мәнін, сұрақты, педагогикалық алғышарттарды нақты және анық құрастыру арқылы интерактивті тапсырмалардың шарттарын қабылдау; міндеттерді орындау әдістерінің, жаңғырткыш, ауызша, жазбаша, пысықтау, графикалық, проблемалық-зерттеу жаттығуларын орындаудың; жобалау және шығармашылық тапсырмаларды өткізудің; оқушыларда тапсырмаларды өз бетінше орындау қабілетін мақсатты қалыптастыруға бағытталған тәжірибелік және зертханалық жұмыстарды орындаудың анимациялық үлгілерінің негізінде тәжірибелік және зертханалық жұмыстардың мәнін түсіну; жай ғана механикалық еске сақтауды емес, құрастырылатын жауапты талап ететін, ойлау әрекетіне бағытталған бақыланатын пысықтау әрекеттерге (ауызша / жазбаша жаттығуларға; жаңғырткыш, пысықтау, жобалау, графикалық, проблемалық-зерттеу, эвристикалық, зерттеу, шығармашылық тапсырмаларға; тәжірибелік және зертханалық жұмыстарға және т.б.) мүмкіндік беретін тапсырмалар түрлерінің сан алуандығының арқасында барынша мүмкін әрекеттер түрлеріне енгізілудің негізінде оқыту ақпаратын түсіну; міндеттерді орындау әдістерін, жаттығулардың түрлерін, жобалау және шығармашылық тапсырмаларды өткізу тәртібін; тәжірибелік және лабораториялық жұмыстарды орындау алгоритмін жалпылау; білімнің жалпылануы мен жүйеге келтірілуінің қалыптастырылуын қамтамасыз ететін алуан түрлі интерактивті тапсырмалардың бар болуы; қандай да үзілістен кейін игерілген оқыту ақпаратын жаңа жағдайда, «жаңа негізде», жаңа мысалдарда, зерттеліп жатқан құбылыстардың, заңдардың, заңдылықтардың, себеп-салдар тәуелділіктердің өз үлгілерінде қолдануға және білімді ұзақ мерзімді жадыға аударуға жәрдемдесетін оқу материалдарын бекіту, шамасы келетін және олар үшін маңызды оқу мәселелерін шешу; тәжірибе, оқушылар өз ниеттерін іске асыратын, өз атынан әрекет ететін шығармашылық жобаларда; эссе, шығармалар жазуда; тарихи оқиғаларды бағалауда игерілген білімдерін, қабілеттері мен дағдыларын шығармашылық тұрғыда қолдануға бағытталған интерактивті тапсырмалардың бар болуына бағытталған.

4. Цифрлы білім беруде бағалау-нәтижелік компонентін қамтамасыз ететін цифрлық білім ресурстары: оқушылардың оқудағы жетістіктерінің тәуелсіз бақылануы мен бағалануын қамтамасыз ететін педагогикалық нұсқамалармен және ұсынымдармен тестілеу бағдарламаларын, жалпылау тестілерін, диктанттарды қабылдау; нәтижені, дұрыс және бұрыс жауаптардың санын көрсету; тестілеу бағдарламаларының мәнін бақылаудың сан түрімен бірге түсіну; бақылау-түзеткіш, бақылау-алдын

алу, бақылау-ынталандырушы және бақылау-жалпылау; бастапқы, аралық, қорытынды; көп деңгейлі; өз оқу жетістіктерінің деңгейін түсіну және кемістіктерді анықтау; тестілеу бағдарламаларының мазмұнын, олардың электрондық оқулықтың оқыту материалына сәйкес келуін және тестілеу материалының оқушылардың бағаланып жатқан әрекет деңгейіне сәйкес келуін жалпылау; тестілерді сұрақтарды кездейсоқ іріктеу әдісі арқылы бағдарламалау негізінде білімді ұзақ мерзімді жадыға аударуға жәрдемдесетіндей оқу материалын бекіту; тәжірибе, ақиқаттың нақты міндеттерін орындау үшін абстрактылы теориялық білімді ұсынады; оқушы орындаған тапсырмалар туралы ақпарат деректер базасында (оқыту тарихы) сақталады [2].

Цифрлық ресурстардың сипатын, мақсатын тұжырымдау және сапасын анықтау, сондай-ақ онда берілген материалдардың құрамы да алуан түрлі. Сондықтан да педагогикалық зерттеулерде, бір жағынан мұғалімнің қолында бар әдістемелерді ескере отырып қолда бар цифрлық технологияларды бейімдеу мәселелері және де екінші жағынан заманауи цифрлық технологияларды оқу үдерісіне енгізу мәселелері де орын алады.

Қазіргі кезде білім беру жүйесіндегі талаптардың бірі - оқу үдерісін цифрлық қорлармен қамту немесе оқытудың компьютерлік құралдарын жасау және пайдалану. Оқу үдерісінде электрондық оқу басылымдары, арнайы энциклопедиялар, тестілеу мен бақылау бағдарламалары, анықтамалық жүйелер, географиялық карталар және жердің жасанды серігінен алған суреттердің жиынтығына негізделген білім беру ортасы, виртуалдық зертханалар немесе оның құбылыстарын зерттеуге негізделген модельдер, күрделі интерактивтік оқу материалдары кеңінен қолданыс табуда.

Жаратылыстану-математика бағытындағы информатика пәнін оқыту мақсатында электронды оқыту жобасы аясында бірнеше республикаларда қолданыста бар цифрлық ресурстар жеткілікті. Мысалы, Whizz Education (Ұлыбритания), «Young Digital Planet» (Польша), SIVECO (Румыния) және «Bilim Media Group» ЖШС (Қазақстан). Бұлардың мазмұны толығымен мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарты мен оқу-тәрбиелік міндеттерге сәйкес келеді [3].

Цифрлық білім беру контенттерін жасау тәсілінің бірі - жалпы қолданыстағы бағдарламалық құралдарды пайдалануға болашақ мамандарды бағыттау. Microsoft Office, Macromedia Flash, Corel Draw, Adobe Photoshop, Ulead GifAnimator, Adobe Premiere серияларының бағдарламалық өнімдері, HTML-құжаттарын Macromedia DreamWeaver, Microsoft FrontPage сияқты редакциялау құралдары жатады. Бұлармен қатар қазіргі кезде кең тарап жүрген онлайн-презентация жасақтаушы MS Power Point, Prezi Desktop, Sway, SlideRocket, Google Docs, 280 Slides, Photodex ProShow Producer, ПромоШОУ т.б. атап кетуге болады. Бұл бағдарламалар жаратылыстану-математикалық бағыттағы информатика пәні бойынша оқушылардың бойында дағды мен іскерлікті, түрлі салалардағы қалыпты емес жағдайларды, проблемаларды, міндеттерді шешу дайындықтарын қалыптастырады [4].

Цифрлық білім ресурстары құрылымын мұғалім оқыту үдерісі кезінде қолдана алады: жаңа материалды түсіндірген кезде, материалды бекіту және меңгеру деңгейін бағалау кезінде, өз бетімен оқу, орындау және өз-өзін бағалау кезінде.

Сабақта анимациялық көрнекіліктер мен бейнероликтерді қолдана отырып жаңа материалды түсіндірудің педагогикалық амалдары мынадай мүмкіндіктерді береді: проблемалық жағдаяттарды құру, салыстыру; зерделеп отырған құбылыстың басты белгілерін ажырата білу, белгілі бір дерек пен құбылысқа зейінін шоғырландыру; тірек сөздерді, терминдерді дәптерге жазғызу, мұғалімнің сұрақтарына жауап беру, бейнеролик мәтінін қайталап айтып беру; оқушылармен әңгімелесу т.б.

Интерактивтік тапсырмалар оқушыларда пәндік білім, білік пен дағдыларды қалыптастыруға арналған, сонымен қатар, олардың стандарттық емес есептерді шығара алу, өмірдің әртүрлі салаларында кездесетін проблемалар мен жағдайларды шеше алу қабілетін жетілдіреді. Тапсырмалардың түрлі болып келуі оқыту барысында білімді тек меңгеруден сол пән бойынша құзыреттерді қалыптастыруға қарай жүріп отырады, оқушылардың өмірдегі шынайы әрекеттерге шынайылықпен қатыса алмау мүмкіндігін жақсартады. Тәжірибелік іс-әрекеттер, оқушының түртпе арқылы басқарып отыратын виртуалды нысандармен түрлі амалдар жасауы арқылы іске асырылады. Бірізділікпен өтілетін нысандардың өзгерулері оқушыларға танымдық үдерісте белгілі бір нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Оқушыларға шынайы өмірде мұндай тәжірибелерді жасау мүмкіндігі болмайтын жағдайларда ғылыми тәжірибелермен таныстыруға мүмкіндік береді.

Цифрлық білім ресурстарға жаттығулар орындау, картамен жұмыс жасау, сәйкестіктерді белгілеу, сөйлемдерді толықтыру, кесте құру, сөзжұмбақ, ребус шешу т.б. тапсырмалар енгізілген. Информатика пәндері бойынша цифрлық білім ресурстарда көптеген жағдайларда оқушыларға әрбір кездейсоқ таңдау бойынша ұсынылатын тапсырмалар базасының маңызы зор. Сол себепті, жауапты есте қалдырудың тек механикалық жаттанды түрінен оқушының саналы есте сақтауына қарай жүру логикасы қалыптасады.

Цифрлық білім ресурстардың жүйелі дамуының құрамына контент құрылуы мен жаңартуының бағдарламалық құралдары кіреді. Оқушыларға стандартталған электрондық оқу-әдістемелік кешендерді (ЭОӘК) өңдеуге арналған арнайы құралдар береді. Тәріздес құралдардың мысалы ретінде түрлі форматтағы электрондық оқу материалдарын орналастыруға мүмкін болатын контентті басқару жүйесі, электрондық оқыту жүйесі бола алады. Осындай жүйеге түйінді сөздерді іздеу мүмкіндігі бар білім беру контентін шоғырландыратын деректер базасы интерфейсі де енеді.

Контентті басқару жүйелері курстың құрылуына әр түрлі курстарда бірдей оқу материалдарының көріністерін қолданатын педагогтар қатысқан жағдайда тиімді болады. Бұдан басқа, осындай құралдарға интерактивтік тақта үшін өңделген контентке арналған бағдарламалық қабықшаларды да жатқызуға болады [5].

