



ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ  
AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

ЭКОНОМИКА ЖӘНЕ БИЗНЕС ЖОҒАРЫ МЕКТЕБІ  
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И БИЗНЕСА  
HIGHER SCHOOL OF ECONOMICS AND BUSINESS

Механика-математика факультеті  
Механико-математический факультет  
Faculty of Mechanics and Mathematics

## «ФАРАБИ ӘЛЕМІ»

атты студенттер мен жас ғалымдардың  
халықаралық ғылыми конференция

## МАТЕРИАЛДАРЫ

Алматы, Қазақстан, 6-8 сәуір 2022 жыл

## МАТЕРИАЛЫ

международной научной конференции  
студентов и молодых ученых

## «ФАРАБИ ӘЛЕМІ»

Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022 года

## MATERIALS

International Scientific Conference  
of Students and Young Scientists

## «FARABI ALEMI»

Almaty, Kazakhstan, April 6-8, 2022

Алматы, 2022

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ  
AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

Механика-математика факультеті  
Механико-математический факультет  
Faculty of Mechanics and Mathematics

«ФАРАБИ ӘЛЕМІ»  
атты студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференция  
МАТЕРИАЛДАРЫ  
Алматы, Қазақстан, 2022 жылдың 6-8 сәуірі

МАТЕРИАЛЫ  
международной конференции студентов и молодых учёных  
«ФАРАБИ ӘЛЕМІ»  
Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022 года

MATERIALS  
International Scientific Conference of Students and Young Scientists  
«FARABI ALEMI»  
Almaty, Kazakhstan, April 6-8, 2022

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2022

УДК 5  
ББК 22  
Ф23

**Ответственные секретари:**

*Рахыш Айгерім  
Бектал Жансая  
Сабирова Юлия  
Баймагамбетова Шолпан  
Ергазы Жансая  
Имангазина Айша  
Әбибулла Айдана  
Разакбергенова Жулдыз  
Бектемесов Жоламан*

**Материалы** международной научной конференции студентов и молодых учёных «Фараби әлемі». Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022 года. – Алматы: Қазак университеті, 2022. – 141 с.

**ISBN 978-601-04-5985-4**

Статьи издаются в авторской редакции.

**ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ  
DIFFERENTIAL EQUATIONS AND THEIR APPLICATIONS**

<i>Тұңғышбек А.К.</i> ПАРАБОЛАЛЫҚ ТЕНДЕУЛЕРМЕН СИПАТТАЛҒАН ПРОЦЕСТІҢ БАСҚАРЫЛУЫ ЖӘНЕ ТИІМДІ ТЕЗ ӘРЕКЕТ ЕТУІ .....	10
<i>Ауған А.Б.</i> СЫЗЫҚТЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ОРТАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ ТУРАЛЫ.....	11
<i>Байзақова А.</i> ШЕКТЕУЛЕРІ БАР ТИІМДІ БАСҚАРУДЫҢ ШЕТТІК ЕСЕПТЕРІ.....	12
<i>Ешпанова А.А.</i> P-ЛАПЛАСИАНДЫ СОБОЛЕВ ТИПТЕС ТЕНДЕУ ҮШІН БАСТАПҚЫ-ШЕТТІК ЕСЕП.....	13
<i>Жангабулова Ж.М.</i> ӨЗГЕШЕЛЕНГЕН ПСЕВДОГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТИПТІ ТЕНДЕУДІҢ ШЕШІМДІЛІГІ.....	14
<i>Жаппарова С.Д.</i> КОЭФФИЦИЕНТІ ҮЗІЛІСТІ ӨЗГЕШЕЛЕНГЕН ЖЫЛУӨТКІЗГІШТІК ТЕНДЕУ ҮШІН КОШИ ЕСЕБІ ШЕШІМІНІҢ СОБОЛЕВ КЛАСЫНДАҒЫ АПРИОРЛЫҚ БАҒАСЫ .....	15
<i>Жеңіс С.</i> ӨЗГЕШЕЛЕНГЕН ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТЕНДЕУ ҮШІН БАСТАПҚЫ-ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ БІРМӘНДІ ШЕШІМДІЛІГІ .....	16
<i>Забыханов М.М.</i> ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІҢ ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУДЕ ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	17
<i>Муратова А.К.</i> СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ИНТЕГРАЛДЫ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН ШЕТТІК ЕСЕП ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ СИПАТЫ .....	18
<i>Мүсірәлі Р.С.</i> КВАЗИСЫЗЫҚТЫҚ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІҢ ОРНЫҚТЫ ПЕРИОДТЫ ШЕШІМІН ҚҰРУ .....	19
<i>Нурахметова Е.</i> СЫЗЫҚТЫ ЖҮЙЕНІҢ ЛЯПУНОВ КӨРСЕТКІШТЕРІН БАҒАЛАУ.....	20
<i>Орынбасар Б.</i> СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ЭЛЛИПСТІК ТЕНДЕУ ҮШІН ҚОЙЫЛҒАН ДЗИРИХЛЕ ЕСЕБІНІҢ ШЕШІМДІЛІГІ .....	21
<i>Өмірзақова Г.</i> АНИЗАТРОПТЫҚ СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ЭЛЛИПСТІК ТЕНДЕУДІҢ ОҚШАУЛАНҒАН ЕРЕКШЕЛІГІ ЖОЙЫЛАДЫ .....	22
<i>Салдыр Ж.Ж.</i> БІР ӨЛШЕМДІ ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТИПТІ ТЕНДЕУ ҮШІН КЕРІ ЕСЕПТІҢ ШЕШІМДІЛІГІ .....	23
<i>Сәкенқызы А.</i> ЖАЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІҢ ШАКАРАСЫ ШЕКТЕУЛІ ЕСЕПТЕРІ.....	24
<i>Серік А.М.</i> БІРІНШІ ТЕКТІ ФРЕДГОЛЬМ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕНДЕУІНІҢ ШЕШІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ШЕШІМІН ҚҰРУ.....	25
<i>Таңатарова А.А.</i> ӨЗГЕШЕЛЕНГЕН ПАРАБОЛА-ЭЛЛИПСТІК ТЕНДЕУ ҮШІН ТҮЙІНДЕС ЕСЕПТІҢ ШЕШІМІНІҢ АПРИОРЛЫҚ БАҒАСЫ .....	26
<i>Шәкір А., Гао Сянь.</i> БІРӨЛШЕМДІ КЕЛЬВИН-ФОЙГТ ТЕНДЕУІ ҮШІН БАСТАПҚЫ-ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ ШЕКТІ-АЙЫРЫМДЫҚ СҰЛБАСЫНЫҢ ЖИНАҚТЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ САНДЫҚ ШЕШІМІ.....	27
<i>Тимур М.Т.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С РАЗРЫВНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ МЕТОДОМ РАЗДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ .....	28
<i>Торғай Ж.А.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НЕЙМАНА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С РАЗРЫВНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ МЕТОДОМ РАЗДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ .....	29
<i>Gauhar Auzerkhan, Ghulam Hazrat Aimal Rasa.</i> EXAMINING AND DETECTING SELF-JOINING BOUNDARY VALUE PROBLEMS DIFFERENTIAL EQUATIONS .....	30
<i>Noori H.</i> OPTIMAL PACKING ON A TRIANGULAR FLAT TORUS .....	31
<i>Rahmani M.D.</i> CAESAR CRYPTOGRAPHY SYSTEM .....	32

<i>Shazyndayeva M.K.</i> AN INVERSE PROBLEM FOR 1D KELVIN-VOIGT EQUATION WITH FINAL OVERDETERMINATION CONDITION.....	33
<i>Ghulam Hazrat A. R., Kaiyrbek Zh.</i> ВЫРОЖДЕННЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ.....	34

**ТҮТАС ОРТА МЕХАНИКАСЫ  
МЕХАНИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ  
CONTINUOUS MECHANICS**

<i>Баймаганбетова Ш.Ж., Айтхожа Ж.С.</i> ЛАСТАНҒАН СУ ҚАБАТТАРЫН БЕТТІК-БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРМЕН РЕМЕДИАЦИЯЛАУ ПРОЦЕСТЕРІН ЗЕРТТЕУ .....	36
<i>Джамбеков Р.Т.</i> ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ РАЗВИТУЮ ПОВЕРХНОСТЬ .....	37
<i>Ембергенова Д.Б.</i> СПОСОБ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВНЕШНЕЙ ПЕРЕМЕЖАЕМОСТИ .....	38
<i>Жакупов А.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО ТЕЧЕНИЯ: ОБТЕКАНИЯ КРУГЛОГО ЦИЛИНДРА. КАК ИЗМЕНЯЕТ ТОЧКА ОТРЫВА ОТ ЧИСЛА РЕЙНОЛЬДСА (RE) .....	39
<i>Жұмабек М.Р.</i> САЛЫСТЫРМАЛЫ ФАЗАЛЫҚ ӨТІМДІЛІКТЕР ЖӘНЕ КАПИЛЛЯРЛЫҚ ҚЫСЫМНЫҢ КЕСТЕЛІК ДЕРЕКТЕРІН КУБТЫҚ СПЛАЙНМЕН МОНОТОНДЫ ИНТЕРПОЛЯЦИЯЛАУ .....	40
<i>Кабак М.Т.</i> ВЕРИФИКАЦИЯ ТЕОРИИ МЕЛКОМАСШТАБНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ КОЛМОГОВОРА .....	41
<i>Качкинова А.К.</i> ҰШПАЙТЫН МҰНАЙДЫҢ СУЗІЛУ ПРОЦЕССТЕРІН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ .....	42
<i>Керейкулова А.Е., Ердеш Е.Б.</i> «АУА-СУ» БУ СЫҒЫЛАТЫН ЖЫЛУ СОРҒЫСЫНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕРІ .....	43
<i>Мұхамбетов Қ.Б.</i> АДСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ. АДСОРБЦИЯ ГАЗА АКТИВИРОВАННЫМ УГЛЕМ .....	44
<i>Өмірәлиева Н.М., Әлиұлы А.</i> БУ СЫҒЫЛАТЫН ЖЫЛУ СОРҒЫСЫ ЖЫЛУАЛМАСУ ПРОЦЕСТЕРІН ДИНАМИКАЛЫҚ ТҮРҒЫДА ПШІНДЕУ .....	45
<i>Салкынбеков Д.С.</i> РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ ТЕПЛИЦЫ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ TRNSYS .....	46
<i>Abdullayeva D.B., Amangeldi A.A.</i> ADVANCED EXPERIMENTAL STUDIES OF TRANSFER PHENOMENA. LASER-INDUCED FLUORESCENCE THERMOMETRY MEASUREMENTS .....	47
<i>Abdullayeva D.B., Amangeldi A.A.</i> MRI IMAGING AND VELOCIMETRY MEASUREMENTS IN POROUS AND VELOCITY MODULES .....	48
<i>Көдебай І.А.</i> ХИМИЯЛЫҚ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ АРҚЫЛЫ ГЕТЕРОГЕНДІ МҰНАЙ ҚАТБАТТАРЫНДА ASP ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ .....	49

**ТЕОРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛЫ МЕХАНИКА  
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА  
THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS**

<i>Абдрешова Г.Н.</i> ФРИКЦИОНДЫ МУФТАСЫ БАР АДАПТИВТІ БЕРЛІС ВАРИАТОРЫ.....	51
<i>Батырбек А.Ж.</i> ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНДЕГІ ДЕРБЕС ШЕШІМДЕРДІ ТАЛДАУ .....	52
<i>Бахиева К.</i> МИКРОКЛОНДЫҚ КӨБЕЮ КЕЗІНДЕ МИКРО ӨСІНДІЛЕРДІ IN VITRO ТАСЫМАЛДАУ КОНТЕЙНЕРІНЕН ТОПЫРАҚПЕН ЖҰМЫС КОНТЕЙНЕРІНЕ АУЫСТЫРУҒА АРНАЛҒАН РОБОТТЫҚ КЕШЕН ЖҰМЫСЫ .....	53
<i>Әзіл З.Н.</i> ҮШ ЕРКІНДІК ДӘРЕЖЕЛІ ПАРАЛЛЕЛЬ МАНИПУЛЯТОРДЫ ЗЕРТТЕУ .....	54
<i>Бәкір Д.</i> ARDUINO НЕГІЗІНДЕГІ СМАРТФОНМЕН БАСҚАРЫЛАТЫН РОБОТ-АВТОМОБИЛЬ ҚҰРАСТЫРУЛЕРІ .....	55
<i>Ергалиев Д.С.</i> ТЫҒЫЗ ЕКІ ДЕНЕ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ТОЛҚЫНДЫҚ ӨСЕРЛЕСУЛЕР .....	56
<i>Ерғазы Ж.Н.</i> НЕГІЗГІ ҰЙТҚУШЫ КҮШТЕРДІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫ ТОПТАМАСЫ ҚОЗҒАЛЫСЫН ЗЕРТТЕУ .....	57

<i>Жексенбеков С.Р., Уйсимбаев Е.Б.</i> АНАЛИЗ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ.....	58
<i>Кошербаева А.Б.</i> МАССАЛАРЫ АЙНЫМАЛЫ ЭКЗОПЛАНЕТА ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЭВОЛЮЦИЯЛЫҚ ТЕНДЕУЛЕРІ.....	59
<i>Махсұтова А.И.</i> 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО БАЛАНСИРУЮЩЕГО ДВУХКОЛЕСНОГО РОБОТА В СРЕДЕ MATLAB&SIMULINK.....	60
<i>Муқатай С.Т.</i> ИМИТАЦИЯЛЫҚ ТӘСІЛДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫН ТОПТАМАЛАУДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.....	61
<i>Надыр Э.М.</i> МАССАЛАРЫ АЙНЫМАЛЫ ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНДЕГІ ДЕРБЕС ШЕШІМДЕРДІ ТАЛДАУ.....	62
<i>Сағитжанов Б.М.</i> ПАРАЛЛЕЛЬДІ МАНИПУЛЯТОРЛАРДЫ ЖӘНЕ АВТООПЕРАТОРЛАРДЫ ОРНАЛАСТЫРУДЫ ӨЗІРЛЕУ.....	63
<i>Сәрсен Н.С.</i> ANDROID КӨМЕГІМЕН СЫМСЫЗ БАСҚАРЫЛАТЫН РОБОТ ӨЗІРЛЕУ.....	64
<i>Серік А.Б.</i> ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНДЕГІ ГАЛО-ОРБИТАЛАРДЫ ТАЛДАУ.....	65
<i>Таубалды А.Ж.</i> БАҒДАРЛАМАЛАНАТЫН РОБОТ ҚОЛ.....	66
<i>Утенов М.У., Балтабай Д.К., Батырбек С.Ж., Рахым Ж.Т.</i> 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ В СРЕДЕ MAPLE.....	67
<i>Уйсимбаев Е.Б., Жексенбеков С.Р.</i> КОЛЛАБОРАТИВНЫЙ РОБОТ НА МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЕ.....	68
<i>Нургозиева А.Ж.</i> ЖАҚТАРЫ ҚАТАҢ БЕКІТІЛГЕН ТІКТӨРТБҰРЫШТЫ ПЛАСТИНАНЫ АЙНЫМАЛЫЛАРДЫ БӨЛУ ӘДІСІМЕН ЕСЕПТЕУ.....	69
<i>Толқын Ш.</i> ЖОЛДЫ БАҚЫЛАУ МҮМКІНДІГІ БАР АВТОНОМДЫ БАҚЫЛАУ РОБОТЫ.....	70
<i>Фермебай М.А.</i> RASPBERRY PI КОНТРОЛЛЕРІНДЕ БАҚЫЛАУ РОБОТЫН ҚҰРАСТЫРУ.....	71
<i>Тәленов С.Ә.</i> ГУМАНОИД РОБОТТЫ БАСҚАРУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН НЕГІЗГІ ЭЛЕМЕНТТЕР.....	72

**ҒАРЫШТЫҚ ТЕХНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ  
SPACE EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES**

<i>Арсланов Ш.Р.</i> РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	74
<i>Бакирова Ю.</i> ВЛИЯНИЕ ВОСПЛАМЕНИТЕЛЯ НА ВНУТРИБАЛЛИСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАКЕТНОМ ДВИГАТЕЛЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА.....	75
<i>Жунусов Р.</i> РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНОГО ТВЕРДОТОПЛИВНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	76
<i>Зражевский В.Н.</i> МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА.....	77
<i>Калыбекова А.А.</i> МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЕДНИКОВЫХ ОЗЕР ПРИМЕНЯЯ МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.....	78
<i>Каримова Д.С.</i> СИСТЕМЫ СПАСЕНИЯ КОСМОНАВТА ПРИ ВНЕКОРАБЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	79
<i>Магзумов А.А.</i> СПОСОБ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕМЕЖАЕМОСТИ СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ.....	80
<i>Сейіт А.И.</i> КОМПЬЮТЕРЛІК КӨРУ ӘДІСТЕРІН КӨЛІК НАВИГАЦИЯСЫ ЕСЕБІНЕ ҚОЛДАНУ АЛГОРИТМДЕРІН ЖАСАУ.....	81
<i>Тасова М.Т., Ибраев А.С.</i> ТЕСНО СВЯЗАННАЯ ИТЕГРАЦИЯ ГНСС/ИНС.....	82
<i>Абдрашев А.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В ГРУППИРОВКЕ.....	83

<i>Имангазина А.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГРУППИРОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В СЛУЧАЕ НЕВОЗМУЩЕННОЙ ОПОРНОЙ ОРБИТЫ С УЧЕТОМ ФИГУРЫ ЗЕМЛИ.....	84
<i>Камбарбаев Е.</i> РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА РАСКРЫТИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА .....	85
<i>Манажанов Е.Е.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ДВИЖЕНИЕ ГРУППИРОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ.....	86
<i>Мұратова А.Д.</i> АРНАЙЫ ИНЕРЦИАЛДЫ ЕМЕС КООРДИНАТА ЖҮЙЕСІНДЕ МАССАСЫ АЙНЫМАЛЫ ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІН ЗЕРТТЕУ .....	87
<i>Төрехан С.Т.</i> ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНДЕ ТЕҢБҮЙІРЛІ ҮШБҰРЫШТЫ ҚОЗҒАЛЫСТЫ КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ .....	88
<i>Бейсембекова М.К.</i> ТОЛҚЫНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУДІ ЖӘНЕ ЖЕРСЕРІКТІК ДЕРЕКТЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ ТОЛҚЫНДЫҚ КЛИМАТЫН ЗЕРТТЕУ .....	89
<i>Әбдірәсіл Н.М.</i> ТЕҢБҮЙІРЛІ ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНІҢ ШЕШІМДЕРІН ТАЛДАУ .....	90
<i>Мырзабаева А.Ә.</i> ЕКІ БЕЙСТАЦИОНАР ДЕНЕНІҢ ІЛГЕРІЛМЕЛІ-АЙНАЛМАЛЫ ҚОЗҒАЛЫСЫ .....	91
<i>Xu Pengyue.</i> ORBITAL PLANNING METHODS FOR SPACECRAFT IN ORBIT .....	92

**ФУНКЦИЯЛАР ТЕОРИЯСЫ, АЛГЕБРА ЖӘНЕ ЛОГИКА  
ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ, АЛГЕБРА И ЛОГИКА  
THEORY OF FUNCTIONS, ALGEBRA AND LOGIC**

<i>Асқарбекқызы А.</i> СТРУКТУРА ПОЗИТИВНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ПОРЯДКОВ ТИПА $\Omega$ .....	94
<i>Бармагамбетов С.М.</i> $L_p$ КЕҢІСТІГІНДЕ АНЫҚТАЛҒАН МУЛЬТИПЛИКАТОРЛЫҚ ОПЕРАТОРДЫҢ СПЕКТРІН СИПАТТАУ .....	95
<i>Бердымбай Қ.</i> ҮШ ӨЛШЕМДІ КЕҢІСТІКТЕГІ ГОЛОМОРФТЫҚ ВЕКТОРДЫҢ КЕЙБІР ЖАЛПЫЛАУЛАРЫ .....	96
<i>Заур Г.Т.</i> $L_p$ КЕҢІСТІГІНДЕ АНЫҚТАЛҒАН ХАРДИ-ЧЕЗАРО ОПЕРАТОРЫНЫҢ СПЕКТРІ.....	97
<i>Искаков А.М.</i> ЕКІ ЭЛЕМЕНТТІ ЖИЫНДАР ҮЙІРІНІҢ РОДЖЕРС ЖАРТЫТОРЛАРЫ.....	98
<i>Lutsak S.M., Voronina O.A.</i> ON SOME PROPERTIES OF TOPOLOGICAL QUASIVARIETIES GENERATED BY SPECIFIC FINITE MODULAR LATTICES .....	99
<i>Мүтиголлаева Д.Б.</i> ЕВКЛИДТІК КЕҢІСТІКТЕГІ ГИПЕРҮЛЕСТІРІМНІҢ КОЛЛИНЕАРЛЫҚ ШАРТЫНДАҒЫ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ОБЪЕКТІНІҢ ҚАСИЕТІ .....	100
<i>Озбекбай Б.О.</i> $L_p$ КЕҢІСТІГІНДЕ ГИЛЬБЕРТ ТҮРЛЕНДІРУНІҢ СПЕКТРІН СИПАТТАУ .....	101
<i>Нұрланбек Д.Д.</i> ОБ УНИВЕРСАЛЬНЫХ НУМЕРАЦИЯХ ДЛЯ СЕМЕЙСТВ МНОЖЕСТВ ...	102

**МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ МАТЕМАТИКАСЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА  
MATHEMATICAL MODELING AND COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

<i>Алматықызы Ж.</i> ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ COVID-19 ОРТА МЕРЗІМДІ БОЛЖАМДАРЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ .....	104
<i>Аманханқызы А.</i> ӘР ТҮРЛІ ФАКТОРЛАРДЫҢ ЗАҚЫМНЫҢ МӨЛШЕРІ, ЖҰҚПАЛЫ АУРУЛАРДЫҢ БОЛУЫ ЖӘНЕ Т.Б. ҚАН ҰЮБЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫНА ӘСЕРІН САНДЫҚ ЗЕРТТЕУ .....	105
<i>Арыстанбек Н.Д.</i> БІРІНШІ ТҮРДЕГІ ФРЕДГОЛЬМ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРІН САНДЫҚ ШЕШУГЕ АРНАЛҒАН ЛАВРЕНТЬЕВТИҢ РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ ӘДІСІ.....	106
<i>Діністанова Ф.Қ.</i> АНЫҚТАЛҒАН ИНТЕГРАЛДЫ ТАБУДЫ ОҚЫТУДА МАТЕМАТИКА БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ПАКЕТІН ҚОЛДАНУ .....	107

<i>Жилысбек М.Н.</i> ҚАЙНАҒАН СҰЙЫҚТЫҚ АҒЫСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН САНДЫҚ МОДЕЛДЕУ .....	108
<i>Қылышбай А.А.</i> 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ, ВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ БИОМЕХАНИКИ. ....	109
<i>Канагатов Е.Е.</i> ПОСТРОЕНИЕ НЕСТРУКТУРИРОВАННОЙ СЕТКИ МЕТОДОМ ТРИАНГУЛЯЦИИ (МЕТОД ПРОДВИГАЕМОГО ФРОНТА) .....	110
<i>Кунтубаев М. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ПЕРГИ В СОТАХ .....	111
<i>Мырзабаев Ш.Ж.</i> СЫРТҚЫ КҮШТЕРДІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТҰРҒЫН АУДАНДАРДА ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫ ТАСЫМАЛДАУДЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ .....	112
<i>Мырзатай Э.Е.</i> БІЛІМ БЕРУ ОРТАЛЫҚТАРЫНДАҒЫ ЖҰМЫСТЫ ЖҮЙЕЛЕНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ИНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМА БАҒДАРЛАМАЛАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ .....	113
<i>Орынбек Б.Қ.</i> БҮЙІРЛІК ЖЕЛМЕН АРАЛАС ЖҮК ПОЙЫЗДЫҢ АЙНАЛАСЫНДАҒЫ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ АҒЫННЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУІ .....	114
<i>Сақыпкерей Е.М.</i> SQL ҚҰРАЛДАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП , БІЛІМ БЕРУ ПЛАТФОРМАСЫН ӘЗІРЛЕУ .....	115
<i>Қалдарбек Н., Тоганас Н.</i> ТАБИҒАТТАҒЫ КЕЙБІР ПРОЦЕСТЕРДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕРІ.....	116
<i>Ноярбекова Д.</i> ГЕЛЬМГОЛЬЦ ТЕҢДЕУІ ҮШІН ЖАЛҒАСТЫРУ ЕСЕБІН ФУРЬЕ ҚАТАРЫ КӨМЕГІМЕН ШЕШУ АЛГОРИТМІ.....	117
<i>Сабетқожа А.Б.</i> ЕКІ БАҒЫТТЫ СҰЙЫҚТЫҚ АҒЫНЫН ЕСЕПКЕ АЛА ОТЫРЫП БҰРҒЫЛАУ БАҒАНЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН МОДЕЛЬДЕУ .....	118
<i>Сәрсенбек Ж.</i> ПУАССОН ТЕҢДЕУІ ҮШІН ЖАЛҒАН АЙМАҚТАР ӘДІСІНІҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ .....	119
<i>Тамабай Д.О.</i> МЕТОД ПРОДВИГАЕМОГО ФРОНТА ДЛЯ СГУЩЕНИЯ СЕТКИ В ПОДОБЛАСТЯХ СО СЛОЖНЫМ ТЕЧЕНИЕМ ПРОЦЕССА .....	120
<i>Танатова А.К.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНЫХ УПРУГИХ СИСТЕМ .....	121
<i>Оспанов Ж.С.</i> НОВАЯ МЕТОДИКА 3D-СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА.....	122
<i>Гайсин А.Т.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ БУРОВОЙ КОЛОННЫ СО СТЕНКАМИ СКВАЖИНЫ.....	123
<i>Адильханов Е.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В СОСУДАХ С ТРОМБОЗОМ.....	124
<i>Иманбердиева М.А.</i> МОДЕЛЬ ДИСКРЕТНОЙ ФАЗЫ .....	125
<i>Шамшиева Ю.А.</i> СОВРЕМЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПО СБОРУ И ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ДАШБОРДОВ КОМПАНИИ .....	126
<i>Хамза Н.Х.</i> ФУРЬЕ ТҮРЛЕНДІРУІН ПАЙДАЛАҢУ АРҚЫЛЫ ПУАССОН ТЕҢДЕУІН САНДЫҚ ТӘСІЛМЕН ШЕШУ .....	127
<i>Хасанова А.С.</i> ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ.....	128
<i>Шандура А.А.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ОПУХОЛИ .....	129
<i>Agdarbekov S.M., Anefiyev D.R., Assubayev A.A.</i> THE USE OF LOGISTIC REGRESSION IN IDENTIFYING INVESTMENT POLICY PRIORITIES AT THE COUNTRY LEVEL .....	130
<i>Kiiikova L.T.</i> SIMULATION OF AIR CONDITIONING SYSTEM FOR HEALTHCARE FACILITIES .....	131
<i>Sariyeva A.</i> DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR COLOUR IDENTIFICATION IN IMAGES .....	132



**АКТУАРЛЫҚ МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ СТАТИСТИКА**  
**АКТУАРНАЯ МАТЕМАТИКА И СТАТИСТИКА**  
**ACTUARY MATHEMATICS AND STATISTICS**

<i>Абдукадыров А.</i> САҚТАНДЫРУДАҒЫ КЕЗДЕЙСОҚ ПАЙЫЗДЫҚ МОДЕЛЬДЕР .....	134
<i>Тлеуберді Д.М.</i> ХЕСТОН МОДЕЛІ АЯСЫНДАҒЫ ВОЛАТИЛДІЛІКТІҢ АКТИВТІҢ КІРІСТІЛІГІНЕ БАЙЛАНЫСЫ ТУРАЛЫ .....	135
<i>Ермекова О.</i> МАТЕМАТИКА БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ПАКЕТІ .....	136
<i>Қалыбек Н.Қ.</i> САҚТАНДЫРУ НАРЫҒЫНДАҒЫ КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫ ИЕЛЕРІНІҢ АЗАМАТТЫҚ-ҚҰҚЫҚТЫҚ ЖАУАПКЕРШІЛІГІН МІНДЕТТІ САҚТАНДЫРУДЫҢ ҚҰНЫ .....	137
<i>Әбен А.Б.</i> ЗЕЙНЕТАҚЫ ЖОСПАРЛАРЫНЫҢ МІНДЕТТЕМЕЛЕРІН БАҒАЛАУ МОДЕЛЬДЕРІ .....	138
<i>Жұмабай Қ.М.</i> ДИСКРЕТТІ УАҚЫТТЫ БІРТЕКТІ АҚЫРЛЫ МАРКОВ ТІЗБЕГІНІҢ СТАЦИОНАРЛЫҚ ҰЛЕСТІРІМІН ЕСЕПТЕУ .....	139
<i>Шыңғысхан Н.Ш.</i> ЕҢБЕК (ҚЫЗМЕТТІК) МІНДЕТТЕРІН АТҚАРҒАН КЕЗДЕ ОНЫ ЖАЗАТАЙЫМ ОҚИҒАЛАРДАН САҚТАНДЫРУ СЫНЫБЫ БОЙЫНША БОЛАШАҚ ЖИЛІК МӨНДЕРІН БОЛЖАУ .....	140

**ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖӘНЕ  
ОЛАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ**

**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И ИХ  
ПРИМЕНЕНИЕ**

**DIFFERENTIAL EQUATIONS AND THEIR  
APPLICATIONS**

# ПАРАБОЛАЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРМЕН СИПАТТАЛҒАН ПРОЦЕСТІҢ БАСҚАРЫЛУЫ ЖӘНЕ ТИІМДІ ТЕЗ ӘРЕКЕТ ЕТУІ

Тұңғышбек А. К.

Ғылыми жетекші: т.ғ.д., профессор Айсағалиев С. А.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

arailymkerimbek99@gmail.com

Сипатталған параболалық теңдеулердің процестерін басқару мәселесін шешудің математикалық әдісін құруды қарастырамыз:

Берілген (4.1) теңдеу арқылы  $Q = \{0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq T\}$  аймағында сипатталған басқарылатын процесті қарастырамыз:

$$\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = a^2 \frac{\partial u^2(x, t)}{\partial x^2} + \mu(x, t) + v(x, t), \quad (4.1)$$

$Q$  шекарасындағы бастапқы және шекаралық шарттарды қанағаттандыратын

$$u(x, 0) = \varphi(x), \frac{\partial u(0, t)}{\partial x} = 0, \frac{\partial u(1, t)}{\partial x} + \alpha u(1, t) = 0. \quad (4.2)$$

Мұндағы,  $\mu(x, t) \in L_2(Q)$ ,  $u(x, t) = u(x, t, v) \in H^{1,0}(Q) = \{u(x, t) \in L_2(Q), u_x(x, t) \in L_2(Q)\}$ ,  $u(x, \cdot) \in L_2(I_2)$  аймағында  $x \in I_1 = \{t \in R^1 / 0 \leq t \leq 1\}$ ; үшін  $L_2(I_2)$ ,  $I_2 = \{t \in R^1 / 0 \leq t \leq T\}$  метрикасында үзіліссіз;  $u(\cdot, t) \in L_2(I_1)$  аймағында  $t \in [t_0, t_1]$ ;  $u(\cdot, t)$  үшін  $L_2(I_1)$  метрикасында үзіліссіз.  $t = 0$ , кезінде берілген  $\varphi(x) \in L_2(I_1)$ , функциясымен сәйкес келеді, ал  $t = T$  кезінде берілген  $\psi(x) \in L_2(I_2)$  функциясымен сәйкес келеді.  $\alpha$  – берілген сан,  $v(x, t)$  – басқаруы.  $v(x, t) \in L_2(Q)$ ;  $2)v(x, t) \in V = \{v(x, t) \in L_2(Q) / \iint |v(x, t)|^2 dx dt \leq r^2\}$ . Бойынша, келесі шарттар қойылады:

1-шарт.

(4.1), (4.2) түрінде  $u(x, 0) = \varphi(x)$ ,  $x \in I_1$  бастапқы күйінен берілген,  $u(x, T) = \psi(x)$ ,  $x \in I_1$  күйіне дейін  $T$  уақытында,  $v(x, t) \in L_2(Q)$  жүйені тасымалдайтын басқару элементін табу, мұндағы  $\psi(x) \in L_2(I_1)$  – берілген функция.

2-шарт.

(4.1), (4.2) түрінде  $v(x, t) \in V$  бастапқы күйінен берілген,  $u(x, 0) = \varphi(x)$ ,  $x \in I_1$  күйіне дейін  $T$  уақытында,  $u(x, T) = \psi(x)$ ,  $x \in I_1$  жүйені тасымалдайтын басқару элементін табу, мұндағы  $\psi(x) \in L_2(I_1)$  – берілген функция.

3-шарт.

(4.1), (4.2) түрінде  $v(x, t) \in L_2(Q)$  бастапқы күйінен  $u(x, 0) = \varphi(x)$ ,  $u(x, T) = \psi(x)$  күйіне өтетін минималды нормамен басқару элементін табу [1].

Теорема 1. (4.1) теңдеуді (4.2) бойынша берілген шарттаар бойынша [2]

$$u(x, T) = \int_0^1 f G(x, \xi, t) \varphi(\xi) d\xi + \int_0^t \int_0^1 f G(x, \xi, t - \tau) [\mu(\xi, \tau) + v(\xi, \tau)] d\xi d\tau$$

Теорема 2.  $\psi_n(x)$  кезіндегі коэффициенттерді теңестіру [3]

$$u(x, T) = \int_0^1 f G(x, \xi, t) \varphi(\xi) d\xi + \int_0^t \int_0^1 f G(x, \xi, t - \tau) [\mu(\xi, \tau) + v(\xi, \tau)] d\xi d\tau$$

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Айсағалиев С. А. Краевые задачи оптимального управления. – Алматы: Қазақ университеті, 1999. – 214 б.
2. Айсағалиев С. А., Айсағалиев Т. С. Методы решения краевых задач. – Алматы: Қазақ университеті, 2002. – 348 б.

## СЫЗЫҚТЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ОРТАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ ТУРАЛЫ

Ауған А.Б.

Ғылыми жетекші: Алдибеков Тамаша Молдабекович, ф.-м.ғ.д. доцент  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан  
e-mail: augaza.99@gmail.com

Сызықты коэффициенттері оң жарты сандық өсте үзіліссіз және шенелген біртекті дифференциалдық теңдеулер жүйесі берілсін

$$\dot{x} = A(t)x$$

Егер кез келген оң саны үшін үзіліссіз шенелген  $R(t)$  функциясы келесі бағалауды қанағаттандырса

$$|X(t, s)| \leq D_{R, \varepsilon} e^{\int_s^t [R(\tau) + \varepsilon] d\tau},$$

онда  $R(t)$  функциясы сызықты жүйенің  $C$ -функциясы деп аталады.  $\mathfrak{R}_A$  деп барлық  $C$ -функциялардың жиынын белгілейік. Бұл кезде

$$\Omega_A = \inf_{\mathfrak{R}_A} \bar{R}$$

санын сызықты жүйенің орталық көрсеткіші деп атайды. Сызықты жүйенің орталық көрсеткіші үшін келесі бейнелеулердің

$$\Omega_A = \inf_{\mathfrak{R}_A} \bar{R} = \lim_{H \rightarrow \infty} \left[ \overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{tH} \int_0^t \ln |X(\tau + H, \tau)| d\tau \right] = \inf_{H > 0} \left[ \overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{tH} \int_0^t \ln |X(\tau + H, \tau)| d\tau \right]$$

және

$$\Omega_A = \inf_{\mathfrak{R}_A} \bar{R} = \lim_{T \rightarrow \infty} \left[ \overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{kT} \sum_{j=1}^k \ln |X(jT, (j-1)T)| \right] = \inf_{T > 0} \left[ \overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{kT} \sum_{j=1}^k \ln |X(jT, (j-1)T)| \right]$$

орындалатыны сипатталады [1].

### ӘДЕБИТТЕР ТІЗІМІ

1. Б.Ф. Былов, Р.Э. Виноград, Д.М. Гробман, В.В. Немыцкий. Теория показателей Ляпунова и ее приложения к вопросам устойчивости. Изд. Наука, Москва - 1966.

## ШЕКТЕУЛЕРІ БАР ТИІМДІ БАСҚАРУДЫҢ ШЕТТІК ЕСЕПТЕРІ

**Байзақова А.**  
**Ғылыми жетекшісі: т.ғ.д., профессор Айсағалиев С.**  
Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ  
baizakovaakzhan@mail.ru

Тиімді басқарудың келесі есебін қарастырамыз:

$$J(x, u) = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} [x^*(t)Q(t)x(t) + 2x^*(t)M(t)u(t) + u^*(t)R(t)u(t)] dt \rightarrow \inf \quad (1)$$

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u(t) + \mu(t), t \in I = [t_0, t_1], \quad (2)$$

$$x(t_0) = x_0, \quad x(t_1) = x_1, \quad u(\cdot) \in L_2(I, R^m) \quad (3)$$

Мұндағы  $R(t) = R^*(t) > 0$  -  $m \times m$  ретті оң анықталған матрица,  $Q(t) = Q^*(t) > 0$  -  $n \times n$  ретті матрица,  $M(t)$  -  $n \times m$  ретті элементтері үзіліссіз матрица,  $A(t), B(t)$  - сәйкесінше  $n \times n, n \times m$  ретті элементтері бөлікті-үзіліссіз берілген матрицалар,  $\mu(t) \in KC(I, R^n)$  - бөлікті-үзіліссіз функция,  $t_0, t_1$  уақыт мезеттері бекітілген,  $x_0 = x(t_0) \in R^n, x_1 = x(t_1) \in R^n$  - жүйенің берілген күйлері.

$$N(t) = \begin{pmatrix} Q(t) & M(t) \\ M^*(t) & R(t) \end{pmatrix} > 0, \quad t \in I = [t_0, t_1]$$

Онда матрица

(1)-(3) тиімді басқару есебі квадраттық функционалды сызықтық жүйелерді тиімді басқарудың шеттік есебінің дербес жағдайы. (1)-(3) есебінде  $u(t)$  мәніне шектеу қойылмаған[1].

**Есеп 1.** (1)-(7) тиімді басқару есебінің шешімінің бар болуының қажетті және жеткілікті шарттарын табу, яғни (2)-(7) шеттік есебінің шешімінің бар болуының қажетті және жеткілікті шарттарын табу керек.

**Есеп 2:**

(1) функционалын (2)-(3) шарттары орындалғанда минимумдайтын  $\bar{x}_*(t) \in G(t)$  тиімді траекториясын,  $\bar{x}_0(t) \in S_0$  бастапқы нүктесін және  $\bar{x}_1(t) \in S_1$  соңғы күйін,  $\bar{u}_*(t) \in U$  тиімді басқаруын табу.

**Есепті шешу арқылы алынған негізгі нәтижелер:**

- Квадраттық функционалды сызықтық жүйелерді тиімді басқарудың шеттік есебінің конструктивті теориясын құрастырдық: батыру қағидасының негізінде тиімді басқарудың берілген шеттік есебінен бастапқы есепке өту; функционалдың қасиеттері зерттелді, функционалдың дөңес болуының шарттары алынды, функционалдың градиенті анықталды;
- Минимумдайтын тізбек құрудың әдісі мен алгоритмы жазылды. Минимумдайтын тізбектің жинақталу жылдамдығын бағалау алынды.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. С.А.Айсағалиев, Конструктивная теория краевых задач оптимального управления.-Қазак университеті, 2007.-165-198

## Р-ЛАПЛАСИАНДЫ СОБОЛЕВ ТИПТЕС ТЕНДЕУ ҮШІН БАСТАПҚЫ-ШЕТТІК ЕСЕП

Ешпанова А.А.

Ғылыми жетекші: Хомпыш Х., Ф.м.ғ.к., доцент

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

yeshpanova777@gmail.com

Бұл жұмыста айнымалы дәрежелері бар сызықты емес псевдопараболалық теңдеуінің әлсіз шешімдердің ақыры уақытта қирауы қарастырылады.

$Q_T = (0, 1) \times (0, T)$  тіктөртбұрышында айнымалы дәрежелі сызықты емес

$$u_t - \frac{\partial}{\partial x} \left( \alpha \left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|^{p-2} \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \beta u_{xx} = \gamma |u|^{m-2} u, \quad (1)$$

псевдопараболалық теңдеуін [1],

$$u(x, 0) = u_0(x), x \in [0, l] \quad (2)$$

бастапқы шарты,

$$u(0, t) = u(l, t) = 0, t \in [0, T] \quad (3)$$

шекаралық шартымен берілген бастапқы-шеттік есебін қарастырайық. Мұндағы  $\alpha, \beta, \gamma$  коэффициенттері мен  $q, m$  дәрежелері тұрақты оң нақты сандар және  $u_0(x)$  берілген функция,  $u(x, t)$  ізделінді шешім.

Жалпы жағдайда (1) теңдеу түріндегі негізгі сызықты емес теңдеудің шешімінің глобалды бар болуын дәлелдеу оңайға соқпайды. Алайда, мұнда теңдеудің шешімінің ақырлы уақытта қирауы сынды қасиеттерін көрсету арқылы оның глобалды шешілмейтіндігіне жауап беруге болады. Бұл жұмыстың басты нәтижесі (1)-(3) есебінің шешімінің ақырлы уақыттағы қирауын, яғни глобалды шешілмейтіндігін дәлелдеу болып табылады.

