

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ _____

_____ **ВЕСТНИК КазНУТУ**

VESTNIK KazNRTU _____

№3 (121)

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
М.К. Орунханов – проректор по науке

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгашпарова, Б.С. Ахметов, З.С. Абишева, Ж.Ж. Байгунчекоев-акад. НАНРК, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумекоев, Б. Кенжалиев, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубекоев, Н.С. Сеитов - член-корр. НАНРК..

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева,
22, каб. 502, тел. 292-63-46
n.fedossenko @ ntu.kz

СОДЕРЖАНИЕ

Физико-математические науки

<i>Мансурова М.Е., Мәткерім Б., Шоманов А.С., Иса О.</i> РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ 3D ЗАДАЧИ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В УПРУГОЙ ПОРИСТОЙ АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ MAPREDUCE И MPI.....	519
<i>Базарова М.Ж., Жомартқызы Г.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ОБУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ.....	524
<i>Мирзахмедова Г.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	529
<i>Мархабаева А.А., Абдуллин Х.А., Жумабекова Г.Е., Тулегенова А.Т.</i> ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ $ZnWO_4$ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОСПИННИНГА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ.....	534
<i>Ерланова Ж.Е., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С.</i> ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	542
<i>Асембаева М.К., Сағынов С.Б., Г.Е. Ерікова, Нурмуханова А.З.</i> ЭФФЕКТИВНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДИФФУЗИИ НЕКОТОРЫХ СМЕСЕЙ ГАЗОВ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ.....	545
<i>Асембаева М.К., Илимуратов Р.М., Нурмуханова А.З.</i> МАССОПЕРЕНОС НЕКОТОРЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В ВОЗДУХ.....	552
<i>Бейсембаев А.А., Әсембай А.Ә.</i> ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ И АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	557

Базарова М.Ж., Жомартқызы Г.

Кәсіптік стандарттардың талаптарына қанағаттандыру үшін білім беру бағдарламаларын оқыту жолдарын қалыптастыру

Түйіндеме. Мақалада білім беру бағдарламаларының ұлттық және халықаралық талаптарға тиісті құзыреттерін талқылайды. Білім беру бағдарламасының құзіретін, кәсіптік стандарттарды және электрондық e-CF модульдік-құзыреттілік, онтологиялық көзқарасты және аналитикалық иерархия процесі талдау әдісін пайдаланады. Салыстыру үшін бағыты бойынша кәсіби стандарттар талаптарына сай келетін білім беру бағдарламаларын жеке оқу траекториясын қалыптастыру бап мәмілелер «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар». талдау иерархиясы процесінің негізінде көзқарас еңбек функцияларын оқу нәтижелерін талаптарына сәйкестігін бағалау үшін.

Түйін сөздер. Модульдік-құзыреттілік тәсіл, аналитикалық иерархия процесі, кәсіби біліктілік, білім қоры, білім беру бағдарламалар.

Bazarova M.Zh., Zhomartkyzy G.

Formation of the learning pathsof educational programs taking into account the requirements of professional standards

Summary. The article discusses the respective competencies of national and international requirements of educational programs. To compare of the educational program, professional standards and European e-Competence Framework competencies uses modular-competence and ontological approach, and analytic hierarchy process. The article deals with the formation of individual learning paths of educational programs to meet the requirements of professional standards, for the direction "Information and communication technologies". To assess compliance with the requirements of the learning outcomes of labor functions of an approach based on the analytic hierarchy process.

Key words. Modular-competence approach, analytic hierarchy process, professional competence, labor function, educational programs.

ӨОЖ (378.016.02:004.032.6:574)

Г.А. Мирзахмедова

(Өл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, gulbanu.myrzahmedova@gmail.com)

СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ТИІМДІ БАСҚАРУ ЕСЕПТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Сапаны талап ететін процесстердің жылдамдығын және интенсивтілігін арттырумен тікелей байланысты болатын заманауи техникалық және өнеркәсіптік динамикалық объектілердің және олардың математикалық моделін күрделендіру, оларды зерттеу және басқару тәсілдерінің болашақтағы дамуының қажетті шарты болып табылады.