Қорытынды

Сонымен, заманауи педагогикалық цифрлық технологиялардың ерекшеліктері – өсіп келе жатқан жеке тұлғаны жан-жақты дамыту, инновациялық білімді дамыту, жаңа өзгерістер енгізу, жаңа педагогикалық идеялар мен жаңалықтарды өмірге әкелу. Бұрынғы оқушы тек тыңдаушы, орындаушы болса, ал қазіргі оқушы – өздігінен білім іздейтін жеке тұлға екендігіне ерекше мән беріп, цифрлық білім ресурстарының дамуына әрбір педагог өз үлесін қосуды мақсат ету қажет.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі:

1 *Назарбаев Н.Ә. Президенттің 2012 жылғы 27 қаңтардағы «Әлеуметтік- экономикалық жаңғырту- Қазақстан дамуының басты бағыты» Жолдауы*

2 *Жалпы орта білім беру мекемелеріндегі электрондық оқыту жүйесі үшін цифрлық білімдік ресурстарды дайындау стандарты (www.nci.kz)*

3 *Қадірбаева Р.І. Жаңа ақпараттық-білім технологиясын пайдаланып оқытудың ерекшеліктері // Шығармашылық іс-әрекетті дамыту арқылы бәсекеге қабілетті жеке тұлғаны қалыптастыру мәселелері: Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияның материалдары. Шымкент-Москва, 2009. Т. ІІІ. - Б. 174-178б.*

4 *Ахметова Г.К., Семченко А.А., Мухамбетжанова С.Т. және т.б. Білім беру ұйымдарындағы электрондық оқыту жүйесін енгізу әдістемесі. Әдістемелік құрал. - Алматы: РИПК СО, 2012. - 76 б.*

5 *Савелова Е.В. Цифровые образовательные ресурсы в школе: методика использования. Обществознание. Сборник учебно-методических материалов для педагогических вузов. –М.: Университетская книг, 2008. -224б.*

МРНТИ 20.01.45
УДК 372.8

А.Р. Турганбаева[1]*, Ф.Қ. Болысбекова*[1]

[1]*Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

3D STUDIO MAX РЕДАКТОРЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа

Бұл мақалада орта мектеп оқушыларына үш өлшемді компьютерлік модельдеуді меңгеруге ыңғайлы болатын Autodesk 3D Studio Max редакторының мүмкіндіктері жан-жақты қарастырылды. Ол үшін күрделілігі әртүрлі модельдерді жасауға мүмкіндік беретін модельдеу әдістері таңдалып алынып зерттелді.

Мақалада нақты әлемнің әсерлерін бейнелеу мен бөлшектердің үлгісін жасауға, бөлшектер арасындағы байланыстарды құруға, бөлшектерді бір-бірімен және басқа объектілермен біріктіруге болатын модульдер мен операторлар қарастырылған. Autodesk 3D Studio Max үш өлшемді графикасымен жұмыс істеу үшін танымал визуализация құралдары зерттелді.

Тәжірибе нәтижесінде бұл платформа күрделі 3D-нысандар мен сахналарды жасауды жеңілдететін кең ауқымды функциялардың арқасында танымал болып табылатындығы дәлелденді. Autodesk FBX кроссплатформасы 3D деректер жасау және олармен алмасу үшін әзірленгендігі анықталды. Ол үшінші жақ жүйелерінің көпшілігінде жасалған 3D модельдеріне қатынауды қамтамасыз етеді. Жоғары сынып оқушыларының игеруі үшін қолжетімді деген қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: 3D-графика, Autodesk 3D Studio Max, бөлшектер жүйесі, мектеп оқушыларына арналған қосымша курс.

Аннотация

А.Р. Турганбаева [1] *, Ф.Қ. Болысбекова*[1]
[1]*Казахский национальный университет имени Аль-фараби, г. Алматы, Казахстан,*

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ РЕДАКТОРА AUTODESK 3D STUDIO MAX

В данной статье подробно рассмотрены возможности редактора Autodesk 3D Studio Max, который позволяет учащимся средних школ освоить трехмерное компьютерное моделирование. Для этого были выбраны и изучены методы моделирования, позволяющие создавать модели различной сложности.

В статье предусмотрены модули и операторы, которые могут создавать модели деталей и создавать эффекты реального мира, создавать связи между деталями, объединять детали друг с другом и другими объектами. Изучены известные средства визуализации для работы с трехмерной графикой Autodesk 3D Studio Max.

В результате эксперимента было доказано, что эта платформа является популярной благодаря широкому спектру функций, облегчающих создание сложных 3D-объектов и сцен. Выяснилось, что кроссплатформа Autodesk FBX была разработана для создания 3D данных и обмена ими. Он обеспечивает доступ к моделям 3D, созданным в большинстве третьих систем. Были сделаны выводы, что для освоения старшеклассниками доступно.

Ключевые слова: 3D-графика, Autodesk 3D Studio Max, система частиц, дополнительный курс для школьников.

Abstract

COMPUTER MODELING USING THE AUTODESK 3D STUDIO MAX EDITOR

Turganbayeva A.R.[1]*, Bolysbekova F.K.*[1]
[1]*Al-Farabi Kazakh national University, Almaty, Kazakhstan*

This article describes in detail the capabilities of the Autodesk 3D Studio Max editor, which allows secondary school students to master three-dimensional computer modeling. To do this, we selected and studied modeling methods that allow us to create models of various complexity.

The article provides modules and operators that can create part models and create real-world effects, create relationships between parts, and combine parts with each other and other objects. We studied the well-known visualization tools for working with three-dimensional graphics Autodesk 3D Studio Max. As a result of the experiment, it was proved that this platform is popular due to a wide range of features that facilitate the creation of complex 3D objects and scenes.

It turned out that the Autodesk FBX cross-platform was designed to create 3D data and share it. It provides access to 3D models created in most third-party systems. Conclusions were made that it is available for high school students to master.

Keywords: 3D graphics, Autodesk 3D Studio Max, particle system, additional course for pupils.

Қазіргі уақытта 3D модельдер тек дизайнерлік қызметте ғана емес, кинода арнайы әсерлерді өңдеу кезінде, сонымен қатар мамандандырылған білім ордаларының оқушыларын оқыту кезінде, сондай-ақ спортшылар мен әскери жаттықтырушыларға арналған оқыту және жаттықтыру тренажерлерін өндіру кезінде танымал болды [1].

Алайда, бүгінде отандық нарықта үш өлшемді графика мен компьютерлік модельдеу саласында мамандар жетіспейді. Жоғары сынып оқушылары арасында бұл мәселені шешу үшін Autodesk 3D Studio Max редакторын қолдану арқылы Autodesk 3D Studio Max "3D компьютерлік моделдеу" курсын қосымша мамандандыру ретінде оқыту үшін тәжірибе жүргізілді. Бұл тәжірибеге, информатика пәнінен білім деңгейі бірдей, 45 жоғары сынып оқушылары қатысты, олар бұрын осы бағдарламалық қамтамасыз етумен жұмыс істемеген. Autodesk 3D Studio Max редакторының функцияларын қажетті деңгейде түсіну үшін, бағдарламаның жұмыс істеу принциптерін, оның құрылымын, бөлшектері мен кітапханаларын зерттеу қажет болды.

Тәжірибе үш кезеңнен тұрды.

1-кезең. 4 ай ішінде Autodesk 3D Studio Max редакторының жалпы және негізгі ұғымдарын зерттеу. Бұл кезеңде оқушылар бөлшектерді, көлеңкелерді, жарықты және анимацияны басқару элементтерін меңгеруі тиіс.

2-кезең. Бағдарлама кітапханасын қолдану арқылы объектілерді құру. Осы кезеңде тәжірибеге қатысқан оқушылар кітапханаларды пайдалана отырып, күрделі нысандар жасай білуі керек болды.

3-кезең. Үш өлшемді анимация және жоғары сапалы рендеринг жасау. Тәжірибе қатысушылары эксперименттің екінші кезеңінде дайындалған нысандардың үш өлшемді анимациясын жасауы тиіс болатын.

Бұл тәжірибенің мақсаты - "3D компьютерлік моделдеу" курсын қосымша сабақ ретінде орта мектептердің білім беру бағдарламасына енгізуге ұсыну үшін Autodesk 3D Studio Max редакторын нысанға ала отырып, құралдардың мүмкіндіктерін зерттеу болып табылады. Тәжірибе нәтижесінде, зерттеу барысында қолданылған 3D модельдеуді құруға ыңғайлы модельдеу әдістері мен құралдар таңдап алынып зерттелінді.

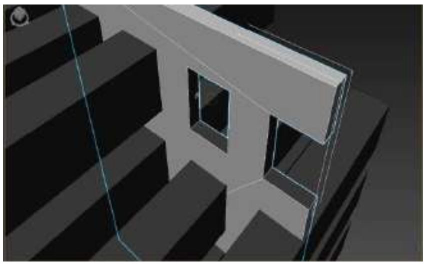
Autodesk 3D Studio Max 3D-модельдеумен байланысты әртүрлі өнімдер арасында нарықтың елеулі үлесін қамтитын бағдарлама болып табылады. Autodesk 3D Studio Max – 3D графикамен және анимациямен жұмыс істеуге арналған толық функционалды және кәсіби жүйе, ол үш өлшемді нысандарды құру үшін мынадай қажетті құралдардың толық тізімін қамтиды: модельдеу, бөлшектер жүйесі, физика, рендеринг, қосымша плагиндер [2].

Autodesk 3D Studio Max-те өңделетін бетті және өңделетін полигонды пайдалануды жүзеге асыратын полигонды модельдеу әдісі қолданылады. Ол ең ыңғайлы және күрделілігі әртүрлі үлгілерді жасау үшін қолайлы. Scatter операциялары мен нысандары (шашырату), (визуализация нәтижесі суретте көрсетілген, 1-сурет), Connect (қосу), Booleans (Бульдік операция, 2-сурет), ShapeMerge (пішін), Morph(өзгерту), BlobMesh (тамшы қаңқасы), Terrain (Ландшафт), және Loft (қабығы) күрделі нысандарды жасауға мүмкіндік береді [3]. Күрделі объектілерді геометрияның базалық элементтеріне – өңделетін желілер, көпбұрыштар, NURBS объектілерін (Безье біркелкі рационалды сплайндары) – неғұрлым егжей-тегжейлі өңдеу үшін түрлендіруге болады. Екі өлшемді пішіндерді өңделетін сплайндар мен олардың қаңқаларын жасау және оларды үш өлшемді модельдерге түрлендіру үшін бастапқы нүкте ретінде пайдалануға болады.

Autodesk 3D Studio Max әртүрлі B-сплайндар (NURBS) көмегімен модельдеу, қарапайым сплайндар және surface модификаторы (беті) арқылы модельдеу, стандартты объектілердің әртүрлі біріктірілген кітапханаларының көмегімен модельдеу, Editable patch (өңделетін патч-беті) көмегімен модельдеу, сондай-ақ көптеген басқа да аса белгілі емес модельдеу әдістерін қолдайды. Осы айтылған әдістерді жақсы нәтижелерге жету үшін бір-бірімен біріктіруге болады.