**Теорема.** Айталық,

$$u_0(x) \in W_2^{0,1}(0, l) \cap L^m(0, l)$$

және

$$\max\{2, p\} < m, \int_0^l \left( \frac{\gamma}{m} |u_0|^m - \frac{\beta}{2} |u_x|^2 \right) dx \geq 0 \quad (4)$$

шарттары орындалсын, онда  $T_{max} < \infty$  ақырлы уақыты табылып, (1)-(3) есебінің шешімі  $t \rightarrow T_{max}$  қирайды, яғни

$$\|u\|^2 + \frac{\alpha}{p} \|u_x\|_{p,2}^p \rightarrow \infty, t \rightarrow T_{max}.$$

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Khompysh Kh., Pseudoparabolic equation with variable exponents and coefficients: blow up and large time behaviors// Applicable Analysis, 2021.

## ӨЗГЕШЕЛЕНГЕН ПСЕВДОГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТИПТІ ТЕҢДЕУДІҢ ШЕШІМДІЛІГІ

Жангабулова Ж.М.

Ғылыми жетекші: доцент м.а. Айтжанов С.Е.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

zhangabulova97@mail.ru

Өзгешеленген дифференциалдық теңдеулер үшін шекаралық есептердің регуляры шешімдер кластарындағы шешімділігін зерттеу [1-3] жұмыста және де сондағы әдебиеттерде зерттелінген. Бұл жұмыста өзгешеленген псевдогиперболаалық теңдеу үшін шеттік есептер зерттелінген.

Айталық,

$$L\omega = \varphi(t)\omega_{tt} - v\Delta\omega - \chi\Delta\omega_t + |\omega|^{p-2}\omega + c(x,t)\omega$$

дифференциалдық оператор болсын, мұндағы  $\phi(t)$  функциясы  $(0, T)$  аралығында теріс те, нөл мәндерін қабылдайды,  $2 < p < 6$ .

**I шеттік есеп.**  $Q_T = \Omega \times (0, T)$ ,  $\Omega \subset R^n$ ,  $n \geq 2$  цилиндрде төмендегі теңдеуді

$$Lu = f(x, t) \tag{1}$$

және шекаралық шартты

$$u|_s = 0, \tag{2}$$

$$u(x, 0) = u_t(x, 0) = 0, x \in \Omega \tag{3}$$

қанағаттандыратын  $u(x, t)$  функциясын табу керек.

**II шеттік есеп.**  $Q_T = \Omega \times (0, T)$ ,  $\Omega \subset R^n$ ,  $n \geq 2$  цилиндрда (1) теңдеуді және (2) шартты, сонымен бірге келесі шартты

$$u(x, 0) = u_t(x, T) = 0, x \in \Omega \tag{4}$$

қанағаттандыратын  $u(x, t)$  функциясын табу керек.

Регуляризация әдісін қолданып берілген I және II шеттік есептердің Соболев кеңістігінде әлді жалпылама шешімі бар және жалғыздығы дәлелденді.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. А. М. Нахушев, Об Одном Классе Линейных Краевых Задач Для Гиперболического И Смешанного Типов Уравнений Второго Порядка. Нальчик: Эльбрус, 1992. 155 с.
2. Кожанов~А.И. Краевые задачи для псевдоэллиптических уравнений третьего порядка с вырождением / А.И.Кожанов // Математические заметки СВФУ. ---2020. ---27. ---№ 3. ---С. 16-26.
3. А.И. Кожанов, Е.Е. Мацеевская, Вырождающийся параболические уравнения с переменным направлением эволюции, Сибирские электронные математические известия, 2019, 718-731

# КОЭФФИЦИЕНТІ ҮЗІЛІСТІ ӨЗГЕШЕЛЕНГЕН ЖЫЛУӨТКІЗГІШТІК ТЕНДЕУ ҮШІН КОШИ ЕСЕБІ ШЕШІМІНІҢ СОБОЛЕВ КЛАСЫНДАҒЫ АПРИОРЛЫҚ БАҒАСЫ

Жаппарова С.Д.

Ғылыми жетекші: профессор м.а. Койлышов У.К.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті  
saule\_kosai@mail.ru

Коэффициенттері үзілісті дербес туындылы параболалық типтегі дифференциалдық теңдеулер [1-3] жұмыстарында зерттелген. Коэффициенттері үзілісті уақыт бойынша өзгешеленген параболалық типті теңдеулер үшін түйіндес есептер аз зерттелген. Бұл жұмыста п-өлшемді кеңістікте бастапқы уақыт мезетіндегі коэффициенттері үзілісті өзгешеленген жылуөткізгіштік теңдеу үшін бір түйіндес есеп қарастырылады. Қойылған есептің іргелі шешімі табылды және оның туындыларының бағасы алынды. Алынған нәтижені қолдана отырып, берілген есептің шешімінің соболев класындағы бағасы табылды.

$$t^p \frac{\partial u_1}{\partial t} = a_1^2 \Delta u_1 + f_1(x, t), \quad (x, t) \in D_{n+1}^- = \{(x, t), x' \in R^{n-1}, x_n < 0, t > 0\}, \quad (p < 1), \quad (1)$$

$$t^p \frac{\partial u_2}{\partial t} = a_2^2 \Delta u_2 + f_2(x, t), \quad (x, t) \in D_{n+1}^+ = \{(x, t), x' \in R^{n-1}, x_n > 0, t > 0\}, \quad (p < 1), \quad (2)$$

теңдеулерді,

$$u_1(x, 0) = \varphi_1(x), \quad u_2(x, 0) = \varphi_2(x), \quad (x \in R^n), \quad (3)$$

бастапқы шарттарды және

$$u_1|_{x_n=-0} = u_2|_{x_n=+0}, \quad (4)$$

$$k_1 \frac{\partial u_1}{\partial x_n}|_{x_n=-0} = k_2 \frac{\partial u_2}{\partial x_n}|_{x_n=+0}, \quad (5)$$

түйіндес шарттарын  $D_{n+1}(x \in R^n, t > 0)$  облысында қанағаттандыратын  $u_1(x, t), u_2(x, t)$

функцияларын табу керек. Мұнда  $x' = (x_1, x_2, \dots, x_{n-1})$ ,  $k_i > 0$ ,  $p < 1$ ,  $(i = 1, 2)$ .

Теорема 1. Бастапқы шарт потенциалы үшін келесі бағалау орынды:

$$\langle\langle h_q(x, t) \rangle\rangle_{W_s^{2,1}(D_{n+1})} \leq C \langle\langle \varphi^* \rangle\rangle_{W_s^{q-\frac{2}{q^2}}(R^n)}, \quad (1 < q < \infty).$$

Теорема 2. Көлемдік потенциал үшін келесі бағалау орынды:

$$\langle\langle g_q(x, t) \rangle\rangle_{W_s^{2,1}(D_{n+1})} \leq C \|f\|_{W_s^{2,1}(D_{n+1})}, \quad (1 < q < \infty).$$

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Самарский А.А. Параболические уравнения с разрывными коэффициентами.//ДАН СССР, 1958, т.121, №2, с.225-228.
2. Ким Е.И., Баймуханов Б.Б. О распределении температуры в кусочно-однородной полубесконечной пластинке.// ДАН СССР, 1961, т. 140, №2, с.333-336.
3. Камынин Л.И. О решении краевых задач для параболического уравнения с разрывными коэффициентами.// ДАН СССР, 1961, т.139, №5, с.1048-1051.



# ӨЗГЕШЕЛЕНГЕН ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТЕҢДЕУ ҮШІН БАСТАПҚЫ-ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ БІРМӘНДІ ШЕШІМДІЛІГІ

Жеңіс С.

Ғылыми жетекші: доцент Айтжанов С.Е.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті  
seter.zhengis@mail.ru

Көптеген авторлар өзгешеленген гиперболаалық теңдеулерді зерттеді, мысалы [1-3] жұмыста және де сондағы әдебиеттерде зерттелінген. Бұл жұмыста сызықтық өзгешеленген гиперболаалық теңдеу үшін шеттік есептің регулярылы класындағы шешімділігі зерттелінеді.

Айталық

$$Lu = u_{tt} - \varphi(t)u_{xx}$$

$L$  берілген  $u(x,t)$  функциясы арқылы анықталатын дифференциалдық оператор болсын, мұндағы  $\varphi(t)$  функциясы  $[0, T]$  аралығында берілген және де теріс немесе нөлге тең мәндер қабылдайтын функция. Көріп отырғанымыздай, егер  $t \in [0, T]$  аралығындағы кейбір нүктеде немесе бүкіл аралықта  $\varphi(t) < 0$  болса, онда теңдеуіміз эллипстік тип. Ал егер  $t \in [0, T]$  аралығындағы кейбір нүктеде немесе бүкіл аралықта  $\varphi(t) = 0$  болса, онда теңдеуіміз жәй дифференциалдық теңдеу болады.

**Шеттік есеп.**  $Q_T = (0,1) \times (0, T)$  тіктөртбұрышта төмендегі теңдеуді

$$Lu = f(x, t) \quad (1)$$

және шекаралық шартты

$$u(0, t) = u(1, t) = 0, t \in [0, T] \quad (2)$$

$$u(x, 0) = u_t(x, 0) = 0, x \in [0, 1] \quad (3)$$

қанағаттандыратын  $u(x,t)$  функциясын табу керек.

Регуляризация әдісін қолданып берілген шеттік есептің Соболев кеңістігінде шешімі бар және жалғыздығы дәлелденеді.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. A. I. Kozhanov, Initial-boundary value problems for degenerate hyperbolic equations, Sib. Elektron. Mat. Izv. ` , 2021, Volume 18, Issue 1, 43–53
2. A. M. Nakhushev, “Criterion for the uniqueness of the solution of the Darboux problem for a degenerate hyperbolic equation of moisture transfer”, Differ. Uravn., **16**:9 (1980), 1643–1649
3. K. B. Sabitov, N. V. Zaitseva, “The second initial-boundary value problem for a B-hyperbolic equation”, Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Mat., 2019, 10, 75–86

## ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІҢ ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУДЕ ҚОЛДАНЫЛУЫ

**Забыханов М.М**

**Ғылыми жетекшісі: ф.-м.ғ.к., қауымдастарылған профессор Сариев А.Д.**

Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті

mukhambet.97@mail.ru

Физикалық есептерді шешу барысында келесі реттелген әрекеттерді орындау керек:

1.Берілген есепте ізделінді тәуелсіз айнымалы мен оның функциясын таңдап алып, осы айнымалыларды байланыстыратын заңдылықтарды анықтау

2.Есептің шартынан бастапқы шарттары мен қосымша мәліметтерді жинақтап алу

3.Есептегі берілген шамаларды тәуелсіз айнымалы арқылы белгілеп, олардың функциясы мен туындылары арқылы өрнектеп алу керек

4.Есептің шарты және физикалық заңдылықтар бойынша дифференциалдық теңдеу құру және теңдеудің жалпы шешімін табу

5.Есептің шарты бойынша ізделінді шамалар мен дербес шешімдерін анықтау [1].

Дифференциалдық теңдеулерді қолдану арқылы шығарылатын физикалық есепті мысал ретінде ұсынамыз:

*Мысал.* Көлемі 30 л ыдыс ауамен толтырылған (80% азот, 20% оттегі). Ыдысқа секундына 0,2 литр азот ыдыстағы ауамен үздіксіз араласып еніп жатыр. Ыдыстан сондай көлемде ауа мөлшері сыртқа шығып жатыр. Қанша уақыттан кейін ыдыстың 90%-ін азот құрайды?

*Шешуі:*  $t$  уақыт, тәуелсіз айнымалы.  $x(t)$  -  $t$  уақыт аралығында ыдыстағы азоттың мөлшері. Белгілі бір уақыт аралығындағы азот мөлшерінің өзгерісі осы уақыт аралығындағы азоттың ыдысқа енгендегі және ауа мөлшерінің шыққандағы айырымына тең болады.

тің бастапқы шарты	тің қосымша шарты	тің сұрағы
0	тың ыдысқа ену және ауаның шығу жылдамдығы 0,2 ?	
$= 0,8 \cdot 30 = 24$		

$x_1 = 0,9 \cdot 30 = 27$ . Осы  $dt$  уақыт аралығында  $0,2dt$  литр азот ыдысқа кірді де, сондай көлемде ауа

мөлшері сыртқа шығып кетті. Ыдыстағы азот мөлшері  $\frac{x}{30} \cdot 0,2dt$ ,  $\frac{x}{30} - t$  уақыт аралығындағы 1 литр көлемдегі азот мөлшері. Сонда дифференциалдық теңдеу келесі түрде болады:

$$dx = 0,2dt - \frac{x}{30} \cdot 0,2dt \Rightarrow dx = \frac{0,2}{30}(30 - x)dt \Rightarrow \int \frac{dx}{30 - x} = \frac{0,2}{30} \int dt \Rightarrow -\ln|30 - x| = \frac{1}{150}t + \ln C \Rightarrow$$

$$\ln|30 - x| = \ln e^{-\frac{t}{150}} + \ln C$$

$30 - x = Ce^{-\frac{t}{150}}$  -дифференциалдық теңдеудің жалпы шешімі.

$t = 0, x = 24, C = 6$  болғанда сәйкесінше  $30 - x = 6e^{-\frac{t}{150}}$  дербес шешімі болады.

$x = 27$  болғанда  $3 = 6e^{-\frac{t}{150}}$ ,  $-\ln 2 = -\frac{1}{150}t$ ,  $t = 150 \ln 2 \approx 150 \cdot 0,69 \approx 103,5(c) \approx 1,7(\text{мин})$

*Жауабы:*  $t = 1,7$  минут уақыттан кейін ыдыстың 90%-ін азот құрайды.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Омаров А. Дифференциалдық теңдеулер арқылы пәнаралық байланыстарды жүзеге асыру //Математика және физика.,№26. Алматы, 2003. – Б.39-46.

# СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ИНТЕГРАЛДЫ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН ШЕТТІК ЕСЕП ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ СИПАТЫ

Муратова А.К.

Ғылыми-жетекші: ф.-м. ғ. д., профессор Дауылбаев М.К.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

[muratova@mail.ru](mailto:muratova@mail.ru)

Сингулярлы ауытқыған интегралды-дифференциалдық тендеулер жүйесін қарастырайық:

$$\begin{cases} \varepsilon z'' + A_1(t)z' + B_1(t)z + C_1(t)y = F_1(t) + \int_0^1 (H_0(t,x)z(x) + H_1(t,x)z'(x) + H_2(t,x)y(x)) dx \\ y' + A_2(t)z' + B_2(t)z + C_2(t)y = F_2(t) + \int_0^1 (L_0(t,x)z(x) + L_1(t,x)y(x)) dx \end{cases} \quad (1)$$

келесі

$$z(0, \varepsilon) = \alpha, \quad z(1, \varepsilon) = \beta, \quad y(0, \varepsilon) = \gamma, \quad (2)$$

шекаралық шарттармен қарастырайық, мұндағы  $\varepsilon > 0$  – кіші параметр, ал  $\alpha, \beta, \gamma$  – белгілі тұрақтылар.

Келесі шарттар орындалсын:

1.  $A_i(t), B_i(t), C_i(t), F_i(t), i = 1, 2$  –  $[0, 1]$  кесіндісінде үзіліссіз дифференциалданатын функциялар.
2.  $A_1(t) \geq \gamma = \text{const} > 0, A_2(t) \neq 0, 0 \leq t \leq 1$ .

3.  $\lambda = 1$  саны  $H(t, s, \varepsilon)$  өзегінің меншікті мәні болмасын. Жұмыстың мақсаты берілген (1), (2) шеттік есеп шешімінің аналитикалық формуласын, асимптотикалық бағалауын алу, сосын шешімнің бастапқы нүктедегі кіші параметр бойынша асимптотикалық сипатын анықтау болып табылады. Жұмыста (1) тендеулер жүйесі тез айнамалы бойынша аралас интегралды-дифференциалдық тендеуге келтіріліп, оның шешімі келесі түрде ізделінеді [1]:

$$z(t, \varepsilon) = C_1 \Phi_1(t, \varepsilon) + C_2 \Phi_2(t, \varepsilon) + \frac{1}{\varepsilon} \int_0^t K(t, s, \varepsilon) u(s, \varepsilon) ds$$

, мұндағы  $\Phi_1(t, \varepsilon), \Phi_2(t, \varepsilon)$  – шекаралық функциялар,  $K(t, s, \varepsilon)$  – Коши функциясы,  $C_1, C_2$  – белгісіз тұрақтылар, ал  $u(t, \varepsilon)$  өзегі  $H(t, s, \varepsilon)$  болатын екінші текті Фредгоlm интегралдық тендеуінен анықталады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Касымов К.А., Шерияздан Т.Т. Асимптотические решения неразделенных краевых задач для сингулярно возмущенной системы линейных дифференциальных уравнений. Алматы. 2001. с. 110.

## КВАЗИСЫЗЫҚТЫҚ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІҢ ОРНЫҚТЫ ПЕРИОДТЫ ШЕШІМІН ҚҰРУ

Мүсірәлі Р.С.

Ғылыми жетекші: п.ғ.д., профессор Ж.С.Сулейменов

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

e-mail: mratai97@gmail.com

Екінші ретті квазисызықтық дифференциалдық теңдеу берілсін:

$$\ddot{x} + a^2 x = f(t) + \mu F(t, x, \dot{x}, \mu) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} x(t_0) &= x_0 \\ \dot{x}(t_0) &= x_1 \end{aligned} \quad (2)$$

мұндағы  $\mu(t)$  – кішкене параметр,  $f(t)$  – функциясы  $t_0 - a \leq t \leq t_0 + a$  аралығында үзіліссіз, ал  $F(t, x, \dot{x}, \mu)$   $D' = \{(t, x, \dot{x}, \mu) : |t - t_0| \leq a, |x - x_0| \leq b, |\dot{x} - x_1| \leq b, |\mu| \leq \mu_0\}$  облысында  $t$ -ға сәйкес үзіліссіз.  $a, b, \mu_0$  – оң сан,  $\mu_0$  – өте аз сан [1]. Егер  $F(t, x, \dot{x}, \mu)$  функциясы  $x, \dot{x}, \mu$  –ға сәйкес аналитикалық болса, онда  $x = \varphi(t, \mu)$  шешімі үзіліссіз, әрі  $-\mu_0 \leq \mu \leq \mu_0$  аралығында  $\mu$  бойынша аналитикалық болады. Олай болса шешім аналитикалық болады. [2-3]. Онда шешімді  $\varphi = 0$  нүктесінің айналасында дәрежелік қатар түрінде жаза аламыз:

$$x(t, \mu) = x_0(t) + \mu x_1(t) + \dots + \mu^k x_k(t) + \dots \quad (3)$$

Демек,  $x_0(t_0) = x_0, \dot{x}_0(t_0) = x_1, \dots, x_k(t_0) = 0, \dot{x}_k(t_0) = 0, k = 1, 2, \dots$

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Л.Э. Эльсгольц. Дифференциальные уравнения и вариационные исчисления, 1969. 147б
2. И.Г. Малкин. Некоторые задачи теории нелинейных колебаний, Гостехиздат, 1956 (тарау 2)
3. Сулейменов Ж.С. Дифференциалдық теңдеулер-2. Алматы, 1996-256б
4. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. – М.: Наука, 1967

## СЫЗЫҚТЫ ЖҮЙЕНІҢ ЛЯПУНОВ КӨРСЕТКІШТЕРІН БАҒАЛАУ

Нурахметова Е.

Ғылыми жетекші: т.ғ.д., доцент Алдибеков Т.М.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

e-mail nurakhmetova@gmail.com

### Сызықты жүйенің базисін бағалау туралы

Сызықты үшбұрышты дифференциалдық теңдеулер жүйесін

$$\dot{x} = P(t)x$$

және оның алғашқы мәні  $I$  -бірлік матрица болатын канондық базис берілген

$$\left. \begin{aligned} x'_{ik}(t, t_0) &= e^{\int_0^t p_i(\tau) d\tau} \int_{t_0}^t \sum_{r=i+1}^k p_{ir}(s) x'_{rk}(s, t_0) e^{-\int_0^s p_i(\tau) d\tau} ds, & i < k \\ x'_{ik}(t, t_0) &= e^{\int_0^t p_k(\tau) d\tau}, & i = k \\ x'_{ik}(t, t_0) &= 0, & i > k \end{aligned} \right\}$$

Келесі типті интегралдарда

$$J(t) = \int_{a_{k-1}^k}^t p_{k-1,k} x'_{kk} e^{-\int_0^s p_{k-1} d\tau} ds$$

мұнда

$$a_{k-1}^k = \begin{cases} 0, & \bar{p}_k - \underline{p}_{k-1} \geq 0 \\ +\infty, & \bar{p}_k - \underline{p}_{k-1} < 0 \end{cases}$$

ережесін қолдана отырып, канондық базистен негізгі базистің элементтері құрылатыны олардың сипаттауыш көрсеткіштері үшін келесі теңсіздіктер

$$\chi(x'_{ik}) \leq \bar{p}_k + \Delta p_{k-1} + \Delta p_{k-2} + \dots + \Delta p_1, \quad (i=1, \dots, k)$$

орындалатыны сипатталады.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Б.Ф. Былов, Р.Э. Виноград, Д.М. Гробман, В.В. Немыцкий Теория показателей Ляпунова и ее приложения к вопросам устойчивости Изд. Наука, Москва. 1966.
2. Б.П. Демидович Лекции по математической теории устойчивости Изд. Наука, Москва. 1967.

## СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ЭЛЛИПСТІК ТЕНДЕУ ҮШІН ҚОЙЫЛҒАН ДИРИХЛЕ ЕСЕБІНІҢ ШЕШІМДІЛІГІ

Орынбасар Б.

Ғылыми жетекші: ф.-м.ғ.к.д., профессор-Абылкаиров У. У.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

e-mail qairatulybekzat@gmail.com

$$\Delta u = -\Delta u + uu^2 = h, \quad \text{-облысында} \quad (1)$$

$$u = 0, \quad \partial\Omega\text{-шекарада} \quad (2)$$

Мұндағы  $R^n$  тегіс, шенелген облыс. Ал  $h \in L(\cdot)$  болсын, сызықты емес мүшесі  $g, p = |p|^2$  мына шартты қанағаттандырады

$$g, p \geq 0 \quad (3)$$

Бұл есепте Абылкаировтың дәлелдеген компенцияланған компакттылық теоремасын пайдаланып  $u_m = u \in m$  тізбегін  $H^{1,q}$  кеңістігінде қатаң жинақталады деп есептейміз. [1] Теңдеудің сызықтық емес бөлігін жуықтап, априорлық бағалау аламыз. Рисс теоремасын [2] бойынша компактті екенін көрсетіп, Шаудердің бекітілген нүкте теоремасын қолданамыз «Фату леммасы» техникасын қолданып  $u$ -дың әлсіз шешім болатынын дәлелдейміз. [3]

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. С.В. Morrey jr “Multiple integrals in the Calculus of variations” Springer 2008
2. А. Н. Колмогоров, С.В. Фомин “Элементы, теории функций и функционального анализа”, Москва Физматлит 2004г
3. Д. Гилбарг, Н. Трудингер “Эллиптические дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка”, Москва “Наука” 1989г

# АНИЗАТРОПТЫҚ СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ЭЛЛИПСТИК ТЕНДЕУДІҢ ОҚШАУЛАНҒАН ЕРЕКШЕЛІГІ ЖОЙЫЛАДЫ

Өмірзақова Г.

Ғылыми жетекші: Ф-м.ғ.к.д., профессор-Абылқайров У. У.

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан

gulnura.umirzakova@mail.ru

Жұмыс келесі жалпы эллипстік теңдеудің нүктеде ерекшелігі бар шешімін зерттеуге арналған

$$-\sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \left| \frac{\partial u}{\partial x_i} \right|^{p_i-2} \frac{\partial u}{\partial x_i} \right) + g(x)|u|^{p-2}u = 0$$

Мұндағы  $\Omega \setminus \{x_0\}$ ,  $\Omega \subset R^n$ -дегі шенеулі облыс,  $x_0 \in \Omega$ .  $g(x, u)$ -функциясы  $x \in \Omega$ ,  $u \in R^1$  үшін Каратеодори шартын қанағаттандырады және

$$g(x, u) \operatorname{sign} u \geq v_1(|u|^q - 1), \quad |g(x, u)| \leq v_2(|u|^q + 1)$$

Осы уақытқа дейін бұл теңдеудің айқын фундаментал шешімінің формуласын таба алмағандықтан ерекшеліктің жойылатындығы бізге беймәлім болды, шарттарын қалай қою да түсініксіз болып келді.

$$p_i, \quad i = 1, \dots, n \quad 1 < p_1 \leq p_2 \leq \dots \leq p_n \leq \frac{np}{n-p}, \quad \frac{1}{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{p_i}$$

**ТЕОРЕМА.** Егер  $g(x) \in L^{\frac{n}{p-\delta}}(\Omega)$ ,  $0 < \delta < 1$  және

$$\operatorname{esssup} |u(x)| = O\left(r^{-\frac{n-p}{p-1}}\right), \quad p < n \quad D(R) \setminus D(r)$$

орынды болса,  $\{x_0\}$  нүктесіндегі ерекшелік жойылады

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. H. Brezis, L. Veron, “Removable singularities for some nonlinear elliptic equations”, Arch. Rational Mech. Anal, 75:1 (1980), 1–6
2. L. Veron, Singularities of solutions of second order quasilinear equations, Pitman Res. Notes Math. Ser., 353, Longman, Harlow, 1996.
3. И. М. Колодий, “Об ограниченности обобщенных решений эллиптических дифференциальных уравнений”, Вестн. Моск. ун-та. Сер. 1. Матем., мех., 25:5 (1970), 44–52; англ. пер.: I. M. Kolodij, “The boundedness of generalized solutions of elliptic differential equations”, Moscow Univ. Math. Bull., 25:5 (1970), 31–37.
4. N. Fusco, C. Sbordone, “Some remarks on the regularity of minima of anisotropic integrals”, Comm. Partial Differential Equations, 18:1–2 (1993), 153–167.
5. Yu. V. Namlyeyeva, A. E. Shishkov, I. I. Skrypnik, “Isolated singularities of solutions of quasilinear anisotropic elliptic equations”, Adv. Nonlinear Stud., 6:4 (2006), 617–641.
6. M. Giaquinta, “Growth conditions and regularity, a counterexample”, Manuscripta Math., 59:2 (1987), 245–248.
7. P. Marcellini, Un exemple de solution discontinue d’un problem variationelly dans l cas scalaire, Preprint № 11, Instituto Matematico “Ulisse Dini” Universita di Firenze, Firenze, 1987.

## БІР ӨЛШЕМДІ ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТИПТІ ТЕҢДЕУ ҮШІН КЕРІ ЕСЕПТІҢ ШЕШІМДІЛІГІ

Салдыр Ж.Ж

Ғылыми жетекші: ф.- м.ғ.к., доцент Хомпыш.Х.

Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті

janylsynsaldyr01@gmail.com

**Есептің қойылымы.** Келесі тіктөртбұрышты облыста берілген бір өлшемді гиперболаалық типті теңдеу үшін оң жағын анықтауға арналған кері есепті қарастырайық:

$$U_{tt}(x, t) - U_{xx}(x, t) = p(x)h(x, t) + f(x, t), \quad Q_T = (0, l) \times (0, T) \quad (1)$$

$$U(x, 0) = a(x), U_t(x, 0) = b(x), \quad 0 \leq x \leq l \quad (2)$$

$$U(0, t) = 0, \quad U(l, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T \quad (3)$$

$$\int_0^T H(t)u(x, t)dt = \varphi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (4)$$

мұндағы  $h(x, t), f(x, t), a(x), b(x), H(t), \varphi(x)$ - белгілі берілген функциялар, ал  $\{U(x, t), p(x)\}$ - табу керек ізделінді функциялар жұбы.

Кері есеп (4) интегралдық шарт бойынша теңдеудің  $U(x, t)$  шешіміне қоса оң жақ коэффициент  $p(x)$  функциясын табудан тұрады. Бұл (1)-(4) кері есебі үшін келесі негізгі нәтиже орынды.

**Теорема.** Айталық, есептің берілгендері үшін келесі шарттар орындалсын

$$H(t) \in W_2^2[0, T], H(T) = H'(T) = 0,$$

$$\exists \sigma_0 \in R: \sigma(x) := \int_0^T H(t)h(x, t)dt \geq \sigma_0 > 0 \quad \forall x \in [0, l];$$

$$\varphi(x) \in W_2^2(0, l), \quad \varphi(0) = \varphi(l) = 0;$$

$$h(x, t) \in C(Q_T), \exists h_0 \in R: \quad |h(x, t)| \leq h_0 < \infty;$$

$$a(x), b(x) \in W_2^2(0, l), \quad a(0) = a(l) = 0, b(0) = b(l) = 0;$$

$$f(x, t) \in L^2(Q_T);$$

және

$$\frac{\|H''\|_{L^2(Q_T)}}{\sigma_0} \|u\|_{L^2(Q_T)} < 1,$$

мұнда  $C(l)$  Фридрихс теңсіздігіндегі тұрақты. Онда (1)-(4) кері есебінің шешімі бар және жалғыз болады. Бұл нәтижелер [1] жұмыстағы әдіс қолданылып зерттелінді.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Abylkairov U.U., Khompysh Kh. An inverse problem of identifying the coefficient in Kelvin-Voight equations// Applied Mathematical Sciences, Journal for Theory and applications, 9(2015),pp. 5079-5089.



## ЖАЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІҢ ШАКАРАСЫ ШЕКТЕУЛІ ЕСЕПТЕРІ

**Сәкенқызы А.**  
**Ғылыми жетекшісі: т.ғ.д., профессор Айсағалиев С.А.**  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
aibibisakenkyzy@gmail.com

Келесі шекаралық есепті қарастырайық:

$$\dot{x} = A(t)x + \mu(t), \quad t \in I = [t_0, t_1], \quad (1)$$

шекаралық шарттармен:

$$(x(t_0) = x_0, x(t_1) = x_1) \in S \subset R^{2n}, \quad (2)$$

фазалық шектеулермен:

$$x(t) \in G(t); \quad G(t) = \{x \in R^n / \omega(t) \leq L(t)x \leq \varphi(t), t \in I\} \quad (3)$$

және интегралдық шектеулермен:

$$g_j(x) \leq c_j, \quad j = \overline{1, m_1} \quad (4)$$

$$g_j(x) = c_j, \quad j = \overline{m_1 + 1, m_2} \quad (5)$$

$$g_j(x) = \int_{t_0}^{t_1} \langle a_j(t), x \rangle dt, \quad j = \overline{1, m_2} \quad (6)$$

Мұндағы,  $A(t)$ ,  $L(t)$  –  $n \times n$ ,  $m \times n$  ретті, бөлікті-үзіліссіз элементтері бар матрицалар,  $S$  – берілген дөңес тұйық жиын,  $\omega(t)$ ,  $\varphi(t)$ ,  $t \in I$  –  $m \times 1$  ретті,  $a_j(t)$ ,  $j = \overline{1, m_2} - n \times 1$  ретті берілген бөлікті-үзіліссіз вектор-функциялар,  $c_j(t)$ ,  $j = \overline{1, m_2}$  – белгілі тұрақтылар,  $t_0, t_1$  – уақыт бойынша бекітілген нүктелер,  $\mu(t) = (\mu_1(t), \dots, \mu_n(t))$  – берілген бөлікті-үзіліссіз функция[1].

**Есеп 1.** (2) шекаралық шарттармен (1) теңдеудің шешімін құру және шешімнің бар болуының қажетті және жеткілікті шарттарын табу.

**Есеп 2.** (2) шекаралық шарттармен (1) теңдеудің шешімін құру және (3) фазалық шектеулермен шешімнің бар болуының қажетті және жеткілікті шарттарын табу[2].

**Есепті шешу арқылы алынған негізгі нәтижелер:**

- Дөңес және тұйық жиында сызықты жай дифференциалдық теңдеулердің шекаралық шарттармен берілген есебін шешудің қажетті және жеткілікті шарты алынды. Батыру қағидасы арқылы тиімді басқарудың берілген шекаралық есебінің шешімін құру әдісі жасалды.
- Берілген жиындарда шекаралық шарттары бар фазалық және интегралдық шектеулермен берілген сызықты жай дифференциалдық теңдеулер үшін шекаралық есеп шешімінің қажетті және жеткілікті шарты алынды[3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. С.А.Айсағалиев, Конструктивная теория краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений.-Қазақ университеті, 2015.-11-43.
2. С.А.Айсағалиев, Ж.Х.Жунусова, М.Н.Калимолдаев, Принцип погружения для краевой задачи обыкновенных дифференциальных уравнений // Математический журнал. Институт математики МОН РК.-2012.-Т. №2(44).-5-22.
3. С.А.Айсағалиев, М.Н.Калимолдаев, Конструктивный метод решения краевой задачи обыкновенных дифференциальных уравнений // Дифференциальные уравнения.-2014, т. 50, №8.-901-916.

# БІРІНШІ ТЕКТІ ФРЕДГОЛЬМ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕНДЕУІНІҢ ШЕШІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ШЕШІМІН ҚҰРУ

Серік А.М.

Ғылыми жетекші: т.ғ.д., профессор Айсағалиев С.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
serikakerke00@gmail.com

Динамикалық жүйелердің басқарымдылығы, тиімді процесстердің математикалық теориялары, сонымен қатар, фазалық және интегралдық шектеулермен берілген дифференциалдық теңдеулердің шеттік есептерін шешу мәселелері Фредгольмнің I-түрдегі интегралдық теңдеуінің шешімділігі мен жалпы шешімін құру есебіне алып келеді.

$$Ku = \int_a^b K(t, \tau)u(\tau)d\tau = f(t), \quad t \in [t_0, t_1], \quad (1)$$

мұндағы  $K(t, \tau) = \|K_{ij}(t, \tau)\|$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$  –  $n \times m$  ретті белгілі матрица,  $K(t, \tau)$  матрицасының элементтері  $S_1 = \{(t, \tau) \in R^2 / t_0 \leq t \leq t_1, a \leq \tau \leq b\}$  жиынында  $L_2$  класынан алынған, өлшенетін  $K_{ij}(t, \tau)$  функциялары.

$$\int_a^b \int_{t_0}^{t_1} |K(t, \tau)|^2 dt d\tau < \infty,$$

$f(t) \in L_2(I, R^n)$  – берілген функция.  $u(\tau) \in L_2(I_1, R^m)$ ,  $I_1 = [a, b]$  – ізделінді функция.  $t_0, t_1, a, b$  – бекітілген шамалар,  $t_1 > t_0$ ,  $b > a$ ,  $K : L_2(I_1, R^m) \rightarrow L_2(I, R^n)$  [1].

**Есеп 1.** Берілген  $f(t) \in L_2(I, R^n)$  үшін (1) интегралдық теңдеуінің шешімі бар болуының қажетті және жеткілікті шарттарын табу.

**Есеп 2.** Берілген  $f(t) \in L_2(I, R^n)$  үшін (1) интегралдық теңдеуінің жалпы шешімін табу [2].

1, 2 есебін шешу үшін келесі экстремалді есепті шешу қажет:

$$J(u) = \int_{t_0}^{t_1} \left| f(t) - \int_a^b K(t, \tau)u(\tau)d\tau \right|^2 dt \rightarrow \inf \quad (2)$$

функционалын

$$u(\tau) \in L_2(I_1, R^m), \quad I_1 = [a, b] \quad (3)$$

шарты орындалғанда минимизациялау, мұндағы  $f(t) \in L_2(I, R^n)$  [3].

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Aisagaliev S.A., Zhunussova Z.K. Constructive method for solvability of Fredholm equation of the first kind // Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equations. – 2017. – с. 1–11.
2. Айсағалиев С.А. Лекции по качественной теории дифференциальных уравнений // – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 200 с.
3. Айсағалиев С.А. Теория краевых задач динамических систем // – Алматы: Қазақ университеті, 2021. – 565 с.

# ӨЗГЕШЕЛЕНГЕН ПАРАБОЛА-ЭЛЛИПСТИК ТЕНДЕУ ҮШІН ТҮЙІНДЕС ЕСЕПТІҢ ШЕШІМІНІҢ АПРИОРЛЫҚ БАҒАСЫ

Таңатарова А. А.

Ғылыми жетекші: профессор м.а. Койлышов У.К.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

Anarka0598@gmail.com

Математикалық физиканың көптеген қолданбалы есептері априорлық бағалауды орнатудың негізгі мәселелерін және аралас парабола-эллиптикалық құрылымы бар теңдеулер мен жүйелер үшін шекаралық есептердің шешілуін зерттеу қажеттілігіне әкеледі.

Өзгешеленген парабола-эллипстік теңдеу үшін түйіндес есептің шешімінің соболев класындағы бағасын алу. Зерттеу барысында интегралдық түрлендірулер әдісі, интегралдық теңдеулер мен соболев кеңістігіндегі априорлық бағаларды алу әдістері және тағы басқа заманауи әдістер қолданылады[1].

**Өзгешеленген парабола-эллипстік теңдеу үшін түйіндес есебін қарастырамыз:**

$$t^p \frac{\partial u_1}{\partial t} = \Delta u_1 + f_1(x, t), \quad D_n^- = \{(x, t), -\infty < x' < \infty, x_n < 0, t > 0\}, \quad (p < 1) \quad (1)$$

$$-\Delta u_2 = f_2(x, t), \quad D_n^+ = \{(x, t), -\infty < x' < \infty, x_n > 0, t > 0\} \quad (2)$$

теңдеулерді,

$$u_1(x, 0) = 0, \quad (x \in R^n) \quad (3)$$

бастапқы шарттарды және

$$u_1(x', -0, t) = u_2(x', +0, t), \quad (4)$$

$$k_1 \frac{\partial u_1}{\partial x_n} \Big|_{x_n=-0} = k_2 \frac{\partial u_2}{\partial x_n} \Big|_{x_n=+0}, \quad (5)$$

түйіндес шарттарды қанағаттандыратын  $u_1(x_1, t)$ ,  $u_2(x_1, t)$  функцияларын

$D_{n+1}(x \in R^n, t > 0)$  облысында табу керек. Зерттеу барысы бойынша келесі бағалау алынды.[2]

**Теорема.** Егер,  $f_1 \in L_2(D_{n+1}^-)$ ,  $f_2 \in L_2(D_{n+1}^+)$ , онда  $u_1 \in W_2^{2,1}(D_{n+1}^-)$ ,  $u_2 \in W_2^{2,1}(D_{n+1}^+)$  функциялары үшін мына бағалау орынды:

$$\langle\langle u_1 \rangle\rangle_{W_2^{2,1}(D_{n+1}^-)} + \langle\langle u_2 \rangle\rangle_{W_2^{2,1}(D_{n+1}^+)} \leq C \left( \|f_1\|_{L_2(D_{n+1}^-)} + \|f_2\|_{L_2(D_{n+1}^+)} \right)$$

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Койлышов У.К., Абдрахманов М.А. О дифференциальных свойствах решения задачи Коши для уравнения теплопроводности с разрывными коэффициентами с соболевских классах.- Алматы: Вестник КазГУ, 1998.
2. Абдрахманов М.А. Оценки тепловых потенциалов в гёльдеровских и соболевских классах (курс лекций).- Алматы: Компьютерный центр ИТПМ МН-АН РК, 1997.-51с.

# БІРӨЛШЕМДІ КЕЛЬВИН-ФОЙГТ ТЕНДЕУІ ҮШІН БАСТАПҚЫ-ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ ШЕКТІ-АЙЫРЫМДЫҚ СҰЛБАСЫНЫҢ ЖИНАҚТЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ САНДЫҚ ШЕШІМІ

Шәкір А., Гао Сянь

Ғылыми жетекші: ф.- м.ғ.к., доцент Хомпыш Х.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

shakiraidos@gmail.com

Бұл жұмыста бірөлшемді сызықты емес Кельвин-Фойгт теңдеуі үшін қойылған бастапқы-шеттік есептің тиімді шекті айырымдық сұлбасы құрылып, оның жинақтылығы үшін қажетті шарттар алынып, сандық шешімдері есептелінді.

**Есептің қойылымы.** Қысымы тұрақты болып келетін Кельвин-Фойгт сұйығының қозғалыс теңдеуі [1] бірөлшемді жағдайда төмендегі жүйемен өрнектеледі:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \chi \frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} - \nu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t), \quad Q_T = [0, 1] \times [0, T] \quad (1)$$

$$u(0, t) = u(1, t) = 0, \quad t > 0, \quad (2)$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in (0, 1). \quad (3)$$

мұндағы  $u(x, t)$  - сұйықтың жылдамдығы,  $\nu$ ,  $\chi$  оң тұтқырлықтылар.

Бұл (1)-(3) бастапқы-шеттік есебі үшін алдымен оған «жоғалатын құтқырлық енгізу» әдісі арқылы  $\varepsilon > 0$  кіші параметрлі төртінші ретті теңдеумен аппроксимацияланып, ол теңдеу үшін келесі шекті айырымдық сұлба есебі құрылды

$$v_i^{j+1} - \frac{\varepsilon}{\chi} v_{i\bar{x}\bar{x}}^j + \left( \nu - \frac{\varepsilon}{\chi} \right) u_{i\bar{x}\bar{x}}^j = f_i^j, \quad (4)$$

$$\chi u_{i\bar{x}\bar{x}}^{j+1} - u_i^{j+1} = v_i^{j+1}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 0, 1, \dots, N-1, \\ u_0^j = u_n^j = 0, \quad v_0^j = v_n^j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

$$v_i^0 = \chi \Delta u_0(x_i) - u_0(x_i), \quad u_i^0 = u_0(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Бұл құрылған (4)-(6) шекті айырымдық сұлба есебі үшін келесі нәтиже орынды.