Тиімді басқару есептерін шешу Понтрягиннің максимум қағидасына және динамикалық программалау негіздеріне сүйенеді. Заманауи қозғалысты басқару теориясының негізгі мәселесі әртүрлі шекараларды ескере отырып синтезделетін басқару есебін шешу болып табылады. Бұл мәселе өте өзекті мәселе болып табылады, бірақ осы күнге дейін толығымен зерттелмеген. Тиімді басқару есептерінің теориясы динамикалық жүйелерді тиімді басқару, дифференциалды теңдеулер теориясы және есептеуіш математика салаларындағы жаңа бағыттарға алып келуі мүмкін. Динамикалық жүйелерге арналған басқару есептерін шешуге қажетті негізгі қасиеттерге не басқару алгоритмдерін құрудың әртүрлі тәсілдерін өңдеу заманауи ақпараттық жүйелердің өзекте мәселесі болып табылады.

Түйін сөздер: тиімді басқару есебі, дифференциалды теңдеу, квадратты функционал, Понтрягиннің максимум қағидасы, стационар емес сызықсыз жүйе.

Кіріспе. Егер динамикалық жүйелердің қалып күйін және эволюция заңдылығын анықтайтын параметрлері берілген болса онда, оның математикалық моделі белгілі деп есептеледі. Динамикалық жүйелердің бір жүйеге жуықтау деңгейінен тәуелді жүйенің математикалық моделі әртүрлі берілуі мүмкін.

Сапалы динамикалық жүйелердің негізгі мәселесі стационарлы шешімдерін – ерекше нүктесін және шекаралық циклін табу, орнықтылыққа зерттеу, фазалық кеңістіктегі стационарлы жүйелердің орнықтылық аймақтарын ерекшелеу болып табылады. Осылайшы параметрлік шамалары бекітілген жүйенің фазалық бейнесі анықталады.

Басқару және есептеуіш жүйелер теориясындағы динамикалық программалау әдісі дегеніміз күрделі есептерді қарапайым ішкі есептерге бөлу арқылы шешу тәсілі болып табылады. Динамикалық программалау тәсілі күрделілігі бастапқы берілген есептен шамалалы жеңіл болып келетін қарапайым есептер жиыны ретінде бейнеленетін тиімді ішкі құрылымды есептерге қолданылады.

Сызықты емес басқарылатын динамикалық жүйелердің қозғалыс қасиеттерін зерттеудің кең тараған әдістерінің бірі ол жүйені сызықты түрге келтіру болып табылады. Мұндай жағдайда сызықты түрге келтірілген динамикалық жүйені қолдану дұрыстығы мәселесі туындайды. Сызықты жүйеге келтірілген динамикалық жүйелерді зерттеудің ең тиімді тәсілі Ляпунов әдісін қолдану болып табылады. Критикалық жағдайларда жүйенің бірінші жуықтауы сызықты болмайды.

Сызықсыз механиканың және басқару теориясының өзекті проблемасы динамикалық жүйе қозғалысын жоғарыдан бағалаудың құрылымдық әдістерін өңдеу мәселесі және осы жүйелерді сызықты түрге келтіру қателігін бағалау болып табылады. Сонымен қатар сызықты емес көпбайланысты басқарылатын динамикалық жүйелерді тиімді тұрақтандыру есебі өзекті болып табылады.

Ляпуновтың тура әдісінің жалпылануының бірі оның дифференциалды теңсіздіктер теориясымен бірігуі болып табылады. Жүйелердің математикалық теориясын қолдану арқылы салыстыру теориясы дамыды. динамикадағы салыстыру әдісінің негізгі идеясы бастапқы динамикалық жүйелер үшін Ляпунов функциясын және салыстыру жүйесін құрудан тұрады. Сонымен бірге салыстыру жүйесі көп жағдайда бастапқы жүйені салыстыруды зерттеуден тұратынын атап кету қажет. Жүйелердің математикалық теориясында салыстыру қағидасы динамикалық жүйелер класы үшін қозғалыс қасиеттерінің орнықтылығы туралы салыстыру теоремаларын дәлелдеуге мүмкіндік береді.

Зерттеу объектісі деп аталатын орнықтылық теориясының заманауи бағыты бір жағына динамикалық жүйенің бір моделі ал екінші жағына салыстыру жүйесі арасындағы сапалы эквивалентті N қатынасын орнықтылықты сақтай отырып анықтайтын түрлендірулер базасында салыстыру әдісінің болашақтағы дамуы болып табылады. Сонымен бірге толығымен зерттеуге болатын қозғалыстың орнықтылық қасиеті динамикалық жүйелер класының келешектегі дамуын қамтамасыз етеді.