Сурет 1. Autodesk 3D Studio Max Scatter операциясын визуализациялау нәтижесі

Тор топологиясын есептеу және оңтайландыру үшін ProBooleans құралын пайдалануға болады. ProBooleans құрамдас объектілерді әртүрлі анимацияларда жиі қолданады. Мысалы, негізгі нысанның өзгеруін жасырын қиылысатын операндпен анимациялауға болады, бұл нысанның қозғалу пішінінің әсерін жасауға мүмкіндік береді. Бір объектінің сынған фрагменттері жарылыстардың, шашыраудың және т.б. әсерлерін жасау үшін ыңғайлы. 3D геометрияны бөліктерге кесу үшін ProCutter құралы қолайлы.

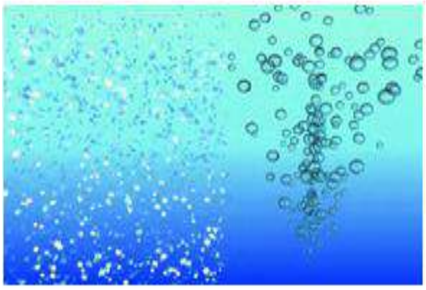


Сурет 2. Autodesk 3D Studio Max Booleans операциялары

Жұмыс жасау өнімділігін арттыру үшін UVs сақтау опциясы сияқты бірнеше арнайы функциялар ескерілді, бұл көпбұрыштың шыңдарынан текстураның координаттарын оқшаулайды (бұл жағдайда сіз UV текстурасын қозғамай торды редакциялай аласыз) әр түрлі нысандар (мысалы, қабырғалар сондай-ақ шыңдар) арасында қозғалуға мүмкіндік беретін бөлінген жинақтар, редакциялау нәтижелерін интерактивті алдын ала көрсету, соның ішінде анимацияны өзгерту, үлгілеу командаларына жылдам қатынау пернелерін тағайындау мүмкіндігі және т.б. қарастырылған.

Сондай-ақ қосымша нысандардың геометриясымен жұмыс істеу үшін көптеген модификаторлар Олар Projection (проекция), Edit Normals (нормальдарды өңдеу), Vertex Paint (шыңдарды салу) нұсқалары бар, сондай-ақ олардың көмегімен тесіктер, қималар, қысу және т.б. жасай аласыз.

Бөлшектер жүйесі – бұл бірнеше параметрлермен қалыптасатын жалпы сипаттағы шағын объектілер жиынтығы. Осылайша қар, жаңбыр, түтін, жұлдыздар және т.б. сияқты әсерлерді қалыптастыруға болады (3-сурет).



Сурет 3. 3ds Max бөлшектер жүйесі

Қазіргі уақытта сіз әсерлерді ғана емес, сондай-ақ бірқатар құс ұяларын, шабақтарды және ұқсас нысандарды қалыптастыру үшін бөлшектер жүйесін қолдана аласыз. Autodesk 3D Studio Max-те Particle Flow бөлшектерімен жұмыс жүйесінің келесі жаңа мүмкіндіктері іске асырылды: MassFX mParticles,Advanced Data Manipulation және Cache Disk and Cache Selective. Әзірлеушілер деректерді кеңейтуге және Particle Flow бөлшектер жүйесіндегі өнімділікті арттыруға аса назар аударған.

Massfx қалып жүйесі үшін жаңа mParticles модулінің көмегімен нақты әлемнің әсерлерін модельдеумен бөлшектер қалыпын жасауға болады. Қазіргі Particle Flow, mParticles жүйесі үшін табиғи және техногенді күшті модельдеуге, бөлшектер арасындағы байланысты құруға және бұзуға, бөлшектерді бір-бірімен және басқа объектілермен біріктіруге мүмкіндік беретін операторлар мен тесттерді ұсынады. Massfx арқылы модельдеу үшін (Birth) қуаттандыру операторлары оңтайландырылған, бастапқы баптауды жеңілдету үшін ағындарды анықтау, және бөлшектер стандартты геометриялық нысандарға әсер етуге мүмкіндік беретін екі қарапайым модификаторды пайдалануға болады, mParticles керемет қалыптарды жасауға мүмкіндік береді. NVIDIA, mParticles PhysX қалыпының көп нүктелі қозғалтқышын пайдалана отырып, өнімділікті арттыруға көмектеседі.

Motion Graphics саласында жұмыс істейтін суретшілер және визуалды әсерлер бойынша жұмыс жасайтын мамандар деректерді басқару операторларын жасап, нәтижелерді үлгі ретінде немесе Particle View бағдарламасында стандартты әрекеттер ретінде сақтай алады. Жаңа cache Disk операторы алдын ала есептеуді және Particle Flow моделін қатты дискіге сақтауды ұсынады. Cache Selective операторы суретшілерге тек белгілі дерек түрлері бар кэшті пайдалану мүмкіндігін ұсынады. Оның көмегімен есептеуді талап ететін бөлшектер қасиеттерін (қозғалыста қолданылатын) бөлуге болады, қалыпты алдын ала есептеп, бір рет post-cache (shape, size, orientation, mapping, color сияқты) операторлары арқылы бөлшектер жүйесінің басқа қасиеттерімен жұмысты жалғастыруға болады. Autodesk 3D Studio Max физиканы MassFX басқарады. MassFX арқа-сында, тіпті шаш сияқты бас мүшелерінің, осы сипатталған заттарға күштерді есепке ала отырып, су күшінің түсуімен, ауырлық күшін қоса алғандағы сипаттамасын модельдеуге болады. Бір сөзбен айтқанда, Autodesk 3Ds Max физикалық басқару мүмкіндіктері шексіз. Сипаттама модельдері сценарийлер немесе C++ программалау тілінде жазылған қосалқы модульдер түрінде ұсынылуы мүмкін. Пайдаланушы когнитивті бақылауышты пайдалана отырып, кез келген өлшемдердің негізінде осы аталған модульдер арасында ауыса алады.

Модификаторлардың көмегімен мынадай деформацияларды жасауға болады: су қатарлары, толқындар, қысу, майысу, бүгу, созу, жылжыту, ауытқу және т.б. World Space модификаторлары объектілерді нақты физикалық жағдайларға, мысалы, беттердің, күштердің, электромагнитті өрістердің және шағылыстардың әсеріне қоюға мүмкіндік береді. Autodesk 3D Studio Max үш өлшемді графикамен жұмыс істеу үшін 15 түрлі визуализация құралы қолданылады. Сахнаны визуализациялау модульдерінің жұмыс нәтижесі келесі суретте көрсетілген (4-сурет). Ең танымал визуализациялау модульдері – Mental Ray және V-Ray. Осы визуализация модульдерінің арқасында фотосуреттен тек 3D модельдеу кәсіпқойы ғана ажырата алатын көріністерді жасауға болады. IBL-ны mental ray for Autodesk 3D Studio Max құралы үш өлшемді модельдердің шынайы жарықтандырылуын визуализациялауға мүмкіндік береді. Бұрын mental ray жасырын мүмкіндіктерін ашатын арнайы сценарийлерді пайдалануға тура келген.

Қазіргі уақытта қалыпты интерфейсте іске асырылған құралдар мен параметрлердің пайда болуымен, сахнаны түрлі әдістермен жарықтандыру жеңілдетілді.

Сонымен қатар, Autodesk 3D Studio Max-те әсерлермен жұмыс жасауды жеңілдететін бірнеше плагиндер бар. Әдетте олар өшірілулі болып келеді, бірақ олар пакетпен бірге жеткізілетіндіктен оларды кез келген уақытта тегін іске қосуға болады. Бұл плагиндердің арасында RealFlow (сумен байланысты барлық әсерлер), GrowFX (өсімдіктермен байланысты барлық, шамамен күріш ұсынылған 5-сурет), AfterBurn (өрт, жарылыс, түтін және т.б.). Осы плагиндердің көмегімен кинематографиялық графикаға қол жеткізуге болады [4].

Сурет 4. Shadow Mode әр түрлі мәндермен көріністі бейнелеу үлгісі

Сурет 5. Exlevel GrowFX плагинімен жасалған сахна

AutoCAD Architecture, Autodesk Inventor, Autodesk VIZ және басқа да кең таралған 3D жобалау бағдарламаларының деректерін Autodesk 3D Studio Max жеке файл форматтарында немесе DWG пішімі арқылы импорттауға және байланыстыруға болады.

Autodesk FBX кроссплатфорлы пішімі 3D деректер жасау және олармен деректер алмасу үшін жасалған. Ол үшінші тарап жүйелерінің көпшілігінде жасалған 3D үлгілеріне қатынауды қамтамасыз етеді. Кез келген түрдегі 2D және 3D деректер. Сондай-ақ, аудио және бейне пішімдер файлдарын қолдануға мүмкіндіктер берілген. FBX модулін деректер бүтіндігін бұзу қаупінсіз 3ds Max Design-ге кеңейту ретінде жүктеуге және орнатуға болады. Модуль 3ds Max Design және Autodesk Maya, Autodesk MotionBuilder және т.б. сияқты өнімдер арасында тиімді деректер алмасуды реттеуге мүмкіндік береді [5].

Қазіргі заманғы Autodesk 3D Studio Max функцияларына жүргізілген зерттеу нәтижесінде, аталған кроссплатформа күрделі 3D-нысандар мен сахналарды жасауды жеңілдететін функциялардың кең спектрінің арқасында танымал болып табылады. Осы айтылған бағдарлама жоғары сынып оқушыларының меңгеруі үшін қолжетімді деген қорытынды жасауға болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Чернобай Д.В. Инновационные возможности применения технологий 3D-моделирования баллистических поверхностей в альтернативной баллистике. Международная научно-методическая конференция «Актуальные проблемы естественно-научных дисциплин», Алматы, КазГАСА. 21 января 2010 г.

2 Беккель Л.С., Сломинская Е.Н. Значение Инженерной графики в подготовке специалиста в области информационных технологий // Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в ВУЗе. Сборник трудов региональной научно-технической конференции, т.2. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008 г.

3 [Электронный ресурс] Страница продукта 3ds Max на сайте компании Autodesk (русскоязычная версия) http://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview/ (дата обращения 13.10.2014 г.).

4 [Электронный ресурс] Официальный сайт компании Exlevel (русскоязычная версия) http://exlevel.ru/features/ (дата обращения 13.10.2014 г.).

5 [Электронный ресурс] Страница продукта Autodesk FBX на сайте компании Autodesk http://www.autodesk.com/products/fbx/overview (дата обращения 13.10.2014 г.).

МРНТИ 20.01.45
УДК 372.8

А.Р. Турганбаева [1], А.А. Рахымжанова[1], А.С. Черикбаева[1]

[1]Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ. Қазақстан

ИНФОРМАТИКА ПӘНІ БОЙЫНША ЖАҢАРТЫЛҒАН БАҒДАРЛАМАМЕН ОҚЫТУМЕН БАҒАЛАУДЫҢ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа

Бұл мақалада орта мектеп оқушыларына факультатив сабақтарды және оқушы білімін бағалауда жиынтық бағалау жұмыстарын жүргізу жолдары жан жақты қарастырылды. Қалыптастырушы бағалау, жиынтық бағалау жұмыстарын жүргізуде компьютерлік технологияның мүмкіндіктерін пайдалану арқылы оқушыларды танымдық қабілеттерін дамыту, мақсаттың нәтижелі болуын түсіндіре отырып, соған бағыттау, қамтамасыз ете отырып, өз бетімен жұмыс істеу қабілетін қалыптастыру және де факультатив сабақтарды жүргізудің тиімділігі зерттелді және бүгінге дейін қолданылып келген әдіс-тәсілдер қарастырылды.