**Теорема.** Айталық  $u_0(x) \in W_2^0(0, 1)$ ,  $f(x, t) \in L_{2,1}(0, T; L_2(0, 1))$  және оған қоса  $\alpha = \frac{1}{2} - \frac{16\varepsilon\tau}{\chi h^2} > 0$

$$\text{және } \beta = \frac{\chi}{2} - \left( \nu - \frac{\varepsilon}{\chi} \right) \tau > 0$$

шарттары орындалсын. Онда кез келген  $\tau, h, \varepsilon > 0$  үшін (4)-(6) айырымдық есебінің жалғыз шешімі бар болады және ол үшін

$$\max_{0 \leq j \leq m} \|v^{j+1}\| \leq \|v^0\|^2 + 2\tau \sum_{j=1}^m \|f^j\|.$$

бағалауы орынды және  $\{u_h^\varepsilon(x, t)\}$  шешімдер тізбегінен  $\tau, h, \varepsilon \rightarrow 0$  кезде бастапқы (1)-(3) есептің шешіміне жинақты бөлімше тізбек бөліп алуға болады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. А.П. Осколков. О некоторых квазилинейных системах, встречающихся при изучении движения вязких жидкостей. Записк. нау. сем. ЛОМИ. 1975, т. 52, ст. 128-157.

### АЛҒЫС

Бұл жұмыс ҚР БЖҒМ, №АР08052425 гранттық жоба аясында орындалып, қаржыландырылды.

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С РАЗРЫВНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ МЕТОДОМ РАЗДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ

Тимур М.Т.

Научный руководитель: и.о. профессора Койлышов У.  
Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби  
mako.meis01@gmail.com

**Постановка задачи.** Рассматривается начально-краевая задача для уравнения теплопроводности с кусочно-постоянным коэффициентом

$$Lu \equiv \begin{cases} u_t - k_1^2 u_{xx}, & 0 < x < x_0 \\ u_t - k_2^2 u_{xx}, & x_0 < x < l \end{cases} = f(x, t), \quad (1)$$

в области  $\Omega = \{(x, t) : 0 < x < l, 0 < t < T\}$ , с начальным условием

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (2)$$

краевыми условиями вида

$$u(0, t) = 0, u(l, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (3)$$

и с условиями сопряжения

$$u(x_0 - 0, t) = u(x_0 + 0, t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

$$k_1 u_x(x_0 - 0, t) = k_2 u_x(x_0 + 0, t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (5)$$

где  $0 < x_0 < l$ ,  $k_i > 0 (i = 1, 2)$  - действительные числа.[1] Применяя метод разделение переменных (при  $f(x, t) = 0$ ) можно свести задачу (1)-(5) следующей спектральной задаче

$$LY(x) = \begin{cases} -k_1^2 Y''(x), & 0 < x < x_0 \\ -k_2^2 Y''(x), & x_0 < x < l \end{cases} = \lambda Y(x), \quad (6)$$

$$Y(0) = 0, Y(l) = 0, \quad (7)$$

$$Y(x_0 - 0) = Y(x_0 + 0), \quad k_1 Y'(x_0 - 0) = k_2 Y'(x_0 + 0), \quad (8)$$

**Основной результат.** Показано, что задача (6)-(8) несамосопряженная[2]. Найдены собственные значения и собственные функции задачи (6)-(8).

$$\lambda_n = (\pi nr)^2, \text{ где } r = \frac{k_1 k_2}{k_2 x_0 + k_1 (l - x_0)}$$

$$Y_n(x) = C \begin{cases} \sin\left(\frac{\pi nr x}{k_1}\right), & 0 < x < x_0, \\ (-1)^{n+1} \sin\left(\frac{\pi nr (l - x)}{k_2}\right), & x_0 < x < l, \end{cases}$$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самарский А.А. Параболические уравнения с разрывными коэффициентами.//ДАН СССР, 1958, т.121, №2, с.225-228.
2. Ким Е.И., Баймуханов Б.Б. О распределении температуры в кусочно-однородной полубесконечной пластинке.// ДАН СССР,1961,т. 140, №2, с.333-336.

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НЕЙМАНА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С РАЗРЫВНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ МЕТОДОМ РАЗДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ

Торғай Ж.А.

Научный руководитель: Койлышов Үмбеткул  
Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби  
zhansayatorgay@gmail.com

**Постановка задачи.** Рассматривается начально-краевая задача для уравнения теплопроводности с кусочно-постоянным коэффициентом

$$Lu \equiv \begin{cases} u_t - k_1^2 u_{xx}, & 0 < x < x_0 \\ u_t - k_2^2 u_{xx}, & x_0 < x < l \end{cases} = f(x, t), \quad (1)$$

в области  $\Omega = \{(x, t) : 0 < x < l, 0 < t < T\}$ , с начальным условием

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (2)$$

краевыми условиями вида

$$u'(0, t) = 0, u'(l, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (3)$$

и с условиями сопряжения

$$u(x_0 - 0, t) = u(x_0 + 0, t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

$$k_1 u_x(x_0 - 0, t) = k_2 u_x(x_0 + 0, t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (5)$$

где  $0 < x_0 < l$ ,  $k_i > 0 (i = 1, 2)$  - действительные числа.[1] Применяя метод разделение переменных (при  $f(x, t) = 0$ ) можно свести задачу (1)-(5) следующей спектральной задаче

$$LY(x) = \begin{cases} -k_1^2 Y''(x), & 0 < x < x_0 \\ -k_2^2 Y''(x), & x_0 < x < l \end{cases} = \lambda Y(x), \quad (6)$$

$$Y'(0) = 0, Y'(l) = 0, \quad (7)$$

$$Y(x_0 - 0) = Y(x_0 + 0), \quad k_1 Y'(x_0 - 0) = k_2 Y'(x_0 + 0), \quad (8)$$

**Основной результат.** Показано, что задача (6)-(8) несамосопряженная[2]. Найдены собственные значения и собственные функции задачи (6)-(8).

$$\lambda_n = (\pi nr)^2, \text{ где } r = \frac{k_1 k_2}{k_2 x_0 + k_1 (l - x_0)}$$

$$Y_n(x) = C \begin{cases} \cos\left(\frac{\pi nr x}{k_1}\right), & 0 < x < x_0, \\ (-1)^n \cos\left(\frac{\pi nr (l - x)}{k_2}\right), & x_0 < x < l, \end{cases}$$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самарский А.А. Параболические уравнения с разрывными коэффициентами.//ДАН СССР, 1958, т.121, №2, с.225-228.
2. Ким Е.И., Баймуханов Б.Б. О распределении температуры в кусочно-однородной полубесконечной пластинке.// ДАН СССР,1961,т. 140, №2, с.333-336.

# EXAMINING AND DETECTING SELF-JOINING BOUNDARY VALUE PROBLEMS DIFFERENTIAL EQUATIONS

Gauhar Auzerkhan, Ghulam Hazrat Aimal Rasa  
Научный руководитель : ф.-м.г.д., профессор Кангужин Б.Е.  
Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби  
auzerhanova@gmail.com, aimal.rasa14@gmail.com

Statements of the problem:

We consider the problem of boundary value with non-linear boundary conditions

$$Ly(x) = y''(x) + a_1y'(x) + a_2y(x) = \varphi(x) \quad 0 < x < 1 \quad (1)$$

$$L_iy(x) = a_{i1}y'(0) + a_{i2}y(0) + \beta_{i1}y'(1) + \beta_{i2}y(1) = 0 \quad i = 1,2 \quad (2)$$

Where  $\varphi(x)$  the real functions is a continuous and known value and  $a_{ij}, \beta_{ij}$  ( $i, j = 1,2$ ) the are constants.

Add joint issue related to the main issue. We consider the add joint equation of (1) as follow:

$$L^*z = z''(x) - a_1z'(x) + a_2z(x) \quad (3)$$

Where:

$$B(y, z) = \left[ y'(x)z(x) - y(x)z'(x) + a_1z(x)y(x) \right]_0^1 \quad (4)$$

**1 Naimark method [1].** The following two boundary conditions are added to boundary conditions to obtain the additional problem

$$L_iy(x) = a_{i1}y'(0) + a_{i2}y(0) + \beta_{i1}y'(1) + \beta_{i2}y(1), \quad i = 3,4 \quad (5)$$

Where  $a_{ij}, \beta_{ij}$  ( $i = 3,4, j = 1,2$ ) are the arbitrary constants.

**2 The using method of essential conditions.** In this section, we form the supplementary problem corresponding to main problem, which is unique, because the additional conditions are individually present, determined by applying the necessary conditions. For this purpose, firstly we consider the basic answer of the equation as follows [2]:

$$z(x - \xi) = \frac{e(x - \xi)}{r_1 - r_2} \left[ e^{r_1(x - \xi)} - e^{r_2(x - \xi)} \right] \quad (6)$$

Where (6) is a symmetric Hoyside function and  $r_1$  and  $r_2$  are the separate roots of the index equation (3). In other words:

$$z''(x - \xi) - a_1z'(x - \xi) + a_2z(x - \xi) = \delta(x - \xi), \quad (7)$$

where in  $\delta$  It is a function of Dirac [3]. We now obtain the necessary conditions for the differential equation (1). For this purpose, the fundamental answer (6) is multiplied by the sides of Equation (1) and then by  $0 \leq x \leq 1$ . We integrate.

## REFERENCES

1. Naymark M.A. Linear differential operators (M.:1969):528.
2. Aimal Rasa G.H. Asymptotic Formulas for Weight Numbers of the Boundary Problem differential operator on a Star-shaped Graph // Turkish Journal of Computer and Mathematics Education.– 2021. – Vol. 12, №13. – P. 2184-2192.
3. Aimal Rasa G.H. The Analytical Nature of the Green's Function in the Vicinity of a Simple Pole // International Journal of Trend in Scientific Research and Development. – 2020. – Vol. 4, Issue 6. – P. 645-655.

Funding: This work was financially supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Project AP08855402)

## OPTIMAL PACKING ON A TRIANGULAR FLAT TORUS

**Noori H.**

**Scientific advisor: c.f.-m.n., Zhunussova Zh.Kh.**

Al-Farabi Kazakh National University

Noorihamid54@gmail.com

Consider an equal circle packing on a flat torus with four (or more) circles.

Theorem. No two circles can share three or more tangencies.

Proof. Suppose two circles in a packing of four or more equal circles on a flat torus are mutually tangent at three points. Let  $P$  be the parallelogram defined by vertices  $b_1, b_2, b_3,$  and  $b_4$ . Let the area of the fundamental domain of the lattice be  $A_{FD}$ , and let the area of  $P$  be  $A_p$ . Applying Pick's Theorem to  $P$  and using the minimum number of lattice points on the interior and on the boundary we lower bound  $A_p$ .

. Thus,

$$A_p \geq \left(0 + \frac{4}{2} - 1\right)A_{FD} = A_{FD}.$$

We now find a lower bound the density,  $\rho$ , by using the lower bound on  $A_{FD}$ . Let  $d$  be the diameter of the circles. We compute  $A_p$  in terms of  $d$  using triangles  $\Delta b_1ab_3,$   $\Delta b_1ab_2,$  and  $\Delta b_2ab_3$

$$\begin{aligned} A_p &= 2(\text{area}(\Delta b_1b_2a) + \text{area}(\Delta b_1b_3a) + \text{area}(\Delta b_2b_3a)) \\ &= 2((d \sin(\theta))(d \cos(\theta)) + (d \sin(\varphi))(d \cos(\varphi)) + (d \sin(\pi - \theta - \varphi))(d \cos(\pi - \theta - \varphi))) \\ &= 2d^2 \left( \frac{\sin(2\theta)}{2} + \frac{\sin(2\varphi)}{2} + \frac{\sin(2(\pi - \theta - \varphi))}{2} \right) = d^2 (\sin(2\theta) + \sin(2\varphi) + \sin(-2(\theta + \varphi))) \\ &= d^2 (\sin(2\theta) + \sin(2\varphi) - \sin(2(\theta + \varphi))) \leq 3d^2 \end{aligned}$$

because of the upper bound of 1 on each of the sine functions.

Taking into consideration all 4 circles of this packing, the total area covered by the 4 circles would be  $\pi d^2$ . We can then see that

$$\rho = \frac{\text{Area covered by 4 circles}}{A_{FD}} \geq \frac{\text{Area covered by 4 circles}}{A_p} \geq \frac{\pi d^2}{3d^2} = \frac{\pi}{3} > 1,$$

which is a contradiction, since the packing density must be less than 1. Hence, two circles cannot share three or more tangencies.

### REFERENCES

1. Madeline Brandt and Hanson Smith, Optimal Packings of 4 Equal Circles on a Square Flat Torus. Summer 2013.
2. Thomas Fernique, Amir Hashemi, and Olga Sizova. Compact Packings of the Plane with Three Sizes of Discs. Discrete Comput. Geom., 66(2):613–635, 2021.
3. Robert Connelly and Maurice Pierre. Maximally Dense Disk Packings on the Plane. August 24, 2021.



## CAESAR CRYPTOGRAPHY SYSTEM

**Rahmani M . D.**

**Scientific advisor: Candidate of physical and mathematical sciences Zhunussova Zh. Kh.**

**Al-Farabi Kazakh National University**

Dawoodrahmani.571@gmail.com

**Definition.** Cryptography is associated with the process of converting ordinary plain text into unintelligible text and vice-versa. It is a method of storing and transmitting data in a particular form so that only those for whom it is intended can read and process it.

The Caesar Cipher technique is one of the earliest and simplest method of encryption technique. It's simply a type of substitution cipher, i.e., each letter of a given text is replaced by a letter some fixed number of positions down the alphabet. For example with a shift of 1, A would be replaced by B, B would become C, and so on. The method is apparently named after Julius Caesar, who apparently used it to communicate with his officials. Thus to cipher a given text we need an integer value, known as shift which indicates the number of position each letter of the text has been moved down. The encryption can be represented using modular arithmetic by first transforming the letters into numbers, according to the scheme, A = 0, B = 1... Z = 25. Encryption of a letter by a shift n can be described mathematically as.

$$E_n(x) = (x + 3) \bmod_{26} \quad (1)$$

(Encryption Phase with shift n)

$$E_n(x) = (x - 3) \bmod_{26} \quad (2)$$

(Decryption Phase with shift n)

Example1. Encrypt message (good) with the key given in it.

Solution. (jrrg) is encrypted message.

## REFERENCES

1. Boneh, Dan. "Twenty years of attacks on the RSA cryptosystem." Notices of the AMS( 1999), 203–13.
2. Bornemann, F. "PRIMES is in P: A breakthrough for 'everyman.' " Notices of the AMS (2003), 545–52.
3. Chambers, W. G. and S. J. Shepherd. "Mutually clock-controlled cipher keystream generators." Electronics Letters 33:12 (1997), 1020–21.

## AN INVERSE PROBLEM FOR 1D KELVIN-VOIGT EQUATION WITH FINAL OVERDETERMINATION CONDITION

**Shazyndayeva M.K.**

**Scientific director: Ph.D., Associate Professor Khompyskh Kh.**

Al-Farabi Kazakh National University

moldir.trz@gmail.com

Let us consider the following inverse problem for 1D Kelvin-Voigt equation with final overdetermination condition

$$V_t(x,t) - \chi V_{xx}(x,t) - \nu W_{xx}(x,t) = f(x)g(x,t), \quad 0 < x < l, \quad 0 < t < T, \quad (1)$$

$$V(x,0) = V_0(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (2)$$

$$V(0,t) = V(l,t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (3)$$

$$V(x,T) = a(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (4)$$

where  $\chi, \nu$  are given positive constants,  $V_0(x), a(x), g(x,t)$  are given functions, while  $V(x,t), f(x)$  are unknowns.

The investigating inverse problem consists of finding a coefficient of right-hand side depending on  $x$  variable by the final overdetermination condition (4). [1]

Assume that the data of the problem (1)-(4) satisfy the following conditions

$$V_0(x) \in \dot{W}_2^1(0,l) \cap W_2^2(0,l); \quad (5)$$

$$\exists K_g, g_0 > 0: \quad |g(x,t)| \leq K_g < \infty, \quad \left| \int_0^T g(x,t) dt \right| \geq g_0; \quad (6)$$

$$a(x) \in \dot{W}_2^1(0,l) \cap W_2^2(0,l); \quad (7)$$

$$\frac{K_g \sqrt{T^3 \nu}}{g_0 \sqrt{2\chi}} < 1. \quad (8)$$

The main result is the following theorem.

**Theorem.** Let us the conditions (5)-(8) are fulfilled. Then, the inverse problem (1)-(4) has unique solution.

### REFERENCES

1. Abylkairov U.U., Khompyskh Kh., An inverse problem of identifying the coefficient in Kelvin-Voigt equations// Applied Mathematical sciences, Journal for Theory and applications,9 (2015), p.5079-5088.

## ВЫРОЖДЕННЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ

Ghulam Hazrat Aimal Rasa, Kaiyrbek Zhalgas

Научный руководитель : д.ф.-м.н., профессор Кангужин Б.Е.

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

aimal.rasa14@gmail.com , kaiyrbek.zhalgas@gmail.com

Рассмотрим задачу на собственные значения дифференциальных уравнения [1] второго порядка на отрезке

$$-y''(x) + q(x)y(x) = \lambda y(x), \quad 0 < x < 1 \quad (1)$$

с граничными условиями

$$y(0) = y(1), y'(0) = -y'(1) \quad (2)$$

где  $q(x)$  - суммируемая на  $(0,1)$  функция.

Отсюда

$$-c''(x, \lambda) + q(x)c(x, \lambda) = \lambda c(x, \lambda), \quad 0 < x < 1$$

или

$$-s''(x, \lambda) + q(x)s(x, \lambda) = \lambda s(x, \lambda), \quad 0 < x < 1$$

удовлетворяющие с условиями

$$c\left(\frac{1}{2}\right) = 1, c'\left(\frac{1}{2}\right) = 0, s\left(\frac{1}{2}\right) = 1, s'\left(\frac{1}{2}\right) = 1$$

$$\Delta(\lambda) = \begin{vmatrix} c(0) - c(1) & s'(0) - s'(1) \\ c'(0) + c'(1) & s'(0) + s'(1) \end{vmatrix}$$

**Лемма 1.** Если  $q(x) = q(1-x)$ ,  $0 < x < 1$ , тогда  $c(x, \lambda) = c(1-x, \lambda)$ ,  $c'(x, \lambda) = c'(1-x, \lambda)$ ,  $s(x, \lambda) = -s(1-x, \lambda)$ ,  $s'(x, \lambda) = s'(1-x, \lambda)$

**Лемма 2.** При любом  $\lambda \in \mathbb{R}$  задача (1)-(2) имеет ненулевое решение [2] **Доказательство леммы 2.** Решение (1)-(2) ищем в виде [3]

$$y(x) = Ac(x, \lambda) + Bs(x, \lambda)$$

отсюда мы найдем неизвестные  $A$  и  $B$ . Из граничных условий (2) тогда

$$y(0) - y(1) = A(c(0) - c(1)) + B(s(0) - s(1)) = 0$$

$$y'(0) - y'(1) = A(c'(0) + c'(1)) + B(s'(0) - s'(1)) = 0$$

из решения этого уравнения  $B = 0$  так как

где  $y = Ac(x, \lambda) \neq 0$ , если  $A \neq 0$  тогда  $c(x, \lambda)$  - ненулевой решение. Если  $q(x) = q(1-x)$  тогда задача называется вырожденная.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Astudillo M. Kurasov P. and Usman M. RT-symmetric Laplace operators on star graphs: Real spectrum and selfadjointness // Adv.math.phys.-2015.
2. Aimal Rasa G.H. Asymptotic Formulas for Weight Numbers of the Boundary Problem differential operator on a Star-shaped Graph // Turkish Journal of Computer and Mathematics Education. – 2021. – Vol. 12, №13. – P. 2184-2192.
3. Aimal Rasa Gh.H. The Analytical Nature of the Green's Function in the Vicinity of a Simple Pole // International Journal of Trend in Scientific Research and Development. – 2020. – Vol. 4, Issue 6. – P. 645-655.

Финансирование: Авторы были поддержаны грантом №AP 08855402 МОН РК.

**ТУТАС ОРТА МЕХАНИКАСЫ**  
**МЕХАНИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ**  
**CONTINUOUS MECHANICS**

## ЛАСТАНҒАН СУ ҚАБАТТАРЫН БЕТТІК-БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРМЕН РЕМЕДИАЦИЯЛАУ ПРОЦЕСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Баймаганбетова Ш.Ж., Айтхожа Ж.С.**

**Научный руководитель: Туралина Д.Е. ф.-м. ғ.к., м.а. доцент**  
эл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан  
baimaganbetovasholpan1@gmail.com

Адамзаттың суға және қоршаған ортаға деген қамқорлығы өскен сайын, ластанған жер асты сулары мен жер үсті сулары ресурстарын қалпына келтірудің маңызы айқындала түседі. Көптеген табиғи процестер мен адамдардың әрекеттері жер асты және жер үсті суларының сапасына әсер етеді. Адамдарға және басқа тірі организмдерге зиянды химиялық органикалық заттар бізді қоршаған ортада үнемі көп мөлшерде қолданылады, сақталады және тасымалданады [1]. Мұндай ластағыш заттардың табиғатты ластағаннан кейінгі таралу әрекетін түсінуіміз ластанудың алдын-алу стратегиясын әзірлеу және қалпына келтірудің тиісті схемаларын жасау үшін қажет. Бұл ластағыш заттардың көпшілігі органикалық сұйықтар болып табылады. Олар әдетте сусыз сұйық фазалар (ССФ) деп аталады. Ластаушы заттар суда ерімейді және іс жүзінде сумен араласпайды. ССФ сулы горизонттарда ауырлық күші және капиллярлық күштер әсерінен миграция жасайды. Осылайша, ССФ-ның топырақ пен жер асты жүйелеріндегі миграциясы көп компонентті, көп фазалы ағыстың күрделі процесі болып табылады [2]. ССФ тығыздығы бойынша екіге жіктеледі: жеңіл сусыз сұйық фаза (ЖССФ) және тығыз сусыз сұйық фаза (ТССФ). ЖССФ-ға бензин, дизель отыны және мұнайдан шыққан сұйықтардың көпшілігі жатады. Олар суға қарағанда төмен тығыздыққа ие, сондықтан сулы қабаттың жер асты суларының деңгейінде жүзеді. ТССФ трихлорэтилен (ТСЕ), перхлорэтилен (РСЕ) және көміртек тетрахлориді (ТСА) сияқты өнеркәсіптік хлорлы еріткіштер. Олар судан гөрі тығыз және жер асты суларына еніп, сулы қабаттың тереңдігіне жетеді [3].

ТССФ суға қарағанда ауыр, олар әдетте суда әлсіз ериді. ТССФ-мен ластанған топырақ пен жер асты суларын қалпына келтірудің сору және тазалау, бу жіберу, биоремедиация тәрізді дәстүрлі тәсілдері сәтсіз немесе жеткіліксіз түрде сәтті болды. Өйткені, тетрахлорэтилен, трихлорэтилен, трихлорэтан сияқты ТССФ-лар келесідей қасиеттерге ие: су қабатының астына енуіне мүмкіндік беретін жоғары тығыздық; әлсіз ерігіштік; биоыдырау бейімділігінің төмен көрсеткіші. Осы себептерден суға қарағанда тығыздығы жоғары сусыз сұйық фаза сұйықтары топырақ қабатында ондаған жылдар бойы сақталып, жер асты суларының сапасына ұзақ мерзімді қауіп төндіреді. Бұл жұмыста ТССФ-мен ластанған сулы горизонттарды беттік-белсенді заттар қосылған сумен ығыстыру арқылы қалпына келтірудің тиімділігін зерттелді; Сулы ортада беттік-белсенді заттардың органикалық ластаушы заттардың физикалық қасиеттеріне әсері зерттелді. Зерттеу жұмысының практикалық негізі: Сулы қабаттарды беттік-белсенді заттарды қосып күшейтілген қалпына келтіру әдісін қолдану арқылы пайдалануға жарамсыз жер асты суларын қалпына келтіріп тұрмыста, өндірісте қолдануға болады.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Saad, Naji. Field scale simulation of chemical flooding. The University of Texas at Austin, 1989.
2. Delshad, M., Pope, G.A., Sepehrnoori, K., 2000. Technical Documentation, Center for Petroleum and Geosystems Engineering. The University of Texas at Austin, Texas.  
UTCHEM 2011\_7, Volume I, User's Guide, Center for Petroleum and Geosystems Engineering.

## ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ РАЗВИТУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

Джамбеков Р.Т.

Научный руководитель: Берденова Б.А., доктор PhD

КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

[dzhambekovramazan@gmail.com](mailto:dzhambekovramazan@gmail.com)

Теплообменники предназначены для передачи тепла от нагретой среды к холодной. И область применения не ограничивается какой-то одной областью промышленности - оборудование используется повсюду (в энергетике, металлургия, пищевая) и химическая промышленность, тепловые пункты, системы отопления, вентиляция и кондиционирование воздуха и т. д.) [1]. Теплообменник (теплообменник) - это устройство, в котором тепло передается от одной среды к другой. Среда, участвующие в теплообмене, называются теплоносителями. В качестве теплоносителей могут использоваться пары различных материалов, газов, жидкостей и жидких металлов [2].

Теплоноситель с более высокой температурой, выделяющий тепло, называется первичным, а теплоноситель с более низкой температурой - вторичным. Передача тепла может происходить при прямом контакте обоих теплоносителей или через твердую поверхность, разделяющую среду [3].

В данной работе, мы будем рассматривать одну часть теплообменника в разрезе, чтобы увидеть, как будет распространяться тепло от стенки с более высокой температурой к стенке с более низкой температурой. Ранее был написан код для получения файлов, которые показывают нам график распространения температур от всех стенок теплообменника.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н. В. Барановский, Л. М. Коваленко «Пластинчатые и спиральные теплообменники», М., «Машиностроение», 1973.
2. Луканин В. Н., Теплотехника, М., «Высшая школа», 2002.
3. М. А. Михеев «Основы теплопередачи». Изд. 2-е, стереотип. М., «Энергия», 1977.

## СПОСОБ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВНЕШНЕЙ ПЕРЕМЕЖАЕМОСТИ

Ембергенова Д.Б.

Научный руководитель: Нужнов Ю.В., д.ф.-м.н, профессор.

КазНУ им. аль-Фараби

deenara08@mail.ru

Цель данной работы – предложить способ расчёта коэффициента перемежаемости в развитых турбулентных течениях  $\gamma \equiv \gamma(x)$ . Актуальность работы обусловлена тем, что в современной теории статистического моделирования развитых турбулентных течений необходимо учитывать эффекты внешней  $\gamma \equiv \gamma(x)$ . При этом для расчёта полных средних значений гидродинамических характеристик таких течений используется формула полной вероятности в виде:

$\langle f \rangle = \gamma \langle f \rangle_t + (1 - \gamma) \langle f \rangle_n$  по [1]. Для расчёта полного среднего  $\langle f \rangle$  требуется предварительный расчёт условного среднего  $\langle f \rangle_t$  для турбулентной и  $\langle f \rangle_n$  нетурбулентной жидкости. Однако при расчёте значений коэффициента  $\gamma = \gamma(x)$  возникают определенные проблемы. Так в работе [2] предложен способ в виде:  $\gamma = 1.31 \langle z \rangle^2 / (\langle z \rangle^2 + \sigma^2)$ ,  $\sigma / \langle z \rangle \geq 0.555$ ,  $\gamma = 1$ ,  $\sigma / \langle z \rangle < 0.555$ .  
(1)

который не имеет физического обоснования. В этой связи предлагается новый способ расчёта коэффициента  $\gamma = \gamma(x)$  в виде формулы:  $\gamma = \langle \varepsilon \rangle / \langle \varepsilon \rangle_t$ , физическое обоснование которой основано на известном соотношении  $\langle \varepsilon \rangle$  и  $\langle \varepsilon \rangle_t$  средним диссипации  $\langle \varepsilon \rangle = \gamma \langle \varepsilon \rangle_t$ . Для расчёта которых используются соответствующие уравнения баланса турбулентной энергии [3], то есть в виде:  $\Lambda(\langle E \rangle_r) + \langle \varepsilon \rangle_r = 0$ , где  $\Lambda(\langle E \rangle_r)$  – оператор, индексы  $r = R$  и  $r = t$  соответствуют безусловному  $\langle \varepsilon \rangle_R$  и условному (по турбулентной жидкости) среднему  $\langle \varepsilon \rangle_t$ , причём  $\langle \varepsilon \rangle_R \equiv \langle \varepsilon \rangle$ . Решение этих уравнений позволяет найти  $\gamma \equiv \gamma(x)$ .

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pope S. Turbulent Flows// Cambridge University Press. -2000y. -771p.
2. Kuznetsov V. R., Sabel'nikov V. A. Turbulence and Combustion// New York: Hemisphere. -1990y. -362p.
3. Нужнов Ю.В. Статистическое моделирование перемежающихся турбулентных течений// Алматы: Қазақ университеті. -2015г. -300с

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО ТЕЧЕНИЯ: ОБТЕКАНИЯ КРУГЛОГО ЦИЛИНДРА. КАК ИЗМЕНЯЕТ ТОЧКА ОТРЫВА ОТ ЧИСЛА РЕЙНОЛЬДСА (RE).

**Жакупов А.А.**

**Научный руководитель: Берденова Б. А., PhD**

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби  
lucky12345675@gmail.com

Внешние потоки мимо объектов широко изучаются в связи с их многочисленными практическими приложениями. Например, аэродинамические поверхности имеют обтекаемую форму, чтобы увеличить подъемную силу и в то же время уменьшить аэродинамическое сопротивление крыльям. С другой стороны, при обтекании тупого тела, такого как круглый цилиндр, обычно происходит отрыв пограничного слоя и очень сильные колебания потока в области следа за телом. В определенном диапазоне чисел Рейнольдса периодическое движение потока будет развиваться в следе в результате того, что вихрь пограничного слоя попеременно сливается с любой стороны цилиндра [1]. Этот регулярный узор из вихрей в следе называется вихревой дорожкой Кармана. Он создает колеблющийся поток с дискретной частотой, которая коррелирует с числом Рейнольдса потока. Периодический характер явления образования вихрей может иногда приводить к нежелательным структурным колебаниям, особенно когда частота образования вихрей соответствует одной из резонансных частот конструкции.

Турбулентные следы за обтекаемыми телами наблюдаются в природе (например, за грядками гор) и широко распространены на практике. В особенности это относится к следам за движущимися телами в воздушной и водной среде. К тому же аэродинамические стабилизаторы горения, теплообменники, смесители различных жидкостей и газов различного типа и другие устройства техники, в которых имеет место турбулентный след за обтекаемым телом, используются в энергетике, машиностроении, химической технологии и других отраслях промышленности. Наиболее детальное исследование закономерностей гидродинамики турбулентного течения за обтекаемым телом было выполнено для "дальнего" следа за поперечно обтекаемым круговым цилиндром [2].

В данной работе, мы будем рассматривать обтекание поперечно обтекаемым круговым цилиндром, как изменяется точка отрыва в зависимости от числа Рейнольдса (Re).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нужнов. Ю. В. Статистическое моделирование турбулентных течений. Математическая модель турбулентного течения в дальнем следе за поперечно обтекаемым цилиндром.
2. Книга Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Theodore L. B., Adrienne S. L.



# САЛЫСТЫРМАЛЫ ФАЗАЛЫҚ ӨТІМДІЛІКТЕР ЖӘНЕ КАПИЛЛЯРЛЫҚ ҚЫСЫМНЫҢ КЕСТЕЛІК ДЕРЕКТЕРІН КУБТЫҚ СПЛАЙНМЕН МОНОТОНДЫ ИНТЕРПОЛЯЦИЯЛАУ

Жұмабек М.Р.

Ғылыми жетекші: Бекбауов Б.Е., PhD

әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан  
tomredle1@gmail.com

Қазіргі уақытта мұнай өнеркәсібі барған сайын технологиялық сипатқа ие болуда, мұнай беруді арттырудың көптеген жаңа тәсілдері бар. Екі немесе көп фазалы сұзу процесін есептеу үшін барлық сұйықтықтардың салыстырмалы фазалық өткізгіштіктерін білу керек. Өздігінен салыстырмалы өткізгіштіктерді зерттеу өте қиын. Тіпті бір фазалы тау жыныстарының өткізгіштігін оның түрі мен кеуектілігі бойынша болжау қиын[1]. Ол үшін сандық және тәжірибелік зерттеулер жүргізіледі, мұнда негізгі мақсат кеуекті қаңқаның құрылымы негізінде әртүрлі сұйықтықтар үшін салыстырмалы фазалық өткізгіштіктерді болжау болып табылады[2].

Салыстырмалы фазалық өткізгіштіктің теориялық сипаттамасының жалпы идеясы біраз уақыттан бері белгілі және кеуекті ортаны әртүрлі радиустағы капиллярлар жиынтығы ретінде қарастыруды ұсынады [3]. Сұйықтықтардың әрқайсысы барлық капиллярлардың бір бөлігі арқылы ғана ағып кетеді, егер сұйықтық тау жынысын суласа, онда ол кейбір критикалық радиусқа қарағанда аз радиустағы капиллярлардың бір бөлігін алады, ал тау жынысын суламайтын немесе нашарлататын сұйықтық кейбір критикалық радиусқа қарағанда радиусы бар капиллярларды алады[4].

Салыстырмалы фазалық өтімділіктер мен капиллярлық қысымдарды анықтай келе, алынған деректерді толықтыру үшін және аралық міндерді анықтау үшін кубтық сплайндармен монотонды интерполяциялау әдісін қолдану қажет. Осы интерполяция нәтижесінде аралық заңдылықтарды анықтауға болады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Martins-Costa M.L., Angulo J.A.P., da Costa Mattos H. Modeling the connection between porosity and permeability: a mixture theory approach // *Journal of Porous Media*. 2017. V. 20. N 5.
2. Kadet V.V., Galechyan A.M. Accounting for Fluid Rheology in the Hydrophobization Model of Relative Permeability Hysteresis // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 2017. V. 58. N 6. P. 1004–1012.
3. Kadet V.V., Galechyan A.M. Percolation modeling of relative permeability hysteresis // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2014. V. 119. P. 139–148.
4. Fatt, I., Dykstra, H. Relative Permeability Studies // *Society of Petroleum Engineers*. 1951. September 1.

## ВЕРИФИКАЦИЯ ТЕОРИИ МЕЛКОМАСШТАБНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ КОЛМОГОРОВА

Кабак М.Т.

Научный руководитель: Нужнов Ю.В., д. ф.-м. н, профессор.

КазНУ им. Аль-Фараби  
mukhtarkabak@gmail.com

Экспериментальные исследования показали, что теория Колмогорова  $K62$  для статистического моделирования мелкомасштабной структуры развитых турбулентных течений содержит «неувязки» с опытными данными, и что известное «Казанское замечание» *Л.Д. Ландау* учтено в теории  $K62$  не в полной мере, [1].

Целью данной работы является верификация теории  $K62$  в свете известного «Казанского замечания» Ландау. Для достижения поставленной цели был проведен анализ и выявлены причины «неувязок» в теории  $K62$  путем качественного анализа. При этом выясняется, что:

– использованное в теории  $K41$  соотношение  $\langle \varepsilon^{n/3} \rangle = \langle \varepsilon \rangle^{n/3}$  не учитывает пульсации вязкой диссипации турбулентной энергии;

– для моментов более высокого порядка возникает проблема учета влияния пульсаций диссипации ввиду  $\langle \varepsilon^{n/3} \rangle = \langle (\varepsilon + \varepsilon')^{n/3} \rangle$ ;

– для решения этой проблемы в теории  $K62$  использовалось преобразование  $\langle \varepsilon^{n/3} \rangle \rightarrow \langle \varepsilon \rangle^{n/3} F(L/l)$ . Однако тестирование теории  $K62$  показало, что и эта теория требует своего уточнения ввиду эффектов внешней перемежаемости;

– уточнение теории  $K62$  путем ее применения только к турбулентной жидкости турбулентного течения с преобразованием  $\langle \varepsilon^{n/3} \rangle_t \rightarrow \langle \varepsilon \rangle_t^{n/3} F_t(L_t/l)$  было сделано *Кузнецовым и Сабельниковым* [2]. Оказалось, однако, что такое уточнение не является окончательным ввиду эффектов внутренней перемежаемости.

– уточнение теории  $K62$  путем учета эффектов внутренней перемежаемости [3] показало, что «Казанское замечание» *Л.Д. Ландау* учитывается в полной мере.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kolmogorov A.N. A refinement of previous hypotheses concerning the local structures of turbulence in a viscous incompressible fluid at high Reynolds numbers // *J. Fluid Mech.* – 13(1). – 1962. – pp. 82-85.
2. Kuznetsov V. R. and Sabel'nikov V. A. *Turbulence and Combustion.* – New York: Hemisphere., 1990. – 362p.
3. Nuzhnov Yu.V. Some results of statistical modeling of the small-scale turbulence structure // *IMECE.* – 7A. – 2013. – 7p

## ҰШПАЙТЫН МҰНАЙДЫҢ СҮЗІЛУ ПРОЦЕССТЕРІН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Качкинова А.К.

Ғылыми жетекші: Туралина Д.Е. ф.-м. ғ.к., м.а. доцент  
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ  
kachkinova.aziza@gmail.com

Ұшпайтын мұнайдың сүзілу процесстерін модельдеу гидродинамикалық симуляторлар жасауда қолданылады. Гидродинамикалық симуляторларды жасау және оларды мұнай өндіру тиімділігін болжау мақсатында модельдеуде қолдану мұнай өндіру саласындағы маңызды тақырыптардың бірі.

Қара мұнай теңдеулері көмірсутек қабатын модельдеуде ең көп қолданылатын ағын моделі болып табылады. Қара мұнай моделі үш түрлі сұйық фазасы (су, олеин және газ тәрізді) және үш компонент: су, мұнай және газ бар деген болжамға негізделген. Мұнай мен газ көмірсутектердің жеке түрлері емес, жер бетіндегі жағдайда сұйық және бу күйінде болатын көмірсутектердің барлық түрлері болып табылады. Мұнай да, газ да олеиндік фазада, газ фазасында немесе екеуінде де болса, онда екі фаза араласа алады. Олеиндік фазадағы еріген газдың және газ фазасындағы буланған мұнайдың мөлшерін бақылау қажет [1]. Көмірсутек компоненттері стандартты қысым мен температурада сақтау резервуарында газ және мұнай компоненттеріне бөлінеді және су фазасы мен қалған екі фаза (мұнай және газ) арасында масса алмасу болмайды. Қара мұнай үлгісіне арналған бастапқы шарттар әр модельдеу басында модельдеу үлгісіндегі әрбір тор блогы үшін фазалық қысымдарды және қанықтылықты сипаттауды қамтиды. Фазалық гравитациялар мен капиллярлық қысымдардағы айырмашылықтар резервуарлар жүйесі гравитация/капиллярлық тепе-теңдікке жеткенше сұйықтықтардың бөлінуін тудырады. Қабаттың жоғарғы жағынан оның түбіне дейін тігінен бес түрлі сұйық аймақтары бар: газ қалпақшасы, газ/мұнай ауысуы, мұнай, мұнай/су ауысуы және су аймағы. Осы бес аймақтың әрқайсысында әртүрлі бастапқы деректерді көрсетуге болады. Үздіксіз фазаның бастапқы қанығуы капиллярлық қысым функциясынан немесе қанығу қатынасынан есептеледі, ал үзіліссіз фазаның бастапқы қанығуы соңғы қанықтыру нүктесінде беріледі [2]. Қара мұнай теңдеулерін Дарси заңы ,бастапқы және шекаралық шарттарын қойып, әрбір компонент үшін массаның сақталуынан шығаруға болады [1].

Сызықты емес ағын теңдеулер жүйесін шешу үшін, модификацияланған Ньютон-Рафсон процедурасы қолданылады. Классикалық Ньютон-Рафсон процедурасымен салыстырғанда, қазіргі әдіс уақыт қадамына итерациялардың көбірек санын талап етеді, бірақ жалпы есептеу уақыты айтарлықтай қысқарады. Өзгертілген процедураның нұсқасы газ фазасының пайда болуы мен жоғалуы және айнымалыларды ауыстыру әдісімен пайдалану үшін ұсынылған [3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. A.F. Rasmussen, T.H. Sandve, K. Bao et al., The Open Porous Media flow reservoir simulator //Computers and Mathematics with Applications (2020), <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2020.05.014>.
2. Zhangxin Chen. Reservoir simulation : mathematical techniques in oil recovery// ISBN 978-0-898716-40-5 –1962
3. K.L. Farnstrom and T. Ertekin. A Versatile, Fully Implicit, Black Oil Simulator With Variable Bubble-Point Option// Society of Petroleum Engineers (SPE) SPE California Regional Meeting held in Ventura, California, April 8-10, 1987.

## «АУА-СУ» БУ СЫҒЫЛАТЫН ЖЫЛУ СОРҒЫСЫНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕРІ

Керейкулова А.Е., Ердеш Е.Б.

Ғылыми жетекші: Беляев Е.К., Ph.D

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

akereikulova@bk.ru

Жаңартылатын энергия көздерін дамыту, қазіргі энергияға сұранысты қанағаттандырудың маңызды тәсілі. Жылу көзі ауа болып табылатын жылу сорғылары энергия өндірудің ең көп қолданылатын технологиясы болып есептеледі.

Қазіргі кезде ауа-су жылу сорғылары бойынша алынған зерттеулер айтарлықтай нәтиже беруде. Соған байланысты, қоршаған орта энергиясын түрлендіре отырып, термодинамика заңдарына негізделген энергия өндіру құрылғылары пайдаланылады.

Бұл жұмыста ауа-су жылу сорғысының термодинамикалық моделімен қатар COP шамасына тікелей әсер ететін бес түрлі хладагенттің әсері қарастырылды. Аталған мәселені жылу потенциалы төмен хладагенттерді (GWP) қолдану арқылы шешуге болатындығы [1], [2] жұмыста көрсетілген.