Сызықты емес динамикалық жүйелерге арналған тиімді басқару есебінің әдістемелері процесстердің негізгі бес кезеңі бойынша анықталады

1. Шешімдер қабылдау жүйесін талдау. Процесс ақпаратты қажет шешімдерді қабылдаудың барлық типін анықтаудан басталады. Функционалды аймағы мен әрбір деңгейінің қажеттілігі ескерілуі тиіс.

2. Ақпараттық талаптарды талдау. Шешім қабылдауға қажетті ақпараттар типін анықтайды.

3. Шешімдерді біріктіру, яғни шешім қабылдауға қажетті ақпараттарды пайдалана отырып есептерді топтастыру.

4. Ақпараттарды өңдеу процесін жобалау. Бұл кезеңде ақпараттарды модификациялау, тарату сақтау және жинақтау жүйелері өңделеді. Есептеуіш техниканы қолдану бойынша қызметкерлердің мүмкіндіктері ескерілуі қажет.

5. Жүйені жобалау және бақылау. Маңызды кезеңі - бұл жүйені құру және жүзеге асыру. Әр түрлі позиция бойынша жүйенің жұмысқа қабілеттілігі бағаланады, қажеттілігіне қарай түзету жұмыстары жүргізіледі. кез келген жүйеде кемшіліктер болады, сондықтан жүйені ыңғайлы және бейімделгіш етіп жасау қажет.

Зерттеу аймағын анықтау үшін басқарылатын сызықты емес механикалық жүйелерді синтездеудің белгілі әдістерін қысқаша қарастырамыз. Жүйені синтездеу әдістерін үш топқа бөлуге болады: тиімді динамикалық сипаттамасы синтезінің жиіліктік әдісі; Понтрягиннің максимум қағидасы, Гамильтон - Якоби - Беллман - Кротов әдісі (тиімді басқару теориясы); дифференциалды теңдеулердің кері есебіне негізделген әдістер. Тиімді динамикалық сипаттамасы синтезінің жиіліктік әдісінің мәні басқарылатын жүйенің беріліс функциясын басқару объектісінің идеалды сигналы мен шығыс сигналы арасындағы қателіктердің минимум функционалы шартынан анықтаудан тұрады. Бұл әдістер В.В. Солодовников, Н.Винер, М.Пелегрэн, Ш.Чангтың жұмыстарында қарастырылған. Мұндай әдістер тобына В.С.Кулебакин, Б.Н.Петровтың реттелетін айнымалылардың өзгерісіне секіріс әсерін өтеуге мүмкіндік беретін инварианттар теориясы бойынша жасаған жұмыстары жатады.

Жүйелерді синтездеу тсілін шешудің теориясы мен әдістері Л.С.Понтрягин және т.б., Р.Беллман, В.Ф.Кротов и В.И.Гурманның монографияларында жарияланған. Бұл әдістер құнды және синтез есебін оның алдыңғы мәліметтері белгілі болған жағдайда ғана шешіледі. Максимум қағидасы қарапайым дифференциалды теңдеулерге үшін берілген есептің шешімін жүйе дәрежесінен екі есе артық болатын шекаралық есепке келтіреді. Соңғы есепті шешу күрделі болып келеді. Сонымен қатар барлық уақытта практикада қолданыла бермейтін жүйенің программалық басқарылымы анықталады. Беллман функциясы деп аталатын Р.Беллманның динамикалық программалау әдісі бастапқы есепті бірінші ретті дербес туындылы теңдеудің шешіміне келтіреді. Жалпы жағдайда дербес туындылы теңдеулерді шешу күрделі мәселе болып табылады.

Есептің қойылымы. Қозғалысы E^n кеністігінде сызықты дифференциалды теңдеу түрінде сипатталатын стационар емес сызықсыз жүйені қарастырамыз:

$$\frac{dx(t)}{dt} = A(t)x + B(t)u(t) \quad (1)$$

мұндағы x – жүйенің фазалық координатының n – өлшемді векторы; $u(t)$ – r – өлшемді басқару векторы; $A(t)$ – $n \times n$ өлшемді матрица, $B(t)$ – $n \times r$ өлшемді матрица. Объектінің бастапқы калып – күйі берілген

$$x(0) = x_0. \quad (2)$$

Басқару процесі $x(t)$ траекториясында сол жағы $x(0) = x_0$ шектелген, ал оң жағы $x(T)$ еркін, басқару шекарасы $u(t) \in U(t)$, $U(t) = \{\alpha < u < \beta\}$, $[0, T]$ аралығында бекітілген уақыттан тәуелді ақырлы кеністікте қарастырылады.