Сонымен қатар, жиынтық бағалауды әр түрлі жолмен жүргізуге болатындығы және соның ішінде электронды түрде ұйымдастырған жеңіл және ыңғайлы екендігі, оқытудың сапасын жақсарту үшін алдымен оның әдістемесін жетілдіру қажет екендігі айтылған. Қазіргі таңда әлемдегі білім көлемі тез өсіп жатқандығын ескере отырып, мектептегі оқытудың тиімділігін арттыру үшін жаңа технологияның мүмкіндіктерін дұрыс пайдалана білу қажет деген қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: факультатив сабақ, қалыптастырушы бағалау, жиынтық бағалау, жаңа технология, әдіс-тәсілдер.

Аннотация

А.Р. Турганбаева [1], А.А. Рахымжанова[1], А.С. Черикбаева[1]
[1]Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

СПОСОБЫ ОБУЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ ПРИ ОБНОВЛЕННОЙ ПРОГРАММЕ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАТИКИ

В статье подробно обсуждается, как проводить факультативные уроки для учащихся средних школ и выводить итоговые оценки для учащихся. В ходе итоговой оценки были изучено развитие познавательных способностей учащихся с использованием возможностей компьютерных технологий, формирование умения работать самостоятельно, предоставление методических указаний, объяснение эффективности поставленной цели, а также эффективности элективных занятий и методов, используемых на сегодняшний день.

Было также отмечено, что итоговая оценка может проводиться различными способами, в том числе простым и удобным в электронной форме, и что для повышения качества обучения необходимо сначала улучшить его методологию. Были изучены возможности компьютерных технологий в формирующей оценке и итоговой оценке, а также эффективность факультативных курсов и современные методы их проведения. Учитывая быстро растущее глобальное образование, доступное сегодня, был сделан вывод о том, что использование новых технологий для повышения эффективности школьного обучения может быть успешно использовано.

Ключевые слова: факультативные занятия, формативное оценивание, итоговая оценка, новые технологии, методы обучения.

Abstract

METHODS OF TRAINING AND ASSESSMENT WITH AN UPDATED PROGRAM IN COMPUTER SCIENCE

Turganbayeva A.R.[1], Rakhymzhanova A.A.[1], Cherikbayeva A.S.[1]
[1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The article discusses in detail how to conduct elective lessons for high school students and final grades for students. In the course of the final assessment, we studied the development of cognitive abilities of students using the capabilities of computer technology, the formation of the ability to work independently, the provision of guidance, as well as the effectiveness of elective classes and methods used today.

It was also noted that the final assessment can be carried out in various ways, including simple and convenient in electronic form, and that in order to improve the quality of training, it is necessary to first improve its methodology. The effectiveness of elective courses and the methods used to date have been studied. Given the rapidly growing global education available today, it was concluded that the use of new technologies to increase the effectiveness of schooling can be successfully used.

Keywords: elective classes, formative assessment, final assessment, new technologies, teaching methods.

Бүгінгі таңда қарқынмен дамып келе жатқан қоғамда, оқушының заман талабына сай бәсекеге қабілетті, кәсіби маман болып қалыптасуына бағыт, бағдар беру, компьютерлік технологияның барлық мүмкіндіктерін еркін пайдалана білуге үйрету,білім алуды қарапайым жолмен түсіндіру, нәтижелі жұмыс жасауға бағдар беру, оқушыларға өздерінің біліктіліктерін еркін пайдалана білуге үйрету, есептеуіш техниканы жөндеу және техникалық қызмет көрсету арқылы техникалық, логикалық, шығармашылық қабілеттерін арттыру мақсатында әр түрлі іс-шаралар жүргізілуде.

Бұл жердегі басты назарда:

- Жаңа технологияның мүмкіндіктерін пайдалану арқылы оқушыларда танымдық, біліктілік қабілеттерді дамыту;
- кәсіби бағдар бере отырып, пәнге деген қызығушылықтарын арттыру;
- Кәсіби маман болуларын ықпал ету;
- Мақсаттың нәтижелі болуын түсіндіре отырып, соған бағыттау, қамтамасыз ету;
- Өз бетімен жұмыс істеу қабілетін қалыптастыру.

Нәтижесінде проблеманы өзі көре алатын және сол мәселені шеше алатын ақпараттың түрлерін меңгеріп онымен жұмыс істей алатын, алған білімін өмірде қолдана білетін тұлға қалыптасады.

Бағалау және бағалау жұмыстарының мәселесі педагогикалық теория ретінде де, педагогикалық тәжірибеде де ең өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Қоғамдағы өмірдің әртүрлі кезеңдерінде білім беру мен тәрбиелеу сапасын өлшеу, сондай-ақ осы өлшемдердің нәтижелерін көрсету мұғалімдердің қызығушылығын тудырды. Оқу үрдісінде репродуктивтік, эвристикалық және зерттеушілік тапсырмаларды қолдану оқушылардың белсенділігін арттыру.Бағалау және бағалау жұмыстарының мәселесі педагогикалық теория ретінде де, педагогикалық тәжірибеде де ең өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Қоғамдағы өмірдің әртүрлі кезеңдерінде білім беру мен тәрбиелеу сапасын өлшеу, сондай-ақ осы өлшемдердің нәтижелерін көрсету мұғалімдердің қызығушылығын тудырды [1].

Академиялық тақырыпты зерттеу барысында мұғалімдер үнемі оқушылардың оқуы туралы ақпарат жинайды. Олар кішігірім топтық пікір-таластарды бақылайды, құрылымдық және құрылымдық емес іс-шараларға қатысатын оқушыларды қадағалайды және оқушылармен жұмыс істеу барысында сұрақтар қояды. Академиялық тақырыпты зерттеуге дейінгі және оның барысында орын алған тұрақты бағалау бұл қалыптастырушы бағалау деп аталады [2]. Мұғалімдер педагогикалық процесте өзгерістер енгізу үшін және осы мақсатқа жету үшін оқушылардың назарын аудару үшін осы бағалаудың нәтижелерін пайдаланады. Егер мұғалімдер үнемі осындай ақпаратты жинауға және оқуға оқушыларды тартса, олар оқушыларға тәуелсіз болуға көмектеседі. Академиялық тақырыпты зерттеу соңында немесе жобаның соңында өткізілетін жиынтық бағалау білім алушылардың басқа топтарымен кейінгі тақырыптарды оқып-үйрену кезінде оларды тиімдірек шешу үшін негізгі білім беру проблемаларын анықтауға мүмкіндік береді. Оқушылар проблемалық мәселелерді анықтап, одан әрі оқу мақсаттарын анықтай алады [3].

Қалыптастырушы және жиынтық бағалау бірқатар мақсаттарға жету үшін пайдаланылуы мүмкін. Әрбір мақсатқа жету үшін әртүрлі бағалау стратегиясы бар. Одан кейін мұғалімдер оқушылар туралы ақпарат жинауға көмектеседі және оқушылардың өздерінің оқыту процесін түсінуін дамытады. Тиімді бағалау стратегиясының негізгі факторы мына мәселелерді түсіну болып табылады:

- Неліктен түрлі стратегияларды қолдануға болады?
- Мұндай бағалау стратегиясын қалай қолдануға болады?
- Бұл бағалау стратегиясы қалай құрылымдалған болуы мүмкін?
- Нәтижелермен не істеу керек?

Қазіргі уақытта нарықта көптеген сандық білім беру ресурстары бар және Интернетте еркін қол жетімді: демонстрациялық, анықтамалық, тренажерлер, тренингтер, модельдеу, модельдеу контроллері және т.б

Олардың кейбіреулері өте жоғары стандартқа ие. Осыған қарамастан, бұл өнімдер нақты білім беру процесінде сирек қолданылады, өйткені, біріншіден, білім беру процесінде қолданыстағы сандық білім беру ресурстарының басым көпшілігі [4].

Жиынтық бағалауды әр түрлі жолмен жүргізуге болады. Соның ішінде тест арқылы жүргізу. Тесті электронды түрде ұйымдастырған жеңіл және ыңғайлы. Оқу барысында оқушылардың білімінде, олардың дағдылары мен түсінігімен белгілі бір өзгерістер орын алады. Білім мен дағдыларды тестілеу кезінде оқушылар әр уақытта дұрыс және дұрыс емес жауаптар береді, тапсырмаға тиісті уақытты өткізеді. Тестердің мақсаты - оқушылардың жұмысының жай-күйін зерттеудің әрбір кезеңінде бағдарлама материалымен диагностикалау: ықтимал қиындықтарды, кемшіліктерді, тұжырымдарды шатастыруды, ережелерді білуді және оларды қолдану қабілетін анықтау және т.б. Тестілеу оқудың әртүрлі кезеңдерінде қолданылуы мүмкін:

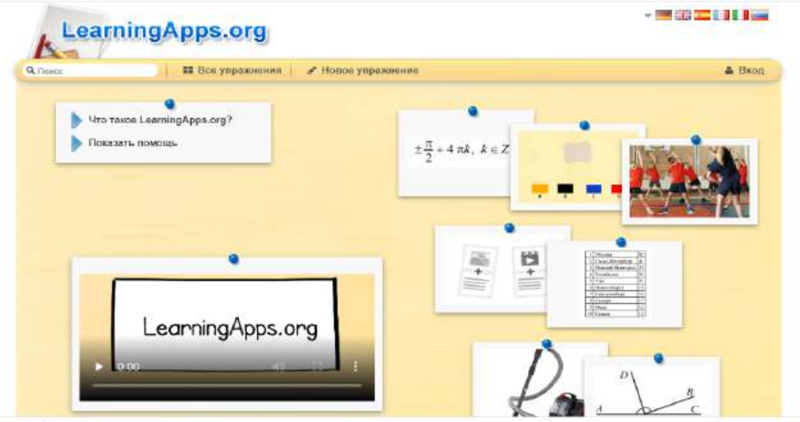
а) кіріспе тестілеу - оқушылардың бастапқы білім деңгейі туралы ақпарат алу.

б) ағымдағы тестілеу - кемшіліктерді жою, дұрыс дағдылар мен білімдерді жою.

в) түпкілікті тест - жүйелеу, оқу материалын жинақтап, алынған білім мен дағдыларды тексереді.