Хладагенттер мүмкіндігінше қоршаған ортаға зияны аз және тиімділігі жоғары болатындай етіп таңдалынды [3]. Алдымен «Ауа-су» бу сығылатын жылу сорғысының термодинамикалық есептеулері жүргізілді. Бұл нәтижелер Python және Maple бағдарламалары арқылы алынды. Жүргізілген зерттеулер бойынша P-h диаграммалары құрылды. Қарастырылған R410A, R717, R134a, R290, R32 хладагенттерінің циклдік COP шамасы сәйкесінше 2.23, 2.55, 2.37, 2.34, 2.36. Сол сияқты осы көрсетілген хладагенттерге жүйелік COP шамасы сәйкесінше 1.67, 1.88, 1.76, 1.74, 1.75. COP дегеніміз жүйенің алынатын пайдалы жылу қуатының оның тұтынатын электр қуатының қатынасына тең шама. COP неғұрлым жоғары болса, жүйе соғұрлым тиімді болады.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Emmi G, Zarrella A, Carli MD, Galgaro A. An analysis of solar assisted ground source heat pumps in cold climates. *Energy Convers Manage* 2015;106:660–75
2. Energy, exergy, economic and environmental analysis of refrigerant charge in air source transcritical carbon dioxide heat pump water heater Yikai Wang, Zuliang Ye, Yulong Song, Xiang Yin, Feng Cao.
3. Numerical simulation on solar collector and cascade heat pump combi water heating systems in Kazakhstan climates Ye. Yerdesh, Z. Abdulina, A. Aliuly, Ye. Belyayev, M. Mohanraj, A. Kaltayev.

## АДСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ. АДСОРБЦИЯ ГАЗА АКТИВИРОВАННЫМ УГЛЕМ

**Мұхамбетов Қ.Б.**

**Научный руководитель: Берденова Б. А., PhD**

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби  
mukhambetov.kazbek@gmail.com

С каждым годом мировое потребление энергии неуклонно растет, и холодильные системы потребляют довольно значительную долю. При использовании процесса адсорбции для охлаждения, компрессор традиционных систем охлаждения заменяется на адсорбционный реактор, который работает на тепловой энергии. Это делает адсорбционные системы охлаждения полностью функциональным без электроснабжения, что позволяет использовать эту технологию в отдаленных неразвитых регионах и делает его эксплуатацию экологически безопасным.

Более того, процесс адсорбции находит применение в различных областях науки при создании новых технологий и техники. Например: хранение газа, тепловые насосы, улавливание  $CO_2$  и т. Д. Поэтому разные авторы разрабатывают и предлагают новые адсорбенты с улучшенными характеристиками. Точная оценка адсорбционных характеристик вновь синтезированных материалов играет очень важную роль в определении их термодинамических свойств и прогнозировании их характеристик при использовании в различных системах. Поэтому результаты исследования также могут быть использованы в других системах, связанных с адсорбцией [1, 2].

В работе рассматривается результат численного моделирования процесса адсорбции углекислого газа консолидированной таблеткой активированного угля. Решается упрощенная математическая модель, включающая в себя уравнение сохранения энергии и уравнение уравнение баланса массы адсорбированной фазы. При построении математической модели были сделаны следующие допущения: тепло адсорбции постоянно, теплопроводность и теплоемкость не зависят от количества адсорбированного вещества.

Численное исследование выполнено в цилиндрической системе координат. В работе для дискретизации уравнения с частными производными применялась явная схема. Получены графики изменения температуры во внутренних узлах таблетки. Анализируется поведение поля температуры.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ягодский, В. Д. Адсорбция: учебное пособие / В. Д. Ягодский. — 2-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020.
2. Холодильные машины /А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин, В. И. Пекарев, Л. С. Тимофеевский: под общ. ред. Л. С. Тимофеевского. - СПб.: Политехника, 1997 г.

## **БУ СЫҒЫЛАТЫН ЖЫЛУ СОРҒЫСЫ ЖЫЛУАЛМАСУ ПРОЦЕСТЕРІН ДИНАМИКАЛЫҚ ТҰРҒЫДА ПІШІНДЕУ**

**Өмірәлиева Н.М., Әлиұлы А.**

**Ғылыми жетекші: Тунгатарова М.С., Ph.D, Беляев Е.К., Ph.D**

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

nurzhaugan.omiraliyeva@gmail.com

Климаттың өзгеруі әсерінен таза энергия көздерін табу өзекті мәселе болып есептеледі. Соған байланысты қазіргі таңда көптеген баламалы жылыту технологиялары зерттелуде. Сондай технологияларға күн жылыту коллекторлары және жылу сорғысы жатады.

Жылу сорғысы ауадан, судан және грунттан (жер қыртысынан) жылу алу арқылы жұмыс істейді. Энергия көзі болып табылатын бұл үш негіздің ең тиімдісі – жер қыртысынан алынатын жылу көзі. Оған себеп – жер қыртысында температураның тұрақты болуы. Алайда, аталған конструкция құны экономикалық тиімсіз, және жер бедері қолайлы болмаған жағдайда (таулы мекендер) энергияны судан немесе ауадан алу жолдары қарастырылады.

Бір циклді жылу сорғысы өз кезегінде компрессордан, конденсатордан, ауа буландырғыштан және кеңейткіш клапаннан тұрады. Аталмыш жұмыста жылу көзі ауа болып табылатын бір циклді жылу сорғысының динамикалық моделі және жылу сорғысының бір бөлігі болып саналатын конденсатордағы конденсация процесі зерттелгендегі нәтижелер ұсынылған.

Бір циклді жылу сорғысының динамикалық моделі есебін шығару үшін MATLAB бағдарламасы, конденсатордағы процесті зерттеу мақсатында ANSYS бағдарламалық пакетіндегі Volume of Fluid (VOF) әдісі қолданылды. Тандалып алынған әдістің тиімділігі [1] жұмыста көрсетілген. Динамикалық модельден алынған есептеулер эксперименттік нәтижелермен сәйкес екендігін анықталды. Эксперименттік зерттеулер нәтижесі [2] жұмыста ұсынылған.

### **ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1. Chirag R. Kharangate, Issam Mudawar, Review of computational studies on boiling and condensation, International Journal of Heat and Mass Transfer Volume 108, Part , May 2017, Pages 1164-1196.
2. Yerdesh Ye., Abdulina Z., Aliuly A., Belyayev Ye., Kaltayev A., Numerical simulation on solar collector and cascade heat pump combi water heating systems in Kazakhstan climates, Renewable Energy Volume 145, January 2020, Pages 1222-1234.

## РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ ТЕПЛИЦЫ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ TRNSYS

Салкынбеков Д.С.

Научный руководитель: Тунгатарова М.С., PhD

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби

salkynbekov.damir@gmail.com

Последние годы и в целом цена на овощи и фрукты значительно возрастает с окончанием периода урожая. В связи с этим, важно развивать агропроекты в стране в целом и для каждого отдельно взятого города в частности, для снижения расценок в зимний сезон. Одним из решений является постройка теплиц вблизи области спроса.

Программный пакет TRNSYS является мощным инструментом для моделирования тепловых систем зданий в коммерческом и жилом секторе. Однако, есть не применённый потенциал в моделировании отопительной системы теплиц. Который был продемонстрирован и спроектирован в статье Ахамеда, где построили полную модель TRNSYS (включая все возможные источники и поглотители тепла) для прогнозирования переходной потребности в отоплении концептуальной солнечной теплицы (CSG) в китайском стиле для канадских прерий [1]. Ранее была сделана симуляционная модель CSGHEAT для оценки почасовой потребности в отоплении солнечной теплицы в китайском стиле [2].

В данной работе представлен расчет тепловой нагрузки для небольшой теплицы площадью 16 квадратных метров с учетом упрощенной модели баланса энергии. Получены графики ежемесячной тепловой нагрузки системы распределения тепла в разных регионах Казахстана.

Валидация модели является сложной задачей, поскольку коммерческие теплицы не хранят подробные данные характеристик системы климата. Поэтому эта цель остаётся на потом в связи нехватки материала.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Md Shamim Ahamed, Huiqing Guo, Karen Tanino. "Modeling heating demands in a Chinese-style solar greenhouse using the transient building energy simulation model TRNSYS" // Journal of Building Engineering Volume 29, May 2020, 101114
2. Md Shamim Ahamed, Huiqing Guo, Karen Tanino. "Development of a thermal model for simulation of supplemental heating requirements in Chinese-style solar greenhouses" // Computers and Electronics in Agriculture Volume 150, July 2018, Pages 235-244

# ADVANCED EXPERIMENTAL STUDIES OF TRANSFER PHENOMENA. LASER-INDUCED FLUORESCENCE THERMOMETRY MEASUREMENTS

**D.B. Abdullayeva, A.A. Amangeldi**

Under the guidance of O. Caballina

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty

dinara.abdullayeva23@gmail.com, saatchi190499@gmail.com

The LIF method is widely used in various fields of science and process engineering. One of which is Laser-Induced Fluorescence thermometry measurements. The principle of LIF is based on the spontaneous emission of photons by the molecules of a tracer, as a result of the absorption of laser radiation [1].

During the research work, the LIF fluorescence technique was realized and used for laser-induced fluorescence, in a liquid medium. The aim of the work was to see how the exploitation of the fluorescence signal in the liquid phase makes it possible to access the temperature of this liquid. By adding the dye liquid to be characterized and causing the fluorescence to evolve by exciting the dye with a laser beam, it has been seen how the use of the fluorescence signal in the liquid phase allows access to the temperature of that liquid. The emission spectra of the dyes were recorded at temperatures ranging from 20° to 42° C. The fluorescence intensity, collected on a spectral band was expressed by [2]:

$$I_{fi} = K_{opt,i} K_{spec,i} V_c I_o C f_i(T)$$

where  $K_{opt,i}$  is an optical constant,  $K_{spec,i}$  is a constant that characterizes the fluorescence properties of the tracer in its solvent,  $I_o$  the laser excitation intensity,  $C$  the tracer concentration,  $T$  the absolute temperature,  $V_c$  the fluorescence probe volume [3-4].

Monochromatic laser source  $\lambda = 532$  nm (green) for fluorescence induction. And it was noticed that for fluorescence the fluorescence signal increases strongly with increasing temperature, and for KR fluorescence signal decreases with increasing temperature. In this work, for measuring the temperature of liquids, it is usually assumed that there is a proportionality between the fluorescence signal and the laser light. When testing this hypothesis (which is almost always the case in the case of cw-lasers), the fluorescence coefficient makes it possible to completely eliminate the influence of the laser intensity. Thus, the relevance of this work is fully justified for measurements carried out under experimental conditions, when it is impossible to control laser radiation. When pulsed lasers are used to excite fluorescence, their brightness usually exceeds the saturation intensity of conventional fluorescent dyes. Consequently, the fluorescence signal loses its linear dependence on laser radiation. What we saw during the work.

## REFERENCES

1. Mira CHITT. Simultaneous measurements of velocity and temperature by non- intrusive optical methods in a complex geometry: Application to the upper plenum of the sodium cooled reactor ASTRID. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay. NNT: 2019SACLS598
2. Lavieille P, Lemoine F, Lebouche M, Lavergne G (2001) Evaporating and combusting droplet temperature measurements using two- color laser-induced fluorescence. *Exp Fluids* 31:45–55
3. Castanet G, Lavieille P, Lebouche M, Lemoine F (2003) Measure- ment of the temperature distribution within monodisperse combusting droplets in linear streams using two-color laser-induced fluorescence. *Exp Fluids* 35:563–571
4. Alexandre Labergue, Valérie Deprédurand, Alain Delconte, Guillaume Castanet, Fabrice Lemoine. New insight into two-color LIF thermometry applied to temperature measurements of droplets. *Experiments in Fluids*, Springer Verlag (Germany), 2010, 49 (2), pp.547 - 556. 10.1007/s00348-010-0828-x . hal-01570426



# MRI IMAGING AND VELOCIMETRY MEASUREMENTS IN POROUS AND VELOCITY MODULES

**D.B. Abdullayeva, A.A. Amangeldi**

**Under the guidance of prof. Jean-Christophe Perrin**

Al-Farabi Kazakh National University

University of Lorraine, Nancy

e-mail: dinara.abdullayeva23@gmail.com

saatchi190499@gmail.com

MRI and PIV methods are quite commonly used in the field of medicine in the study of vessels and arteries, but also in the field of porous media in industry. Magnetic resonance imaging (MRI) has recently been recognised as an important technique for the study and development of products and processes [1]. The use of these techniques has allowed important information on the flow and microstructure of multiphase systems of interest to the fields of medicine and health care, as well as chemical engineering and the mining and food industries.

In this paper the system we studied consists of two separate parts: "porous module" and "speed module". A peristaltic pump is connected to the inlet, which provides a constant flow of water through the system under investigation (from right to left). The aim of this study was to investigate the performance of the spectrometer using standard imaging techniques based on spin and gradient echo signals to investigate the two parts of the porous module and velocity module system [2-4].

A series of 20 slices of different thicknesses were made. The porosity in each slice was calculated and porosity profiles were drawn along the 20 slices. The average porosity of each series was calculated using basic image processing: velocity maps were measured in different sections of the velocity module. The flow velocities at the pump inlet and in total in both pipes were compared. Data processing was done using the Python programming language. Where a model of fluid velocity in a porous medium was derived.

## REFERENCES

1. Jean-Christophe Perrin. Mesure de vitesse (advection) par RMN. Laboratoire LEMTA (bureau 005 rouge), jean-christophe.perrin@univ-lorraine.fr
2. M. A. d'Avila\*; R. L. Powell; R. J. Phillips; N. C. Shapley; J. H. Walton; S. R. Dungan. Magnetic resonance imaging (MRI): a technique to study flow and microstructure of concentrated emulsions. <https://doi.org/10.1590/S0104-66322005000100006>
3. Kim, D.; Kang, J.; Adeeb, E.; Lee, G.-H.; Yang, D.H.; Ha, H. Comparison of Four-Dimensional Flow Magnetic Resonance Imaging and Particle Image Velocimetry to Quantify Velocity and Turbulence Parameters. *Fluids* 2021, 6, 277. <https://doi.org/10.3390/fluids6080277>
4. A.V. S. Oliveira, D. Stemmelen, S. Leclerc, T. Glantz, A. Labergue, G. Repetto, M. Gradeck. Vélométrie IRM 3D dans un assemblage de combustible nucléaire pour la simulation d'un accident de refroidissement (LEMTA, coll. IRSN)

# ХИМИЯЛЫҚ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ АРҚЫЛЫ ГЕТЕРОГЕНДІ МҰНАЙ ҚАБАТТАРЫНДА ASP ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ

**Көдебай І.А.**

**Ғылыми жетекші: Туралина Д.Е. ф.-м. ғ.к., м.а. доцент**  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті  
ilias.kodebay@gmail.com

Мұнай өндіруді ұлғайтудың қазіргі заманғы әдістерін қолданудың шектеулілігі бүгінгі таңда резервуардағы мұнайдың тек 1/3 бөлігі алынатындығына әкеледі. Бұл қалдық мұнайды алуға бағытталған жаңа технологияларды қарқынды дамыту және енгізу қажеттілігін көрсетеді[1].

Соңғы уақытта бұл бағыттағы ең үлкен тиімділік мұнай өндіруді арттырудың физика-химиялық әдістерін көрсетті, олардың бірі ASP-су басу технологиясы. Басқа әдістермен салыстырғанда, бұл технология резервуарға жан-жақты әсер етуге мүмкіндік береді: сонымен бірге резервуардың су басу коэффициентін және мұнайдың ығысу коэффициентін арттырады. Бұл әдістің мәні үш негізгі компонентті қамтитын көп функциялы композиттік құрамның көмегімен мұнайды ығыстыру болып табылады: беттік-белсенді заттар, полимерлер және сілтілер. Химиялық компоненттердің мұндай сулы ерітіндісі полимердің арқасында композициялық ерітіндінің тұтқырлығын арттыру және үстіңгі белсенді заттар мен сілтілердің көмегімен беттік керілуді азайту арқылы көмірсутектердің мүмкін болатын ығысуын арттыруға мүмкіндік береді[2].

Бұл жұмыстың өзектілігі: мұнай өндіруді арттырудың дәстүрлі әдістерінің орнына ASP-суландыру технологиясын қолдану.

Жұмыстың мақсаты мұнай кен орындарында әртүрлі геологиялық жағдайларда ASP-суландыру технологиясын қолданудың тиімділігін талдау болып табылады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Нажису, Ерофеев В. И. Исследование и применение комплексной технологии заводнения для повышения нефтеотдачи пластов // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 10. – С. 96–100.
2. Olajire A. Review of ASP EOR (alkaline surfactant polymer enhanced oil recovery) technology in the petroleum industry: Prospects and challenges. / Olajire A. // Pergamon-Elsevier science ltd, the Boulevard, Langford lane, Kidlington, Oxford OX5 1gb, England. - 1 December 2014 – P. 963-982.

**ТЕОРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛЫ МЕХАНИКА**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**  
**THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS**

## ФРИКЦИОНДЫ МУФТАСЫ БАР АДАПТИВТІ БЕРІЛІС ВАРИАТОРЫ

Абрешова Гүлмира Нұрланқызы  
Ғылыми жетекші: профессор Иванов К.С.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті  
gulmira.abdreshova.82@mail.ru

Екі еркіндік дәрежесі және бір кірісі бар кинематикалық тізбек жылдамдықтарды ескеретін дифференциалды шектеу болған жағдайда ғана қозғалысты анықтау мүмкіндігіне ие болуы мүмкін. Мұндай тізбек күшке бейімделудің принципті жаңа қасиеті бар механизм болып табылады.

Мақалада екі қозғалмалы бейімделу механизмдерінің кинематикалық және күштік талдауы берілген және дифференциалды байланысты тиімді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін қозғалыстың анықталуы принципі көрсетілген.

Зерттеу объектісі бір кіріс және бір шығысы бар екі еркіндік дәрежесі бар кинематикалық тізбек болып табылады.

Жақында осындай кинематикалық тізбекті үздіксіз айнымалы беріліс қорабын (CVT) жасау үшін қолдануға әрекет жасалды. Осы мақсатта әртүрлі тәсілдер қолданылады – гидродинамикалық түрлендіргішті дифференциалды беріліс механизмімен бірге пайдалану, үйкеліс вариаторын орталықтан тепкіш реттеумен бірге пайдалану, гидравликалық түрлендіргішсіз планетарлық механизмді пайдалану. Өнертапқыштардың негізгі мақсаты - басқару диапазоны кең және жоғары тиімділікпен жинақы қадамсыз CVT жасау [1,2].

### Екі еркіндік дәрежесі және бір кірісі бар кинематикалық тізбек

Бастапқы кинематикалық тізбек түбегейлі жаңа механизмекі еркіндік дәрежесі бар және бір кірісте 0-баған, кіріс тасымалдаушысы бар  $H_1$ , 1-2-3-6-5-4 тісті доңғалақтары және шығыс тасығышы бар жылжымалы тұйық контур  $H_2$ . Қозғалысы нөлдік жабық контурда спутник 2, күн доңғалақтары блогы 1-4, сақиналы дөңгелектер блогы 3-6 және спутник 5 бар.  $H_1$  және  $H_2$  механизмнің бастапқы буындары болып табылады. Бастапқы сілтемелер бұрыштық жылдамдықтарды беруі мүмкін  $\omega_{H1}$  және  $\omega_{H2}$  және берілген күш моменттері  $M_{H1}$  және  $M_{H2}$ . Момент  $M_{H1} = const$ , момент  $M_{H2}$  берілген ауқымда әртүрлі мәндерді қабылдай алады [3].

Сызықтық кинематикалық және қуат параметрлері:

$V_B = \omega_{H1} r_{H1}$ ,  $V_K = \omega_{H2} r_{H2}$ ,  $F_{H1} = M_{H1} / r_{H1}$ ,  $F_{H2} = M_{H2} / r_{H2}$ . Мұнда  $r_{H1}$ ,  $r_{H2}$  - нүкте радиустары  $B$ ,  $K$  күштерді қолдану.

Электр қозғалтқышы мен адаптивті механикалық түрлендіргіші (басқару жүйесі жоқ) бар өзін-өзі реттейтін адаптивті электр жетегі тиімді электромеханикалық жүйе болып табылады. Жетектегі басқару жүйесінің болмауы дизайнды айтарлықтай жеңілдетеді және оның сенімділігін арттырады.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Weyns D. An Introduction to Self-adaptive Systems: A Contemporary Software Engineering Perspective. Wiley – IEEE. 2020. 288 p.
2. Bollinger J. G. Advanced Drives and Control of Robotics. CIRP Annals. Volume 34, Issue 2, Elsevier. 2020, P. 565-575.
2. Ivanov K.S. Electromechanical Adaptive Drive. No 901080. Transactions of 7-th International Symposium on Energy. Manchester. UK. 1917. PP 239-246.
3. Ivanov K.S. Prospects of Creation of Mechanisms with Two Degree of Freedom. IFToMM World Congress on Mechanism and Machine Science. Advances in Mechanism and Machine Science. Springer Nature Switzerland AG 2019. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20131-9\\_93](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20131-9_93). PP 937-946.

## ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНДЕГІ ДЕРБЕС ШЕШІМДЕРДІ ТАЛДАУ

**Батырбек А. Ж.**

**Ғылыми жетекші: Ф.-м.ғ.д., профессор- Минглибаев М.Дж.**

**Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан**

**e-mail: alinaizat00@mail.com**

Екі үлкен аспан денесінің гравитациялық өрісіндегі кішігірім табиғи немесе жасанды аспан денесінің қозғалысы белгілі шектеулі үш дене мәселесінің математикалық моделімен жақсы сипатталған. Бұл мәселенің қорытынды түрінде жалпы аналитикалық шешімі болмағандықтан, бұл мәселенің көптеген аспектілері әртүрлі сапалы және сандық әдістермен зерттелуде. Жаңа нақты аналитикалық шешімдерді іздеу өзекті мәселе болып табылады. Бұл жұмыста барицентрлік координаталар жүйесінде классикалық шектелген үш дене мәселесі қарастырылған[1]. Осы мәселенің дербес жағдайы қозғалыс кезінде үш дене барлық уақытта теңбүйірлі үшбұрыш жасайтын жағдайы зерттелінген. Бұл дербес жағдайда, барицентрлік координата жүйесінде, негізгі дененің массасыз денеге әсер ететін қосынды Ньютондық тарту күші әрқашан да центрлік күш екені нақтыланған[2]. Негізгі екі дененің массасыз денеге әсер ететін қосынды Ньютондық тарту күші әрқашан да центрлік күш екені болуы үшін үш дене теңбүйірлі үшбұрыш жасауы қажетті және жеткілікті. Бұл жағдайда барлық уақытта теңбүйірлі үшбұрыштың төбесінде массасыз дене орналасқан. Осы дербес жағдайдың теңбүйірлі шектелген үш дене мәселесі ретінде мәселенің қойылымы қалыптасқан[3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Маршал К. Задача трех тел. – М.: Ижевск: Инст. Комп. Иссл., 2004 -640с.
2. Маркеев А.П. Точки либрации в небесной механике и космодинамике. М.: Наука, 1978.-312с.
3. Себехей В. Теория орбит. Ограниченная задача трех тел.- М.: Наука, 1982. 656с.

# МИКРОКЛОНДЫҚ КӨБЕЮ КЕЗІНДЕ МИКРО ӨСІНДІЛЕРДІ IN VITRO ТАСЫМАЛДАУ КОНТЕЙНЕРІНЕН ТОПЫРАҚПЕН ЖҰМЫС КОНТЕЙНЕРІНЕ АУЫСТЫРУҒА АРНАЛҒАН РОБОТТЫҚ КЕШЕН ЖҰМЫСЫ

Бахиева К.

Ғылыми жетекшісі: PhD, Каимов С.Т.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

*kalima06@mail.ru*

Қазақстан Республикасындағы көгалдандыру мәселесін шешудің түбегейлі шешімдерінің бірі ағаш тұқымдас өсімдіктерді кейіннен масштабтау арқылы микрокөбейту арқылы отандық жоғары сапалы отырғызу материалын алу болып табылады. Өсімдіктерді микрокөбейтуді жүзеге асыратын адамдарды ауыстыру технологиялық тұрғыдан қарапайым да, экономикалық тұрғыдан да мүмкін емес (Sluis C.J., 2008). Осыған байланысты өсімдіктерді микрокөбейтудің технологиялық процесі басты мәселе болып табылады. Сынақ кезінде микропроцессорларды in vitro режимінде құрылғының резервуарынан топырақ жамылғысы бар жұмыс резервуарына ауыстыру үшін инновациялық роботты манипуляциялық құрылғыны құрудың маңызы артып келеді. In vitro процестерінде жағдайлар жасанды және олар in vivo ортаны қалпына келтіру болып табылады [1].

Дүние жүзіндегі табиғи ресурстардың жойылуы мен тозуының негізгі себебі қалалардың өнеркәсіптік дамуы болып табылады. Урбанизация өсімдіктердің түр құрамын, атмосфераны және топырақ жамылғысын басқарады. Биоәртүрліліктің нашарлауы нәтижесінде қоршаған ортаға, соның салдарынан адамға қысым күшейеді. Осы себепті қалалардың экологиялық жағдайын жақсарту үшін мәселелердің шешімін табудың өзектілігі тек артып келеді (Имам А.У.К., 2016). Көгалдандырудағы негізгі құралдардың бірі – ағаштарды отырғызу. Ағаш екпелері қалалардағы экологиялық жағдайды тұрақтандыру тетіктерінің бірі болып табылады. Олар ауадан әртүрлі химиялық токсиндерді сіңіреді, қаланың микроклиматының қалыптасуына қатысады және адамды қолайсыз климаттық әсерлерден қорғауды қамтамасыз етеді (Рей Бенаяс Дж.М., 2012; Джим Си Ю, 2013; Каринанос П., 2017; Дженнингс В., 2019) [2].

Алынған зерттеу нәтижелері отандық ғалымдардың ғылыми-техникалық әлеуетіне және бәсекеге қабілеттілігіне әсер етеді, өйткені әлемде және Қазақстанда өсімдіктерді көп мөлшерде алуға мүмкіндік беретін микроклондық өсімдіктерді көбейту технологиясын жаппай өндіріске автоматтандыруға қатысты зерттеулер жүргізілмеген. Отырғызу материалдарының құнын төмендету. Сондай-ақ, ғылыми-зерттеу жұмыстарының практикалық нәтижелері (инновациялық роботтық кешен) елді көгалдандыру үшін шетелден ағаш өсімдіктерінің отырғызу материалдарын импорттауды азайтады. Осыған байланысты ағаш тектес өсімдіктер үшін отандық жоғары сапалы отырғызу материалына деген қажеттілік артады [3].

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Carinanos P., Calaza-Martínez P., O'Brien L., Calfapietra C. The cost of greening: disservices of urban trees // In The Urban Forest. – 2017. – P. 79-87. (<https://www.springerprofessional.de/en/the-cost-of-greening-disservices-of-urban-trees/12095058> )
2. Kakimzhanova A., Karimova V., Nurtaza A. Commercialization of the technology of microclonal propagation of tree plants for industrial use for greening in cities // Journal of Biotechnology. Volume 256, Supplement 30, 2017, - P. 107.

## ҮШ ЕРКІНДІК ДӘРЕЖЕЛІ ПАРАЛЛЕЛЬ МАНИПУЛЯТОРДЫ ЗЕРТТЕУ

Әзіл З. Н.

Ғылыми жетекші: проф. Байгунчеков Ж. Ж.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
e-mail: zamanbek.nurken@mail.ru

**Параллель манипулятор** – бұл бір платформаны немесе жұмыс органын қолдау үшін компьютермен басқарылатын бірнеше тізбекті қолданатын механикалық жүйе. Параллель манипулятор әр тізбек әдетте қысқа, қарапайым және осылайша тізбекті манипулятормен салыстырғанда қажетсіз қозғалысқа қарсы қатаң болуы мүмкін етіп жасалған. Манипулятор объектіні 3 еркіндік дәрежесімен, X және Y қозғалыстарының 3 координатасымен және Z бұрылыстарымен толық қабілет үшін жылжыта алады. Осы құрылғылардың негізгі өнеркәсіптегі қолданулары:

- Авиасимуляторлар
- Автомобиль тренажерлері
- Паралель Робот жүйелері

Сондай-ақ параллель манипуляторлар негіздері баспа платаларын құрастыруда, параллель роботтарда негізгі бөлігі ретінде, фрезерлік станоктар ретінде кеңінен қолданылады. Алайда параллельді манипуляторлардың сериялық манипуляторлармен салыстырғанда кемшілігі олардың шектеулі Жұмыс кеңістігі болып табылады. Сериялық манипуляторларға келетін болсақ, жұмыс кеңістігі құрылымның геометриялық және механикалық шектерімен шектеледі (аяқтың максималды және минималды ұзындығы арасындағы соқтығысу). Жұмыс кеңістігі сонымен қатар кейбір қозғалыс траекториялары үшін аяқтың ұзындығының өзгеруі позицияның өзгеруіне қарағанда шексіз аз болатын позициялардың болуымен шектеледі. Керісінше, ерекше позицияда жұмыс органына қолданылатын күш (мысалы, ауырлық күші) аяқтардағы шексіз үлкен шектеулерді тудырады, бұл манипулятордың өзіндік "жарылысына" әкелуі мүмкін. Арнайы позицияларды анықтау қиын(жалпы параллель манипулятор үшін бұл ашық мәселе). Бұл параллель манипуляторлардың жұмыс кеңістігі, әдетте, сингулярлық жоқ екендігі белгілі шағын аймақпен жасанды түрде шектелетінін білдіреді.. Қажетті манипуляцияны орындауға байланысты есептеулер (тікелей кинематика) әдетте күрделірек және көптеген шешімдерге әкелуі мүмкін.

### Қолданылған программа:

MATLAB  
SOLIDWORKS

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Гогу, Григоре (2008). Параллель роботтардың құрылымдық синтезі, 1 бөлім: Өдістеме.
2. Параллель Манипулятор и его строение URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Parallel\\_manipulator](https://en.wikipedia.org/wiki/Parallel_manipulator)
3. Галлардо-Альварадо, Дж. (2016). Бұрандалардың алгебралық теориясын қолдана отырып, параллель манипуляторларды кинематикалық талдау

## ARDUINO НЕГІЗІНДЕГІ СМАРТФОНМЕН БАСҚАРЫЛАТЫН РОБОТ-АВТОМОБИЛЬ ҚҰРАСТЫРУ

Бәкір Д.

Ғылыми жетекші: Жетенбаев Н.Т., магистр, оқытушы.

Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті

Телекоммуникация және ғарыштық инженерия институты

b.didar@aes.kz

Қазіргі уақытта смартфондарды көптеген электрлік және электронды құрылғыларды, соның ішінде қозғалтқыштарды, музыкалық жүйелерді және жарықтандыруды басқару үшін пайдалануға болады. Смартфон – дәстүрлі тәсілдерді толығымен өзгертті адам мен машинаның өзара әрекеттесуін. Смартфон қазір адам өмірінің маңызды бөлігі. Android – бұл бағдарламалық жасақтама мобильді құрылғыларға арналған платформа, оған мыналар кіреді операциялық жүйе, аралық бағдарламалық жасақтама және негізгі қосымшалар. Android – қауіпсіз және сенімді операциялық жүйе. Барлық оның негізгі құралдары бағдарламалық жасақтамада біріктірілген [1].

Бұл жұмыста – Arduino UNO қосымшасы орнатылған Android смартфоны арқылы басқаруға болатын негізінде робот машинасын ұсынамыз. Бұл роботты Bluetooth модулін пайдаланып смартфоннан пәрмендер арқылы басқарамыз.

Arduino UNO тақтасындағы ATmega328 чипі бағдарламаны чипке сыртқы бағдарламасыз жазуға мүмкіндік беретін жүктеушімен бірге келеді. Чип бағдарламаланғаннан кейін оны тақтадан шығарады. Тақта USB қосылымынан немесе батареялар немесе айнымалы болмаса тұрақты ток адаптерлері сияқты сыртқы қуат көзінен қуат ала алады. Қуат көзін *Vin* контактісіне қосқаннан кейін Arduino тақтасының тиісті контактілерінде реттелетін 5 В және 3,3 В тұрақты ток алынады. 5V HC-05 Bluetooth модулін қосу үшін қолданылады.

0 (RX) және 1 (TX) Arduino сериялық контактілері HC-05 модулімен байланыс үшін қолданылады. 4-тен 7-ге дейінгі контактілер L293D IC *h* - көпір қозғалтқышының драйверіне қосылған. Осы төрт контактінің 5 және 6 контактілері *Asc car* эскизінде анықталған Analog Write функциясын қолдана отырып, 8 биттік PWM шығуын қамтамасыз етеді.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Balendu Teterbay., Akshay Bhati., Ayush Srivastava., Dr. Abhay A. Deshpande, «Smartphone Controlled Multipurpose Robot Car», International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), <http://www.ijert.org> ISSN: 2278-0181 Vol. 9 Issue 05, May-2020.



## ТЫҒЫЗ ЕКІ ДЕНЕ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ТОЛҚЫНДЫҚ ӘСЕРЛЕСУЛЕР

Ергалиев Д.С.

Ғылыми жетекші: Ф.-м.ғ.д., профессор - Минглибаев М.Дж.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

e-mail: ergalievdaulet9@gmail.com

Классикалық теориялық механикада Ньютонның гравитациялық күштердің әсерінен қозғалытын екі дене қозғалысы қарастырылып толық шешімі табылған. Алайда теориялық механикада денелерді абсолют қатты дене немесе материялық нүкте ретінде алатындықтан денелердің бетінде болатын деформацияларды елемейді [1]. Мысалы ретінде теңізде пайда болатын толқындарды айтуға болады. Айдын тарту күші әсерінен жер беті деформацияланады, теңізде пайда болатын толқындардан оны анық көреміз, алайда материктерде де жер бетінде пайда болатын тербелістерді көре аламыз. Бірақ платамыздың барлық бөліктеріне бір уақытта бірдей айдын тарту күші әсер етпейді. Ай тарту күшінің максималды мәні зенитте, ал минималды күші надирде байқалды. Осындай Осының әсерінен планетаның ауырлық центрі аралық орында болады [2]. Жер бетіндегі осындай толқындардың әсерлесуін зеттеу өзекті мәселелердің бірі болып табылады, осы арқылы жер мен айдың қозғалысынан бөлек, көптеген тығыз жүйелердің қозғалыстарын дәлірек біліп модельдей аламыз [3].

Ол үшін ұйытқуы бар екі дене қозғалыс теңдеулерін қарастырамыз, ал ұйытқушы күш ретінде айдын әсерінен болатын ұйытқушы күшіті аламыз. Қозғалыс теңдеулерін Лагранж әдісі арқылы табамыз. Бұл әдіс бойынша ұйытқуы жоқ екі дене қозғалыс теңдеулеріндегі орбита элементтерін уақыттан тәуелді функция ретінде болжап, оны өрнектейміз және уақыттан тәуелді өзгеріс графиктерін аламыз.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Г.Н.Дубошин. Небесная механика. Основные задачи и методы. 1968, 611 – бет.
2. Справочное руководство по небесной механике. Москва 1976, 619 – бет
3. Е.П.Аксенов. Теория движения искусственных спутников земли. 1977, 211 – бет.

## НЕГІЗГІ ҰЙТҚУШЫ КҮШТЕРДІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫ ТОПТАМАСЫ ҚОЗҒАЛЫСЫН ЗЕРТТЕУ

**Ерғазы Ж.Н.**  
**Ғылыми жетекші: доцент м.а., PhD, Калиева Н.Б.**  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті  
e-mail: yergaziyevaaaa@gmail.com

Бірнеше ғарыш аппараттарының топтасқан қозғалысының қалыптасуы ғарыштық технологияларда маңызды қызығушылық тудырды. Ғарыш аппараттарының топтамасына кіретін аппараттар өте жоғары өнімділікпен қамтамасыз ете алады. Біз жетекші/ізбасар (leader/follower) архитектурасы бойынша LEO орбитасында жақын орналасқан екі ғарыш аппаратынан тұратын топтаманың ұшуын зерттейміз. Жетекші / ізбасарды координациялау әдістерінде бір жетекшінің ғарыш кемесі тандалған орбитада басқарылады, ал топтамадағы ізбасар сол көшбасшыға қатысты өзінің салыстырмалы қозғалысын басқарады [1]. Бұл тәсіл дәстүрлі кезеңдік маневрлер жетекші аппаратты қажетті орбитада немесе жер жолында ұстауға мүмкіндік береді, ал топтамадағы қалған аппараттар көшбасшыға қатысты салыстырмалы күйін бақылайды [2].

Үш дене мәселесі интегралданбайды, яғни жалпы шешімі жоқ. Сондықтан динамикалық қозғалыстың бастапқы теңдеулерінде белгілі бір мүшелердің шама ретімен қажетті жеңілдетулер жасалады. Мысалы, Жердің, Айдың және бір жасанды серігінің үш денелі жүйесінде жасанды серігінің массасы басқа екі денеге қарағанда әлдеқайда аз екені анық. Бұл жағдай шектелген мәселеге тікелей әкеледі. Енді Жер орбитасында екі бірдей спутникті елестетейік. Бұл жүйеде екі спутниктің жиынтық массасы әлі де Жердікінен әлдеқайда аз. Осыны ескере отырып, Хилл проблемасы және Клохесси мен Вилтширдің арасындағы қысқа қашықтықтағы ғарыш аппараттарының кездесуі мен түйісуін зерттейтін сызықтандыру моделі ұшу динамикасының қалыптасуының негізі болды. Хилл – Клохесси – Вилтшир (HCW) теңдеулері жоғары дәлдікке ие, өйткені салыстырмалы қозғалыс пен уақыт шкаласы салыстырмалы түрде кішкентай және бұзылуға онша әсер етпейді [3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Breger, L. S., Inalhan, G., Tillerson, M., and How, J. P., “Cooperative Spacecraft Formation Flying: Model Predictive Control With Open- And Closed-Loop Robustness”, in Gurfil, P. (Ed.) Modern Astrodynamics, 2006.
2. Wang, D., Wu, B., & Poh, E. Kee. Satellite Formation Flying: Relative Dynamics, Formation Design, Fuel Optimal Maneuvers and Formation Maintenance. 1st ed. Springer Science+Business Media Singapore 2017.
3. G. Gaias and C. Colombo, “Analytical framework for precise relative motion in low earth orbits,” Journal of Guidance, Control, and Dynamics, vol. 43, no. 1, pp. 1–13, 2020.

## **АНАЛИЗ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ**

**Жексенбеков С.Р., Уйсимбаев Е.Б.**

**Научный руководитель: Ким А.В., к.т.н., доцент**  
Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби  
Seka170393@mail.ru

Актуальной проблемой в робототехнике является создание транспортных роботов, способных эвакуировать пострадавших из опасных районов. Для создания таких роботов необходимо выполнить следующие задачи: разработать требования к автономным платформам, используемым в спасательных роботах, разработать универсальную роботизированную платформу, на которую можно установить навигационное и диагностическое оборудование, а также различные датчики, в зависимости от конкретной задачи, стоящей перед платформой, разработать блок-схему поведения платформы, создание и тестирование спасательного робота на основе разработанной платформы [1].

Многие компании уже начали производство автономных мобильных платформ для бездорожья. Большинство из них представляют собой колесные платформы, которые используют лидарную технологию для детального сканирования окружающей среды. Такая установка очень эффективна, однако стоимость лидарных датчиков, а также вычислительная мощность, необходимая для работы таких датчиков, могут быть серьезным недостатком таких систем. Алгоритмы, используемые в таких платформах, не совсем отличаются от тех, которые используются в контролируемых или даже виртуальных средах.

Идея алгоритма, используемого на автономной мобильной платформе, возникла еще до того, как начался обзор литературы и исследование уже существующих решений. Только после выполнения некоторых испытаний оборудования платформы с использованием базовой версии алгоритма был обнаружен существующий метод навигации с использованием ультразвуковых датчиков (метод виртуального силового поля). Основанный на методе виртуального силового поля, алгоритм навигации был доведен до его окончательной формы. Сам по себе алгоритм обхода препятствий не способен справиться со всеми проблемами, стоящими перед платформой, использующей только ультразвуковые датчики. В отличие от городской среды, в условиях бездорожья существует огромное количество различных типов препятствий, некоторые из них совершенно непреодолимы, такие как стволы деревьев и густая растительность, в то время как некоторые из них можно преодолеть, просто переехав через них, но все еще регистрируются ультразвуковыми датчиками как непроходимая стена. Для таких случаев на платформе существует система визуального распознавания препятствий [2].

Итак, алгоритм, используемый для навигации, представляет собой сильно модифицированный метод виртуального силового поля. Платформа использует GPS, компас, ультразвуковой датчик и камеры для навигации практически по любой достаточно пересеченной местности. Платформа также может использоваться с ранее разработанным разведывательным роботом, который значительно расширяет диапазон операций, в которых может работать спасательная платформа, а также предоставляет ценную оперативную информацию.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Звонарев Д.А. Управление мобильным роботом с электрическим двигателем / Д.А. Звонарев. – 2011. – с. 368 – 372.
2. Бурдаков С.Ф. Алгоритмы управления движением мобильного робота в задаче преследования // – 2014. – с. 49 – 58.

# МАССАЛАРЫ АЙНЫМАЛЫ ЭКЗОПЛАНЕТА ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЭВОЛЮЦИЯЛЫҚ ТЕНДЕУЛЕРІ

Кошербаева А. Б.