Басқару сапасының критеріі келесі квадраттық функционал болып табылады

$$J(u) = \frac{1}{2} x^*(T)Fx(T) + \int_0^T \frac{1}{2} (x^* Qx + u^* Ru) dt, \quad (3)$$

Мұндағы T – бекітілген уақыт. Q, R, F – берілген матрицалық көбейткіш, Q, F – теріс емес симметриялы анықталған матрицалар, R – оң анықталған матрица, $(^*)$ – транспонирлеу белгісі. A, B, Q, R, F – тұрақты анықталған матрицалар. (3) функционалы $x(t)$ траекториясында бастапқы бекітілген нөлдiк мәнінен қажетті траекторияға дейінгі орта квадраттық ауытқуын сипаттайды.

(2) – шартпен және (3) – минимумдаушы функционал арқылы берілген (1) теңдеудің сәйкес шешімін және $u(t) = u(t, x(t))$ басқаруды табу керек.

Есептің шешімі. $u(t)$ басқаруының тиімділігінің қажетті шартын Л.С. Понтрягиннің максимум қағидасына алуға болады. $\tilde{H}(\psi, x, t, u) = \sum_{i=0}^n \psi_i f_i(x, u, t)$ формуласына сәйкес \tilde{H} функциясы келесі түрге не болады

$$\tilde{H} = \frac{1}{2} (\psi_0(t) x^*(t) Qx(t)) + \frac{1}{2} (\psi_0(t) u^*(t) Ru(t)) + A(t)x(t)\psi(t) + B(t)u(t)\psi(t) \quad (4)$$

мұндағы $\psi(t)$ – элементтері көмекші $\psi_1(t), \dots, \psi_n(t)$ айнымалылар болып келетін n – өлшемді вектор.

$u(t)$ тиімді басқару \tilde{H} функциясын максимум мәнге жеткізуі қажет. Автономды емес жүйелерге арналған максимум қағидасына сәйкес траекториялық шекарасы еркін және уақытпен бекітілген есепте $\psi_0(t) = const = -1$. Сондықтан мынадай белгілеу арқылы

$$p_i(t) = \frac{\psi_i(t)}{\psi_0(t)} \quad (i = 1, \dots, n) \quad (5)$$

$u(t)$ тиімді басқаруы минимум функцияға жететінін анықтаймыз

$$\aleph = \frac{1}{2} (x^*(t) Qx(t)) + \frac{1}{2} (u^*(t) Ru(t)) + A(t)x(t)p(t) + B(t)u(t)p(t) \quad (6)$$

$$\dot{\psi}_j = \psi_0 \dot{\rho}_j = -\frac{\partial \tilde{H}}{\partial x_j} \quad (j = 1, \dots, n) \text{ болғандықтан } \rho \text{ векторының элементтері келесі}$$

дифференциалды теңдеулер жүйесін қанағаттандырады:

$$\dot{\rho}_j = -\frac{\partial H}{\partial x_j} \quad (j = 1, \dots, n) \quad (7)$$

$x_j \quad (j = 1, \dots, n)$ векторының $\Xi = \frac{1}{2}(x^*(t)Q(t)x(t))$ функциясы бойынша дербес туындысы

келесі түрде жазылады, мұндағы $Q(t)$ - симметриялы анықталған матрица

$$\frac{\partial \Xi}{\partial x_j} = \sum_{k=1}^n Q_{jk}(t)x_k(t) \quad (j = 1, \dots, n)$$

$grad \Xi = \left(\frac{\partial \Xi}{\partial x_1}, \frac{\partial \Xi}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial \Xi}{\partial x_n} \right)$ векторы келесі түрде жазылады:

$$grad \Xi = Q(t)x(t)$$

Сәйкесінше $\mathfrak{R} = A(t)x(t)p^*(t)$ функциясы үшін келесі теңдікті аламыз

$$\frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial x_j} = \sum_{k=1}^n A_{kj}(t)p_k(t) \quad (j = 1, \dots, n)$$

$grad \mathfrak{R} = \left(\frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial x_1}, \frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial \mathfrak{R}}{\partial x_n} \right)$ векторы мына $grad \mathfrak{R} = A^*(t)p(t)$, түріне ие болады, мұндағы

$A^*(t)$ матрицасы $A(t)$ матрицасының транспонирленген матрицасы болып табылады.