Тестілеудің маңыздылығы: Тестілеуден өткен білімнің мазмұнын тікелей байланыстырмаған, атап айтқанда: баланың жұмысын тіркеу (жаман қолтаңба, блендер және т.б.) бағалауға сыртқы әсер ету мүмкіндігінің жоқтығы. Бұған қоса, тестілер - уақытында және еңбек шығындарында үнемді. Олардың көмегімен қысқа уақыт ішінде сыныптағы барлық оқушылардың білім деңгейін анықтауға болады, бұдан басқа артықшылығы- бұқаралық скрининг. Тесттер тек білім мен дағдылардың деңгейін ғана емес, жұмыстың сипатын, белгілі бір қиындықтарды, білімдегі кемшіліктерді және әрбір оқушының қателігін көрсетеді, өйткені әрбір дұрыс жауап үшін балаға балл беріледі және барлық нәтижелер матрицада жазылады. Мұнда оқушыларға ақылға қонымды жеке көзқарас қалыптастыру, оларды сақтаудың алдын алу және оқыту әдістерін жетілдіру үшін көптеген мүмкіндіктер бар. Дегенмен, сынақ тестінің пішінінде оқу үрдісінде пайдаланған кезде ескеретін кемшіліктер бар:

- оқушының ақылға қонымды және өз ойларын біртұтас білдіру қабілетін көрсетпеңіз.
- эмоционалды-сауық іс-әрекет саласын, оқушының талпынысын, жұмысқа деген қызығушылығын жеткіліксіз анықтайды. Сондықтан сынақтар тексерудің басқа нысандарын жоққа шығармауы керек, бірақ олармен үйлесімді түрде араласуы керек. Терминдерді меңгеруді тексеру үшін материалды қамтамасыз ету сатысында мұғалім дайын қосымшаларды және қызметтерді пайдалана отырып, өздігінен жасай алады. Мысалы, learningApps [5] (1-сурет), Kahoot, Studystek және де басқа қосымшаларды пайдалану.



1-сурет. LearningApps.org қосымшасының интерфейсі

Электронды түрде жиынтық бағалау әдістерін пайдалану Интернет арқылы оқыту мен оқытудың маңызды бөлігі болып табылады, себебі тапсырмаларды бағалау мұғалімге оқушылардың оқуын қадағалауға және оқу бағдарламаларын жетілдіруге көмектеседі. Осылайша, тапсырмалар әдетте осы құралдарды пайдалана отырып бағаланады:

- Тәуелсіз бағалау;
- Бағалау критерийлері;
- Өзін-өзі бағалау;
- Өзін-өзі сынау, өзін-өзі тексеру.

Мемлекетіміздегі білім берудегі маңызды мәселе білім беру жүйесінің болашағы үшін білім беру сапасын арттыру мақсатында қайта жаңғырту болды. Білім беруді жетілдірудің бір бөлігі - алдын-ала білім беруді енгізу болып табылады. Алдын ала білім беру оқушыға кәсіптік бағдар беру және факультатив курстарды ұйымдастыру арқылы оқушылардың сабақтарды өз бетінше анықтауларына ықпал ететін білім беру кеңістігін құру. Алдын-ала оқыту немесе факультатив сабақтар – бұл оқушы бітіргеннен кейінде дұрыс таңдау жасауына ықпал етеді. Факультатив сабақтарды құру кезінде, оқушыларға арналған білім беру мақсаттары ескеріліп, дайындалады. Бүгінгі таңда білім берудің барлық сала, деңгейлері үшін мемлекеттік білім беру стандарттары қабылданған және бұл стандарт Республика деңгейінде іске асырылуда. Мектептегі мектеп білімінің ең ұзақ кезеңі 5-9 сыныптар болып есептелінеді. Бұл кезеңде білім қорының білім беру стандарты бар адамның жалпы білім беруіне арналған [6]. Жоғары мектепте қол жеткізілген нәтижелер іріктелген білім беру профиліне байланысты шоғырландырылған, кеңейтілген және тереңдетілген. Ғылымның өзі туралы айта келе, МБС құрылымында «Информатика» пәні бастауыш мектептегі модуль ретінде және 5 сыныптан бастап орта мектепте жеке пән ретінде қарастырылғанын атап өтуге болады. Бұл пән «Математика және информатика» мамандығының білім саласына жатады. Бір тақырыптық салада пәнаралық байланыстарды ұйымдастыру оңай, ал басқа пәндер бойынша факультативтерді қолдану ұсынылады. Кейбір мұғалімдер әлі күнге дейін бейінді білім туралы, білім берудің мақсаттары мен міндеттері, оны жүзеге асырудың формалары мен әдістері туралы толық ақпарат алмайды; олар оқушылар үшін қызықты және пайдалы факультатив курс жасауды білмейді, олар үшін нормативтік құжаттар мен оқу-әдістемелік материалдар да жеткіліксіз. 10 жылдан астам уақыт бойы педагогикалық және ғылыми қоғамдарда білімге құзыреттілік көзқарастың негізгі идеялары қарастырылды. Сондықтан, қазіргі уақытта келесі тақырыптар маңызды: факультатив курстар туралы ақпаратты жүйелеу, факультатив курстарды құру ерекшеліктерін талқылау, сондай-ақ олардың әдіснамасының ерекшеліктерін анықтау. Зерттеу барысында мынадай міндеттер шешу орын алды: - жоғары мектептегі факультатив аясында информатиканы оқыту процесінде оқушылардың психологиялық-педагогикалық ерекшеліктерін зерттеу; - факультатив курсына арналған әдіснамалық материалды әзірлеу; - дамыған факультативтер шеңберінде оқу материалдарының сапасын талдау. Факультатив курстың дамуының практикалық маңыздылығы - зерттеу нәтижелерін пайдалану мектеп информатика курсының көптеген бөлімдерінде материалды меңгеру дәрежесін жоғарылатады, оқушылардың бейінді дайындығы кезінде математика және информатика пәнаралық байланыстарын басқа мектеп пәндерімен күшейтеді. Тест тапсырмаларын оқушылардың ең қарапайым нұсқасында:

Оқушының жеке тапсырмасы ретінде мұғалім ұсынған тапсырмалардың әр тапсырманы аяқтайтын тізімнен «Тәуелсіз шешім үшін тапсырмалар» деп аталады. Оқушылардың тобымен мұғалім ұсынған тапсырмалардың үй тапсырмасы ретінде «Өзін-өзі тану бойынша тапсырмалар» секциясынан немесе басқа көздерден шешу. Дегенмен, оқушының бағалауының басқа нұсқасы артық, атап айтқанда, аралық бағалау үшін мұғалім ұсынған тақырыптар бойынша эссе жазуды ұсынады (тақырыптар әр тараудың соңында беріледі). Эсседегі жұмыс таза болуы мүмкін, бірақ шағын топ оқушыларының орындауға арналған тақырыптары алынып тасталмайды. Мұғалімнің кеңесі бойынша оқушылар эсседе жұмыс істеу үшін әр түрлі көздерге сілтеме жасауы мүмкін [7]. Эссе бойынша жұмыстың нәтижелері бойынша оқушыларға сабақта баяндама жасау немесе талқылауға немесе дауға қатысу ұсынылады. Осының бәрі мұғалімнің дұрыс бағалануы керек. Сонымен қатар, эссе осы нұсқаулықтың бір немесе бірнеше тарауына қосымша болуы мүмкін, содан кейін оқушылар «Оқулық жазу» сияқты іс-шараларға қатысады. Педагогикалық мақсаттылықты және оқу процесіне әртүрлі факультатив компьютерлік білім курстарын енгізу мүмкіндігін бағалау еңбек нарығында сәтті насихаттау, іс жүзінде маңызды міндеттерді шешу үшін қажетті дағдылар мен іс-қимылдарды дамыту, әдістерді түсіну және түсіну үшін белгілі бір білім нәтижелеріне қол жеткізу сияқты ұмытпауы керек. Таңдап алынған өмір жолын жүзеге асыру мүмкіндіктері, кәсіптік бағдар беруді жалғастыру. Бүгінгі таңда факультатив информатика курстары бойынша оқулықтар әзірленіп жатыр және оқулықтардың мысалын қолдана отырып, оқулықтың мотивациялық функциясын іске асыру үшін қажетті жағдайларды жасауға болады. Бұл академиялық пәндердің мазмұнын құрылымдаудың жаңа тәсілдерінің пайда болуына әкеледі. Егер дәстүрлі көзқарас негізгі ғылымның логикасына негізделсе, онда басқа көзқарас оқушылардың танымдық қажеттіліктеріне сәйкес келетін құбылыстарды, процестерді, проблемалық мәселелерді және проблемалық жағдайларды таңдау болып табылады [8]. Оқытудың сапасын жақсарту, оның әдістемесін түбегейлі жетілдірумен тығыз байланысты, ол өз кезегінде мұғалімнің техникалық оқу құралдарының жиынтығын кеңінен қолдануға байланысты. Қазіргі заманғы мектепте оқытушы-тәлімгерлік жұмысында күн сайын мұғалім қолданатын оқу құралдарының арсеналы айтарлықтай кеңейді [9]. Білім беруді визуализациялаудың педагогикалық принципі оқу-әдістемелік құралдарды үздіксіз жетілдіруді, мектептегі көрнекі құралдарды ғылым мен техниканың даму деңгейіне сай болуды талап етеді.

Факультатив сабақтардың өткізілу әдістері әртүрлі болғанымен, педагогика тұрғысынан ұқсастықтарды байқауға болады. Бастапқы ұқсастық оқушылардың сол сабаққа қызығушылығын арттыру, теорияда өтілгендерді практика жүзінде жүзеге асыру болып табылады. Ал практикалық жұмыстар факультатив сабағы арқылы тереңдетіліп өтіледі. Шет мемлекеттерде сабақта жаңа тақырыпты өтпес бұрын, сол тақырыптар факультатив сабағында практикалық жұмыс жасату қолға алынған [4]. Бұл жағдайда оқушылардың теорияда алған білімдерін тәжірибеде жасап көру және саналы түрде електен өткізу болып табылады. Оқушылардың жүйелі білім алуда, мақсатты нақты қоюда информатика саласындағы арнайы тапсырмаларды орындауда және де жіберген қателерін өз бетімен анықтап өзін-өзі бағалауға мүмкіндік береді. Аталған мәселелерді іске асыру бірнеше деңгейден тұруы мүмкін:

а) күтілетін нәтижелермен қойылған мақсаттарға байланысты;

- оқытуды дамыту үшін білім алу үрдістерін қарастыру;
- оқу талаптарының түрлерін зерттеп, тиімді тұстарын анықтау;
- оқу және оқыту тиімділігін арттыру үшін талапты қарастыру;

ә) Орындалуынабайланысты

- уақытты, құрылғыларды үнемдей отырып, нәтижеге қол жеткізу;
- белгілі мақсатқа жету үшін қолданылатын әдістеме құралдардың санының аз болғанына қарамастан нәтижеге қол жеткізу;
- әдістемелік құралдарды қарастыруға кеткен уақытқа қарамастан нәтиже алу;

б) субъектілердің талапты шешуге атсалысуы;

- мектеп әкімшілігімен сол мектеп ұжымы;
- мектеп ұжымы мен мектептің белсенділері, өзін-өзі басқару бөлімдері және т.с.с.
- мектеп басшылығы, педагогикалық ұжым және мектептегі талантты оқушылар, өзін-өзі басқару бөлімдері және т.б;

Сонымен қатар бұл процессте ата-аналардың да алатын орны ерекше. Оқу процесінін қарастыруда оқыту әдіс-тәсілдерімен оны оқыту түрлері оқытушыға байланысты [10]. Осы жағдайларды ескере отырып төмендегідей мәселенің шешімдерін қарастыруға болады:

- ✓ Ақпаратты өңдемес бұрын қабылдау мүмкін шешімдер (автоматты)
- ✓ ассоциалауға негізделуі мүмкін шешімдер
- ✓ Қателерге негізделген шешімдер;
- ✓ сынақты – қателіктер мен сынақтарға негізделген шешім;
- ✓ болжамға негізделген шешімдер және т.б..