Ғылыми жетекшісі: ф.-м.ғ.д., профессор Минглибаев М.Дж.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

kosherbaevaayken@gmail.com

Экзопланеталы жүйелердің динамикалық эволюциясын зерттеу астродинамикада және аспан механикасында өзекті мәселе болып табылады. Бүгінгі таңда шамамен 5000-ға жуық экзопланеталар тіркелген [1]. Экзопланеталардың құрылуының бейстационар кезеңіндегі эволюциясын зерттеу галактикамыздың даму динамикасын түсінуімізге мүмкіндік береді. Денелердің массасы изотропты түрде әртүрлі қарқынмен өзгереді деп болжап, аспан денелерінің массалар айнымалылығының экзопланеталы жүйелердің динамикалық эволюциясына әсерін зеттейміз.

Көп дене мәселесін салыстырмалы координаталар жүйесінде қарастырдық. Барлық сфералық симметриялы  $n$  дене өзара Ньютон заңдылығы бойынша әсерлеседі. Орталық жұлдыздың төңірегінде айнала қозғалыс жасайтын  $n$  планеталардың квазиэллиптикалық орбиталары өзара қиылыспайды деп санаймыз. Массалардың өзгеру заңдылығын уақыттан тәуелді, белгілі функциялар деп есептеміз.  $n$  планеталардың дифференциалдық қозғалыс теңдеуі [2] жұмыста салыстырмалы координаталар жүйесінде келтірілген. Квазиконустық қима бойынша аперидтық қозғалыс негізінде канондық ұйытқу теория әдістері қолданылған [3]. Эксцентриситет аналогтары мен орбита көлбеулігінің аналогтары жеткілікті түрде кіші шама болған кезде [4] жұмысында алынған ұйытқу қозғалысының канондық теңдеулері планета жүйелерінің динамикалық эволюциясын сипаттауға мүмкіндік береді. Пуанкаре айнымалылары арқылы алынған ғасырлық ұйытқулар  $4n$  автономды емес сызықты дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі ретінде анықталады.

Мысал ретінде үш планеталы  $K2-3$  экзожүйесінің эволюциясын стационар емес кезеңде қарастырамыз. Бұл жүйенің ғасырлық ұйытқуын анықтау үшін сан жағынан 12-ге тең автономды емес сызықты дифференциалды теңдеулер жүйесін сандық тәсілдермен шешу қажет.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://exoplanets.nasa.gov/>
2. Минглибаев М. Дж., Кошербаева А. Б. Equations of planetary systems motion // Известия НАН РК, серия физико-математическая., 2020, № 6. с. 53-60.
3. Минглибаев М.Дж. Динамика гравитирующих тел с переменными массами и размерами. Поступательное и поступательно-вращательное движение. LAP LAMBERT Academic Publishing, Германия, 2012, с. 229.
4. Prokopenya A. N., Minglibayev M. Zh., Kosherbaeva A. B. Derivation of Evolutionary Equations in the Many-Body Problem with Isotropically Varying Masses Using Computer Algebra // Programming and Computer Software. -2022. -Vol. 48(2). -P.107–115. DOI: 10.1134/S0361768822020098

# **3D МОДЕЛИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО БАЛАНСИРУЮЩЕГО ДВУХКОЛЕСНОГО РОБОТА В СРЕДЕ MATLAB&SIMULINK**

**Махсүтова А.И.**

**Научный руководитель – к.т.н. Ким А.В.**

Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби  
makhsutova99@mail.ru

В настоящее время в мире робототехники большую популярность набирают мобильные колесные роботы, благодаря их эффективной конструкции. Одной из популярных платформ являются балансирующие двухколесные роботы. Все, что нужно для их реализации, это пара двигателей и два колеса для перемещения, которые параллельны друг другу, с двумя имеющимися датчиками наклона для определения угла наклона, а также кодеры колес для отслеживания положения платформы робота [1].

Цель работы: исследование и разработка полноприводной модели 2-х колесного мобильного робота, создание его математической модели, моделирование в среде Matlab различных схем его управления, компьютерная визуализация программных движений 2-х колесного робота по заданной траектории. Разработка и создание действующей полноприводной модели робота.

При решении поставленной задачи были разработаны алгоритм и написана программа на языке Matlab. Построена математическая модель в среде Simulink, основанная на программе. В работе приведены графики результатов моделирования, полученные путем изменения подачи управляющих сигналов в виде напряжения на двигатели колес мобильного робота. Начальный вариант визуализации задачи был реализован на программном комплексе SolidWorks, являющимся только средством визуализации модели, но не средством симуляции и моделирования программных движений и применяемый в основном для автоматизированного проектирования [2].

Результаты работы: в процессе исследования разработаны компьютерная и конструктивная модели, имитирующие программные и реальные движения балансирующего 2-х колесного мобильного робота.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. -М.: Физматлит, 2009.
2. Philo's Home Page LEGO Mindstorms NXT <http://www.philohome.com/>

## ИМИТАЦИЯЛЫҚ ТӘСІЛДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫН ТОПТАМАЛАУДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Муқатай С.Т.

Ғылыми жетекші: Alqaisi Oday Ibraheem Abdullah, Phd

Эл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

e-mail: sanzhar.mukatay@gmail.com

Имитациялық тәсілді пайдалана отырып, ғарыш аппаратының басқару жүйесін зерттеу және талдау. Қосымша пакеттерді қолдана отырып модельдеу әдісін жасау және визуализациялау. Пико және наноспутниктердің ірі қымбат ғарыш аппараттарына балама ретінде пайда болуымен соңғы жылдары бірнеше ғарыш аппараттарының топтамасын бақылау мен үйлестіруге көп көңіл бөлінді [1]. Күрделі миссиялар қарапайым спутниктер топтамасын қолдана отырып жүзеге асырылды. Алайда, бұл спутниктерді топтастыру оңай емес. Спутниктердің топтамасын басқару үшін көптеген түрлі басқару схемалары әзірленді және ұсынылды. Ұшудың басқару жүйесін дамытудың мақсаты – жеке ҒА және төпатаманы тұтас басқара алу мүмкіншілігі [2].

Ғарыш аппараттарының пайда болуымен ұшуы - болашақ ғарыштық ғылыми миссияларды орындауға мүмкіндік беретін технология. Бірнеше ғарыш аппараттарын құру-бұл көптеген болашақ ғарыштық ғылыми миссияларды орындауға мүмкіндік беретін технология. Алайда, мұндай құралдарды үйлестіру және бақылау жобалау процесінде көптеген қиындықтар туғызады [3]. Бұл жобада ғарыш аппараттарын басқаруды бірнеше деңгейде қалыптастыру проблемасы зерттелетін болады.

Имитациялық тәсілді пайдалана отырып, ғарыш аппаратын құрастыруды басқару жүйесін зерттеу және талдау. Қосымша пакеттерді қолдана отырып модельдеу әдісін жасау және визуализациялау.

Ғарыш аппараттардың топтамасының негізгі миссиясы жерді бақылап, жақсы сапалы суреттер жасау. ҒА геостационарлық орбитаға ұшырылғаннан соң ҒА – ға әсер ететін ұйытқушы күштердің әсер етуі қарастырылады. COMSOL MULTIPHYSICS бағдарламасында әртүрлі биіктіктерді моделдеудің көмегімен, сфералық дененің биіктікке байланысты ортада ауаның денені орай ағуы «обтекание» қарастырылады[4]. Келесі қадамдарда Matlab бағдарламасында топтамада ұшуының басқару жүйесі қарастырылады.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. R.W. Beard, J. Lawton, and F.Y. Hadaegh, "A Coordination Structure for Formation Control," IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2001, pp.777-790.
2. J.D. Boskovic, S.-M. Li, and R.K. Mehra, "Globally Stable Adaptive Tracking Control Design for Spacecraft under Input Saturation," Proceedings of IEEE Conference on Decision and Control, 1999, pp. 1952-1957.
3. I.I. Hussein, D.J. Scheeres, and D.C. Hyland, "Control of a Satellite Formation For Imaging Applications," Proceedings of the American Control Conference, 2003, pp.308-313.
4. R.S. Smith and F.Y. Hadaegh, "Control Topologies for Deep Space Formation Flying Spacecraft," Proceedings of the American Control Conference, 2002, pp.2836-2841.

## МАССАЛАРЫ АЙНЫМАЛЫ ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНДЕГІ ДЕРБЕС ШЕШІМДЕРДІ ТАЛДАУ

Надыр Э. М.

Ғылыми жетекші: Ф.-м.ғ.д., профессор- Минглибаев М.Дж.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті  
e-mail: elmiranadir0@gmail.com

Шектелген үш дене мәселесінде шектеу шарты бойынша Ньютон заңдары бұзылады, сондықтан да он классикалық интегралдың біреуі де жоқ. Сол себепті осы мәселенің көптеген аспектілері зерттелуде. Шектелген үш дене мәселесінің интегралын табу өзекті мәселе болып табылады.

Шектелген үш дене мәселесінде дербес жағдайда бір ғана интеграл бар, ол энергия интегралы. Оны Якоби интегралы деп атайды.

Ньютон заңымен анықталған өзара гравитациялық тартылыс әсерінен қозғалатын Жер, Ай, спутник материалдық нүктелердің массалары болсын деп алынды. Жердің және Айдың массалары - соңғы массалар, ал спутниктің массасы Жер мен Айдың массаларымен салыстырғанда аз деп есептелінді. Дене салмағының аздығына байланысты спутниктің Жер мен Ай денелерінің қозғалысына әсерін елемеуге болады, сондықтан біз үш дененің шектеулі есебіне келеміз, бұл массасы шексіз болатын жаңағы екі денелерінің тартылыс әсерінен шексіз аз массаның дене қозғалысын зерттеуден тұрады.

Біз шектелген үш дене есебінде Лагранж функциясын пайдаланып, спутниктің қозғалысын анықтайтын дифференциалдық теңдеулер алынды.

Координаталар жүйесін енгіземіз, координаталық жүйенің басы Жер мен Айдың массаларының центрінде болады. Жазықтық спутниктің орбитасының Айға қатысты жазықтығымен үйлесімді. Осы ті түзу сызық бойымен Жерге қарай бағыттаймыз.

Массалары әртүрлі жылдамдықпен изотропты түрде өзгертін үш дененің шектелген есебінің қозғалыс теңдеулерін сәйкес шектелмеген есебінің теңдеуіне сүйене отырып қарастырылды.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Себехей В. Теория орбит. Ограниченная задача трех тел.- М.: Наука, 1982. 656с.
2. Маркеев А.П. Точки либрации в небесной механике и космодинамике. М.: Наука, 1978.-312с.
3. Гребеников Е.А. Математические проблемы гомографической динамики. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 256 с.
4. Маршал К. Задача трех тел. – М.: Ижевск: Инст. Комп. Иссл., 2004 -640с.
5. Дубошин Г. Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы. - М.: Наука, 1978.- 456с.
6. Челлетти А. Стабильность и хаос в небесной механике. – Чичестер, Springer Praxis Publishing Ltd, 2010. – 216 б
7. Минглибаев М.Дж. Динамика гравитирующих тел с переменными массами и размерами. Поступательное и поступательно-вращательное движение //LAP LAMBERT Academic Publishing, Германия. – 2012. – 229с.
8. "Gelfgat, B.E. (1959): Bull. Inst. Teor. Astron. 7, 354".
9. "Bekov, A.A. (1988): Sov. Astr. 32, 106".
10. " Luk'yanov, L.G.(1989): Sov. Astr. 33, 92".

## ПАРАЛЛЕЛЬДІ МАНИПУЛЯТОРЛАРДЫ ЖӘНЕ АВТООПЕРАТОРЛАРДЫ ОРНАЛАСТЫРУДЫ ӘЗІРЛЕУ

Сагитжанов Б.М.

Ғылыми жетекшісі: проф. м.а. Жұмашева Ж.Т., проф. Байгунчеков Ж.Ж.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
beriksagitghanov94@gmail.com

Параллель кинематикалық тізбектері бар механизмдер жоғары қаттылық, дәлдік, сенімділік, жинақылық сияқты бірқатар маңызды артықшылықтарға ие. Параллельді құрылымның механизмдеріне салынған әртүрлі мақсаттағы станоктардың, стендтердің және басқа да жабдықтардың сәтті конструкцияларының белгілі мысалдары бар. Бірақ мойындауымыз керек, қазіргі уақытта кейбір себептерге байланысты олар робототехникада әлі де аз қолданылады. Осы себептердің ішінде осы манипуляторларды басқарудың күрделілігі және дизайнның оңтайлы нұсқаларын да, таңдалған дизайн үшін жетекті автоматты немесе автоматтандырылған басқарудың ең қолайлы алгоритмдерін алуға мүмкіндік беретін әдістердің әзірленбегені [1].

Параллель кинематикалық тізбектері бар манипуляторлар механикасын зерттеудің жеткіліксіз тереңдігі геометрия мен кинематиканың кері есептерін аналитикалық шешудің жоғары күрделілігімен және жалпы жағдайда түсініксіздігімен түсіндіріледі. Дегенмен, қазіргі уақытта компьютерлік технологиялардың даму деңгейі осы типтегі манипуляторларды жобалау кезінде есептеу мен оңтайландырудың көптеген мәселелерін шешудің тиімді сандық әдістерін қолдануға мүмкіндік береді [1].

Осыған байланысты параллельді құрылымның механизмдері бар манипуляторлары бар роботтардың геометриялық, кинематикалық, статикалық және динамикалық параметрлерін оңтайландыру мүмкіндігін зерттеу және оларды есептеу және жобалау әдістерінің ғылыми негіздерін әзірлеу міндеті ерекше өзекті болып табылады [2].

Жұмыстың мақсаты – әртүрлі мақсаттағы манипуляторларда қолдану үшін параллель құрылымдық механизмдері бар көп сатылы көп мақсатты роботтардың геометриялық және динамикалық мүмкіндіктерін кеңейту жолдарын математикалық модельдерге көп аспектілі талдау және негіздеу [3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Анализ и синтез манипуляционных роботов с механизмами параллельной структуры [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/analiz-i-sintez-manipulyatsionnykh-robotov-s-mekhanizmami-parallelnoi-struktury>
2. Структурный синтез механизмов [Электронный ресурс]. URL: [https://studme.org/249131/tehnika/strukturnyy\\_sintez\\_mehanizmov](https://studme.org/249131/tehnika/strukturnyy_sintez_mehanizmov)
3. Основные элементы строения механизмов [Электронный ресурс]. URL: [https://www.omg.ru/general\\_information/faculties/faculty\\_of\\_transport\\_oil\\_and\\_gas/department\\_of\\_quot\\_machine\\_parts\\_quot/metod](https://www.omg.ru/general_information/faculties/faculty_of_transport_oil_and_gas/department_of_quot_machine_parts_quot/metod)



## ANDROID КӨМЕГІМЕН СЫМСЫЗ БАСҚАРЫЛАТЫН РОБОТ ӘЗІРЛЕУ

Сәрсен Н.С.

Ғылыми жетекші: Жетенбаев Н.Т., магистр, оқытушы.

Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті

Телекоммуникация және ғарыштық инженерия институты

e-mail: n.nazerke@aes.kz

Автономды мобильді робот бұл қоршаған ортаны түсінуге және онда өздігінен қозғалуға қабілетті робот түрі. Робот – бұл бір немесе бірнеше тапсырмаларды орындауға арналған машина. Роботтандырылған модуль мен оператор арасындағы байланыс пайдалану және бақылау мақсаттары үшін Wi-Fi желісі арқылы жүзеге асырылады [1].

Бұл жұмыста Android негізіндегі құрылғы арқылы қашықтан басқаруға болатын роботты көлік құралғысы ұсынылды. Arduino Uno технологиясының негізінде роботты модульдің дамуы ұсынылған. Басқару құрылғысы командаларды түсіруге және оқуға мүмкіндік беретін Bluetooth құрылғысымен біріктірілген. Содан кейін роботты көлік құралын Android қосымшасы арқылы командаларға сәйкес басқаруға болады. Көлік Android командаларына сәйкес автомобильді басқару үшін пайдаланылатын 8051 отбасының микроконтроллерімен біріктірілген.

Басқару құрылғысы Android ОЖ бар кез-келген Android смартфонны планшеті және т.б. болуы мүмкін. Android басқару жүйесі пайдаланушыға оңай басқаруға мүмкіндік беретін жақсы интерактивті графикалық интерфейсті ұсынады. Таратқыш деректерді беру үшін қажет Android қосымшасын пайдаланады.

Қабылдау соңы осы командаларды оқиды және оларды роботты көлік құралын басқару үшін түсіндіреді.

Android құрылғысы көлікті алға, артқа, оңға және солға жылжыту үшін пәрмендер жібереді.

Пәрмендерді алғаннан кейін микроконтроллер қозғалтқыштарды іске қосылады, және оны төрт бағытта қозғалтуға болады. Android құрылғысы мен қабылдағыш арасындағы байланыс сериялық байланыс деректері түрінде беріледі. Микроконтроллер бағдарламасы S қозғалтқышын Android құрылғысы жіберген командаларға сәйкес қозғалтқыш драйверінің чипі арқылы жылжытуға арналған.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Nut Aroon, «Study of using MQTT cloud platform for remotely control robot and GPS tracking», Electrical Engineering/Electronics Computer Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON) 2016 13th International Conference on, pp. 1-6, 2016.

## ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНДЕГІ ГАЛО-ОРБИТАЛАРДЫ ТАЛДАУ

Серік А. Б.

Ғылыми жетекші: Ф.-м.ғ.д., профессор- Минглибаев М.Дж.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

e-mail: Aydana.serik.00@mail.ru

Күн-Жер жүйесінің L2 либрациялық нүктесіне жақын жерде ғарыш аппараттары қозғалысының математикалық моделі, тұрақсыз қозғалыс компонентін азайту үшін түзету импульстарының бастапқы шарттары мен мәндерін таңдау әдісі сипатталған. Оның массасы екі массивті денеге қатысты тепе-теңдікте шамалы үшінші дене (мысалы, ғарыш кемесі) болады[1].

Коллинеарлық либрация нүктелерінің айналасындағы орбиталық қозғалыс тұрақсыз, яғни, параметрлердің аздаған ауытқулары құрылғының номиналды мәндерден либрация нүктесінің маңайынан шығуына әкеледі. Осы бес нақты шешім үшін тартылатын денелер өздерінің барицентрне қатысты ұқсас орбиталарда қозғалады, бүкіл қозғалыс кезінде тұрақты конфигурацияны құрайды. Ньютон заңымен анықталатын тартылыс жағдайындағы үш дене мәселесі космодинамика үшін ең маңызды болады. Бұл жұмыс жаңа тұжырымдамаға негізделген классикалық шектелген үш дене мәселесін талдайды. Классикалық үш дене мәселесінде табылған күштер орталығы тұжырымдамасына негізделген және бұл тұжырымдама шектелген үш дене мәселесінде де сақталған[2].

Қозғалыстың өлшемсіз дифференциалдық теңдеулері барицентрлік координаталар жүйесінде жазылады. Бұл өлшемсіз теңдеулердің нақты шешімдері үшбұрышты Лагранж шешімдерін жалпылайтын арнайы формада ізделеді. Ең маңызды міндеттердің бірі – гало-орбиталар сияқты басқа да орбиталардың барын анықтау. L1 және L2 либрация нүктелері ғылыми тұрғыдан ең танымал, өйткені олардың айналасынан Жер мен Күнді бақылау да, терең кеңістікті зерттеу де мүмкін және ыңғайлы. Бұл мәселенің қорытынды түрінде жалпы аналитикалық шешімі болмағандықтан, бұл мәселенің көптеген аспектілері әртүрлі сапалы және сандық әдістермен зерттелуде. Жаңа нақты аналитикалық шешімдерді іздеу өзекті мәселе болып табылады[3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Маркеев. А.П. Точки либраций в небесной механике и космодинамике М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит. 1978, 312 стр.
2. Ильин и др., 1998 Ильин И.С. и др. Баллистическое проектирование траекторий перелёта с орбиты искусственного спутника Земли на гало-орбиту в окрестности точки L2 системы Солнце-Земля // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2014. No 6. 32 с.
3. Ильин И.С., Сазонов В.В., Тучин А.Г. Построение ограниченных орбит в окрестности точки либрации L2 системы Солнце— Земля // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2012, No 65.28 с.

## БАҒДАРЛАМАЛАНАТЫН РОБОТ ҚОЛ

Таубалды А.Ж.

Ғылыми жетекші: магистр Жетенбаев Н.Т.

Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті

Телекоммуникация және ғарыштық инженерия институты

e-mail: a.taubaldy@aes.kz

Өнеркәсіптік роботты қолдар кәсіпорындарға бәсекелестік артықшылықтар жасауға және қызметкерлердің қауіпсіздігін арттыруға, өндірісті жеделдетуге және өнімділікті жақсартуға ықпал ететін негізгі процестерді автоматтандыру арқылы шығындарды азайтуға көмектеседі [1].

Роботты қолдар, сондай-ақ топсалы роботты қолдар деп аталады, жылдам, сенімді және дәл, сонымен қатар әртүрлі ортада шексіз тапсырмаларды орындау үшін бағдарламалануы мүмкін. Олар қайталанатын тапсырмаларды орындауды автоматтандыру үшін зауыттарда қолданылады, мысалы, жабдыққа немесе бөлшектерге бояу жағу үшін, тұтынушыларға тапсырыс беру үшін тарату конвейерлерінен тауарларды жинау, іріктеу және сұрыптау үшін қоймаларда немесе ауыл шаруашылығында піскен жемістерді жинау және сақтау қораптарына салу үшін.

Кәсіпорындар өнеркәсіптік роботты қолды қолданудың бірқатар артықшылықтарын пайдалана алады:

- Қауіпсіздікті арттыру.
- Тиімділік пен өнімділікті арттыру.
- Жоғары дәлдік.
- Икемділікті арттыру.

Қазіргі уақытта қайталанатын операцияларды орындай алатын роботтарды орнату арқылы тиімділікті арттыру және пайда табу үшін ірі кәсіпорындар мен зауыттарда қол еңбегі азаяды [1].

Бұл жұмыста Arduino арқылы басқаратын робот - манипулятор жобасының негізгі тұжырымдамаларын ұсынылады. Бөлшектердің қозғалысын Серво қозғалтқышы жүзеге асырады, ол шамамен 190 градусқа дейін айнала алады. Бүкіл тізбек 12 вольтты адаптермен қоректенеді, ал Arduino Nano басқару блогы ретінде қолданылады. Робот-манипуляторға арналған серво қозғалтқышты Android мобильді құрылғысы арқылы басқарады. Ұялы телефон мен серво манипуляторы арасындағы байланыс HC-05 Bluetooth модулі арқылы жүзеге асырылады. Робот – манипуляторды жылжыту үшін төрт серво қозғалтқышты пайдаланады. Сервомоторларды Arduino басқарады және PWM Arduino терминалына қосылады. Android қосымшасында сегіз батырма бар. Олардың ішінде төрт батырма төрт серво қозғалтқышты басқару үшін қолданылады. Бір батырма сағат тілімен айналу үшін қолданылады, ал екіншісі шағын робот манипуляторының сағат тіліне қарсы.

Серво қозғалтқышында үш байланыс бар: біреуі-Vcc, екіншісі-GND, үшіншісі-SIG. SIG контактісі PWM Arduino контактілеріне қосылған. 6, 9, 10 және 11 контактілері серво қозғалтқышына қосылған. Bluetooth модулінде төрт байланыс болады. Олардың екеуі Vcc және GND. Қалған екеуі Rx және Tx контактілері. Rx контактісі 8 Arduino контактісіне, ал TX контактісі 12 Arduino контактісіне қосылған.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Jorge Eduardo Parada Puig, Nestor Eduardo Nava Rodriguez, Marco Ceccarelli «A Methodology for the Design of Robotic Hands with Multiple Fingers» International Journal of Advanced Robotic Systems First Published January 1, 2008 Research Article <https://doi.org/10.5772/5600>

## 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ В СРЕДЕ MAPLE

**М.У.Утепов, Д.К.Балтабай, С.Ж. Батырбек, Ж.Т. Рахым**

**Научный руководитель:** Утепов М.У., д.т.н., профессор  
Казахский национальный университет имени аль-Фараби  
dauren.baltabay.95@gmail.com, umu53@mail.ru. sabina\_batyrbek@mail.ru

Создание 3D модели любых роботизированных систем получило широкое распространение в последние несколько лет и применяется как в образовательных, так и в исследовательских целях. На сегодняшний день доступно большое количество различных сред компьютерного 3D моделирования для разных областей исследований робототехники, которые имеют определенные преимущества и ограничения. Моделирование в 3D пространстве манипуляторов, а также их движения позволяет исследователю визуально наблюдать за результатами при изучении его кинематических, силовых, динамических, управляющих и других его аспектов исследования. В данном тезисе вкратце описывается разработка и реализация получения компьютерной 3D модели манипулятора и его движения в программной среде Maple.

Существует множество разных программных сред, которые позволяют не только моделировать, но и проводить анализы сложных механизмов, а также очень подробно анализировать все движения элементов в характерных точках, отдельных положениях элементов манипулятора или для полных циклов движения. Некоторые из таких сред: SolidWorks, Matlab, Autodesk Inventor, SimMechanics, Maple, CadMech и Adams.

Создания 3D модели манипуляторов в трехмерном пространстве можно выполнить в программах SolidWorks, SimMechanics, CadMech, Autodesk Inventor, Adams, но дальнейшее исследование данного манипулятора на кинематику, динамику и на другие аспекты исследования можно будет произвести в других программах, как Matlab импортируя, уже созданную 3D модель, в одной из вышеупомянутых программах.

Если говорить о программной среде Maple, то при получении 3D модели манипулятора и его движения, все действия выполняется непосредственно в одной программе Maple, а также дальнейшее исследование кинематики и динамики полученного пространственного манипулятора выполняется в той же программной среде, что является более эффективным и простым.

Для создания трехмерной модели манипулятора требуется получить 3D модели составных частей манипулятора: кинематических пар, звеньев, схватов и объединить все части манипулятора в одну систему с помощью разработанной программы в среде Maple. Для построения составных частей манипулятора будут применены трехмерные примитивы пакета plot tools, с помощью которых можно построить объемные фигуры и поверхности – конусы, цилиндры, кубы, полиэдры и т.д. Использование средств функциональной окраски делает изображения очень реалистичными. Далее необходимо объединить все части манипулятора в одну систему с помощью, разработанной нами программы в среде Maple, задав при этом основные связи между ними для создания управляемой обобщенными координатами полноценной визуализированной движущейся модели манипулятора.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Manseur R. A software package for computer-aided robotics education // Proceedings of IEEE 26th Annual Conference on Frontiers in Education, (1996): 1409-12
2. Dung L.T., Kang H.J., Ro Y.S. Robot manipulator modeling in MATLAB / Sim-Mechanics with PD control and online gravity compensation. Proceedings of International Forum on Strategic Technology, (2010): 446–449.

## КОЛЛАБОРАТИВНЫЙ РОБОТ НА МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЕ

Уйсимбаев Е.Б., Жексенбеков С.Р.

Научный руководитель: Ким А.В., к.т.н., доцент  
Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби  
euisimbayev@gmail.com

Основное преимущество коллаборативных роботов, работа в тесной связи с человеком является в то же время и основной проблемой развития коллаборативных роботов. Я считаю в ближайшие годы основные усилия по совершенствованию коллаборативных роботов будут направлены на упрощение программно-аппаратного комплекса роботов. Вплоть до создания отдельной социальной сети коботов. Мы уже можем наблюдать как растет число мобильных приложений по работе с модулем ESP8266. Это только одно из направлений требующее систематизации и развития.

Основной целью является создание мобильной платформы для коллаборативного робота с гибким программно-аппаратным комплексом.

План решения выше озвученной мною цели представляет из себя разработку унифицированной гусеничной мобильной платформы, которая сама по себе будет представлять коллаборативного робота. [1]

Управление МР осуществляется в дистанционном и в автоматическом режимах. МР как правило снабжены информационными ультразвуковыми и лазерными датчиками, дальномерами, камерами визуального наблюдения, приборами ночного видения, системами теле-радио, WiFi, спутниковой связью, системами GPS и ГЛОНАС навигации. [2]

Для работы в автоматическом режиме управления на МР дополнительно устанавливается бортовой компьютер, обеспечивающий автономную навигацию и управление роботом в реальном времени при движении по заданному маршруту или к заданной цели в условиях плохой видимости или потери устойчивой радио и спутниковой связи.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров, О. Д. Конструирование механизмов роботов О. Д. Егоров. - М.: Абрис, 2012. - 444 с.
2. Корендяев, А. И. Теоретические основы робототехники. В 2 кн. / А. И. Корендяев, Б. Л. Саламандра, Л. И. Тывес; отв. ред. С. М. Каплунов; Институт машиноведения им. А. А. Благонравова РАН. - М.: Наука, 2006.

## ЖАҚТАРЫ ҚАТАҢ БЕКІТІЛГЕН ТІКТӨРТБҰРЫШТЫ ПЛАСТИНАНЫ АЙНЫМАЛЫЛАРДЫ БӨЛУ ӘДІСІМЕН ЕСЕПТЕУ

Нургозиева А.Ж.

Ғылыми жетекшісі: PhD С.Б.Ахажанов

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ

aizhanzhanabai@gmail.com

Тік бұрышты пластинаны координаттық жүйеде ( $0 \leq x_1 \leq a_1, 0 \leq x_2 \leq a_2$ ) қарастырайық. Оның барлық жақтары ( $x_1 = 0, a_1; x_2 = 0, a_2$ ) қатаң бекінген деп санайық. Осы пластинаға әсер ететін жүктеменің қарқындылығы  $q(x_1, x_2)$  белгілі заң бойынша өзгертін болсын. Пластинаның кернеулік және деформациялық күйлерін анықтау үшін классикалық теорияны қолданамыз. Бұл теорияны айнымалыларды бөлу әдісі бойынша былайша жүзеге асырамыз. Осы әдістің негізінде пластинаның майысу функциясы мына түрде анықталады:

$$W(x_1, x_2) = W_0 \cdot f(x, y), \quad f(x, y) = X(x) \cdot Y(y), \quad x = \frac{x_1}{a_1}, \quad y = \frac{x_2}{a_2},$$

мұндағы  $W_0$  - ең үлкен майысу;  $f(x, y)$  - пластинаның өлшемсіз майысу функциясы;  $X(x), Y(y)$  - пластинаның талшықтарының (арқалықтардың) шекаралық шарттарды қанағаттандыратын белгілі өлшемсіз нормаланған функциялары;  $x, y$  - өлшемсіз координаталар.

Барлық жақтары қатаң бекітілген тік бұрышты пластинаға қарқындылығы тұрақты  $q(x, y) = q_0$  жүктеме әсер етсін деп қарастырайық. Бұл жағдайда өлшемсіз нормаланған функциялар былайша қабылданады:

$$X(x) = 1 - 8x^2 + 16x^4, \quad Y(y) = 1 - 8y^2 + 16y^4.$$

Ең үлкен майысуды,  $P_0$  майысу параметрі, пластина өлшемдері және материал қасиетіне байланысты былайша анықтаймыз:

$$W_0 = P_0 a_1^2 a_2^2 / D,$$

мұндағы  $D$  - пластинаның цилиндрлік қатаңдығы,  $P_0$  майысу параметрі пластинаның тепе-теңдік шарттарын қанағаттандыру арқылы, яғни сыртқы және ішкі жүктемелердің теңдігі, сыртқы және ішкі жүктемелердің тең әсерлі күштерінің теңдігі немесе осы жүктемелердің жұмыстарының теңдігінің біреуін қолдана отырып табылады [1].

Ұсынылған әдіс бойынша пластинаны есептеп, алынған нәтижелерді әдебиеттерде кездесетін белгілі шешімдермен салыстырғанда, алшақтығы 5-7% екендігін көруге болады [2]. Мысалы, квадрат пластинаны есептеу барысында ( $a_1 = a_2 = a$ ) ең үлкен майысу  $0,00126 \cdot q a^4 / D$ , ал ұсынылған әдіс бойынша ең үлкен майысу  $0,00133 \cdot q a^4 / D$  тең болады.

Осы әдіспен пластинаның кернеулік-деформациялық күйін анықтайтын параметрлер оңай түрде анықталады. Бұл пластинаның шешімі басқа әдістерді қолданғанда көп қиындықтар туғызып, өте күрделі болып саналады. Сөйтіп, ұсынылып отырған әдіспен кез келген пластинаның иілу есебінің шешімін қарапайым түрде алуға болады.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. К.А.Тұрсынов, Д.К.Тұрсынов. Конструкциялардың кеңістік элементтерін есептеу негіздері.//Қарағанды: ҚарМУ, 2007, 215 б.
2. С.П. Тимошенко, С. Войновский – Кригер. Пластинки и оболочки. //М.: Физматгиз, 1963, 635 с.

## ЖОЛДЫ БАҚЫЛАУ МҮМКІНДІГІ БАР АВТОНОМДЫ БАҚЫЛАУ РОБОТЫ

Толқын Ш.

Ғылыми жетекші: Жетенбаев Н.Т., магистр, оқытушы.

Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті

Телекоммуникация және ғарыштық инженерия институты

e-mail: sh.tolkyn@aes.kz

Робот –автоматтандырылған тапсырмаларды орындайтын механикалық құрылғы. Қазіргі заманғы «робот» терминін 1921 жылы RUR (Россумның әмбебап роботтары) пьесасында Карел Чапек енгізген. Чех тілінен аударғанда «мәжбүрлі жұмыс» деген мағынаны білдіреді. Робот – робототехника саласының өнімі, олар адамдарға көмектесетін немесе адамның іс-әрекетін қайталайтын бағдарламаланатын машиналар.

Қазіргі уақытта қорғаныс ортасында шабуыл жасау және бақылау үшін ұшқышсыз әскери роботтардың көптеген түрлері қолданылады, ал барлық роботтар қысқа қашықтықтағы стандартты радиожиілік толқындарымен басқарылады, бұл шектеулер роботтардың осы түрлерінің сенімділігі мен функционалдығын төмендетеді. Бұл мәселені шешу үшін біз автономды басқару әдісін, шешім қабылдау және есеп беру жүйесін ұсындық, шағын роботтардың бұл түрлерінде автономды басқаруға арналған автономды нейрондық тізбек құрылымы бар [1].

Бұл жұмыста – жолды бақылау мүмкіндігі бар әскери автономды бақылау роботы жасау және оның құрылғысын дайындау болып табылады. Бұл жұмыста сонымен қатар әскери базаны немесе кез-келген басқа жерді кеңейтілген шолу үшін көпбұрышты бұрылмалы камераны қарастырады.

Бақылау жүйелері – сенімді және ақпаратты жинау мүмкіндігі үшін тиісті шешімдерді қалыптастыру және қауіпсіздік деңгейін арттыруды қамтамасыз етеді.

Автономды робот базалық станциямен байланыс үзілген жағдайда роботтың қауіпсіздігін қамтамасыз ете алады және ол басқаруды өз мойнына алады, деректерді өздігінен жинайды және базалық станцияның ауқымына жеткенде жиналған деректерді кері жібереді, сонымен қатар роботты жау анықтаса немесе бөлшектеуге тырысқанда, өзін – өзі жою құралын жүзеге асырамыз, ол автоматты түрде өзін жойып, ұсынылған барлық деректерді жояды.

Бұл құрылғы жау үшін қорғаныс аймағын, тыңшылық мақсаттарын бақылау үшін пайдалы. Бақылау, тыңшылық немесе тыңшылық ақпарат иелерінің рұқсатынсыз немесе құпия деп саналатын ақпаратты жеке алуды және әскери аумақта жаудың әрекетін бақылауды қамтиды.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Tsai Hong., Christopher Rasmussen., Tommy Chang., Michael Shneier, «Road Detection and Tracking for Autonomous Mobile Robots» May 2002 Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 4715.

## **RASPBERRY PI КОНТРОЛЛЕРІНДЕ БАҚЫЛАУ РОБОТЫН ҚҰРАСТЫРУ**

**Фермебай М.А.**

**Ғылыми жетекші: Жетенбаев Н.Т., магистр, оқытушы.**

Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті

Телекоммуникация және ғарыштық инженерия институты

e-mail: m.fermebay@aues.kz

Роботтардың жыл сайын дамуы біздің өміріміздің барлық салаларына еніп, қазіргі өркениетте үлкен рөл атқаратыны анық. Қазіргі таңда роботтардың қауіпсіздікке үлкен қажеттілігі бар, әсіресе үйлерде, жұмыс орындарында, әскери аймақта немесе шекараларда. Әрдайым қауіпсіздік жүйелеріне соның ішінде ұлттардың шекараларын және жеке адам өмірін, меншікті қорғауға болатын қауіпсіздік жүйелеріне әрдайым жоғары сұраныс болды [1].

Raspberry Pi бұл ересек адамның алақанына оңай сәйкес келетін миниатюралық бір тақталы компьютер. Қарапайым мөлшеріне қарамастан, тақтаның жоғары өнімділігі бар, бұл оған тұрақты компьютерлермен бірдей деңгейге жетуге мүмкіндік береді. Бастапқыда Raspberry Pi информатика бойынша оқу құралы ретінде жасалған болатын. Бірақ идеяның өзі соншалықты сәтті болғанына байланысты, бірнеше жыл ішінде шағын компьютер өте кең ортада танымал болды. Уақыт өте келе, Raspberry Pi бірнеше модификациядан өтіп, олардың әрқайсысы кез-келген параметрмен бұрынғыдан өзгеше болды. Бұл тәсіл өнімнің құнын пайдаланушының қажеттіліктеріне қарай реттеуге мүмкіндік береді, бұл құрылғының танымалдылығына да оң әсер етеді. Бүгінгі күні яғни 2012-2022 жылдар кезеңі Raspberry Pi-нің 11 түрі бар. Соңғы нұсқалар сымсыз Wi-Fi және Bluetooth модульдерімен жабдықталған, олар Ethernet технологиясы саласында шағын компьютерді қолдану шекарасын кеңейтеді. Адамды, меншікті, мемлекеттердің шекараларын қорғауға қабілетті қауіпсіздік жүйелеріне әрқашан жоғары сұраныс болды [2].

Бұл жұмыста Raspberry Pi қолданамыз, ол Android Bluetooth қосымшасы және көру камерасы арқылы басқарылады бақылау мақсатында 360 градусқа қарайтын түнгі көру камерасын қолданамыз. Камера түсіретін бейнені тікелей Bluetooth қосымшасы арқылы смартфоннан тікелей түрде көруге болады. Камера түсірілген бейнені тікелей эфирде ұсынады, оны Android қосымшасында да көруге болады. Камера қосымшасында 360 градусқа толық айналу мүмкіндігі бар, ол толық бақылауды, сонымен қатар бейне мен дыбысты сақтауды қамтамасыз етеді.

### **ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1. Zakiah Ayop, Sathesgumar Rethinamani, Syarulnaziah Anawar, S. Siti Rahayu., «A Prototype of Wireless Indoor Surveillance Using Raspberry Pi Robot Car» July., 2018., Conference: Innovation Research & Industrial Dialogue., 2018.
2. Amjad J. Humaidi, Ibraheem K. Ibraheem «Embedded Design and Implementation of Mobile Robot for Surveillance» Applications Indonesian Journal of Science & Technology 6 (2) (2021) 427- 440.



## ГУМАНОИД РОБОТТЫ БАСҚАРУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН НЕГІЗГІ ЭЛЕМЕНТТЕР

Төленов С.Ә.

Ғылыми жетекші: Жумашева Жадыра Токановна, техника ғылымдарының  
кандидаты, доцент

әль – Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
tolenov.serik@mail.ru

Баяндамада әртүрлі мақсаттарда қолданылатын жоғары деңгейлі гуманоидты роботтың басқарылуы қарастырылады.

Гуманоид роботын басқару келесідей бағдарламалық және электронды элементтерден тұрады:

Жүйелік басқаруды ұйымдастыруда ең алдымен веб-серверден, деректер қорының жүйелік басқарылуынан, html парақшасында клиент пен пайдаланушының өзара әрекетесуі үшін және клиент пен роботтың байланысуы нәтижесінде дыбыс өңдеу бағдарламасы (дыбысты тану/сөйлеу синтезі) және бейне (өздігінен тану) өңдеу қалыптастыру бағдарламалары қажет. Қолданушы мен операторды байланыстыру үшін дербес компьютер немесе ноутбук қолданылады. Роботтың қолданушы модулдерін ұйымдастыруда Arduino Mega 2560 16 разрядты процессорлы микроконтроллер негізінде арнайы плата орнатылған [1]. Бейнені өңдеу, дыбысты тану және сөйлеу синтезі секілді роботтың күрделі функцияларын ұйымдастыруда, Raspberry Pi 4B бір платалы микрокомпьютері пайдаланылады [2].

Raspberry Pi 4B бір платалы микрокомпьютерімен жұмыс жасау үшін Raspbian операциялық жүйесі қолданылады.

Жүйенің бағдарламалық қамтамасын жүзеге асыруда біріктірілген орта әзірленеді:

Arduino IDE – платаларға бағдарламалық қамтама құрылып кірістіріледі;

IDE Python – бір платалы микрокомпьютерлерге бағдарламалық қамтама құрылып кірістіріледі [3];

IDE NetBeans – басқа да бағдарламалық қамтаманы құру.