Осылайша (6) және (7) формулаларға сәйкес $p(t)$ функциясы келесі дифференциалды теңдеуді қанағаттандырады

$$\dot{p} = -Q(t)x - A^*(t)p \quad (8)$$

Енді \mathfrak{N} экстремум функциясына жететін $u(t)$ теңдеуін табамыз.

$$\frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial u_j} = \sum_{l=1}^r R_{jl}(t)u_l(t) + \sum_{k=1}^n B_{kj}(t)p_k(t) \quad (j = 1, \dots, r) \quad (9)$$

болғандықтан, экстремумның қажетті шарты келесі түрге жазылады

$$\frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial u_j} = 0 \quad (j = 1, \dots, r)$$

Олай болса

$$\sum_{l=1}^r R_{jl}(t)u_l(t) = -\sum_{k=1}^n B_{kj}(t)p_k(t) \quad (j = 1, \dots, r) \quad (10)$$

(10) скалярлы теңдеулер жүйесі келесі векторлық теңдеуге эквивалент болады

$$R(t)u(t) = -B^*(t)p(t) \quad (11)$$

(11) теңдеуден $u(t)$ басқаруы \mathfrak{N} функциясының экстремум мәніне ие болады, және келесі түрде жазылады:

$$u(t) = -R^{-1}(t)B^*(t)p(t) \quad (12)$$

$R(t)$ - оң анықталған матрица болғандықтан $\det R(t) \neq 0$ анықтаушы және $R^{-1}(t)$ кері матрицасы табылады.

(9) өрнекке сәйкес

$$\frac{\partial^2 \mathcal{N}}{\partial u_j \partial u_k} = R_{jk}(t) \quad (j = 1, \dots, r),$$

және $R(t)$ матрицасы

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \mathcal{N}}{\partial u_1 \partial u_1} & \dots & \frac{\partial^2 \mathcal{N}}{\partial u_1 \partial u_r} \\ \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial^2 \mathcal{N}}{\partial u_r \partial u_1} & \dots & \frac{\partial^2 \mathcal{N}}{\partial u_r \partial u_r} \end{bmatrix} = R(t) \quad (13)$$

оң анықталған матрица болады. Бұдан (12) өрнекпен анықталған $u(t)$ басқаруы \mathcal{N} функциясында минималды болады.

(12) өрнекті $u(t)$ бойынша (1) өрнекке апарып қоямыз, олай болса (1) теңдеу келесі түрде болады

$$\dot{x} = A(t)x - S(t)p \quad (14)$$

мұндағы $S(t) - n \times n$ типті симметриялы матрица:

$$S(t) = B(t)R^{-1}(t)B^*(t) \quad (15)$$

(14) және (8) теңдеулері векторлы дифференциалды теңдеулер жүйесін анықтайды, және оларды келесі түрде жазуға болады:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A(t) & -S(t) \\ -Q(t) & -A^*(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ p \end{bmatrix} \quad (16)$$

(16) векторлы дифференциалды теңдеу өзделінді тиімді жүйені анықтайды.

(1) жүйенің $x(t_0)$ бастапқы қалып күйі бергілі деп жорамалданады. Сондықтан рангісі $2n$ тен болатын (16) дифференциалды теңдеудің шешімі келесі векторлық қатынас түрінде берілген n бастапқы шартты қанағаттандыруы тиіс

$$[x(t)]_{t=t_0} = x(t_0) \quad (17)$$

n шекаралық шарттардың трансверсиалдық шартынан p_j ($j = 1, \dots, n$) көмекші айнымалысы үшін келсі қатынасты аламыз

$$p(T) = Fx(T) \quad (18)$$

(17) және (18) шарттары (16) теңдеулер жүйесінің жалғыз шешімін анықтайды.