Қорытындылай келе, біз қазіргі заманғы мектептегі оқыту тиімділігінің басты міндеті туралы тағы да айта аламыз. Әлемдегі білім көлемі тез өсуде. Тиісінше, оқушылардың оқуды меңгеруі тиіс оқу материалдары жыл сайын артып келеді. Шешімді тек тренингтің тиімділігін жоғарылату жолымен табуға болады: жаттығу ұзақтығын ұлғайтудың қажеті жоқ, сонымен бірге бір уақытта білім алу керек.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *Stronge, J., Ward, T. & Grant L. (2011). What Makes Good Teachers Good? A cross-case analysis of the connection between teacher effectiveness and pupil achievement. [Үздік мұғалімдердің жақсы болуы неден? Мұғалімнің тиімділігі мен оқушының жетістігі арасындағы байланыстың көлденең талдауы]. - книга*

2 *Могилев А.В., Пак Н.И., Хеннер Е.К. Информатика. — М.: Академия, 2012. — 848 с. - книга*

3 *Shulman, L. S. (2007). «Good teaching». [«Жақсы оқыту»]. Box content in S Loeb, C Rouse & A. Shorri (Eds) «Introducing the Issue», in The Future of Children. [«Мәселені енгізу», «Балалар болашағы»]. 17 (1) 6–7. - книга*

4 *Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. Review of Educational Research. [Мұғалімдердің пікірлері және білім беру зерттеулері: Ретсіз тұжырымдаманы тәртіпке келтіру]. 62(3), 307–332. - книга*

5 *LearningApps.org - interaktive und multimediale Lernbausteine [Электрон.ресурс]. – 2019. – URL: (дата обращения: 21.01.2020)*

6 *Босова Л.Л., Босова А.Ю. Информатика и ИКТ 5-7 классы. Методическое пособие. 2-е издание, дополненное. Издательство: Москва БИНОМ. Лаборатория знаний 2011, - 18 с.*

7 *Дистанционная подготовка Московские учебно-тренировочные сборы по информатике. Весна- 2019. – URL: https://informatics.mccme.ru(дата обращения: 20.01.2019) -*

8 *Компьютерное тестирование знаний MyTestXPro [Электрон.ресурс]. – 2019. – URL: www.mytest.net (дата обращения: 17.01.2020) - интернет источники*

9 *Михеева Е.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности. — М.: Академия, 2013. — 384 с. - книга*

10 *Основы информатики: учебник / В.Ф. Ляхович, С.О. Крамаров, И.П. Шамараков. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2010. – 715 с - книга*

МРНТИ 14.25.09
УДК 373.1.02:372.8

Ш.Т. Шекербекова [1], Д.Н. Исабаева [1], М.А. Тілеубергенов [1]

[1]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫН КОМПЬЮТЕРЛІК ОЙЫНДАРЫН ҚҰРУҒА ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа

Мақалада мектеп оқушыларын компьютерлік ойындар құруға оқыту әдістемесі қарастырылады. Алғашында ойын ұғымы сипатталады, ойын жасау кезіндегі негізгі дидактикалық талаптар келтіріледі және «компьютерлік ойын» ұғымына кеңірек сипаттама беріледі. Информатиканы оқытудағы компьютерлік ойындарды пайдалану тәсілдері, компьютерлік ойындардың жіктелуі келтіріледі. Білім беру кеңістігінде компьютерлік ойындарды пайдаланудың ерекшеліктері сипатталады. Компьютерлік ойын құру үшін ойын конструкторларын пайдалану ұсынылады және оларды құру үшін, ойын конструторларын қолдана білуге үйрету жеткілікті болады. Бірнеше ұсынылған конструкторларының ішінен 2D редакторлардың бірі Game Maker Studio конструторы қолданылады. Game Maker Studio редакторында ойын құрудың жолдары сипатталып келтіріледі. Алдымен жалпы ойында қолданылатын спрайт, объект, деңгей, оқиға, әрекет ұғымдары келтіріліп, содан соң ойын құру идеясы сипатталады. Ойын сценариі бойынша Game Maker Studio редакторында ойын құрудың мүмкіндіктері келтіріледі.

Түйін сөздер: компьютерлік ойын, ойын конструкторы, спрайт, объект, деңгей, Game Maker Studio редакторы.

Аннотация

Ш.Т. Шекербекова[1], Д.Н. Исабаева[1], М.А. Тілеубергенов[1]
[1]Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ К СОЗДАНИЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР

В статье рассматривается методика обучения школьников созданию компьютерных игр. Вначале описывается понятие игры, приводятся основные дидактические требования к созданию игры и дается более широкая характеристика понятия «компьютерная игра». Приводятся способы использования компьютерных игр в обучении информатике, а также классификация компьютерных игр. Описываются особенности использования компьютерных игр в образовательном пространстве. Для создания компьютерной игры рекомендуется использовать игровые конструкторы, и для их создания достаточно научить использовать игровые конструкторы. Из нескольких предложенных конструкторов используется один из редакторов 2D-конструктор Game Maker Studio. В Редакторе Game Maker Studio описываются способы создания игры. Вначале приводятся понятия спрайт, объект, уровень, событие, действие, используемые в общей игре, а затем описывается идея создания игры. По сценарию игры в Редакторе Game Maker Studio приводятся возможности создания игры.

Ключевые слова: компьютерная игра, конструктор игры, спрайт, объект, уровень, редактор Game Maker Studio.

Abstract

METHODS OF TEACHING STUDENTS TO CREATE COMPUTER GAMES

Shekerbekova Sh. T. [1], Izabaevad. N. [1], Til'ubergenov M. A. [1]
[1]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The article considers the methodology of teaching schoolchildren to create computer games. Initially, the concept of a game is described, the basic didactic requirements for the creation of a game are given and a more broad characteristic of the concept of "computer game" is given. Methods of using computer games in teaching computer science, as well as the classification of computer games. Describe the features of using computer games in educational space. To create computer games it is recommended to use game designers, and for their creation it is enough to learn to use game designers. Of the several proposed constructors, only one of the editors of 2D-constructor Game Maker Studio is used. Game Maker Studio describes the methods of creating games. Initially, the concept of sprite, object, level, event, action, used in the general game, and then the idea of creating a game is described. The script of the game in the Game Maker Studio Editor is given the possibility of creating games.

Keywords: computer game, game designer, sprite, object, level, editor Game Maker Studio.

Қазіргі таңда цифрлық технологиялардың қарқынды дамуына байланысты, адамзат қызметінің әр түрлі салаларына елеулі әсерін тигізуде. Бұл әрине XXI ғасырда өмір сүретін адамға бірқатар талаптар қояды, атап айтқанда цифрлық технологияның тиісті салаларына сәйкес информатикадан оқушылардың арнайы білім алу мен белгілі бір цифрлық сауаттылығын дамытуды көздейді. Информатика барлық ғылымдарға қатысы бар, ол адамның көзіне қол жетпейтін кейбір процестерді визуализациялауға, қауіпті жағдайларды модельдеуге (өмірге қауіпті) немесе оларды өмірде іске асыру үшін модельдер жасауға, машиналардың жұмысын автоматтандыруға көмектеседі. Сондықтан информатика қазіргі әлемде өте пайдалы, әрі қажетті және алдыңғы қатардағы пәндердің бірі.

Білім берудің қазіргі кезеңінде мақсаты шығармашылық, белсенді тұлғаны, өз бетінше білім алу және қолдану дағдыларын қалыптастыруға және жан-жақты дамытуға бағытталған. Қазіргі жастар ойын индустриясына, дизайнға, модельдеуге, анимацияға әуестігі жоғары деңгейде. Сондықтан оқушыларды информатиканы оқыту барысында ойын конструкторларымен жұмыс істеуге үйрету, олардың шығармашылық қабілетін, оқуға деген ынтасы мен белсенділігін арттыруға мүмкіндік жасайды. Соңғы жылдары көптеген шетелдік зерттеушілер оқушылардың цифрлық (соның ішінде компьютерлік) ойындарға деген қызығушылығын білім беру мақсатына жету үшін қалай қолдануға болатындығы зерттелуде. Компьютерлік ойындар психология, педагогика, информатика және әлеуметтану салаларында маңызды зерттеулердің объектісі болып табылады.

"Компьютерлік ойындар" ұғымын қарастырудан бұрын, ең алдымен "ойын" ұғымына назар аударамыз. Бұл ойын ұғымына әлі күнге дейін ғылыми қоғамдастықта дау тудырып келеді. Біз зерттеуге көмектесетін кейбір анықтамаларға тоқталамыз. В.И. Даль ойынды қызық, ермек, көңіл көтеру деп түсінідіреді [1]. С.И. Ожегов ойын-оның нәтижелерінде емес, үдерістің өзінде болып табылатын іс-әрекет түрі деп жазады [2]. Сонымен ойын бұл білім беру қызметінің бір түрі, оқушылардың оқу іс-әрекетін ұйымдастырудағы қызықты және тиімді әдіс деп айтуымызға болады.

Педагогикалық әдебиетте ойын түсінігі нақты өмірдің көрінісі ретінде екендігін К.Д. Ушинский алғаш рет айтты [3]. Сонымен қатар, К.Д. Ушинский ойын баланың тұлғасын қалыптастыруға әсер ететінін дәлелдеп көрсетті. Оқушы ойынмен жұмыс барысында бөгде бақылаушыдан оқыту барысына әсер ететін және кері байланыс әсерін сезінетін құрушыға айналады. Сондай-ақ, ойын таным қажеттілігін қанағаттандыра алады. Ол адаммен нақты әлемде орын алуы мүмкін жағдайлар мен оқиғаларды (өрт, су тасқыны, дауыл) ерекше түрде жобалауға қабілетті. Алайда, бұл жағдайлар оқушының ойыннан ұқсас сәттің пайда болуы жағдайында шын мәнінде пайдалы болатын кейбір дағдылары мен біліктілігін қалыптастыра алады.