Роботпен табиғи тілде қарым – қатынасты орнату үшін дыбысты тану жүйесі міндетті. Гуманоидты робототехникалық жүйелердің, дыбысты тану жүйесінің екі нұсқасын ұсынамыз [4]: Интернеттің көмегімен және Интернеттің көмегінсіз автономды түрде. Алайда дыбысты тану жүйесінің күй жағдайларын зерттей келе қолжетімді қолданулар тапшы болып шықты. Сол себепті, бірін – бірі толықтырып тұратын «Yandex SpeechKit» және «CMU Sphinx» екі жүйені қолданамыз деп шештік. Біріншісін тек Интернеттің көмегімен, себебі оның дыбысты танып өңделуі Yandex-тің орталықтандырылған серверінде жүзеге асады [5]. Екіншісі жергілікті желіде көлемі үлкен болмайтындай дыбысты, автономды түрде өңдеуге мүмкіндік береді.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бейктал, Дж. Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги / Дж. Бейктал. - М.: Лаборатория знаний, 2016. - 320 с.
2. Петин В.А., Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 240 с.: ил. — (Электроника)
3. Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python: Издательство Юрайт, 2021. — 210 с. — (Высшее образование).
4. Форд, Мартин Роботы наступают. Развитие технологий и будущее без работы: моногр. / Мартин Форд. - М.: Альпина нон-фикшн, 2016. - 430 с.
5. Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн., 2019, №2, с.54-68.

**ҒАРЫШТЫҚ ТЕХНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

**КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ**

**SPACE EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES**

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Арсланов Ш.Р.

Научный руководитель: **Ибраев Айдос Саятулы, PhD доктор**  
Эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
shoma\_1998@mail.ru

В робототехнике интегрированные навигационные это синтез двух самостоятельных систем – инерциальной навигационной системы (ИНС) и спутниковой навигационной системы (СНС), позволяющий объединить достоинства и компенсировать недостатки, присущие каждой из систем в отдельности [1]. Для получения данных используется множество датчиков, информацию с которых необходимо обрабатывать непрерывно в режиме реального времени. В качестве инструмента обработки данных преимущественно используют фильтр Калмана. Однако у этого метода есть свои недостатки, например метод не будет эффективен при коротковременном движении, так как эффективность фильтрации Калмана проявляется на длительном использовании. Фильтр Калмана это математический инструмент, позволяющий отсеять шумы, лишнюю информацию и получить априорную информацию о системе [2].

Многие подходы к использованию фильтрации Калмана основаны на следующих этапах:

1. Получение данных с инерциальных датчиков. Интегрированные навигационные системы состоят из нескольких инерциальных датчиков (датчиков линейного ускорения, гироскопических устройств)

2. Обработка информации полученной с инерциальных систем с использованием различных методов фильтрации, в том числе фильтрации Калмана.

3. Получение и обработка данных со спутниковых навигационных систем (GPS) установленных на движущемся объекте.

4. Наложение данных, полученных с инерциальных и спутниковых навигационных систем, при последующей фильтрации с использованием фильтра Калмана для формирования оптимальной оценки состояния [3].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. H. Lategahn, A. Geiger, B. Kitt. Visual SLAM for autonomous ground vehicles. - IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2011.
2. Ingvar Strid & Karl Walentin (2009), Block Kalman Filtering for Large-Scale DSGE Models, Computational Economics (Springer). — Т. 33 (3): 277–304
3. А. Ю. Горбачёв Критерии оценки алгоритмов оптимальной фильтрации. // Авиакосмическое приборостроение № 6, 2008 г.

# ВЛИЯНИЕ ВОСПЛАМЕНИТЕЛЯ НА ВНУТРИБАЛЛИСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАКЕТНОМ ДВИГАТЕЛЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

**Бакирова Ю.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Исмаилов М.Б.**

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

yulya.bakirova@gmail.com

Запуск ракетного двигателя твердого топлива (РДТТ) начинается с горения воспламенительного состава в замкнутом объеме воспламенительного устройства [1].

С точки зрения внутренней баллистики, запуск — это переходный процесс, который в отличие от рабочего режима, мало удобен для экспериментального исследования по причине его скоротечности, высоких температур и давлений. За время запуска, составляющее десятые доли секунды, давление в камере изменяется до нескольких мегапаскалей, температура газов достигает нескольких тысяч градусов, тяга — от нуля до сотен килоньютон (для РДТТ малой тяги) [2].

В зависимости от работы воспламенительного устройства может возникнуть существенный разброс внутрибаллистических характеристик РДТТ, приводящий к отклонениям от нормального запуска, таким как затяжной запуск, запуск с выбросом давления или даже к осечке. Уровень организации процесса запуска РДТТ характеризует совершенство двигателя [2].

Целью данной работы является расчет оптимальной конструкции воспламенительного устройства для РДТТ с заявленными характеристиками. В этой работе приведены основные уравнения, на основе которых были определены элементы конструкции, а также проведено имитационное моделирование по основным требуемым параметрам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милёхин Ю.М., Ключников А.Н., Попов В.С., Пелипас Н.Д. Расчет методом характеристик нестационарных внутрибаллистических параметров выхода РДТТ на рабочий режим // Физика горения и взрыва, 2014, т. 50, №6. – с. 61-74.
2. Толкачева И.О. Исследование и расчет РДТТ. Часть 1. «Исследование и расчет автономного горения воспламенителя»: учебное пособие / И.О. Толкачева, М.А. Максимов, И.Е. Никитина.. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 40 с.

# РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНОГО ТВЕРДОТОПЛИВНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

**Жунусов Р.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Исмаилов М.Б.**

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

АО «Национальный центр космических исследований и технологий»

e-mail: rustem.zhunussov.work@gmail.com

Одно из основных требований при создании современных ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ) заключается в том, что при отработке двигателя должно использоваться ограниченное количество экземпляров. В связи с этим разработка в сжатые сроки и с минимальными стоимостными затратами двигательной установки, обладающей высокой надежностью и безопасностью, наряду с конструктивными и технологическими факторами определяется стендовыми испытаниями и экспериментальной отработкой [1].

Наличие совершенных экспериментальных средств – специальных испытательных стендов – является обязательной предпосылкой, обеспечивающей эффективность космических исследований, а постоянное совершенствование экспериментальной базы – неременным условием прогресса космической техники. Испытательный стенд – это техническое устройство для установки объекта испытания в заданное положение, создания воздействий, сбора информации и осуществления управления процессом испытаний и объектом испытаний [2].

Целью данной работы является разработка проекта испытательного стенда для экспериментальной отработки малогабаритного твердотопливного ракетного двигателя. В этой работе приведены основные уравнения, на основе которых были рассчитаны основные узлы и подсистемы двигательного стенда, а также проведен анализ основных элементов конструкции стенда на прочность.

Разработка такого стенда позволит проводить огневые испытания как самого двигателя, так и разрабатываемого для такого двигателя твердого ракетного топлива, и является неотъемлемой частью процесса проектирования ракетно-космических систем (РКС), поскольку такой стенд относится к числу незаменимых инструментариев баллистического проектирования ракетных двигателей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков В. Т., Ягодников Д. А. Исследование и стендовая отработка ракетных двигателей на твердом топливе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 296 с.
2. Проектирование испытательных стендов для экспериментальной отработки объектов ракетно-космической техники/А.Г. Галеев, Ю.В. Захаров, В.П. Макаров, В.В. Родченко. – М.: Издательство МАИ, 2014. – 283 с.

## МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

**Зражевский В.Н.**

**Научный руководитель: и.о. доцента, Савельев Е.Н.**  
Казахский национальный университет имени аль-Фараби  
victorzrazhevski007@gmail.com

Космический мусор остается серьезной проблемой для вывода космических аппаратов на орбиту и обеспечения их дееспособности. Проблема космического мусора возникла во второй половине 20-го века с запуском первых искусственных спутников Земли. Оставленные на земных орбитах космические объекты стали представлять угрозу функционирующим спутникам и, в особенности, станциям с экипажами на борту. Случаи столкновения космического мусора с космическим аппаратом, космического аппарата с другим космическим аппаратом, приносят необычайно большой урон, который влечёт увеличению количества космического мусора. На данный момент космический мусор является опасностью для действующих космических аппаратов. Существующие способы утилизации КМ не устраняет проблему полностью.

Существующие методы и технологии утилизации космического мусора:

1. Европейское космическое агенство разрабатывает несколько видов «механизмов захвата».
2. Японское аэрокосмическое агенство предлагает электродинамический невод.
3. Россия разрабатывает лазерную установку на Международной Космической Станции.
4. Китай разработал концепцию утилизации Космического мусора при помощи манипулятора.

Все выше перечисленные имеют ряд недостатков. К примеру, электродинамический невод, способствует торможению космического мусора, только для того должны случиться ряд событий, чтобы такое произошло. Чтобы охватить манипуляторами, мы должны быть уверены что наш космический аппарат не потеряет управление и количество космического мусора не станет больше. В данной работе был проведен анализ существующих методов и технологии утилизации космического мусора.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. D. J. Kessler, Burton G. Cour-Palais. Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt. 2011.
2. Ram Jakhu. Legal Issues of Satellite Telecommunications, The Geostationary Orbit, and Space Debris // Astropolitics, 2007.
3. H. Zhang Yulin, Wang Zhaokui. Space Traffic Safety Management and Control //IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2015.

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЕДНИКОВЫХ ОЗЕР ПРИМЕНЯЯ МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Калыбекова А.А.

Научный руководитель: Сухенко А.С., PhD

Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби

email: aigerimkalybekova8@gmail.com

При выполнении данной работы не зря было выбрано территория ледниковых озер в горах Алматы, так как в нынешнее время таяние ледников в результате изменения климата имеет свою актуальность. Изменение фактических размеров ледников имеет основную причину в результате повышения атмосферной температуры. Каждый случай наводнения и иных проявления ЧС ниже по течению в указанном регионе начали повторяться все чаще и чаще, что напрямую влияет на безопасность населения, в том числе и на природную среду [1]. Данное исследование напрямую направлено на оценку пространственного распределения и идентификации изменений в размере ледниковых озёр на склонах гор Алматы и Алматинской области с использованием дистанционного зондирования. Не всегда поездка к ледникам и мореным озерам в горах может быть безопасной, поэтому очень важно осуществлять постоянный мониторинг потенциально опасных объектов горной местности. Для решения данной задачи и будет применяться метод спутникового мониторинга и анализа по результатам полученных данных [1]. Сам факт изменения климата в нынешнее время оказывает очень глубокое влияние на ледники, ледниковые озёра и их образование и исчезновение [2].

По официальным и открытым данным на момент проведения исследования были идентифицированы несколько ледовых озер. Которые в дальнейшем были изучены с применением метода дистанционного зондирования.

Предварительный анализ средней скорости ветра в этом месте указывает на неравномерность ветрового режима. В южной и северо-восточной частях участка наиболее сильные ветры, среднегодовая скорость которых достигает 0,35 м/с. Эти области с индикацией ветра от голубого до желтого потребуют дополнительного изучения при отборе проб земли на предмет ветровой эрозии, которая является основной причиной изменения фенологии поверхности, однако прогнозируемые уровни ветра относительно низкие [2].

Карта воды представляет собой карту постоянных акваторий, созданную с помощью машинного обучения. Он «замаскирован», что позволяет рассчитать расстояние до водных объектов на картах до самих ледниковых озер. Области, выделенные зеленым цветом, — это хорошо политые растения. Участки, отмеченные оранжевым цветом, умеренно орошены, а участки, отмеченные красным, — бесплодны. В этом месте есть благоприятные условия с отсутствием поблизости интенсивных пахотных земель и множеством ручьев и поверхностных участков естественного дренажа, где травы должны хорошо расти. Метод выявления изменений растительного покрова с использованием анализа красного края растительности позволил исполнителям выявить конкретные территории, где требуется дополнительные исследования с выездом на территорию.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каттель, Дамбару Баллаб, Моханты, Ашутош, Дайыров, Мирлан, Ван, Вейкай, Мишра, Маноранджан. Оценка ледниковых озер и катастрофических наводнений на северных склонах Киргизского хребта // Источник: Mountain Research and Development, 40(3)
2. Christopher K Wright, Kirsten M de Beurs, Geoffrey M Henebry. Land surface anomalies preceding the 2010 Russian heat wave and a link to the North Atlantic oscillation // IOSSCIENCE Lett. 9(2014) 124015 (10pp)

## СИСТЕМЫ СПАСЕНИЯ КОСМОНАВТА ПРИ ВНЕКОРАБЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Каримова Д.С.**

Казахский Национальный университет имени аль-Фараби  
karimova.d@hotmail.com

В наше время все больше стран изъявляют желание присоединиться к числу так называемых «космических сверхдержав» - странам, способными проводить космические полеты на собственных космических кораблях, запускаемых собственными ракетносителями. Так же частные компании активно присоединяются к проведению пилотируемых миссий, одной из последних является SpaceX Inspiration4. Важной частью пилотируемых миссий является выход в открытый космос. Одной из основных задач внекорабельной деятельности космонавтов является обеспечение безопасности. И инциденты произошедшие с Алексеем Леоновым и Пирсом Селерсом определяют проблему возможности недопустимого удаления и потери корабля.[1] Существует несколько решений данной проблемы, к примеру, устройства предназначенные для маневрирования космонавта в космосе. [3]

К таким устройствам относятся:

1. The Hand-Held Maneuvering Unit (ННМУ)
2. УПКМ 21КС
3. АМУ (Astronaut Maneuvering Unit) и другие.[3]

Недостатком большинства таких устройств является сложность эксплуатации в виду больших габаритов и ограничений по подвижности космонавта или не учитывают возникновение нежелательного вращения в процессе маневрирования. В представленной работе предлагается концепция системы, которая активируется исключительно в случае штатных ситуаций при внекорабельной деятельности без вмешательства космонавта.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Вокруг света» 2010 г, №6, с.114-120, Игорь Афанасьев, Дмитрий Воронцов, «Персональный транспорт космонавта»
2. A. Millbrooke (1998). More Favored than the Birds: The Manned Maneuvering Unit in Space. In P. E. Mack (Ed.), From Engineering Science to Big Science. Washington DC: NASA
3. Zumbado J. R., Curiel P. H., Schreiner S. Hands-Free Control Interfaces for an Extra Vehicular Jetpack: conference paper. Big Sky, MT, USA: , 2012.



## СПОСОБ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕМЕЖАЕМОСТИ СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ

Магзумов А.А.

Научный руководитель: Нужнов Ю.В., д.ф.-м.н., профессор.

КазНУ им. аль-Фараби

magzumov1997@gmail.com

Проблема статистического моделирования турбулентного теплопереноса в камерах сгорания реактивных ракетных двигателей известна как одна из основных проблем внутренней баллистики. Используемые при этом модели RANS не учитывают эффектов гидродинамической перемежаемости и не обеспечивают требуемой точности.

Целью данной работы является обоснование нового способа расчета коэффициента перемежаемости неоднородных скалярных полей развитого турбулентного течения. Необходимость в расчете такого коэффициента связана с формулой  $\langle \theta \rangle = \gamma + \gamma_\theta (\langle \theta \rangle_c - 1)$ , где  $\langle \theta \rangle$  и  $\langle \theta \rangle_c$  – полное и условное среднее значение температуры,  $\gamma$  и  $\gamma_\theta$  – коэффициенты перемежаемости динамических и неоднородных скалярных полей температуры. Эта формула была получена в теории «автономного статистического моделирования турбулентного течения» ASMTurb, а именно – турбулентного течения с неоднородным скалярным полем концентрации пассивной примеси (концентрации вещества или температуры при слабом перегреве, т.е.  $\gamma_\theta \equiv \gamma_z$ ). При этом способ расчета условного среднего  $\langle \theta \rangle_c$  и коэффициента перемежаемости  $\gamma$  уже разработан, тогда как для расчета  $\gamma_z$  принималась формула  $\gamma_z = 0.825\gamma$ . Однако для турбулентных течений различного типа коэффициент пропорциональности может принимать значения из диапазона  $0.5 \div 0.9$ . В таком случае предлагается универсальная формула для расчета коэффициента перемежаемости пассивной примеси  $\gamma_z = Pr_t \gamma$ , где  $Pr_t$  – турбулентное число Прандтля, величина  $\gamma \equiv \gamma_t$  и рассчитывается согласно методу ASMTurb [Ошибка! Залка не определена., 3].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kuznetsov V.R., Sabelnikov V.A. Turbulence and Combustion // Hemisphere. - 1990. - 362p.
2. Нужнов Ю.В. Статистическое моделирование перемежающихся турбулентных течений // Алматы: Қазақ университеті. - 2015. - 300с.
3. Нужнов Ю.В. А.с. 0010816. Метод автономного статистического моделирования турбулентных течений // - Бюл. - №1392. - 2013. - 6с.

## КОМПЬЮТЕРЛІК КӨРУ ӘДІСТЕРІН КӨЛІК НАВИГАЦИЯСЫ ЕСЕБІНЕ ҚОЛДАНУ АЛГОРИТМДЕРІН ЖАСАУ

Сейіт А.И.

Ғылыми жетекші: Ибраев А.С., PhD

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
seiitarai@gmail.com

Компьютерлік көруде визуалды одометрия – бұл өзара байланысқан камера бейнелерін талдау арқылы автокөліктің орналасуы мен бағытын анықтау процесі. Навигацияда одометрия, әдетте, кеңістіктегі позицияның өзгеруін бағалау үшін жетектердің қозғалысы туралы мәліметтерді (мысалы, айналу датчиктерінен) қолданумен байланысты. Даму бағытында жабдық конфигурацияларының жиынтығын кеңейту үшін одометрия жұмыс істеуі керек. Егер стерео камерасы бар бейнені қолданатын болсақ, көптеген алгоритмдер айтарлықтай жақсарарды. Сондай-ақ, кең бұрышты камералармен жұмыс істеу үшін қолданыстағы алгоритмдер кеңейтіледі, өйткені олар іс жүзінде кеңінен кездеседі. Визуалды одометрия мәселесінде әмбебап шешім жоқ. Қолданыстағы визуалды одометрия алгоритмдері бейне ағынының түріне (ішкі немесе сыртқы) бағытталған. Визуалды одометрия алгоритмінің нақты орындалуы сенсорлардың түрлеріне және олардың санына байланысты. Визуалды одометрия автокөліктің дәл навигациясын қамтамасыз етеді [1].

Әзірленетін алгоритмдер мен әдістер бойынша бөлу белгілері жағдайында ауысым ауа-райы, уақыт, тәулік, маусымдық және жергілікті жерде объектілерін шолу бұрышынан тану дәлдігі арттырылатын болады. Жалпы жағдайда бастапқы немесе белгілі орынға қатысты объектінің координаттары техникалық көрудің борттық жүйесінің көмегімен кеңістіктің негізгі нүктелерін бақылау кезінде алынған өткен қашықтықтарды қосу жолымен есептеледі [2].

Визуалды одометрия алгоритмі келесі негізгі қадамдарды қамтиды:

- 1) кескіннің негізгі нүктелерін анықтау;
- 2) екі дәйекті суреттер арасындағы негізгі нүктелердің сәйкестігін анықтау немесе бақылау;
- 3) негізгі нүктелердің ығысуы негізінде қозғалыс параметрлерін бағалау [3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. J. Janai, F. Güney, A. Behl, A. Geiger. Computer vision for autonomous vehicles: Problems, datasets and state of the art. - Foundations and Trends® in Computer Graphics and Vision, 2020.
2. H.A. Alhaija, S.K. Mustikovela, L. Mescheder, A. Geiger. Augmented reality meets computer vision: Efficient data generation for urban driving scenes. - International Journal of Computer Vision, 2018.
3. L Heng, B Choi, Z Cui, M Geppert, S Hu, B Kuan, P Liu. Project autovision: Localization and 3d scene perception for an autonomous vehicle with a multi-camera system. - 2019 International Conference on Robotics and Automatation (ICRA), 2019.

## ТЕСНО СВЯЗАННАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ГНСС/ИНС

Тасова М.Т., Ибраев А.С.

Научный руководитель: PhD Ибраев А.С.

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

tasova@gmail.com

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) — это понятие, используемое для идентификации тех систем, которые позволяют вычислять местоположение пользователя на основе созвездия спутников. Конкретными системами ГНС являются американская система GPS, российская система ГЛОНАСС, европейская система Галилео. Эти системы основаны на одном и том же принципе: пользователь вычисляет свое положение на основе измеренных расстояний между приемником и набором видимых спутников. Эти расстояния рассчитываются путем оценки времени распространения передаваемых сигналов от каждого спутника до приемника [1]. Приемники ГНСС заинтересованы только в оценке задержек сигналов прямого пути, далее именуемых сигналами прямой видимости (СПВ), поскольку именно они несут информацию о времени прямого распространения. Однако отражения искажают принятый сигнал таким образом, что это может привести к смещению оценок задержки и несущей фазы [2].

Чтобы справиться с этой проблемой, в литературе широко изучалось использование инерциальных навигационных систем (ИНС) для улучшения определения местоположения, обеспечиваемого обычными приемниками ГНСС [3]. ИНС — это автономный навигатор, который генерирует решение об отношении, положении и скорости. Датчики, используемые в ИНС, представляют собой триаду гироскопов для измерения вращения и скорости вращения, и триаду акселерометров для измерения ускорений или удельной силы. ИНС представляет собой комбинацию этих датчиков, навигационных алгоритмов и компьютера, на котором размещены алгоритмы.

Алгоритмы ИНС для определения ориентации, положения и скорости включают, в частности, выполнение математической операции интегрирования выходных сигналов этих датчиков. Таким образом, любая ошибка на выходе датчиков приводит к коррелированным ошибкам ориентации, положения и скорости, которые потенциально не ограничены. Приемник ГНСС, с другой стороны, генерирует оценки положения и скорости с ограниченными ошибками. Их характеристики ошибок дополняют друг друга, что является основной причиной интеграции систем ГНСС/ИНС во многие приложения. Архитектуры интеграции ГНСС/ИНС можно разделить на глубокую, тесную и свободную в зависимости от степени интеграции между обеими системами [3]. При тесной интеграции ГНСС/ИНС ГНСС и ИНС сводятся к их основным сенсорным функциям, то есть измерения псевдодальности, ускорения и гироскопа используются для создания единого комбинированного навигационного решения. Кроме того, тесная интеграция позволяет продолжать извлекать полезную информацию из приемника ГНСС в ситуациях, когда видно менее четырех спутников.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Spilker Jr J. J. et al. (ed.). Global positioning system: theory and applications, volume I. – American Institute of Aeronautics and Astronautics. – 1996.
2. Van Nee R. D. J. Spread-spectrum code and carrier synchronization errors caused by multipath and interference //IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems. – 1993. – С. 1359-1365.
3. Grewal M. S., Andrews A. P., Bartone C. G. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. – John Wiley & Sons – 2020.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В ГРУППИРОВКЕ

**Абдрашев А.Р.**

**Научный руководитель:** к.ф.-м.н., доцент Ракишева З.Б.  
Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби  
aidar.98kz@mail.ru

В настоящее время исследование космических аппаратов все больше актуальна и по интерес возрастает геометрической прогрессий. Особый интерес заключается в исследованиях движений не только одного спутника, а именно группировок. Все идет к тому что группировки, как правильно, легко управляемые и реагируют быстрее на команды. Возможности группировок космических аппаратов для задач астрономических наблюдений, стереографической съемки поверхности Земли, дистанционного зондирования Земли в режиме реального времени. Вместе с новыми возможностями для исследователей возникают и новые задачи. Одной из ключевых задач является анализ относительного движения космических аппаратов в группировке [1].

Поэтому разработка системы управления группировкой тетраэдральной конфигурации в случаях невозмущенной и возмущенной опорных орбит главного космического аппарата с учетом фигуры Земли, возмущений от гравитационных полей Луны и Солнца и неопределенностей является актуальной научно-технической задачей, имеющей большое прикладное значение.

Для дистанционного зондирования Земли в режиме реального времени предлагается использовать группировку малых космических аппаратов определенной конфигурации на геостационарной орбите. Конфигурация представляет собой систему четырех космических аппаратов (КА), где главный КА и три дочерних КА образуют тетраэдр [2]. При этом главный КА движется по орбите, называемой опорной орбитой. С течением времени опорная орбита под воздействием внешних возмущений эволюционирует, эти же возмущения влияют на взаимное расположение КА, что влечет за собой неустойчивость конфигурации и невозможность выполнения поставленной миссии. Красная кривая соответствует случаю, когда опорная орбита представляет собой окружность, синяя кривая (модель Лоудена) когда опорная орбита эллипс [3] [4].

В процессе анализа было выявлено, что отклонение на третьем витке в случае однородности поля притяжения Земли уже составляет 20 км, что показывает достаточно большую погрешность использования линейной модели КУ в долгосрочной перспективе даже для группировок спутников малого кластера. Отсюда можно заключить что применимость линейных моделей описания движения и динамики для пассивных группировок сильно ограничена и обуславливает необходимость использования определенных алгоритмов управления.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. B. Naasz, C.D. Karlgaard, C.D. Hall, Application of several control techniques for the ionospheric observation nanosatellite formation, *Advances in the Astronautical Sciences* 112, 2002;
2. Steven P. Hughes, *Formation Flying Performance Measures for Earth-Pointing*, December 1999 Blacksburg, Virginia
3. Lawden D.F. *Fundamentals of Space Navigation* // J. Br. Interplanet. Soc. 1954. Vol. 13, № 2. P. 87–101.
4. М.Ю.Овчинников. Малые мира сего. // *Компьютерра*, 2007, № 15 (683), С.37- 41, вариант — <http://www.keldysh.ru/events/ovch.pdf>

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГРУППИРОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В СЛУЧАЕ НЕВОЗМУЩЕННОЙ ОПОРНОЙ ОРБИТЫ С УЧЕТОМ ФИГУРЫ ЗЕМЛИ

Имангазина А. А.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент Ракишева З.Б.

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби  
aishaim.99@gmail.com

Способность при весьма малых габаритах обеспечивать функциональность привело к активному использованию малых космических аппаратов(МКА). Они настолько стали востребованы в космической деятельности, что в последнее время их стали использовать для выполнения более сложных, научных миссии. Такая группировка может обеспечить замену любого большого космического аппарата для решения сложных космических и прикладных задач.[1]

Основной проблемой при формировании такой группировки является удерживание определенной траекторий движения. Для этого все спутники должны отслеживать местоположение друг друга и корректировать свое движение с помощью затраты дополнительного топлива.[2] Однако, надо будет учитывать тот факт, что в космосе срок действия спутника в основном зависит от количества его топлива, поэтому расход должен быть сбалансированным и равномерным. В космической среде спутник подвергается воздействию возмущающих внешних сил, которые своим влиянием могут изменить его орбиту. Основным источником этих сил в рассматриваемой ситуаций являются силы, создаваемые отличием распределения массы Земли от идеальной сферы, они возникают в основном из-за неоднородности ее поверхности и неравномерному распределению массы.[3]

Подобная неоднородность Земной поверхности приводит к определенным изменениям в элементах орбиты. Наиболее ярко выраженными приходятся регрессия линии узлов и прецессия линий апсид. Это регулярно вносит изменения в орбиту спутника. Апсидальное изменения меняет положение апогея и перигея орбиты. Наиболее распространёнными решениями для таких задач являются уравнения Хилла-Клохесси-Уилтшера.[4] Эти уравнения описывали относительное движение двух тел на круговой орбите.

Целью данной работы является построение математической модели орбитального движения группировки КА для выявления возможных отклонений, создаваемых различными возмущающими силами. Моделирование и визуализация были созданы в программном обеспечении MatLab.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. David A. Vallado, 'Fundamentals of Astrodynamics', 2nd Edition, Microcosm Press & Kluwer Academic Publishers, 2001.
2. Gurfil P. and Mishne D., "Cyclic Spacecraft Formations: Relative Motion Control Using Line-of-Sight Measurements Only", Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Vol. 30, No. 1, 2007, pp. 214–2257
3. Kyle T. Alfriend Spacecraft Formation Flying, 2010
4. Tillerson, M. and How, J. P., "Formation Flying Control in Eccentric Orbits", Proceedings of the AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference, Montreal, Canada, August 2001.

## РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА РАСКРЫТИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Қамбарбаев Е.

Научный руководитель: к.т.н., Джамалов Н.К.

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби  
kambarbaeverkebulan@gmail.com

Современные космические аппараты, как правило, имеют основной блок, к которому крепятся развертываемые в рабочее положение выносные элементы: антенны различного назначения, панели солнечных батарей, штанги с датчиками и другие элементы систем космического аппарата. Раскрытие таких трансформируемых космических конструкций из транспортного положения на орбите Земли является важным этапом их эксплуатации. От правильности протекания этого процесса зависит возможность дальнейшего использования изделия[1].

Кинематическая схема раскрытия трансформируемой конструкции должна обеспечивать надежное разворачивание и фиксацию ее узлов в заданном положении и гарантировать выполнение предъявляемых требований по надежности, прочности и точности взаимного расположения элементов конструкции. Оценить правильность принятых технических решений и параметров систем раскрытия на стадии проектирования космического аппарата позволяет математическое моделирование этапов функционирования рассматриваемого изделия. Моделирование разворачивания трансформируемых конструкций дает возможность рассмотреть различные схемы раскрытия и выявить их преимущества и недостатки. Для этого построенная модель должна обеспечивать эффективное выполнение проекторочных расчетов конструкций и анализ различных вариантов их укладки и раскрытия из компактного транспортного положения в рабочее[2].

Тип каркаса складная ферма превосходит другие известные виды в эргономичности. Использование данного крепления для раскрытия солнечных панелей позволит сэкономить один из важнейших элементов при конструировании космического аппарата это занимаемое место. Возможность складывания в эргономичную ферму позволяет данной конструкции на несколько шагов опережать своих конкурентов. Что в свою очередь позволит уменьшить затраты на проектирование, конструирование и эксплуатацию космического аппарата. Проведенные анализы показали что недостатком указанного устройства является относительная сложность конструкции и невозможность привести его в исходное сложенное положение (невозможность вывести складные части структурных панелей из вертикального положения) без дополнительных приспособлений Сама конструкция относительно новая, она появилась в 2018 году.

Целью данной работы является построение математической модели раскрытия солнечных панелей космического аппарата. Разработка механизма складной фермы. Моделирование на базе SolidWorks складной фермы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л.В.Докучаев. Нелинейная динамика летательных аппаратов с деформируемыми элементами. - М.: Машиностроение, 1987, 261 с. 2.
2. Yakovlev A. Obtaining manipulators kinematic models from its formalised description// 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), IEEE Computer Society, May 21–23, 2015, Omsk, pp. 38–42.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ДВИЖЕНИЕ ГРУППИРОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ

Манажанов Е. Е.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент Ракишева З.Б.

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

yernur20@gmail.com

Расположение спутника на геостационарной орбите позволяет делать снимки, получать различную информацию и осуществлять круглосуточный мониторинг конкретной территории. Однако из-за большой высоты геостационарной орбиты получение изображений высокого разрешения становится затруднительным, поскольку оборудование, необходимое для получения этих изображений, является дорогостоящим и сложным в производстве, что приводит к увеличению стоимости проекта.[1] По этой причине при ограниченном финансировании в основном используются спутники на низкой околоземной орбите, но сама орбита является причиной разрыва во времени при наблюдении за требуемой территорией.

В качестве решения этой проблемы можно использовать несколько небольших космических аппаратов на геостационарной орбите для создания одного телескопа с синтетической апертурой без использования большой структуры на орбите. Синтетическая апертура - это метод, который позволяет увеличить разрешение изображений, создавая виртуальную большую апертуру с помощью субапертур, которые объединяются для достижения высокого качества снимков.[2]

Путем размещения нескольких телескопов в определенной к примеру, тетраэдральной, конфигурации можно получить снимки более высокого разрешения. Кроме того, для реализации синтетической апертуры каждого оптического блока требуется регулировка местоположения с высокой точностью относительно друг друга. Ранее реализованные группировки КА с синтезированной апертурой работали в радиоволновом диапазоне. Поэтому положение элементов группировки относительно друг друга не требовали высокой точности.[3] Однако поскольку длина волны видимого и инфракрасного света намного короче. Следовательно, при создании структуры для съемки в видимом и инфракрасном диапазоне необходимо контролировать группировку спутников с очень высокой точностью.[4]

Целью данной работы является построение математической модели орбитального движения группировки КА для выявления возможных отклонений, создаваемых различными возмущающими силами. Моделирование и визуализация были созданы в программном обеспечении MatLab.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. David A. Vallado, 'Fundamentals of Astrodynamics', 2nd Edition, Microcosm Press & Kluwer Academic Publishers, 2001.
2. Gurfil P. and Mishne D., "Cyclic Spacecraft Formations: Relative Motion Control Using Line-of-Sight Measurements Only", Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Vol. 30, No. 1, 2007, pp. 214–2257
3. Kyle T. Alfriend Spacecraft Formation Flying, 2010
4. Tillerson, M. and How, J. P., "Formation Flying Control in Eccentric Orbits", Proceedings of the AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference, Montreal, Canada, August 2001.

# АРНАЙЫ ИНЕРЦИАЛДЫ ЕМЕС КООРДИНАТА ЖҮЙЕСІНДЕ МАССАСЫ АЙНЫМАЛЫ ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІН ЗЕРТТЕУ

Мұратова. А.Д

*Ғылыми жетекші: Ф.-М.Ғ.Д., профессор Минглибаев М. Дж.*

*Әл-Фараби атындағы атындағы ҚазҰУ, Алматы*

*e-mail: muratova.aidana1998@gmail.com*

Кіші табиғи немесе жасанды аспан денесінің екі үлкен аспан денелерінің (бұдан әрі-негізгі денелер) тартылыс өрісіндегі қозғалысы шектелген үш дене мәселесінің математикалық моделімен жақсы сипатталған.

Жұмыстың өзектілігі- инерциалды емес координата жүйесінде массасы айнымалы шектелген үш дене мәселесінің жаңа нақты жеке аналитикалық және сандық шешімдерін іздеу болып табылады.

Массалары айнымалы екі дене мәселесінің толық шешімі болмағандықтан, Мещерскийдің I – заңын пайдалана отырып, сол жағдайдағы теңдеулердің барлығы сандық тәсілмен шешілді.

Күш инварианттары- бұл шектелген үш дене мәселесінің массалары айнымалы кезіндегі жаңа нәтижесі.

$$\left(x_2 - \frac{1}{1+k}x_{31}\right)^2 + \left(y_2 - \frac{1}{1+k}y_{31}\right)^2 + z_2^2 = \left(\frac{m_1(t)}{km_3(t)}\right)^{2/3} \left[ \left(x_2 + \frac{k}{1+k}x_{31}\right)^2 + \left(y_2 + \frac{k}{1+k}y_{31}\right)^2 + z_2^2 \right]. \quad (1)$$

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы / Г.Н.Дубошин. — 2-е изд. — М.: Наука, 1978. — 456 с.
2. Минглибаев М.Дж. Новые точные частные решения ограниченной задачи трех тел / М.Дж.Минглибаев, Т.М.Жумабек // Актуальные проблемы математики и информатики: тезисы докл. Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения академика НАН РК К.А. Касымова. — Алматы, 2015. — С. 86–88.
3. Минглибаев М.Дж. Новые уравнения движения неограниченной и ограниченной задачи трех тел и их точные решения / М.Дж.Минглибаев, Т.М.Жумабек // Актуальные проблемы математики и математического моделирования: тезисы докл. Междунар. науч. конф. — Алматы, 2015. — С. 347–349.



## ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНДЕ ТЕҢБҮЙІРЛІ ҮШБҰРЫШТЫ ҚОЗҒАЛЫСТЫ КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ

Төрехан С. Т.

**Ғылыми жетекші:** Ф.-м.ғ.д., профессор - Минглибаев М. Дж.  
Әл-Фараби атындағы атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан  
e-mail: torekhansandu@gmail.com

Екі үлкен аспан денелерінің ( $m_1$  және  $m_3$  - негізгі денелер) гравитация өрісіндегі кіші аспан денелерінің (массасы аз дене- $m_2$ ) қозғалыстары шектелген үш дене есебімен сипатталады. Бұл жұмыста үш дене қозғалыстың барлық уақыт мезетінде үшбұрышты құрайтын, төбесінде кіші дене орналасқан, екі негізгі денелердің массасы тең болатын теңбүйірлі үшбұрышты шектелген үш дене мәселесі қарастырылған. Денелер материалдық нүкте ретінде қарастырылады. Шектелген үш дене есебінің математикалық шарттары:

$$m_2 \ll m_1, \quad m_2 \ll m_3, \quad m_2 \gg 0. \quad (1)$$

Классикалық шектелген үш дене қозғалысының  $OXYZ$  абсолют координаталар жүйесіндегі дифференциалдық теңдеуін жазып, инерциалды  $Gxyz$  барицентрлік координаталар жүйесіне өтеміз. Барицентрлік координаталар жүйесінде кеңістіктегі шектелген үш дене есебінің қозғалысының теңдеуі:

$$\vec{F}_2 = f \left( m_1 \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_2}{\Delta_{21}^3} + m_3 \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_2}{\Delta_{23}^3} \right) \quad (2)$$

мұндағы,  $\vec{r}_i$ -барицентрлік координаталар жүйесіндегі дененің радиус-векторы,  $\vec{F}_2$  - негізгі денелердің жалпы ньютондық тартылыс күші. Егер  $\vec{F}_2$  қозғалыстың барлық уақытында координата басына бағытталған болса және келесі түрдегі өрнекті қанағаттандырса:

$$\vec{F}_2 = -F_2 \frac{\vec{r}_2}{r_2}, \quad F_2 = |\vec{F}_2|$$

онда ол  $Gxyz$  барицентрлік координата жүйесінде үшбұрышты шектелген үш дене есебінің центрі болады.

Аудандар интегралынан екі негізгі дене есептеріндегі орбита мен теңбүйірлі шектелген үш дене есептеріндегі орбита- әрқайсысы жазық қисық екені дәлелденді. Бұл екі орбита жалпы жағдайда сәйкес келмейді. Сонымен қатар, бұл үш дене жалпы жағдайда өлшемін, пішінін және кеңістіктегі бағдарын өзгертетін, қозғалыстың барлық мезетінде теңбүйірлі үшбұрышты құрайтын қозғалысты сипаттайды. Сәйкесінше шектелген үш дене мәселесінің теңбүйірлі үшбұрышты қозғалысына келесідей мүмкін болатын жағдайларына классификация жасалынды: Ситников жағдайы (екі дененің қозғалысы шеңберлік немесе эллиптикалық орбита болатын жағдай):  $m_1 = m_2 = \frac{m}{2}$  Екі дене қозғалысы параболалық орбита болатын жағдай, екі дене қозғалысы гиперболалық орбита болатын жағдай, екі дене қозғалысы түзу болатын жағдай, екі дене қозғалысы шексіздікке ұмтылатын жағдай,

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Себехей В. Теория орбит. Ограниченная задача трех тел.-М.: Наука, 1982. 656 б
2. М. Дж. Минглибаев, Т. М. Жумабек- К равнобедренной ограниченной задаче трех тел (2016 ж)
3. Dvorak R., Lhotka Ch. Celestial dynamics. Chaocity and Dynimics of Celestial Systems.

## ТОЛҚЫНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУДІ ЖӘНЕ ЖЕРСЕРІКТІК ДЕРЕКТЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ ТОЛҚЫНДЫҚ КЛИМАТЫН ЗЕРТТЕУ

Бейсембекова М.К.

Ғылыми жетекшісі: доктор PhD , доцент м.а. Маемерова Г.М.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

Mika.kydyrxan@gmail.com

Бұл мақалада Балқаш көлі аймағы бойынша жиналған барлық альтиметриялы ақпараттардың жергілікті гидрологиялық деректермен салыстырып, спутникті альтиметриялы деректердің дұрыстығын тексеру ұсынылған. Жұмыстың негізгі мақсаты алдағы зерттеу жұмыстары үшін сенімді, дұрыс альтиметриялы ақпарат көзін анықтау. Жиналған деректерден келесі ақпараттар шегерілді: Егер спутниктен келген кері шашырау көрсеткіші-  $bck > 13.5$  және толқын биіктігінің орташа көрсеткішінің (SWH) нормаланған стандартты ауытқуындағы қателер  $SWH > 0,5$  м жоға болса, онда бұл деректер шынайы ақпарат болып саналмайды деп қабылданған [1].

Осы мақалада келтірілген спутникті альтиметриялы ақпараттар радиолокациялы альтиметриялы деректер қоры-RADS (Radar Altimeter Database System) жүйесінен алынды (<http://rads.tudelft.nl/rads/data/authentication.cgi>). Альтиметриялы деректер қорында әртүрлі уақыт аралығы мен фазаларды қамтитын 12 спутник бар. Барлық спутниктен жалпы саны-140331 дерек алынып, кері шашырау көрсеткіші-  $bck > 13.5$  және толқын биіктігінің орташа көрсеткішінің (SWH) нормаланған стандартты ауытқуындағы қателер  $SWH > 0,5$  м жоғары болған ақпараттар алынып тасталған кезде жалпы саны-33173 ақпарат іріктеліп алынды. RADS деректер қорындағы спутниктер Балқаш көліне тиісті 1990-2021 жж аралығындағы ақпараттарды қамтыды.

Зерттеу аймағы Балқаш көлі болғандықтан, солтүстік ендік бойынша  $44-49^\circ$ , ал шығыс белдеуі  $73-80^\circ$  координаталық аралығын қамтыды. Бұл жұмыста талдау жиілігі Ku-диапазонды құрайтын спутниктердің ақпараттары таңдалды. Saral спутнигінің талдау жиілігі Ka-диапазон болғандықтан, зерттеу жүйесінен бұл спутник шегерілді, ал ERS-1 спутнигінің E, F фазалары және Sentinel-3A спутнигі көрсетілген координата бойынша ешқандай ақпарат бермеді.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Validation of the multi-mission altimeter wave height data for the Baltic Sea region. Nadezhda A. Kudryavtseva and Tarmo Soomere
2. Spatial variations in the Caspian Sea wave climate in 2002–2013 from satellite altimetry. Nadezhda Kudryavtseva, Kuanysh Kussembayeva, Zaure B. Rakisheva, Tarmo Soomere
3. Wave climate in the sea of Marmara. Tarkan Erdik, Serdar Beji

## ТЕҢБҮЙІРЛІ ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНІҢ ШЕШІМДЕРІН ТАЛДАУ

Әбдірасіл Н. М.