Қорытынды. Бұл мақалада берілген жиындағы кірісіндегі мүмкін болатын мәндері эллипсоида болатын сызықты – квадратты тиімді басқару есебі қарастырылған. Берілген есептің негізгі ерекшелігі траекториядағы сол жақ және оң жақ шекаралары бекітілген, сондықтан берілген $[t_0, T]$ уақыт интервалында (3) функционалды минимумдау арқылы $x(t_0) = x_0$ бастапқы қалып күйінен $x(T) = 0_0$ координат басына ауыстырылады.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление. – Учебное пособие. – изд.2-е, перераб. и дополн. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», М., 1978, 552 стр.
 [2] Мурзабеков З.Н. Оптимизация управляемых систем. – Алматы: Изд-во АТУ, 2009. – 2016с.
 [3] Мурзабеков З.Н. Достаточное условия оптимальности динамических систем управления с закрепленными концами // Математический журнал. – 2004. – Т.4, №2(12). – С. 52-59

Мирзахмедова Г.А.

Исследование задач оптимального управления для нелинейных динамических систем

Резюме. Рассматривается задача оптимального управления нестационарными нелинейными системами с закрепленными концами траекторий. Сделан общий обзор по исследованию задач оптимального управления для нелинейных динамических систем. Кроме того, получен алгоритм управления для одного класса нелинейных систем с ограничениями на управления на конечном отрезке времени.

Ключевые слова: задача оптимального управления, дифференциальные уравнения, нелинейная система, квадратичный функционал, принцип максимума Понтрягина.

Mirzakhmedova G.A.

Study problems of optimal control for nonlinear dynamical systems

Summary. The problem of optimum control of nonstationary non-linear systems with the fixed ends of trajectories is considered. The common review on a research of tasks optimum management for non-linear dynamic systems is made. Besides, the control algorithm for one class of non-linear systems with restrictions for managements on a terminating interval of time is received.

Key words: problem of optimum control, differential equations, non-linear system, quadratic functional, maximum principle of Pontryagin.

УДК 538.9

¹А.А. Мархабаева, ^{1,2}Х.А. Абдуллин, ³Г.Е. Жумабекова, ^{1,2}А.Т. Тулегенова

(¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби МОН РК,

²Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа КазНУ им. аль-Фараби МОН РК,

³Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, aiko_marx@mail.ru)

**ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ $ZnWO_4$ МЕТОДОМ
ЭЛЕКТРОСПИННИНГА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ**

Аннотация. Представлены результаты по получению и исследованию волокон вольфрамата цинка $ZnWO_4$. В качестве прекурсора для синтеза волокна использовался ацетат дигидрат цинка, метавольфрамат аммония и поливиниловый спирт. Морфология образцов исследовалась при помощи электронного сканирующего микроскопа. Изучена структура образцов и получены спектры комбинационного рассеяния на спектрофотометре NTegra Spectra. Установлена взаимосвязь морфологии и свойств образцов с технологическими условиями синтеза и температурой последующего отжига. Исследованы фотокаталитические свойства образцов в модельном растворе Родамин В и спектры фотолюминесценции образцов.

Ключевые слова: волокна, вольфрамат цинка, фотолюминесценция, фотокатализ.

Введение

Наноструктурированные материалы, такие как нановолокна, наностержни, нанотрубки, нанопроволоки, представляют большой интерес из-за их уникальных свойств. Волокна перспективны для применения в топливных элементах [1,2,3,4], электродах для литий-ионных батарей [5,6,7,8] и суперконденсаторов [9,10,11,12], адсорбентах и фотокатализаторах [13]. В последнее время возрос интерес исследователей к вольфраматам металлов, интерес обусловлен возможностью использования в качестве материала сцинтиллятора, электрода для супер- и псевдоконденсаторов [14] и полупроводниковых фотокатализаторов [15]. Много работ посвящено получению монокристаллов, нанокристаллов и наностержней вольфрамата цинка, хорошо изучены фотолюминесцентные и фотокаталитические свойства образцов, однако по развитию способов получения волокон $ZnWO_4$ посвящено незначительное число работ.

Одним из методов получения волокон является метод электроспиннинга - это процесс вытягивание волокна из раствора под действием электрического поля. На рисунке 1 представлена схема метода электроспиннинга. С помощью метода можно контролировать морфологию и диаметр волокна, изменяя вязкость, концентрацию раствора, напряжение и расстояние от иглы шприца до коллектора [16]. При уменьшении диаметра волокна до нанометрового диапазона материал