Білім беру мәселелерін шешуде компьютерлік ойындарды қолданудың тиімділігіне әсер ететін негізгі фактор - мотивация. Мотивация - бұл адамның мінез-құлқын басқаратын және ынталандыратын факторлардың тұтас кешені. «Мотивация» термині екі құбылысты білдіруі мүмкін:

- белгілі бір адамның мотивация жүйесі;
- белгілі бір адамның ынтасын белсендіретін әрекеттер жүйесі.

Компьютерлік ойындарды құру аспектісінде Э. Десидің ішкі (ағылшынша «ішкі») мотивациясы туралы түсінігі ерекше орын алады [4]. Пиаженің даму теориясы әдебиетінде «процестен өтетін мотивация» деп атап көрсеткен. Бұл "іс-әрекет процесінде бар марапаттар үшін, өзі үшін іс-әрекеттер жасауға ұмтылу». Компьютерлік ойындарды құруда оқушылар компьютерлік ойындардың ойыншылары ретінде өзінің елеулі тәжірибесіне сүйене отырып, рефлексия жасай алады.

Қазіргі уақытта информатиканы оқытуда компьютерлік ойындарды пайдалану шартты түрде бірнеше тәсілдерін бөліп көрсетуге болады:

- кәсіпқой программистер құрған ойындарға, оның ішінде оқыту ойындарына ойындарға қосымша деңгейлер жасау;
- ішінде кіріктірілген программалау тілі бар, визуалды ойын конструкторларын пайдалану;
- қандай да бір бағдарламалау тілін оқыту курсының элементтері ретінде шағын логикалық ойындарды енгізу;

Компьютерлік ойындар мен жасау орталарын таңдау шарттары мен критерийлерін анықтау үшін әртүрлі негіздер бойынша байланысты компьютерлік ойындардың қолданыстағы жіктемесін қарастыру қажет. Ең танымал және қолданылатын жанрдағы компьютерлік және мобильді ойындарды жанр бойынша жіктеу болып табылады. «Жанр - бұл тақырыптардың немесе бейне объектілерінің біріктірілген туындылар жинағы; объектіге, тұлғаға немесе құбылысқа авторлық көзқарас: түсіну және түсіндіру тәсілі». Компьютерлік ойындар индустриясының үнемі дамуы бірнеше жанрлар мен әрекет түрлерін үйлестіретін біріктірілген түрдегі көптеген ойындардың пайда болуына әкелді. Қазіргі заманғы ойындарда ойын-симулятор, квест, логикалық ойын элементтері бар және адамның психикалық және моторлы іс-әрекетінің көптеген аспектілерін қамтиды. Компьютерлік ойын – ойын процесін, ойын бойынша серіктестермен байланысты ұйымдастыру үшін қызмет ететін немесе серіктес ретінде әрекет ететін компьютерлік бағдарлама. Компьютерлік ойындар ойындардың басқа түрлерінен айырмашылығы, балаға өз қызметінің өнімін ғана емес, сонымен қатар шығармашылық динамикасын да көруге мүмкіндік береді. Осының бәрі өз іс-әрекетінің нәтижелері мен барысын объективті бағалау қабілетіне алып келеді. Компьютерлік ойындар басқа ойындармен салыстырғанда үлкен артықшылықтарға ие. Олар өз іс-әрекетін ұғынуға жол ашады. Сондықтан компьютерлік ойындарына бірқалыпты әуестену оқушыларды оқытуға арналған пайдалы құрал болып табылады [5, 6].

Білім беру кеңістігінде компьютерлік ойындарды пайдалану:

- оқудың оң мотивациясын арттыру;
- пайдаланылатын ақпараттың көлемін кеңейту;
- ақпаратты ұсынудың жаңа формаларын пайдалану (визуалдыі-көрнекі););
- қолданылатын оқу іс-әрекеттерінің жиынтығын кеңейту;
- оқу үдерісіне оқушыларды белсенді енгізу;
- оқушылардың зияткерлік белсенділігін, шығармашылық ойлауын дамыту үшін жағдай жасайды [7].

Білім беруде компьютерлік ойындарды қолдану мәселелерімен В.П. Беспалько, В.А. Извозчиков, А.П. Илюшин В.В. Лаптев, Е.И. Машбиц, Е.С. Полат, Б.Л. Собкин, И.В. Роберт, А.Г. Шмелев, М. Эпштейн қарастырды. Ойын жасау кезінде негізгі дидактикалық талаптарға:

- баланың жас ерекшеліктеріне сәйкестігі;
- гигиеналық талаптарға және жұмыстың санитарлық нормаларына сәйкестігі;
- қолжетімділік принципі.

Ойын компьютерлік бағдарламаларды жасау және қолдану кезінде келесі негізгі аспектілерді ескеру қажет:

- психологиялық (бағдарламаның оқу уәждемесіне, оқытылатын пәнге қатысты әсері);
- педагогикалық (оқылатын курстың жалпы бағыттылық бағдарламасының сәйкестігі, оның қоршаған орта туралы дұрыс түсініктерді қалыптастыруға әсері);
- әдістемелік (оқушыға ұсынылатын тапсырмаларды, қолданылатын әдістемелік тәсілдерді таңдаудың ақталуы);
- ұйымдастырушылық (компьютерлік ойындарды қолдана отырып, сабақтарды жоспарлау ұтымдылығы).

Егер бұрын қандай да бір ойынды құру үшін программалау саласында, моделдер суреттерін салуда және т.т.с. арнайы білімді игеру қажет болса, ал қазір қандай да бір редакторды үйрену жеткілікті болады. Сондай 2D редакторларға Construct2, Game Maker, Game Maker Studio**,** Unity, 3D Rad, Game Editor және т.б. жатады [8]. 2-Dimensional – ағылшын тілінен аударғанда dimension – өлшем дегенді білдіреді. *2D – деп екі өлшемді ойындарды түсінеміз, мысалға: тетрис, мысық-балықшы, пинбол, түрлі карта ойындары және т.с.с.* Қарапайым ойындар: *тетрис, пэкман, арконоид,* және т.с.с. ойындар және оларды құру аса қиын болмайды.

Біз күрделі емес 2D ойындарды құруға арналған аса танымал – Game Maker Studio редакторында ойын құрудың жолдарын қарастырамыз. GameMakerStudio программасын келесі //www.yoyogames.com/ сайтынан жүктеп, компьютерге орналастыруға болады. GameMaker бағдарламасының көмегімен ойындардың кез келген жанрын құруға болады: қуғындар, аркадалар, атыспақтар, платформерлер, логикалық, стратегиялар, симуляторлар, онлайн ойындар және т.б.

GameMaker мүмкіндіктерін тереңірек қарастырмай тұрып, алдымен жалпы ойындық идея түсінігін қарастырамыз және негізгі ұғымдарына тоқталамыз. *Объекттер.* GameMaker-де жасалған ойындар бір немесе бірнеше бөлмелерді (деңгейлерді) пайдаланады (бөлмелер жазық, үшөлшемді емес, бірақ олар 3D ұқсас графикасын қамтуы мүмкін). Бұл бөлмелерде алдын ала анықталған объектілер орналастырылады. Оған тән объектілер – бұл қабырғалар, қозғалыстағы шариктер, ойындық кейіпкерлер (персонаждар), құбыжықтар және т.б. Кейбір объектілер, қабырғалар сияқты, тек бір орында тұрады және ештеме істемейді. Ал, басқа объектілер, мысалға, басты персонаж сияқты объект, барлық ойын алаңы бойынша қозғалады және пайдаланушының әрекеттеріне (пернетақта, тышқан, джойстик арқылы) және басқа оқиғаларға кері жауап қайтара алады. Мысалға, басты персонаж құбыжыққа тап болатын болса, ол мерт болуы мүмкін, ал қабырғаға кездесетін болса, ол әрі қарай өте алмайды. Объектілер - GameMaker ойындарының ең маңызды компоненттері, сондықтан олар туралы толығырақ сөз етейік. Ең алдымен, объектілердің көпшілігі үшін оларды экранда көрінетіндей ететін бейнелер (кескіндер) қажет, бұл бейнелер *спрайттар* деп аталады.

Спрайт – бұл компьютерлік ойындарда пайдаланылатын растрлік (нүктелік) кескін. Спрайттар ойыншы, қарсылас, бонустар және т.б. сияқты нысандар үшін пайдаланылады. Спрайттарды тікелей *GameMaker* –де қондырылған бейнелер редакторында жасауға болады, немесе оларды дайын файлдардан жүктеуге болады (мысалға, PNG немесе анимацияланған GIF файлдары). Спрайттардың бірнеше түрі GameMaker-мен бірге ұсынылады. Олардан басқа, қызықты спрайттардың жинағын GameMaker сайтынан немесе интернет желісінен табуға болады, әдетте олар png немесе или анимацияланған gif файлдары формасында болады.

Оқиғалар. Объектілермен түрлі жағдайлар туындауы мүмкін. Мұндай жағдайлар - оқиғалар (events) деп аталады. Объектілер белгілі бір оқиға орын алғанда қандай да бір алдын ала анықталған әрекеттер (actions) істей алады. Объектімен болатын көптеген түрлі оқиғалар бар. Мысалға, жасау оқиғасы (*create event*) объектіні жасау кезінде орын алады. Нақтырақ айтсақ, объект экземплярын жасау кезінде; объектінің бірнеше экземпляры болуы мүмкін және олардың әрқайсысы үшін оқиға жеке-жеке өңделетін болады. Мысалға, шар объектісін жасау кезінде, сіз орын ауыстыру әрекетін анықтай аласыз. Екі объект соқтығысса, соқтығысу оқиғасы орын алады (*collision event*). Пайдаланушы пернетақтада түймені басқан кезде, пернетақта оқиғасы орын алады (*keyboard event*), әрі объект сәйкесінше әрекетті орындай алады, мысалға, көрсетілген бағыт бойынша орын ауыстыруды бастауы мүмкін. Жасаған әрбір объект үшін әртүрлі оқиғалардағы әрекеттерді көрсетуге болады, осылайша, объектінің жүріс-тұрысы анықталады.

Бөлмелер (ойын деңгейлері). Барлық қажетті объектілерді анықтаған сәттен бастап, әрекеттер орын алатын бөлмелерді жасау кезеңі туындайды. Бөлмелердің, ең алдымен, фоны болады, ол бір түсті немесе бейне (кескін) болуы мүмкін. Мұндай фондық бейнелер тікелей *GameMaker-де* жасалуы мүмкін немесе файлдан жүктелуі мүмкін. Фон көптеген мақсаттар үшін пайдаланылуы мүмкін, бірақ біз оларды бөлмелер үшін артқы сахна ретінде қарастырамыз. Сосын құрылған бөлмеде объектілерді орналастыруға болады.