Ғылыми жетекші: Ф.-м.ғ.д., профессор- Минглибаев М.Дж.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

e-mail: naz-18-98@mail.ru

Екі үлкен аспан денесінің (одан әрі негізгі денелер) гравитациялық өрісіндегі кішігірім табиғи немесе жасанды аспан денесінің қозғалысы белгілі шектеулі үш дене мәселесінің математикалық моделімен жақсы сипатталған. Бұл мәселенің қорытынды түрінде жалпы аналитикалық шешімі болмағандықтан, бұл мәселенің көптеген аспектілері әртүрлі сапалы және сандық әдістермен зерттелуде. Жаңа нақты аналитикалық шешімдерді іздеу өзекті мәселе болып табылады. Бұл жұмыс жаңа концепцияға негізделген классикалық шектелген үш дене мәселесін талдайды [2]. Классикалық үш дене мәселесінде табылған күштер орталығы концепциясына негізделген және бұл тұжырымдама шектелген үш дене мәселесінде де сақталған. Күн және Юпитер ғаламшарын негізгі денелер ретінде қарастырып, олардың гравитациялық өрісіндегі астероидтар шоғырының қозғалысын классикалық жазық шеңберлі шектелген үш дене мәселесі ретінде зерттелінеді. Қозғалыстың өлшемсіз дифференциалдық теңдеулері барицентрлік координаталар жүйесінде жазылады. Бұл өлшемсіз теңдеулердің нақты шешімдері үшбұрышты Лагранж шешімдерін жалпылайтын арнайы формада ізделеді. Негізгі денелердің массаларының ерікті мәндері үшін айнымалы биіктіктегі теңбүйірлі үшбұрыш түріндегі классикалық жазық шеңберлі шектелген үш дене мәселесінің жаңа нақты аналитикалық шешімдері табылды. Теңбүйірлі үшбұрыштың өлшемсіз биіктігін анықтау үшін дифференциалдық теңдеулердің интегралдық жүйесі алынған. Бұл теңбүйірлі үшбұрыштың табаны негізгі денелер арасындағы қашықтық болып табылады. Мұндай теңбүйірлі үшбұрыштың жоғарғы жағында массасы аз дене орналасқан [1].

Якоби интегралы негізінде мүмкін болатын қозғалыстардың аймақтары талданады және табылған шешімдердің бастапқы шарттары анықталады. Табылған жаңа нақты шешімдердің арнайы аналитикалық өрнектері және олардың графикалық иллюстрациялары берілген[3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Себехей В. Теория орбит. Ограниченная задача трех тел.- М.: Наука, 1982. 656с.
2. Минглибаев М.Дж., Жумабек Т.М. Новые уравнение движение ограниченной задачи трех тел в специальной неинерциальной системе координат// Вестник КазНПУ им Абая Сер.физ-мат.науки.-2015.-№1(49). – С.62-68.
3. Байсбаева О.Б. Поступательно-вращательное движение нестационарного трехосного тела в нестационарном центральном поле тяготения.// XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: сборник трудов в 4 томах. Т.1. Общая и прикладная механика - Уфа РИЦ БашУ 2019 708-710 стр.
4. Zhumabek T. M. New exact particular analytical solutions of the triangular restricted three-body problem.// Bulletin of the Karaganda university, mathematics series. 2020 № 1(97). pp. 111-121 DOI 10.31489/2020M1/111-121

## ЕКІ БЕЙСТАЦИОНАР ДЕНЕНІҢ ІЛГЕРІЛМЕЛІ-АЙНАЛМАЛЫ ҚОЗҒАЛЫСЫ

Мырзабаева А.Ә.

Ғылыми жетекші: Ф.-м.ғ.д., профессор- Минглибаев М.Дж.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

e-mail: myrzabaevaaruzhan2@gmail.com

Екі дененің классикалық теориялары аспан денелерінің қозғалысын зерттеу кезіндегі өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Бұл жұмыс екі дененің классикалық теорияларына сүйене отырып қарастырылды. Бұл жұмыста тұрақты динамикалық пішіні және массасы өзгермелі үш осьті бейстационар дененің Ньютондық центрлік гравитациялық өрісіндегі ілгерілмелі-айналмалы қозғалысы зерттелді. Координаттар басы сфералық дене центрінде жататын салыстырмалы координата жүйесіндегі үш осьті бейстационар дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалысы қарастырылған. Бірінші дене сфералық-симметриялы массасы бар шар болып табылады, оның таралу массасы және радиусы мен негізгі центрлік инерция моменттері уақытқа тәуелді функциялар болып табылады. Екінші дене - динамикалық құрылымы өзара перпендикуляр және массалар центрі арқылы өтетін үш жазықтыққа симметриялы, өзгермелі массалы дене. Екінші дене массасы және өлшемдері өзгеруіне байланысты туындайтын реактивті күштер нөлге тең емес, оның модулі мен бағыты өзгермелі. Екінші денеге реактивті күштер мен массалар геометриясының өзгеруінен туындайтын қосымша айналмалы моменттер әсер етеді. Бейстационар үш осьті дене эволюция барысында өзара перпендикуляр үш жазықтыққа байланысты әрқашанда симметриялы болады. Осы өзара перпендикуляр үш жазықтық қиылысу түзулері оның бас инерция осьтерін анықтайды. Өзіндік координаттар жүйесінің осьтері дененің бас инерция осьтері бойымен бағытталған және эволюция барысында бағдары өзгеріссіз қалады деп қабылдаймыз. Үш осьті бейстационар дененің массасы мен өлшемі өзгеру салдарынан туындайтын реактивті күштер мен моменттер денеге әсер етеді, және олар нөлге тең емес. Салыстырмалы координата жүйесінде үш осьті бейстационар дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалысының дифференциалдық теңдеулері алынды.

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt}(A(t)p) - (B(t) - C(t))qr &= M_x + M_x^{add} \\ \frac{d}{dt}(B(t)q) - (C(t) - A(t))rp &= M_y + M_y^{add} \quad (1) \\ \frac{d}{dt}(A(t)p) - (B(t) - C(t))qr &= M_z + M_z^{add}\end{aligned}$$

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баркин Ю. В., Демин В. Г. Поступательно-вращательное движение небесных тел // Итоги науки и техники. ВИНТИ, Москва 1982 115–134 с.
2. Bekov A.A., Omarov T.B. The theory of orbits in non-stationary stellar systems. *Astronomical and Astrophysical Transactions* 22(2) 2003 145– 153
3. Минглибаев М.Дж. Динамика гравитирующих тел с переменными массами и размерами. Поступательно и поступательно-вращательное движение, Lambert Academic Publishing, Saarbrucken (2012)

**Xu P.**

**Supervisor: Rakisheva Z.B., acting professors**

al-Farabi Kazakh National University

dapenggexu@gmail.com

Microminiature spacecraft are widely used within the space sector because of their low cost, simplicity of development, and modularity. Microminiature spacecraft have limited computational resources for on-board computers, low payload mass, and insufficient thruster capability, resulting in lower overall performance. Therefore, it is worthy of research to plan suitable orbital methods for microminiature spacecraft.

Most of the existing methods consider orbital maps or deterministic sampling methods, such as Probabilistic Road Map [1], which give rise to problems such as poor real-time performance and insufficient flexibility of the algorithm, and these algorithms still basically cannot guarantee the asymptotic optimality of spacecraft orbital planning in orbit. Therefore, it is necessary to provide a planning algorithm that is easy to adjust the parameters, has better performance, and ensures the asymptotic optimality of the orbit. There are several classifications of orbital planning methods: firstly, direct, and indirect methods; secondly, integral, and differential methods; thirdly, by the number of objectives [2]. Here, we mainly discuss the direct and indirect methods.

There are two main steps when using the direct method for orbital planning: transforming an optimal control problem into a nonlinear programming (NLP) problem; and solving that NLP problem by discrete transformation and optimization.

The direct target method is a method to achieve planning by solving differential equations directly. However, it has the disadvantages of being sensitive to the initial value and large amount of operations and is suitable for simple optimal control problems with low accuracy requirements. The direct targeting method can only solve the initial value problem [3].

The configuration method is a method for transforming an optimal control problem into an NLP by discrete control and state variables simultaneously in the time domain.

The differential inclusion method is a modification of the configuration method. Compared with the configuration method, the differential inclusion method has fewer variables in the NLP model and its solution is faster, which is more conducive to the implementation of online orbital planning for spacecraft. Therefore, the differential inclusion method is a more effective method for discrete optimal control problems at present.

The indirect method is to transform the optimal control problem into a Hamiltonian margin problem by using the Pontryagin's extreme value principle. The general steps can be divided into two steps: the first step is to find the specific expressions of the optimal control variables, which are functions of the accompanying variables and state variables; the second step is to find the set of equations consisting of the Hamiltonian equations, terminal conditions, and constraints (actually a two-point edge value problem) to obtain the numerical solution of the orbit [3].

In conclusion, the direct method has great advantages for solving trajectory optimization problems under complex constraints. The direct targeting method is suitable for initial value problems with low accuracy requirements, the configuration method has a wide range of application, and the differential inclusion method has a good prospect in online trajectory optimization.

## REFERENCES

1. Joseph. Advances in Control System Technology for Aerospace Applications[M], 2016.
2. Huang GQ, Lu YP, Nan Y. A review of numerical algorithms for flight vehicle trajectory optimization[J] // China Science: Technology Science,2012,42(09):1016-1036.
3. Betts J T. Survey of numerical methods for trajectory optimization[J] // Guild Control

**ФУНКЦИЯЛАР ТЕОРИЯСЫ, АЛГЕБРА ЖӘНЕ  
ЛОГИКА**

**ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ, АЛГЕБРА И ЛОГИКА**

**THEORY OF FUNCTIONS, ALGEBRA AND LOGIC**

## СТРУКТУРА ПОЗИТИВНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ПОРЯДКОВ ТИПА $\Omega$

Аскарбеккызы А.

Научный руководитель: Калмурзаев Б.С., и.о. доцента, PhD

Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби

ms.askarbekkyzy@gmail.com

В докладе будет рассматриваться структура позитивных (вычислимо перечислимых) линейных порядков изоморфных ординалу относительно вычислимой сводимости. Следуя [1], бинарное отношение  $R$  вычислимо сводится к бинарному отношению  $S$ , если существует вычислимая функция  $f$  такое, что  $x, y \in R \leftrightarrow f(x), f(y) \in S$  для любых  $x, y$ . Линейные предпорядки относительно данной сводимости рассматривались в работах [1,2]. Следуя [1], предпорядок  $R$  называется самополным, если любая вычислимая функция осуществляющий сводимость  $R$  к  $R$  является сюръективной на классах  $R$ .

Было показано, что в существуют самополные степени. Стандартный порядок является наименьшим в структуре . В данной структуре не существуют наибольшего степени и максимальных степеней, более того для любого порядка  $R \in$  можно построить самополный порядок  $S \in$  такое, что  $R < S$ . Также доказано, что множество самополных степеней является определимым объектом в структуре .

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Badaev S.A., Bazhenov N.A. Kalmurzayev B.S. The structure of computably enumerable preorder relations. Algebra and logic, Vol. 59, No. 3, P.201-215.
2. Bazhenov N.A., Kalmurzayev B.S. On dark computably enumerable equivalence relations. Siberian Mathematical Journal, Vol. 59, No.1, P.22-30.

## LP КЕҢІСТІГІНДЕ АНЫҚТАЛҒАН МУЛЬТИПЛИКАТОРЛЫҚ ОПЕРАТОРДЫҢ СПЕКТРІН СИПАТТАУ

Бармағамбетов С.М.

Ғылыми жетекшісі: PhD, доцент м.а., Туленов К.С.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
saginish.2000@mail.ru

$T \in B(X)$  операторның нүктелік спектрі деп:

$$p(T) = \{\lambda \in \mathbb{C} : K\ker(T - \lambda 1) \neq 0\}$$

жиынын айтамыз.  $T$  операторның үзіліссіз спектрі:

$$\sigma_{\infty} = \{\lambda \in \mathbb{C} \setminus p(T) : \text{Im}(T - \lambda 1) = X, \text{Im}(T - \lambda 1) \neq X\},$$

ал қалдық спектрі:

$$r(T) = \{\lambda \in \mathbb{C} \setminus p(T) : \text{Im}(T - \lambda 1) \neq X\}. [1]$$

**Анықтама 1.**  $(X; \mu)$  өлшем анықталған кеңістік және  $E = L_p(X; \mu)$  (мұндағы  $1 \leq p \leq \infty$ ) болсын. Әрбір өлшемді айтарлықтай шектелген  $f: X \rightarrow \mathbb{C}$  функциясы үшін  $M_f \in B(E)$  операторы  $(M_f g)(x) = f(x)g(x)$  теңдігі арқылы анықталады. [2]

**Теорема 1.**  $E = L_p X$ ; (мұндағы  $1 \leq p < \infty$ ), және  $M_f \in B(E)$  айтарлықтай шектелген өлшемді  $f: X \rightarrow \mathbb{C}$  (Анықтама 1) функциясына көбейту операторы (мультипликаторлық) болсын. Онда  $p(M_f) = \{\lambda \in \mathbb{C} : \mu(f^{-1}(\lambda)) > 0\}$ ,  $\sigma(M_f) = \sigma(M_f) \setminus p(M_f)$  және  $r(M_f) = \emptyset$ .

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Пирковский А.Ю. Спектральная теория и функциональные исчисления для линейных операторов, МЦНМО, 2010.[1]
2. Хелемский А.Я., Лекции и упражнения по функциональному анализу, МЦНМО, Москва, 2004.[2]



## ҮШ ӨЛШЕМДІ КЕҢІСТІКТЕГІ ГОЛОМОРФТЫҚ ВЕКТОРДЫҢ КЕЙБІР ЖАЛПЫЛАУЛАРЫ

Бердымбай Қ.

Ғылыми-жетекші: ф.-м. ғ. д., профессор Тоқыбетов Ж.Ә.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

berdimbaayk@gmail.com

Қазіргі кезде кешен айнымалылар функциясы теориясының аппараты әртүрлі жеткілікті кең ұйғарымдарды екі тәуелсіз айнымалының бірінші ретті дербес туындылы теңдеулер жүйесіне жалпылаулары жеткілікті көп. Мұндай кеңейтудің біреуі жалпыланған аналитикалық функция деп аталады. Сонымен бірге, Коши-Риман жүйесі үш және төрт тәуелсіз айнымалылар жағдайына да жалпыланған. Оның үш өлшемді аналогы Мойсил-Теодереско теңдеулер жүйесі деп аталады да, ал оның шешімі голоморфтық вектор деп аталады. Сондықтан да жалпыланған аналитикалық функциялар функциялардың үш өлшемді аналогын, яғни кіші мүшелері бар Мойсил-Теодереско жүйесін қарастыру өзектіде, маңызды[1].

Зерттеу мақсаты: Мойсил-Теодереско жүйелері үшін шекаралық есептер құрастырып оны шешу. Зерттеу объектісі және зерттеу пәні: зерттеу объектісі Мойсил-Теодереско теңдеулер жүйесі. Голоморфтық векторлардың жалпылаулары.

Зерттеу әдістері және теориялық және практикалық мәні: алдымен жалпыланған аналитикалық функциялар теориясының мәселелері қарастырылып, сонан соң үш өлшемді оның жалпылауы үшін есептер келтіріледі.[2]

Зерттеудің теориялық және практикалық мәні: Зерттеудің орнықтылық теориясында қолданыс табады.

Мойсил-Теодереско теңдеулер жүйесі осы түрде болады:

$$\begin{aligned}Aw_z + au_x + bu_y + bv_x + \mathbb{I}v_y + f_1 &= 0 \\s_x - v_z + w_y + f_2 &= 0 \\s_y + u_z - w_x + f_3 &= 0 \\s_z - u_y + v_x + f_4 &= 0\end{aligned}\tag{1}$$

Мұндағы

$$\begin{aligned}f_1 &= a_{11}s + a_{12}u + a_{13}v + a_{14}w \\f_2 &= a_{21}s + a_{22}u + a_{23}v + a_{24}w \\f_3 &= a_{31}s + a_{32}u + a_{33}v + a_{34}w \\f_4 &= a_{41}s + a_{42}u + a_{43}v + a_{44}w\end{aligned}$$

кіші мүшелер[3].

Мойсил-теодереско теңдеулер жүйесі жалпы зерттелмеген. Мен жұмысымда тек дербес жағдайларын келтіріп кетемін.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бицадзе А.В. Краевые задачи для эллиптических уравнений второго порядка. М.: 1966, - 204 с.
2. Е.И. Оболашвили, Пространственные обобщенные голоморфные векторы, Дифференц.уравнения, 1975, том 11, номер 1, 108-115
3. Академия наук СССР Сибирское отделение институт математики, Исследования по многомерным эллиптическим системам уравнений в частных производных, Новосибирск 1986г, 35-70 стр.

## **$L_p$ КЕҢІСТІГІНДЕ АНЫҚТАЛҒАН ХАРДИ-ЧЕЗАРО ОПЕРАТОРЫНЫҢ СПЕКТРЫ**

**Заур Г.Т.**

**ғылыми жетекшісі: PhD, доцент м.а. Туленов К.С.**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

z.gulnur.t@gmail.com

$L_p(0; 1)$  ( $1 < p < \infty$ ) және  $L_\infty(0; 1)$  кеңістігінде анықталған Харди-Чезаро операторы:

$$(Cf)(t) = \frac{1}{t} \int_0^t f(s) ds.$$

Бұл оператор аталған кеңістіктерде шенелген екендігі Харди теңсіздігінен шығады [1]. Олай болса, Харди-Чезаро операторының  $L_p(0; 1)$  ( $1 < p < \infty$ ) және  $L_\infty(0; 1)$  кеңістіктерінде спектрі бар және ол компакт.

Кез келген  $f(t) \in L_p(0; 1)$  үшін ( $1 < p < \infty$ )  $(Cf)(t) = \frac{1}{t} \int_0^t f(s) ds$  операторының спектрі  $\sigma = \left\{ \lambda \in \mathbb{C}: \operatorname{Re} \left( \frac{1}{\lambda} \right) \geq \frac{p-1}{p} \right\}$  (басқаша айтқанда,  $\sigma = \left\{ \lambda \in \mathbb{C}: \left| \lambda - \frac{q}{2} \right| \leq \frac{q}{2} \right\}$ ) болады. Ал нүктелік спектрі  $\sigma_{pt} = \left\{ \lambda \in \mathbb{C}: \operatorname{Re} \left( \frac{1}{\lambda} \right) > \frac{p-1}{p} \right\}$  немесе  $\sigma_{pt} = \left\{ \lambda \in \mathbb{C}: \left| \lambda - \frac{q}{2} \right| < \frac{q}{2} \right\}$ . Мұндағы  $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ .

Кез келген  $f(t) \in L_\infty(0; 1)$  үшін  $(Cf)(t) = \frac{1}{t} \int_0^t f(s) ds$  операторының спектрі  $\sigma = \left\{ \lambda \in \mathbb{C}: \operatorname{Re} \left( \frac{1}{\lambda} \right) \geq 1 \right\}$  немесе  $\sigma = \left\{ \lambda \in \mathbb{C}: \left| \lambda - \frac{1}{2} \right| \leq \frac{1}{2} \right\}$  болады. Ал нүктелік спектрі  $\sigma_{pt} = \sigma \setminus \{0\}$  яғни  $\sigma_{pt} = \left\{ \lambda \in \mathbb{C}: \left| \lambda - \frac{1}{2} \right| \leq \frac{1}{2} \right\} \setminus \{0\}$  [2].

Ал  $\lambda \in \mathbb{C} \setminus \sigma$  кезінде резольвента болатынын көрсету үшін  $\operatorname{Re} \left( \frac{1}{\lambda} \right) < \frac{p-1}{p}$  (егер  $p = \infty$  болса  $\operatorname{Re} \left( \frac{1}{\lambda} \right) < 1$ ) кезінде  $L_p(0; 1)$  ( $1 < p < \infty$ ) және  $L_\infty(0; 1)$  кеңістіктерінде шенелген  $(P_{1/\lambda} f)(t) = \int_0^1 s^{-(1/\lambda)} f(st) ds$  операторын анықтаймыз. Және  $\operatorname{Re} \left( \frac{1}{\lambda} \right) < \frac{p-1}{p}$  (егер  $p = \infty$  болса  $\operatorname{Re} \left( \frac{1}{\lambda} \right) < 1$ ) кезінде  $\frac{1}{\lambda} I + \left( \frac{1}{\lambda} \right)^2 P_{1/\lambda}$  операторы  $\lambda I - C$  операторына кері оператор [3].

### **ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1. G. H. HARDY, J. E. LITTLEWOOD, G. PÓLYA, Inequalities, Cambridge University Press (1934), 240 p.
2. G.M. LEIBOWITZ, Spectra of finite range Cesaro operators. Acta Sci. Math. (Szeged) (1973), 27-29p.
3. D. BOYD, The spectrum of the Cesáro operator, Acta Sci. Math., (1968), 31—34p.

## ЕКІ ЭЛЕМЕНТТІ ЖИЫНДАР ҮЙІРІНІҢ РОДЖЕРС ЖАРТЫТОРЛАРЫ

Искаков А.М.

Ғылыми жетекшісі: PhD Калмурзаев Б.С.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

e-mail: bheadr73@gmail.com

Жартылай реттелген жоғарғы жартытор құрайтын  $R_n^i(S) = \{\deg \deg(v) : v \in Com_n^i, \leq\}$ ,  $i \in \{-1; 0; 1\}$  жиын  $S$  жиындар үйірінің Роджерс жартыторы деп аталады.

Роджерс жартыторлары берілген  $S$  жиындар үйіріндегі есептеулердің күрделілігін сипаттауға, сонымен қатар  $\Sigma_n^i$ -есептелімді ( $i \in \{-1; 0; 1\}$ ) нөмірлеулердің қасиеттерін ажыратып жүйелеуге мүмкіндік береді.

Тарихи рекурсив саналымды жиындар үйірінің Роджерс жартыторлары туралы алғаш-қы проблемаларды Ю. Л. Ершов [1] негіздеген болатын: Роджерс жартыторының мүмкін болатын қуаты қандай? Роджерс жартыторы тор бола ала ма? Бұл жұмыста бірінші сұрақ Ершов иерархиясы үшін қарастырылады.  $|a|_0 = \alpha < \omega^2$  ординалдары үшін келесі бағалау ақиқат болады [2].

**Теорема.**  $\beta \leq \alpha < \omega^2$  ординалдары берілсін. Кез келген  $\alpha \leq \gamma < (\alpha + \beta, \beta + \alpha)$  ординалы үшін  $R_\gamma^{-1}(S)$  Роджерс жартыторы бір элементті болатын екі жиыннан құралған  $S = \{A, B\}$  ( $A \in \Sigma_\alpha^{-1}, B \in \Sigma_\beta^{-1}$ ) үйірі табылады.

**Сұрақ.** Жоғарыда келтірілген теорема нәтижесін  $|a|_0 > \omega^2$  болатын,  $a$  ординалдар белгілеулері үшін жалпылауға болады ма?

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ершов Ю.Л. Теория нумераций. – М.: Наука. – 1977. – 416 с.
2. Калмурзаев Б.С. Инварианты полурешеток Роджерса семейств множеств иерархии Ершова. – дис. ... доктора философии (PhD). – КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, 2018. – 76 с.

## ON SOME PROPERTIES OF TOPOLOGICAL QUASIVARIETIES GENERATED BY SPECIFIC FINITE MODULAR LATTICES

Lutsak S.M., Voronina O.A.

M. Kozybayev North Kazakhstan University  
sveta\_lutsak@mail.ru, oavy@mail.ru

The present work considers a finite modular lattices and topological quasivarieties generated by these lattices, investigates their properties.

Quasivariety is a class of algebras of the same type that is closed with respect to subalgebras, direct products (including the direct product of an empty family), and ultraproducts. The smallest quasivariety containing a class  $\mathbf{K}$  is denoted by  $\mathbf{Q}(\mathbf{K})$ . If  $\mathbf{K}$  is a finite family of finite algebras then  $\mathbf{Q}(\mathbf{K})$  is called finitely generated. In the case  $\mathbf{K}=\{A\}$  we write  $\mathbf{Q}(A)$  instead of  $\mathbf{Q}(\{A\})$ .

A finite algebra  $A$  with discrete topology  $\tau$  generates a topological quasivariety  $\mathbf{Q}\tau(A)$  consisting of all topologically closed subalgebras of non-zero direct powers of  $A$  endowed with the product topology. Profinite algebras are exactly those that are isomorphic to inverse limits of finite algebras. Such algebras are naturally equipped with Boolean topologies. A topology  $\tau$  is Boolean if it is compact, Hausdorff, and totally disconnected. A topological quasivariety  $\mathbf{Q}\tau(A)$  is standard if every Boolean topological algebra with the algebraic reduct in  $\mathbf{Q}(A)$  is profinite. In this case we say that algebra  $A$  generates a standard topological quasivariety [1].

We construct the specific finite modular lattice  $T$  that does not satisfy to one of the Tumanov's conditions [2] but quasivariety  $\mathbf{Q}(T)$  generated by this lattice is not finitely based. We investigate the topological quasivariety generated by the lattice  $T$  and prove that it is not standard. And we would like to note that there is an infinite number of lattices similar to the lattice  $T$ .

The main result of this work is as follows.

**Theorem.** The topological quasivariety generated by the lattice  $T$  is not standard.

This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09058390).

### REFERENCES

1. Clark D.M., Davey B.A., Freese R.S., Jackson M. Standard topological algebras: syntactic and principal congruences and profiniteness // Algebra Univ. – Vol. 52. – 2004. – P. 343-376.
2. Tumanov V.I. On finite lattices having no independent bases of quasi-identities // Math. Notes. – Vol. 36. – 1984. – P. 625-634.

## ЕВКЛИДТІК КЕҢІСТІКТЕГІ ГИПЕРҮЛЕСТІРІМНІҢ КОЛЛИНЕАРЛЫҚ ШАРТЫНДАҒЫ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ОБЪЕКТІНІҢ ҚАСИЕТІ

Мүтиголлаева Д.Б.

Ғылыми жетекші: ф.-м.ғ.к. Нүрпейіс Ж.

әл- Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
danagul24.04.2000@gmail.com

Баяндамада  $E_n$  Евклид кеңістігіндегі  $(n-1)$  үлестірімнің геометриялық қасиеттері қарастырылады. Егер  $n$  - өлшемді  $E_n$  Евклид кеңістігі жылжымалы  $R^x = (x, \vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_n)$  реперіне қатысты болса, онда инфинитезимальды орын ауыстыруның дифференциалдық теңдеулерін аламыз. Репердің  $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_{n-1}$  векторларын  $\Delta_{n-1}(x)$  аймағында қарастырып, үлестірімнің дифференциалдық теңдеуін аламыз. Осылайша  $\eta^K h^i \Lambda_{iK}^n = 0$  болады. Осы шартты  $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_{n-1}$  базистік векторлары қанағаттандырады, онда  $h^i = \delta^{ij}$  және  $\eta^K \Lambda_{iK}^n = 0$  [1].

Баяндамада  $\vec{Y} = t\vec{X}$  теңдігі орындалуы үшін,  $\Lambda_{in}^n$  геометриялық объектісі нөлдік болуын көрсетемін.  $\vec{Y} = t\vec{X}$  болса, онда  $\eta^i = 0$ ,  $\eta^n \neq 0$  орындалады. (8) теңдеуден  $\Lambda_{in}^n = 0$  шығады. Кері жағдайда,  $\Lambda_{in}^n = 0$  деп қарастырсақ,  $\det \|\Lambda_{ij}^n\| \neq 0$  болғандықтан  $\eta^i \Lambda_{ij}^n = 0$  жалғыз нөлдік  $\eta^i = 0$  шешімі болады, яғни  $\vec{Y} = t\vec{X}$  [2].

$\Delta(\vec{u})$  үлестірімнің интегралдық қисығы  $\Delta(\vec{X})$ -ке қатысты  $\sum_k (-1)^{k-1} (\Lambda_{jk}^n - \rho \gamma_{jk}) \det \|\Lambda_{iL_K}^n\| = 0$  ( $L_K \neq K$ ) шарты орындалса ғана иілім болатыны көрсетіледі. Мұндағы  $\rho$  шамасы  $\det \|\Lambda_{ik}^n - \rho \gamma_{ik}\| = 0$  теңдеуінің түбірі болады.  $\Delta(\vec{u})$  үлестірімнің интегралдық қисығының геодезиялық болатынынан шығады. Осы үлестірімнің интегралдық иілімінің бойымен  $x$  нүктесі жылжығандағы жанасушы жазықтығының теңдеуін аламыз.  $(\Pi_2(\vec{u}) \supset \Delta(X))$  қисығы геодезиялық болуы үшін  $du^i + u^j \omega_j^i = 0$  теңдігінің орындалуы қажет.

$\Delta(\vec{u})$ ,  $\vec{e}_1 \in \Delta(\vec{u})$  үлестірімнің геодезиялық сызығы жазық қисық болуы үшін  $\gamma^{ik} \Lambda_{Ki}^n = 0$  ( $i \neq 1$ ) теңдігінің орындалуы қажетті және жеткілікті.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Базылев В.Т. О многомерных сетях в евклидовом пространстве. Лит. матем. сб., У1,4,1966,475-491.
2. Эйзенхарт Л.П. Риманова геометрия. Изд-во иностр. лит., М.-Л., 1948.

## $L_p$ КЕҢІСТІГІНДЕ ГИЛЬБЕРТ ТҮРЛЕНДІРУІНІҢ СПЕКТРІН СИПАТТАУ.

Озбекбай Б.О.

Ғылыми жетекшісі: доцент м.а. Туленов К.С.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
ozbekbay.b00@gmail.com

$f \in L_p$  берілсін. Мұндағы  $p \in (1, \infty)$ . Онда  $f$  функциясының  $H(f)$  Гильберт түрлендіруі келесі түрде анықталады

$$H(f)(x) = p.v. \frac{1}{\pi} \int_E \frac{f(t)}{x-t} dt$$

Мұндағы  $p.v.$  интегралдың Коши мағынасындағы бас мәні [1].

**Теорема. Н** Операторының спектрі  $R_p$  жатады.

- 1 Егер  $E = (-\infty, +\infty)$  болса, оператордың спектрі  $\pm 1$  нүктелері болады.
- 2 Егер  $E = (a, +\infty)$  болса, онда спектрі  $U_q$  болады. Ал егер  $E = (-\infty, a)$  болса онда спектрі  $U_p$  болады.
- 3 Қалған жағдайда спектрі  $U_q \cup U_p$  болады.

Берілген  $p > 1$  үшін соңғы нүктелері  $\pm 1$  болатын және  $i \sqrt{t} \frac{\pi}{p}$  арқылы өтетін шеңбер доғасын  $U_p$  деп белгілеңіз.  $R_p - U_p$  бойынша шектелген тұйық облыс.  $U_p = -U_q$   $R_p = R_q$  [2].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Е, М. Дмнькин. Методы теории сингулярных интегралов. (Преобразование Гильберта и теория Кальдерона—Зигмунда.) «Современные проблемы математики. Фундаментальные направления, Т. 15 (Итоги науки и техн. ШШИТН АН СССР)». М., 1977, 197—292
2. Н. Widom, Singular Integral Equations in  $L_p$ , Trans. Amer. Math. Soc. 97 (1960), 131—160.

## ОБ УНИВЕРСАЛЬНЫХ НУМЕРАЦИЯХ ДЛЯ СЕМЕЙСТВ МНОЖЕСТВ

Нұрланбек Д.Д.

Научный руководитель: Калмурзаев Б.С., и.о. доцента, PhD.

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби

nurlanbek.dias21@gmail.com

В докладе будут обсуждаться вопросы о существовании универсальных нумераций семейства вычислимо перечислимых (в.п.), рекурсивных и разности в.п. множеств. Хорошо известно, что существует универсальная вычислимая нумерация для семейств всех в.п. множеств [1], и существует универсальная  $\Sigma_2^{-1}$ -вычислимая нумерация для семейства всех разностей в.п. множеств.

Было показано, что, если из семейства всех в.п. множеств убрать произвольное конечное множество, тогда свойство существования универсальной нумерации сохраняется. В случае изъятия бесконечного множества из семейства свойство существования универсальной вычислимой нумерации теряется. Из этого получаем критерий конечности в.п. множеств в терминах полурешетки Роджерса.

А в случае второго уровня иерархии Ершова такое свойство не сохранилось: для любого 2-в.п. множества  $A$  семейство  $\Sigma_2^{-1} \setminus A$ , как и семейство  $\Sigma_1^{-1}$ , не имеет универсальной  $\Sigma_2^{-1}$  вычислимой нумерации. Приведено доказательство того, что если убрать из семейства 2-в.п. множеств пустое множество универсальная нумерация для этого семейства отсутствует.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. H. Rogers, Theory of Recursive Functions and Effective Computability, McGraw-Hill, New York (1967).

**МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ  
МАТЕМАТИКАСЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА**

**MATHEMATICAL MODELING AND  
COMPUTATIONAL MATHEMATICS**



## ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ COVID-19 ОРТА МЕРЗІМДІ БОЛЖАМДАРЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Алматықызы Ж.

Ғылыми жетекші: ф.м.-ғ.д., профессор Бектемесов М.А.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті  
almatykyzy@mail.ru

2019 жылдың соңында Қытай Халық Республикасында Вухан қаласында эпицентрі бар жаңа коронавирустық инфекция пайда болды. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы 2020 жылғы 11 Ақпанда осы инфекцияға ресми атау берді-COVID - 19 ("Coronavirus disease 2019"), ал вирус таксономиясы жөніндегі Халықаралық комитет 2020 жылғы 11 Ақпанда қоздырғышқа SARS - CoV - 2 атауын берді. Зерттеу өзекті болып табылады, өйткені ауру тез арада планетада оның қоздырғышын Ресей аумағына белсенді енгізумен таралды[1-4].

Әлемде болып жатқан процестерді талдау үшін заманауи математикалық әдістерді дамыту және қолдану, модельдік жағдайларды зерттеу, бір жағынан, қате тұжырымдарға әкелуі мүмкін, ал екінші жағынан, ол қазіргі жағдайды бағалау құралы бола алмайды. Эпидемиялық процестерді бақылау мен басқарудың ең тиімді әдістерінің бірі-математикалық модельдеу, атап айтқанда математикалық модельдерді құру және сәйкестендіру. Мұндай модельдер дифференциалдық теңдеулер жүйелерімен сипатталады, олардың коэффициенттері елдегі аурудың таралуы мен эпидемиялық процестердің ерекшеліктерін сипаттайды. Эпидемиологиялық процестерді бақылау жөніндегі іс-шаралардың оңтайлы жоспарын жасау үшін кейбір қосымша ақпарат бойынша модельдердің коэффициенттерін нақтылау қажет (кері есеп). Коэффициенттерді нақтылау мәселесін шешудің бір әдісі – кері есепті Вариациялық тұжырымға дейін азайту, мұнда функционалдылық модельдік деректердің статистикалық мәліметтерден квадраттық ауытқуын сипаттайды[3-6].

Бұл жұмыс Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігінің AP09260317 грантының қолдауымен орындалды.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Krivorot'ko O.I., Kabanihin S.I., Zyat'kov N.YU., Prihod'ko A.YU., Prohoshin N.M., SHishlenin M.A. Matematicheskoe modelirovanie i prognozirovanie COVID-19 v Moskve i Novosibirskoj oblasti. 2020.
2. <https://arxiv.org/pdf/2006.12619.pdf> Li Y, Wang B, Peng R, Zhou C, Zhan Y, Liu Z, et al. Mathematical Modeling and Epidemic Prediction of COVID-19 and Its Significance to Epidemic Prevention and Control Measures. Ann Infect Dis Epidemiol. 2020; 5(1): 1052.
3. R. Sameni. Mathematical Modeling of Epidemic Diseases; A Case Study of the COVID-19 Coronavirus. arXiv:2003.11371. 2020.
4. K.V. Price, R.M. Stornand, J.A.Lampinen. Diferential Evolution // Nat. Comput. Ser., Springer, Berlin. – 2005.
5. R.Storn. Diferential evolution research – Trends and open questions, in: Advances in Diferential Evolution // Stud. Comput. Intell. 143. Springer, Berlin. – 2008. – P. 1–31.
6. R. Storn, K. Price. Diferential evolution – A simple and efcient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces // Report no. TR – 95 – 012, International Computer Science Institute, Berkeley. – 1995.

# ӘР ТҮРЛІ ФАКТОРЛАРДЫҢ ЗАҚЫМНЫҢ МӨЛШЕРІ, ЖҰҚПАЛЫ АУРУЛАРДЫҢ БОЛУЫ ЖӘНЕ Т.Б. ҚАН ҰЮЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫНА ӘСЕРІН САНДЫҚ ЗЕРТТЕУ

Аманханқызы А.

Ғылыми жетекші: Профессор Бекетаева А.О.  
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
ayaamankhankyzy@gmail.com

Тромбині бар қан тамырларындағы қан ағымының динамикасы гемодинамиканың өзекті мәселелерінің бірі болып табылады. Қандағы стеноздың пайда болуын болжау үшін эксперименттердің әртүрлі әдістері қолданылады. Дегенмен, сандық әдістер тромб түзілу аймағында гемодинамикалық параметрлерді есептеу үшін ең қызықты болып табылады. Математикалық модельдерді құру биологиялық жүйенің өте күрделілігімен байланысты гемодинамиканың нақты мәселелерін зерттеудің негізгі құралы болып табылады. Өйткені олардың жұмыс істеуі көптеген факторларға сызықты емес тәуелді, ал шешудің аналитикалық әдістерінің қолдану аясы өте тар. Қан ағымының негізгі гемодинамикалық параметрлерін есептеу және стеноздың дамуын болжау сандық әдістердің арқасында мүмкін болады. Классикалық Пуазей жұмысы [1] мамандар арасында ең кең тараған, бүгінгі күнге дейін маңызын жоймаған зерттеу [2,3]. Қанның коагуляция жүйесінің қалыпты жұмыс істеуі қанның сұйық сұйықтық күйінде сақталуын қамтамасыз етеді. Организмнің жергілікті бұзылыстарға жауап ретінде жылдам жергілікті реакциясын қамтамасыз ету қабілеті қанның ұю жүйесінің ерекшелігі болып табылады. Нағыз қан тамырларында қан ұюы жаракат орнында бөлінетін факторлармен белсендіріледі. Бұл факторлар тромбиннің пайда болуына әкелетін биохимиялық реакциялар каскадын тудырады [4,5]. Модель коагуляция активаторы мен ингибитор арасындағы химиялық әрекеттесуді сипаттайды, сондай-ақ тромбта болатын химиялық зат болып табылатын фибрин өндірісін имитациялайды.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. J. Poiseuille, “Recherches experimenteles sur le mouveement des liquids dans les tubes de tres petits diametres” *Compets Rendus*, Vol. 11, (1840), pp. 961-1041.
2. R. Schmidt, G. Thews, *Human Physiology*, 1989.
3. A.C. Huyton, J.E. Hall, *Textbook of medical physiology*, Ninth edition, W.B. Saunders Company, 1996.
4. Yu.A. Barynin, I.A. Starkov, M.A. Khanin, “Mathematical models in hemostasis physiology”, *Izv Akad Nauk Ser Biol*, Issue 1, (1999), pp. 59–66 (in Russian).
5. E.I. Sinauridze, R.I. Volkova, Y.V. Krasotkina, V.I. Sarbash, F.I. Ataullakhanov, “Dynamics of clot growth induced by thrombin diffusion into nonstirred citrate human plasma”, *Biochim Biophys Acta* 1998, 1425:, pp. 607–616

## БІРІНШІ ТҮРДЕГІ ФРЕДГОЛЬМ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРІН САНДЫҚ ШЕШУГЕ АРНАЛҒАН ЛАВРЕНТЬЕВТИҢ РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ ӘДІСІ

Арыстанбек Н.Д.

Ғылыми жетекші: ф.м.-ғ.д., профессор Темирбеков Н.М.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

nazerke\_99\_2daryn@inbox.ru

Жалпы интегралдық теңдеулердің көмегімен көптеген күрделі жүйелер, есептер шығарылады. Мысалы:

- ХХІ ғасырға дейін жеткен турбуленттілік мәселесі(Навье-Стокс теңдеуі)
- геохимия есептері
- геодезия есептері
- геология есептері

Қазіргі таңда әлем бойынша геология саласы қарқынды түрде даму үстінде. Осы маңыздылығына сай, еліміздегі пайдалы қазбаларды өндіру, олардың орналасу және өндірілу аймағын дұрыс әрі нақты анықтау - үлкен ресурстарды қажет етеді. Сол ресурстардың шығынын болдырмау мақсатында оларға арнайы қисынсыз интегралдық теңдеулер құрып, тиімді математикалық модельдерін жасай аламыз [1-2].

Бірінші текті Фредгольм интегралдық теңдеулерін шешуге көптеген әдістер қарастырылған: проекция әдісі, регуляризация әдісі, вейвлеттер әдісі. Дегенмен бұл әдістердің барлығы қарастырылып отырған қисынсыз есептің сызықты түріне арналған әдістер болып келеді. Бұл жұмыстағы ерекшелік Фредгольм интегралдық теңдеуінің сызықты емес жағдайын қарастыру болып табылады. Яғни ізделінді айнымалымыз жеке дара емес, функция ішінде қарастырылатын болады. Мұндай теңдеу Гаммерштейн теңдеуі деп аталады.

Гаммерштейн теңдеуін шешу үшін дәстүрлі әдісті емес, вариациялық жолда шешуді қарастырамыз. Бұл тәсіл таңдап алынған қолайлы функционалды кеңістігінде сызықты емес теңдеуіміздің оң жағында салынған кез-келген функционалын азайту үшін бастапқы есепті эквивалентті есепке ауыстыруды қарастырады [3].