Кез келген ойынды тікелей жасауға көшпес бұрын, ойынды құруды келесідей жоспарлау қажет:

1. Өз ойыныңыздың кейіпкерін ойлап табу, ол не істейді, қай жерде болады, ойыншы оны қалай басқарады және басқа да нәрселерді анықтау керек.

2. Өз кейіпкеріңіздің, ол өзара әрекеттесетін объектілердің суреттерін жасау керек. Мысалға, егер сізде аю алма жинайтын болса – онда сізге кем дегенде екі сурет: аю мен алмалардың суреттері қажет. Сонымен қатар фон да қажет болады.

3. Өз кейіпкеріңіздің үшін дыбыстар, ойын барысында ойналатын музыканы жасау немесе көшіріп әкелу керек [9].

Жоспарлаудан кейін, сценарийін құрылымдауға болады**.** Мысалы, «*Кедергілер арқылы жол*» ойынынын сахнасы (бөлмесі) мен кейіпкерлері.

1**.** *Ойын идеясы* - Ойыншы кедергілерден өтіп, кездескен қарсыласына соққы беріп жолды жүріп өтуі тиіс.

2. *Ойын сценарийі:*

Ойынға кім, не қатысады: кейіпкерлер: ойыншы, қабырға, қарсыласы.

Ойын қайда болады: Бөлме (ойын деңгейі) алаңында.

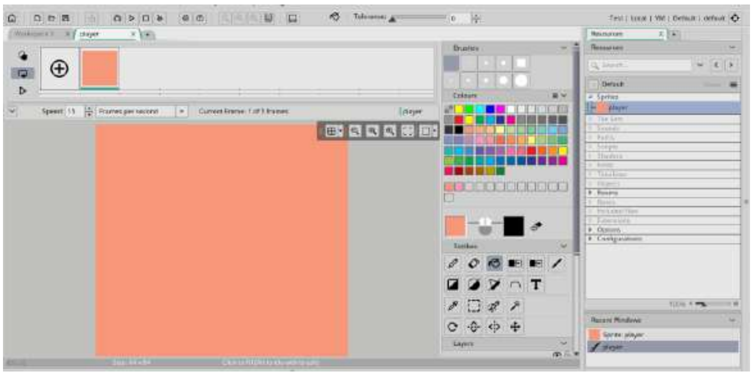
Ойыншыны пернелердің көмегімен жүргізіп отыру қажет.

3. Бөлме (ойын деңгейі) мен кейіпкерлерді сипаттау.

4. Осы ойын сценарийі бойынша ойын конструкторын пайдаланып кейіпкерлерді құрып, содан соң олардың әрекеттерін жасауға болады.

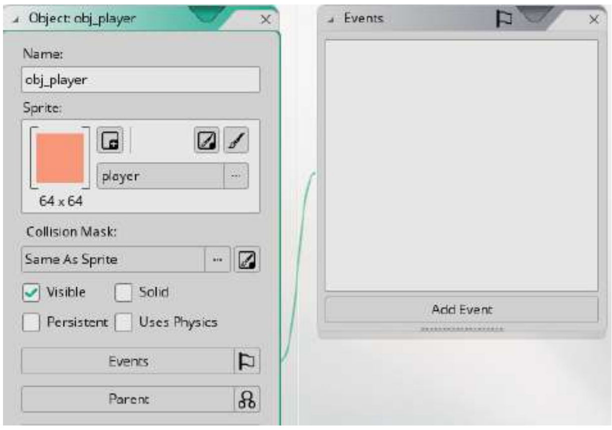
Осы сценарий бойынша ойын конструкторы арқылы спрайт пен объектілерді құрудан бастап, олардың әрекеттерін, ойыншының қозғалысын, анимациясын, объектінің көлеңкесін, артқы түсін, дыбысты құруды және де скрипттің көмегімен ойын процесін басқаруды жасауға болады. *Бірінші спрайттарды анықтап алу.* Алдын ала құрылған жобаны ашып, спрайт құру үшін *Sprites* қосымша бетін пайдаламыз. Спрайтқа атау береміз, Sprite0 атауын *player* деп өзгертеміз. Осы спрайт біздің басты ойыншымыз.

Спрайтты қолдан салуға да болады, ол үшін Edit Sprite командасын пайдаланамыз (Сурет 1).



Сурет 1. Спрайт құру терезесі

Енді ойынның белсенді құрамдас бөлігінің бірі объектілерді құрамыз, объектілер көріне алу үшін спрайттар арқылы визуалданады. Олардың әрқайсысы үшін оқиғалардан тәуелді болатын жүріс-тұрыс анықталады. Спрайттар мен объектілер арасындағы айырмашылық, спрайттар бұл жәй бейнелер (кескіндер, анимацияланған болуы да мүмкін), олардың жүріс-тұрысы анықталмаған. Объект құру үшін, *Objects* қосымшасын қолданамыз. Спрайттарды, объектілерді, бөлмелерді және т.б. өзіңізге ыңғайлы етіп атауыңызға болады, бірақ кейін шатастырмас үшін, ең жақсысы өз атауларымен атаған жөн, мысалға, spr қосымшасы бар спрайттар, obj объектілер, scr_ скрипттер және т.б. Сосын объект үшін спрайт таңдалады, объектіге ойыншының спрайтын қостық, содан кейін Sprite терезесінде біз құрған ойыншы спрайты шығады (Сурет 2).


Object: obj_player

Name: obj_player

Sprite: player

64 x 64

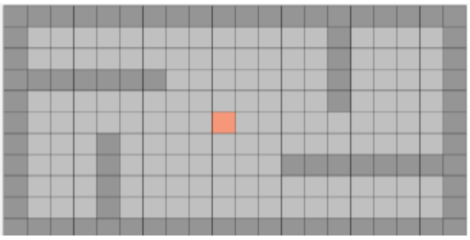
Collision Mask: Same As Sprite

☑ Visible ☐ Solid

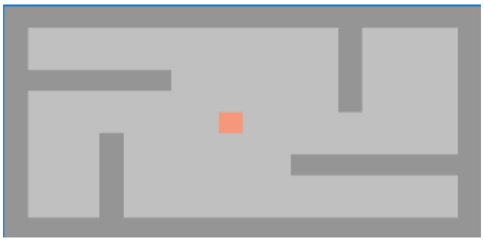
☐ Persistent ☐ Uses Physics

Сурет 2. Объектіге Player спрайтын қосу

Оқиғалары мен әрекеттерімен объектілерді құрып болғаннан кейін, өзінде ойын өтетін бөлмелерді (деңгейлерді) құрудың уақыты келді. Әр ойынға ең болмағанда бір бөлмеден қажет. Бұл бөлмелерде біз объектілердің экземплярларын орналастыратын боламыз. Ойын бастала салысымен бірінші бөлме іске қосылады және экземплярлар құру оқиғасына арнап сайланған әрекеттерді жасай бастайды. Бөлме құру үшін *Create Room (Бөлмені құру)* командасы таңдалады (Сурет 3-4).

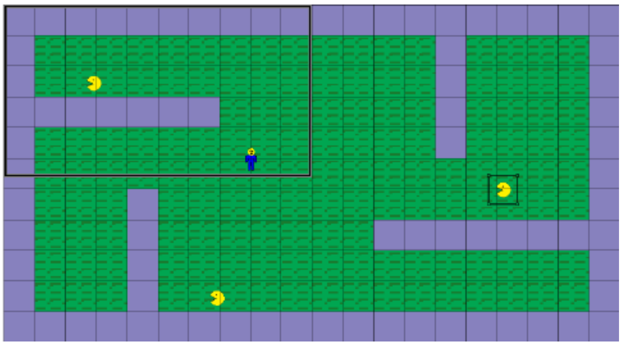


Сурет 3. Бөлме және спрайт құру



Сурет 4. Ойын іске қосылғаннан кейінгі бөлме

Біздің ойын бойынша бөлме келесі түрде болады. Параметрлерін қою мен экземплярларды қосып енгізумен қатар артқы тұсын көрсетіп, түрлерін белгілеп және файлдарды қосып енгізуге болады. Содан кейін оқиғаларды құрып және сол оқиғаларды белгілі түрдегі әрекеттермен (Actions) байланыстырып отыруға болады (Сурет 5).



Сурет 5.Ойынның нәтижесі

Ойыншы батырманы басқан кезде объект басқа объектімен соқтығысады, объектіні құрып немесе жояды, ойынды бастап немесе аяқтайды немесе ойыншы жай ғана қадам жасайды.

Компьютерлік ойындар оқушылардың іс-әрекетінің көрінісін қалыптастыруға ықпал етеді, оқушыларға өз әрекеттерінің нәтижесін көзбен көруге мүмкіндік береді. Сондықтан информатиканы қосымша факультативтік немесе үйірме сабақтарында оқытуда компьютерлік ойындарды құруға үйретуге көңіл бөлу ұсынылады. Компьютерлік ойындар оқушылардың жеке іс-әрекетін, шығармашылық потенциалын ынталандырып қана қоймайды, сонымен қатар оқушыларды қызықты топтық ойындарда біріктіретін және олардың бейресми қарым-қатынасына ықпал ететін тамаша құрал болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Даль В.И. Толковый словарь живого великорусского языка / В.И. Даль. - СПб. - М.: Товарищество М.О. - Вольф, 1905.

2 Ожегов С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов. - М., 1978. - 218 с.

3 Ушинский, К. Д. К. Д. Ушинский. Избранные труды. В 4 книгах. Книга 2. Русская школа / К.Д. Ушинский. - М.: Дрофа, 2005. - 448 с.

4 Дергачёва О. Е. Автономия и самодетерминация в психологии мотивации: теория Э. Деси и Р. Райана / под ред. Д. А. Леонтьева // Современная психология мотивации. - М.: Смысл, 2002. - С. 103-121.

5 Бревнова Ю.А. Компьютерные игры в современной субкультуре детства (социокультурные аспект): автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.к.н.: 24.00.01/Бревнова Юлия Александровна. - Москва, 2012. - 23 с.

6 Днепров С.А. Педагогические возможности виртуального пространства компьютерной игры / С.А. Днепров, А.Л. Каткова // Педагогическое образование в России. – 2009. - № 3. – С. 16-24.

7 Ельмикеев О.Р. Педагогические основы применения компьютерных игр в образовательном пространстве: автореф. дис. на соиск. учен. степ. к. п. н.: 13.00.01 / Елькимеев Олег Рудольфович. – Йошкар-Ола, 2004. – 18 с.

8 Программы для создания игр без программирования. http://softobase.com/ru/article/programmy-dlya-sozdaniya-igr-bez-programmirovaniya

9 Шекербекова Ш.Т., Тілеубергенов М.А. Компьютерлік ойын құрудың жалпы идеясы. Рысқұловтың 125 жылдығына арналған "Педагогикалық білім берудің заманауи трендтері" атты Халық. ғылыми-прак.конф. еңбектері., Тараз.- 2019.- Б.15-18.