Сызықты емес теңдеуді шешуде ең алдымен алмастырулар жүргізіліп, олар Галеркин – Бубнов әдісімен шешіледі. Яғни, есепті шешуге қажетті базистеріміз әртүрлі етіп таңдалынады. Нәтижесінде шыққан теңдеудің сандық шешімін алу үшін Ньютон әдісіне сәйкес, Якоби матрицасы тұрғызылып есептің шешімін аламыз [4].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Е. М. Богатов, Р. Р. Мухин «О развитии нелинейных интегральных уравнений на раннем этапе и вкладе отечественных математиков»
2. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. «Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программа»[[https://drive.google.com/file/d/18uID3giwvmfCzPogahuVBS\\_iawMAyk34/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/18uID3giwvmfCzPogahuVBS_iawMAyk34/view?usp=sharing) ]
3. Марчук Г.И. Сопряженные уравнения и анализ сложных систем.,(М.: Наука, 1992. - 335 с.)[[https://drive.google.com/file/d/1BLrKAqCTH14J\\_hSgQ1Gu9A8S-vKE6dLc/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1BLrKAqCTH14J_hSgQ1Gu9A8S-vKE6dLc/view?usp=sharing)]
4. K. Maleknejad a,\*, M. Karami b, «Numerical solution of non-linear Fredholm integral equations by using multiwavelets in the Petrov–Galerkin method»[<https://drive.google.com/file/d/1ITJXQnCDPA9uvzu48mO3iS1nZ5MwPWqB/view?usp=sharing>]

## АНЫҚТАЛҒАН ИНТЕГРАЛДЫ ТАБУДЫ ОҚЫТУДА MATHEMATICA БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ПАКЕТІН ҚОЛДАНУ

Діністанова Ғ.Қ.

Научный руководитель: Жунусова Ж.Х., ф.-м.ғ.к., профессор.

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

Gafura91@gmail.com

Қазіргі таңда дүние жүзіндегі барлық үздік 200 университетте қолданылатын Wolfram құралдары енді орта мектепті де қамтиды.

Wolfram компаниясы өз сайтында: «Студенттеріңізге есептерді автоматты түрде жасау арқылы өзін-өзі сынауға мүмкіндік беріңіз және оқытушының сапалы қадамдық шешімдерін алыңыз. Студенттерді заманауи есептеулердің күшімен таныстыру және студенттік жобалар мен жетістіктердің жаңа буынын қамтамасыз ету үшін серпінді Wolfram тілін пайдаланыңыз. Мәтінді, графиканы, кодты және т.б. араласатын сабақ жоспарларын жасаңыз» - деп жарияланғандай [1]. Әлемдік білім беру тәжірибесінде ерекше орын алған Wolfram құралдары, соның ішінде Mathematica пакеті енді орта мектепті де қамтиды.

Mathematica пакеті бейне бір компьютерде орналасқан алгебра тәрізді – математиканың кез-келген саласында кездесетін тапсырмаларды шешуге қолайлы [2].

Кез келген пәнді оқытуда қолданбалы бағдарламаларды пайдаланудың қарқынды орын алатынын білеміз. "MATHEMATICA" бағдарламалық пакеті - оқушыларға математика пәнінің кез келген саласында есептерді белгілі алгоритммен шығарып, шығарылу жолы, сызбасы т.б керек бар тізбекті шығарып береді. Демек, программаның көмегімен аз уақыттың ішінде барлық есептің құрылымын талдап, іздеген сұраққа жауап алуға болады. Технологияның дамыған кезінде, оқушылар кітапқа қарағанда электронды құрылғымен білім алуға қызығушылық танытады және компьютерлік құрылғылардың орындап беретін алгоритміне қалтқысыз сеніп, сол алгоритмді жаттап алу арқылы сол пәндік аймақты жақсы меңгеруі мүмкін. Ал, өте жақсы оқитын балалар болса, тереңдеткен деңгейде қалаған есептерін шығарып, талдаудың мәнін көріп, нәтижені салыстырып, қателіктерді түзеп, тереңдетілген білімге қол жеткізе алады. Және мұғалімнен кері байланыс кутпей, аз уақыттың ішінде қалаған нәтижесінде қол жеткізе алады. Бұл тақырыпта қолданбалы пакеттердің зияны, оқушының дұрыс пайдаланбауы мүмкін дегендей жауаптарды шегеріп қойып, тек қана нәтижеге жеткізетін, мүмкіндіктерді ашатын, оқушы жақсы пайдаланса, пайдасы тисе деген саланы қамтысақ. Себебі, қолданбалы бағдарламалардың басты шығу мақсаты: жақсы нәтижеге *аз уақыттың* ішінде жету емес пе?

Mathematica пакетінің ерекшелігі – платформаға тәуелсіздігі. Сонымен қатар анықталған интегралды табуды оқытуда Mathematica бағдарламалық пакетінің берер пайдасы өте көп. Пакеттің көмегімен тек қана анықталған интегралды тауып қана қоймай, барлық есептің практикалық мәнін ұғынуға болады.

Қолданбалы бағдарламаларды пайдалануды оқушы білімінде пайдалы жасау үшін, әр сабақта Mathematica бағдарламалық пакетін қолдану мақсатын айқындап отыру керек. Болашақ ғалымдарды дайындауда Mathematica бағдарламалық пакетін қолдану арқылы оқушының білім алу процесінде жақсы нәтижеге қол жеткізе аламыз деген ойдамын.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://www.wolfram.com/education/high-schools/>
2. Вавилов Н.А., Халин В.Г., Юрков А.В. Mathematica для нематематика: учебное пособие для вузов // Электронное издание М.: МЦНМО, 2021 483 с

## ҚАЙНАҒАН СҰЙЫҚТЫҚ АҒЫСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН САНДЫҚ МОДЕЛДЕУ

Жилысбек М.Н.

Ғылыми жетекші: Профессор Жакебаев Д.Б.  
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
zhilysbek.malika@mail.ru

Фазалық түрленулері бар сұйықтық ағыны гетерофазалық ортаның қозғалысы қарастырылатын газдар мен сұйықтар механикасының бір саласы болып табылады. Екі фазалы орта, гетерофазалық ортаның ерекше жағдайы ретінде, тамшы сұйықтың адиабаталық шығуы (кеңейуі) кезінде түзілуі мүмкін. Ағындағы қысымның төмендеуіне байланысты сұйықтық кеңейген кезде бу фазасының ядролануына және дамуына жағдай жасалады, ал тамшы сұйық ағыны сұйық және бу фазалары бар гетерофазалық ағынға айналады. Жалпы жағдайда мұндай құбылыстар тепе-теңдіксіз жүреді және бу фазасының ядролану және даму сәтінде сұйықтық метастабильді күйде болуы мүмкін[1-2].

Фазалық ауысулармен сұйықтық ағынын зерттеуге деген қызығушылық олардың зымыран ғылымында, авиацияда, криогендік машина жасауда, энергетикада, химия өнеркәсібінде және басқа да салаларда кеңінен қолданылуымен байланысты. Қалақты машиналарда, ағынды сорғыларда, дренаждық және реттеуші клапандардағы қысым жоғалтулары бар сұйықтықтардың қозғалысы және т.б. ішінара булану және екі фазалы ағынның пайда болуымен бірге жүреді. Жабдықты есептеу және жобалау, энергия қондырғыларының қауіпсіз және басқарылатын жұмысын қамтамасыз ету үшін жаңа фазаның қалыптасуы мен дамуы және екі фазалы ағынның сипаттамалары туралы ақпарат қажет[3].

Жұмыста трубаның ішіндегі қайнаған көпіршіктенген сұйықтық қарастырылады. Труба көптеген мүмкін болатын жағдайларға байланысты, разгерметизация процесіне түсіп қалуы мүмкін. Труба жарылып, ішіндегі қайнаған сұйықтық сыртқы ортаға атқылап шығады. Ал трубаның ішіндегі қысым мен температура, оның сыртындағы қысым мен температураға сай келмейді, әртүрлі болады. Сол жердегі сұйықтық сыртқа шыққан кезде, оның қысымы мен температурасы сыртқы ортаға байланысты өзгертін болады. Ішкі қысымның сыртқы қысыммен теңесуі разгерметизация деп аталады. Осы процесстің математикалық моделі және оны шешудің әдістері зерттеледі[4-5].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Г. В. Гофман, А. Е. Крошилин, Б. И. Нигматулин “Нестационарное волновое истечение вскипающей жидкости из сосудов“
2. Мошкин Николай Павлович “Численное моделирование течений вязкой несжимаемой жидкости с применением методов расщепления”
3. Бакоуш Ахмед Монтасер Мохамед «Экспериментальное исследование и численное моделирование характеристик двухфазного потока»
4. Р.И.Нигматулин «Динамика многофазных сред», часть 1
5. Р.И.Нигматулин «Динамика многофазных сред», часть 2

## 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ БИОМЕХАНИКИ

**Қылышбай А.А.**

**Научный руководитель: Ph.D доктор, профессор, Жакебаев Даурен Бакытбекулы**  
Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби  
kylyshbay.alua@gmail.com

Рассматривается метод моделирования по реальным снимкам компьютерной томографии (КТ) [1]. В 21 веке ни одна сложная хирургическая операция не проходит без построения 3D модели. Моделирование визуального решения предоперационной системы является главной составляющей для проведения успешной операции. Для построения были использованы «срезанные» снимки КТ, благодаря которому смоделирована система костей. Из созданной компьютерной 3D модели можно распечатать на 3D принтере, масштабом 1 к 1 [2].

В нашем случае, были использованы снимки суставов ног, а именно секвенция с поперечным сечением костей. Модель создается в программе Mimics – известное ПО в околемединских кругах [3]. Главным отличием программы является то, что приложение без изменений может работать с рентгеновскими снимками, а именно градированный серый цвет, который получается в результате ослабления рентгеновские лучей из-за толщины и вида ткани, через которые они проходят [2]. Обработка изображении, а также различие градиента позволяет отделить кость от «масок», которые получаются в результате надлежащей обработки. Встроенными функциями возможно создание разного типа алгоритмов для работы с моделью, зависит лишь от цели, которую ставит перед собой специалист [4]. Работа с программой Mimics дает возможность безошибочного интегрирования модели в другие ПО: SolidWorks для создания протеза, а Blender для высокоформатной визуализации [5].

В данной работе были рассмотрены основные этапы моделирования анатомии костей и возможность решения связки тканей, правильного наращения мышц и возможность создания протеза. Проблемой лишь является отсутствие КТ снимков выше позвоночника, для получения полной модели реального человека.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайнберг Э. И., Клюев В. В., Курозаев В. П. Промышленная рентгеновская вычислительная томография // Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: Справочник [Текст] / под ред. В. В. Клюева. — 2-е изд. — М., 1986. — Т. 1.
2. Będziński R. (1997) Biomechanika Inżynierska [Текст], Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
3. Maciejewski R., Torres K. (2007) Anatomia Czynnościowa – Podręcznik dla Studentów Pielęgniarstwa, Fizjoterapii, Ratownictwa Medycznego, Analityki Medycznej i Dietetyki [Текст], Lublin, Wydawnictwo Czelej
4. Zubrzycki J., Smidova N. (2014) Computer-Aided Design of Human Knee Implant [Текст], Applied Mechanics and Materials, 613, 172–181. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amm. 613.172
5. Karpiński R., Jaworski Ł., Zubrzycki J. (2016) Structural Analysis of Articular Cartilage of the Hip Joint Using Finite Element Method [Текст], Advances in Science and Technology Research Journal, 10 (31), 240–246. DOI: 10.12913/22998624/64064

## ПОСТРОЕНИЕ НЕСТРУКТУРИРОВАННОЙ СЕТКИ МЕТОДОМ ТРИАНГУЛЯЦИИ (МЕТОД ПРОДВИГАЕМОГО ФРОНТА)

Канагатов Е.Е.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Темирбеков Н.М.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби  
yerkezhan1988@gmail.com

Точность описания процессов и сокращение расчетного времени является одним из приоритетов численного моделирования. Указанные показатели зачастую взаимосвязаны с качеством сеток, используемых для проведения расчетов, которые делятся на две большие группы: структурированные и неструктурированные. Структурированные сетки легки к построению, при этом сравнительно с меньшей точностью описывают места с усложненным течением процесса. Неструктурированные сетки могут иметь сложный способ построения, при этом точнее описывают необходимые участки области.

Среди методов построения неструктурированной сетки одним из распространенных является метод продвигаемого фронта.

Указанный метод представляет собой построение равнобедренных треугольников с определенной площадью, где основанием первого треугольника является ребро с минимальной длиной рассматриваемой многоугольной области. Далее, область треугольника исключается и формируется новый многоугольник посредством удаления ребра с минимальной длиной из первичного многоугольника и добавления в многоугольник в качестве дополнительных ребер двух остальных ребер треугольника. Процедура повторяется до заполнения треугольниками всей площади первичного многоугольника [1]. Узлы сетки нумеруются отдельно, треугольники отдельно [2].

Могут быть случаи когда вершина противоположная основанию равнобедренного треугольника лежит близко к одной из вершин многоугольника. В данном случае, в целях недопущения чрезмерного уменьшения треугольников, вершина треугольника заменяется вершиной многоугольника.

В определенных случаях построенный треугольник может пересекать границу многоугольника. В случае наличия пересечения треугольника с ребром многоугольника, имеющей общую вершину с треугольником, предлагается, чтобы вторая вершина ребра заменила предполагаемую вершину треугольника.

В случае если у треугольника и ребра нет общей вершины, предполагаемую вершину заменяет ближайшая к середине основания треугольника вершина ребра. Если обе вершины ребра находятся на одинаковом расстоянии от середины основания, предполагаемую вершину заменяет первая по счету вершина ребра. Счет вершин многоугольника осуществляется против часовой стрелки.

При пересечении треугольника сразу нескольких ребер многоугольника, следует рассматривать ребро близлежащее к основанию треугольника.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ю.В. Василевский, А.А. Данилов, К.Н. Липников, В.Н. Чугунов. Автоматизированные технологии построения неструктурированных расчетных сеток. Москва, Физматлит, 2016.
2. А.Б. Мазо. Вычислительная гидродинамика. Часть 2. Сеточные схемы метода конечных элементов, Казанский университет, 2018, с. 24-25.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ПЕРГИ В СОТАХ

Кунтубаев М. А.

Научный руководитель: к. ф.-м н., доцент Урмашев Б.А.

Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби

mkuntubayev@gmail.com

Изучение процесса конвективной сушки является одной из задач теплообмена [1]. Его исследование позволяет определить воздействие передачи тепла высушиваемому элементу сушильным агентом [2]. В качестве сушильного агента может быть нагретый воздух, газ, пар и другие теплоносители. В качестве высушиваемого элемента может быть различные пищевые продукты (фрукты, овощи и т.д.), строительные материалы, комплектующие различных устройств [3-6].

В данной работе исследуется конвективный способ сушки перговых сот [7]. Исследуемым объектом является конвекционная сушилка и перговые сот. Процесс нагрева моделировался в программном продукте ANSYS. Математическая модель представляет собой систему уравнений Навье-Стокса и уравнения теплопроводности. Вычисления проведены для двумерного случая. Высота моделируемой сушильной установки 1.9 метра, ширина конструкции составляет 0.4 метр, расстояние от точки поступления воздуха до входа в вертикальный канал 0.6 метра, расстояние до перговых сот составляет 0.9 метра. Размер сот составляет 0.3 на 0.03 метра. Всего в конструкции установлено 10 перговых сот. Расстояние между сотами составляет 0.009 метра. Физические свойства перги были взяты из справочников и статей [8]. Расстояние от стенок до перговых сот составляет 0.0095 метра. В качестве граничных условий приняты: внутренние стенки сушильной установки, скорость воздуха на входе 1.2 м/с; начальная температура воздуха в сушильной установке 20°C; температура воздуха на входе в сушильную установку составляет 40°C; теплоемкость и теплопроводность материалов взяты из справочников. Получены результаты изменение температуры сот. Изменение температур от 20°C до 36-38°C происходят в течении 60 минут.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Defraeye T., Blocken B., Derome D., Nicola B., Carmeliet J. Convective heat and mass transfer modelling at air-porous material interfaces // Overview of existing methods and relevance Chem. Eng. - №74. – 2012. – P. 49-58.
2. Barati E., Esfahani J.A. Mathematical modeling of convective drying: Lumped temperature and spatially distributed moisture in slab // Energy. - №36(4). – 2011. – P. 2294-2301.
3. Kic P., Aboltins A. Forced convection in drying of poultry manure // Agronomy Research, Latvia University of Agriculture. - №13(1). – 2015. – P. 215-222.
4. Defraeye T., Blocken B., Carmeliet J. Analysis of convective heat and mass transfer coefficients for convective drying of porous flat plate by conjugate modeling // Int. J. Heat and Mass Transfer. - №55. – 2012. – P.112-124.
5. Aboltins A., Upitis A. Mathematical model of carrot drying // Proceeding of the International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Latvia University of Agriculture, Jelgava, Latvia. - №55. – 2011. – P.88-91.
6. Rudobashta S., Zueva G., Zuev N. Mathematical Modeling and Numerical Simulation of Seeds Drying Under Oscillating Infrared Irradiation // Drying Technology. - №32(11). – 2014 – P.1352-1359.
7. Kashirin D.E. Energy-Saving technologies of extraction of Perga from honeycombs by specialized means of mechanization // Procedia Engineering. - №42. – 2019. – P. 497.
8. Szczesna T. Concentration of selected elements in honeybee-collected pollen // Journal of Apicultural science. - №51. – 2007. – P. 5-13.



## СЫРТҚЫ КҮШТЕРДІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТҮРҒЫН АУДАНДАРДА ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫ ТАСЫМАЛДАУДЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Мырзабаев Ш.Ж.

Ғылыми жетекші: PhD, профессор м.а. Исахов А.А.

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

shynggys222@gmail.com

Біздің заманымыздың өзекті мәселелерінің бірі қоршаған ортаны теріс антропогендік әсерден қорғау болып табылады. Денсаулық, репродукциялық функциялар және адамдардың әлауқаты осы мәселені дұрыс және уақытылы шешуге байланысты. Технологиялық ерекшеліктерге, тиімсіз, ескірген немесе мүлде жоқ тазарту құрылыстарына байланысты қоршаған ортаның ластануына энергетикалық, химиялық, түсті металлургия кәсіпорындары ең елеулі үлес қосады [1-3]. Алматының климаттық ерекшеліктеріне байланысты өте төмен құбырлары бар қазандықтар басым, сапасы төмен отын қолданылады, қоршаған ортаға көптеген қалдықтар түседі. Атмосфераға ең көп таралған шығарындылар-күкірт және азот оксидтері, шаң, көміртегі тотығы, сондай-ақ күл үйінділеріне кіретін күл мен шлактар [4].

Антропогендік әрекеттің салдарын анықтау үшін табиғи эксперименттерді орнату тым қымбатқа түсуі мүмкін. Сондықтан, мұндай қызметтің ықтимал салдарын бағалау кезінде детерминистік және кездейсоқ параметрлердің өзгеруіне байланысты осы қоспалардың мінез-құлқын талдаумен және атмосфераның, гидросфераның, топырақтың, өсімдіктердің ластануынан қорғаудың белгілі бір мәселелерін шешудің практикалық тәсілдерін жасаумен қоспалардың таралу процестерін математикалық модельдеу өте тиімді. Мұндай практикалық тәсілдерге, мысалы, экологиялық маңызы бар аудандарға жүктемені барынша азайту мақсатында өнеркәсіптік кәсіпорындарды қайта құру, оңтайлы орналастыру және жұмыс режимі проблемаларын; ұтымды шешімдер қабылдау үшін неғұрлым ықтимал ластану аймақтарын анықтауды жатқызуға болады [5-7].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Lamb, L. E., Bartolone, S. N., Ward, E. & Chancellor, M. B. Rapid detection of novel coronavirus (COVID-19) by reverse transcription-loop-mediated isothermal amplification. MedRxiv 3, 877. <https://doi.org/10.1101/2020.02.19.20025155> (2020).
2. CDC. Social Distancing, Quarantine, and Isolation (Centers for Disease Control and Prevention, 2020).
3. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>. Accessed 2 November 2020.
4. Leclair, J. M., Zaia, J. A., Levin, M. J., Congdon, R. G. & Goldmann, D. A. Airborne transmission of chickenpox in a hospital. N. Engl. J. Med. 302, 450–453. <https://doi.org/10.1056/NEJM198002213020807> (1980).
5. Escombe, A. R. et al. The detection of airborne transmission of tuberculosis from HIV-infected patients, using an in vivo air sampling model. Clin. Infect. Dis. 44, 1349–1357. <https://doi.org/10.1086/515397> (2007).
6. Roy, C. J. & Milton, D. K. Airborne transmission of communicable infection—The elusive pathway. N. Engl. J. Med. 350(17), 1710–1712. <https://doi.org/10.1056/nejmp048051> (2004).
7. Issakhov, A., Alimbek, A. & Zhandaulet, Y. The assessment of water pollution by chemical reaction products from the activities of industrial facilities: Numerical study. J. Clean. Prod. 282, 125239. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125239> (2021).

## **БІЛІМ БЕРУ ОРТАЛЫҚТАРЫНДАҒЫ ЖҰМЫСТЫ ЖҮЙЕЛЕНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ИНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМА БАҒДАРЛАМАЛАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

**Мырзатай Э.Е.**

**Ғылыми жетекші: PhD, Қасенов С.Е.**

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті.  
eldar.myrza@gmail.com

Зерттеу жұмысымызда кез-келген білім беру орталығына арналған “DAR” атты платформа жайлы сөз қозғалады. Интернет-платформа білім беру орталығындағы атқарылатын негізгі жұмыстарын жүйелендіріп, басқару мақсатымен орындалады. Оқу -платформасының басты ерекшелігі – қарапайымдылығы. Кез-келген қолданушы авторизация жасап, сайтқа кірген кезде платформа функциялары логикалық, миға қонымды түрде көрсетіледі. Заманауи Django фреймворкінің күші арқылы керекті мақсатқа жетеміз[2].

Қазір кейбір білім беру орталықтары жұмыстарын әлі күнге дейін ескі жүйеде, яғни қағаз түрде сақтауды жөн көреді. Бірақ 21-ші ғасыр технологиялар заманы болғандықтан, “DAR” интернет-платформасы ұсынылады. Интернет-платформа керекті көмекті оңай түрде алуға көзделіп, әзірленген. Мысалы, сайттағы Оқушылар сілтемесі арқылы, оқушы профилінде барлық мәліметті көріп қана қоймай, өзгертіп және жаңа оқушына қоса аламыз. Егер оқушы белгісіз бір себеппен оқудан шығып кететін болса, тізімнен өшіре саламыз. Тізімнен өшіру жайлы мәлімет айлық есепке жазылады.

Интернет-платформаны жасау кезінде қолданылған технологиясына тоқтай кетейік. Django фреймворк таңдалған себебі жайдан-жай емес. Бұл технология, ең алдымен, Python бағдарламалау тілінің негізінде жасалған. Яғни, Python-ның кез-келген кітапханасын платформада қолдануға болады деген сөз. Ал Python кітапханалары өте көп, және де кітапханаларды орнату қатты қиынға соқпайды. Командалық жолда 3 сөз арқылы кез-келген кітапхана орнатуға болады. Есесіне Django-да Jinja шаблонитор атты керемет көмекші бар. Jinja арқылы контекстті түрде жіберілген мәліметті сайтта жай ғана `{{}}` екі жақшадан қою арқылы көрсете аламыз. Безендірілуіне келетін болсақ, сайт қаңқасы HTML және CSS белгілеу тілдері арқылы жасалған. Кейбір безендірілген элементтер Bootstrap технология көмегімен жасалады. Bootstrap көмегімен безендіру үшін ең алдымен керек файлдарды импорттауымыз қажет[1]. Ал қосқаннан кейін, біз элементтің классын ғана ауыстырамыз, және дайын! Элемент әдемі болып шыға келді. Оған қоса, сайтта анимациялар жасау үшін JavaScript тілі қолданылды.

### **ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1. <https://getbootstrap.com/docs/5.1/examples/>
2. <https://docs.djangoproject.com/en/4.0/>

# БҮЙІРЛІК ЖЕЛМЕН АРАЛАС ЖҮК ПОЙЫЗДЫҢ АЙНАЛАСЫНДАҒЫ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ АҒЫННЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУІ

Орынбек Б.Қ.

Ғылыми жетекші: PhD, профессор м.а. Исахов А.А.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

orynbek@gmail.com

Күшті бүйірлік желдің салдарынан алғашқы пойыз апаттары 19 ғасырға жатса да, соңғы жылдары бүйірлік желдің салдары айтарлықтай назар аудартты. Теміржол көлігіндегі соңғы жетістіктер жылдам, ыңғайлы және энергияны үнемдейтін пойыздарға бет бұрды. Максималды өнімділік пен экономикалық тиімділікке қол жеткізу үшін барған сайын жеңіл пойыздарды салу қажет. Өкінішке орай, салмақтың төмендеуі бүйірлік желдің тұрақтылығына теріс әсер етеді. Сондықтан бүйірлік желдегі пойыздардың тұрақтылығы осы саладағы маңызды тақырып болып табылады. Бұл үшін соңғы шешім әлі жоқ. Пойыздың жылдамдығы мен оған соғатын бүйірлік желдің әсерін ескере отырып апаттың алдын алу мақсатын зерттеу жұмысын жүргізетін боламын.[1-2].

Аралас жүк пойызы үшін сандық түрде алынған тұрақты емес жел тұрақтылығының аэродинамикалық сипаттамалары келтіреміз. Әр түрлі жағдайларда пойыздың жанынан өтетін ауа ағынын сандық зерттеу нәтижелері жинақтаймын. Қарама-қарсы ағым бұрышының параллельден қалыпты бағытқа қарай өзгеруі пойыздың алға қарай жүруіне байланысты әртүрлі ағым сызбаларының дамуына әкеледі. Осы жобаның мақсаты аралыс жүк пойыздың аэродинамикалық моделінде бүйірлік желді сандық зерттеу нәтижелерін ұсыну болып табылады. Ол ағын өрістерін болжау дәлдігін және жоғары жылдамдықты пойыздың барлық қызықты аэродинамикалық ерекшеліктерін зерттеуге бағытталған. Сандық жұмыс назарды әр түрлі бұрыштармен шектейді.[3-4].

Нәтижелердің желдің бұрышы мен жылдамдығының өзгерістеріне турбуленттілік әдістеріне және конвективті схеманы іріктеу тәртібіне сезімталдығын зерттеу жүргізілді.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Issakhov, A., Alimbek, A. & Issakhov, A. A numerical study for the assessment of air pollutant dispersion with chemical reactions from a thermal power plant. Eng. Appl. Comput. Fluid Mech. <https://doi.org/10.1080/19942060.2020.1800515> (2020).
2. Issakhov, A., Bulgakov, R. & Zhandaulet, Y. Numerical simulation of the dynamics of particle motion with different sizes. Eng. Appl. Comput. Fluid Mech. 13(1), 1–25 (2019).
3. Patankar, S. V. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow (Taylor & Francis, 1980).
4. Issakhov, A., Bulgakov, R. & Zhandaulet, Y. Numerical simulation of the dynamics of particle motion with different sizes. Eng. Appl. Comput. Fluid Mech. 13(1), 1–25 (2019).

## SQL ҚҰРАЛДАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП , БІЛІМ БЕРУ ПЛАТФОРМАСЫН ӘЗІРЛЕУ

Сақыпкерей Е.М.

Ғылыми жетекшісі: PhD Кудайбергенов Асқар К.

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
esakupkerey@gmail.com

2020 жылдың көктемінде бүкіл әлем бойынша білім беру жүйесінде үлкен өзгеріс болды. Оқушылар мен мұғалімдер қашықтықтан оқыту форматына көшкен болатын. Ақпараттық технологиялардың дамуымен онлайн тестілеуден бастап толыққанды қашықтықтан оқытуға дейін көптеген жаңа мүмкіндіктер пайда болды. Қашықтықтан оқытудың эффективті болатын модельдерін ойластыру қажет болды. Онлайн форматты оқытудың нәтижесі пән, оқу мақсатына, оқушының жеке мінезіне және сонымен қатар оқу өнімін жүзеге асыру сапасына байланысты.

Қашықтықтан оқыту платформасы оқушылар мен мұғалімдердің қажеттіліктерін қанағаттандыруы қажет. Бұл онлайн платформа – мектеп бағдарламасындағы пәндерден біліміңізді тереңдетуге мүмкіндік беретін веб-сайт.

Бұл жұмыстың мақсаты – оқушылар мен мұғалімдерге ыңғайлы , қолжетімді қашықтықтан оқыту платформасын құру болып табылады. Тақырыптың өзектілігі – бүгінгі таңда қашықтықтан оқыту қарқынды дамып келеді және білім беру жүйесінде маңызды рөл атқарады. Жобаның практикалық маңыздылығы – серпінді және әдемі сайттың арқасында оқушылардың білім беру жүйесін жақсарту. Жоба қазіргі заманғы веб-сайтты әзірлеу мен құрудың өзекті мәселелерін қарастырады.

Жобаның тақырыбына байланысты SQL құралдарын пайдалана отырып оқушы мен мұғалім туралы мәліметтерді жинау, сақтау және өңдеу жұмыстары жүргізіледі. Құрылымдық сұраныс тілі (SQL) пайдаланушыларға деректерді өңдеудің өте қарапайым және сонымен бірге өте тиімді әдісін ұсынады. Сондықтан жұмыстың нәтижесі деректерді қосу/өзгерту, сонымен қатар есептерді пайдалану мүмкіндігі бар білім беру жүйесі үшін дайын веб-сайт болады [1].

Жобаның мақсаты негізінде келесі тапсырмалар орындалды:

1. Деректер қоры, деректер қорын басқару жүйесі, SQL тілінің негізгі ерекшеліктері, PHP және HTML тілдерінің сипаттамасы және жұмыс істеу принципін анықтау [2];
2. SQL тілінің синтаксисін қарастыру;
3. PHP және HTML тілдерінің синтаксисін қарастыру;
4. Білім беру платформасы үшін деректер қорын құру үшін құрылымды әзірлеу және сценарийлерді дайындау;
5. Сайт беттерінің коды бар файлдарды дайындау [3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Астахова И.Ф., Толстобров А.П., Мельников В.М. Мысалдар мен тапсырмалардағы SQL. - Минск: Жаңа білім, 2011. - Б.4
2. <https://www.php.net/> - php орнату, конфигурациялау және пайдалану бойынша нұсқаулар.
3. <http://htmlbook.ru/> - HTML және CSS сілтемесі

## ТАБИҒАТТАҒЫ КЕЙБІР ПРОЦЕСТЕРДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕРІ

Қалдарбек Н., Тоғанас Н.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

kaldarbekn@gmail.com, ntoganas@mail.ru

Қазір Maple компьютерлік математиканың бағдарламасы ретінде бірқатар сипаттамалық бағыттарда дамып келеді. Мысалы, аналитикалық, яғни символдық есептеулердің қуаттылығы сенімділігін арттыру. Бұл Maple-дың ұсынған ең күшті бағыты. Әлемде үлкен танымалдылыққа ие болған бұл жүйе – математикалық есептерді аналитикалық түрде шешуге мүмкіндік беретін символдық математика жүйелерінің ішіндегі ең жақсысы болып табылады. Бұл бағдарлама тәжірибелі математиктердің қауқары келмейтін ең күрделі аналитикалық есептеулерді жүргізе алады. Шешімі табылмаған есептерді шешуге қабілеті жетпегенімен, күнделікті және көлемді есептеулерді жоғары деңгейде орындайды [1], [2].

**Дифференциалдық теңдеулерді қолдану арқылы биологиялық есептерді шығару**

*Есептің қойылуы:* Егер бактериялар саны 2 сағат ішінде 50-ден 150-ге дейін өзгерсе, 12 сағатта қанша есе көбейетінін анықтау керек.

**Қорытынды.** Осы мақалада – табиғатта орын алатын кейбір процестердің математикалық модельдерін қолданып, Maple жүйесінде мүмкіндіктерін қарастыру – өз шешімін тапты. Қазіргі таңда, біз, адамзаттың даму тарихының – сана деп аталатын деңгейіндеміз. Бұл деңгейде қоршаған ортада адам мен жаңа технологиялардың бірлесе отырып бағытталған мәселенің шешімін табуда қатар өмір сүруі адамның өмірлік қажеттілігіне айналып отыр [1].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. «Табиғаттағы процестердің математикалық моделдерін Maple жүйесінде зерттеу» атты дипломдық жұмыс. Қалдарбек Н. 2021 ж. қорғалды.
2. Сүлеймен Ж. Дифференциалдық теңдеулер курсы. Алматы, 2013ж. 25-39б.
3. Турметов Б.Х., Төребек Б.Т. MAPLE жүйесін математика пәндері есептерін шешуде қолдану. Түркістан, «Тұран» баспаханасы, 2012ж. 6-14б, 87-91б.
4. <http://bourabai.kz/>

## ГЕЛЬМГОЛЬЦ ТЕҢДЕУІ ҮШІН ЖАЛҒАСТЫРУ ЕСЕБІН ФУРЬЕ ҚАТАРЫ КӨМЕГІМЕН ШЕШУ АЛГОРИТМІ

Ноярбекова Д.

Ғылыми жетекші: PhD Касенов С.Е.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

noyarbekova01@inbox.ru

$q_0$  бастапқы жуықтауды таңдаймыз;

$$a_m(x) = \begin{cases} \frac{q_m \operatorname{ch}(\omega_{mk} x)}{\operatorname{ch}(\omega_{mk} l)} & m = k \\ \frac{q_m \cos(\omega_{mk} x)}{\cos(\omega_{mk} l)} & m < k \end{cases}$$

(1) формуласы бойынша тура есепті сандық түрде шешеміз;

$$J(q_n) = \int_0^{\pi} [u(0, y; q_n) - f(y)]^2 dy = \int_0^{\pi} \left[ \sum_{m=1}^M (a_m(0; q_n) - f_m) \cos my \right]^2 dy = \frac{\pi}{2} \sum_{m=1}^M (a_m(0; q_n) - f_m)^2.$$

(2) формуласы бойынша

$J(q_n)$  функционалының шешімін есептейміз; Егер мақсат функционалының мәні жеткіліксіз

$$b_m(x) = \begin{cases} \frac{\varphi_m \operatorname{sh}(\omega_{mk}(x-l))}{\omega_{mk} \operatorname{ch}(\omega_{mk} l)} & m > k \\ \frac{\varphi_m \sin(\omega_{mk}(x-l))}{\omega_{mk} \cos(\omega_{mk} l)} & m < k \\ \varphi_m (x-l) & m = k \end{cases}$$

(3) формуласы бойынша түйіндес есепті шешеміз;

$J'_m(q_n) = b'_m(l)$ . (4) формуласы бойынша  $J'_m(q_0)$  функционалының градиентін есептейміз және

$p_0 = J'_m(q_0)$  теңістіреміз;  $\alpha_0 = \frac{\langle J'_m(q_0), p_0 \rangle}{\|A p_0\|^2}$  есептейміз;  $q_{n+1} = q_n - \alpha_n p_n$  формуласы бойынша  $q_1$

жуықтауды есептейміз;  $q^n$  белгілі деп қарастырайық, сонда (1) формуласы бойынша тура есепті

сандық түрде шешеміз; (2) формуласы бойынша  $J(q_n)$  функционалының шешімін есептейміз;

Егер мақсат функционалының мәні жеткіліксіз болса, онда (3) формуласы бойынша түйіндес есепті шешеміз;

(5)-ші тармақты есептеп  $\beta_n = -\frac{\|J'_m q_n\|^2}{\|J'_m q_{n-1}\|^2}$  есептейміз;  $p_n = J'_m q_n - \beta_n p_{n-1}$  есептейміз;

$\alpha_n = \frac{\langle J'_m q_n, p_n \rangle}{\|A p_n\|^2}$  есептейміз де, келесі  $q_{n+1}$  жуықтауын  $q_{n+1} = q_n - \alpha_n p_n$  формула бойынша есептеп, 8-тармаққа өтеміз;

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Киреев В. И., Пантелеев А. В. К 43 Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие. — 4е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 448 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Копченова Н. В., Марон И. А. К 55 Вычислительная математика в примерах и задачах: Учебное пособие. 3е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2009. — 368 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

## ПУАССОН ТЕНДЕУІ ҮШІН ЖАЛҒАН АЙМАҚТАР ӘДІСІНІҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Сәрсенбек Ж.

Ғылыми жетекші: PhD Касенов С.Е.

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
sarsenbekzhuldyz@gmail.com

Қарастырылған жұмыста Пуассон теңдеуі үшін жалған аймақтар әдісін есепті шығаруда қолдану жолдары көрсетілген.

Есептің қойылымы. Пуассон теңдеуі  $D$  тіктөртбұрыш аймағында

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = -\varphi(x), \quad x \in D, \quad (1)$$

Дирихле шекаралық шарттарымен

$$u(x) = 0, \quad x \in \partial D \quad (2)$$

Бастапқы  $\Omega$  аймағын шекаралары қиылыспайтын  $D$  тіктөртбұрыш аймақтың ішіне орналастырамыз,  $\varepsilon$  параметрін көмекші есеп шешімі бастапқы шешіміне қажетті дәлдікпен жуықтайтындай таңдалған.

$\Omega$  аймағында үлкен коэффициенттермен жалғастырған кезде:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( a^\varepsilon(x) \frac{\partial u_\varepsilon}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( a^\varepsilon(x) \frac{\partial u_\varepsilon}{\partial y} \right) = -\varphi^\varepsilon(x), \quad x \in \Omega \quad (3)$$

$$u_\varepsilon(x) = 0, \quad x \in \partial \Omega \quad (4)$$

$$a^\varepsilon(x) = \begin{cases} 1, & x \in D \\ \frac{1}{\varepsilon^2}, & x \in \partial \Omega \setminus D \end{cases} \quad (5)$$

$$\varphi^\varepsilon(x) = \begin{cases} \varphi(x), & x \in D \\ 0, & x \in \partial \Omega \setminus D \end{cases} \quad (6)$$

(3) - (4) есебі қуалау әдісті пайдалана отырып, айнымалыларды бағыттау әдісімен шығарылған. Есепті сандық шешу барасында жалған аймақтар әдісіне негізделген көмекші есепке кіретін параметрдің әртүрлі мәндері үшін сандық есептеулер жүргізілді. Есептеулердің итерация саны, орындалу уақыты және графиктері келтіріліп салыстырылды.

Ғылыми жұмыс ҚР БҒМ-нің Ғылым комитетінің № AP09058430 «Жалған аймақтар мен түйіндес теңдеулерді байланыстыратын Навье-Стокс теңдеулерін шешудің сандық әдістерін әзірлеу» жобасының қаржылық қолдауымен орындалды.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Вабищевич П.Н. Метод фиктивных областей для задачи математической физики. – М.:Изд-во МГУ, 1991.-156 с.
2. Temirbekov, N., Malgazhdarov, Y., Tokanova, S., Baigereyev, D., Turarov, A. Information technology for numerical simulation of convective flows of a viscous incompressible fluid in curvilinear multiply connected domains / Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 2019, 97(22), стр. 3166–3177
3. R. Glowinski, T-W. Pan, J. Periaux, A fictitious domain method for Dirichlet problem and applications. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 1994, 111, pp.283-303.

## ЕКІ БАҒЫТТЫ СҰЙЫҚТЫҚ АҒЫНЫН ЕСЕПKE АЛА ОТЫРЫП БҰРҒЫЛАУ БАҒАНЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН МОДЕЛЬДЕУ

Сабетқожа А.Б.

Ғылыми жетекші: PhD Кудайбергенов Асқар К.

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
aiymsabetkozha@gmail.com

Мұнай мен газ қоры бойынша Қазақстан дүниежүзінде көшбасшы орындардың бірін иеленетіні белгілі. Алайда, өндіру көлемінің сандық өсуі үшін мұнай мен газ ұңғымаларын бұрғылау процесінің сапасын жақсарту керек. Бұл тек қолданылатын бұрғылау құрал-жабдықтарының сапасын жақсарту ғана емес, бұрғылау кезінде туындауы мүмкін қателіктердің алдын алу.

Бұрғылау бағандарының қозғалысын модельдеу өте күрделі процесс болып табылады. Зерттеулер бойынша әртүрлі типтегі бұрғылау бағандарының бұзылуының және бұрғылау қондырғыларының істен шығуының себебі көлденең тербелістер болып табылады [1].

Бүгінгі күні сұйықтық ағыны бұрғылау процесінің негізгі факторларының бірі болып табылады. Ұңғымада айналмалы бұрғылау кезіндегі сұйықтық ағынының қозғалысы бұрын бұзылған өнімдерді жою құралы ретінде қолданылады. Бұрғылау процесі кезінде сұйықтық ағыны немесе бұрғылау ерітіндісінің құрамы мен қасиеттерінің дұрыс сипатталуы процестің тиімділігі, үнемділігі және қауіпсіздігі секілді маңызды рөлдерді атқарады [2].

Жұмыс барысында бұрғылау бағанының көлденең кеңістікті тербелістерінің алдымен сызықты, одан кейін сызықты емес модельдері қарастырылып, өзара салыстырулар жүргізілді. Жұмыстың негізгі мақсаты бойынша қарастырылған келесі мәселе - бұрғылау бағанының сызықты емес көлденең кеңістікті тербелістерін модельдеу. Сұйықтық ағынын ескере отырып, бұрғылау бағанының қозғалысының сызықты емес математикалық моделі зерттеліп, сандық нәтижелері алынды. Сонымен қатар, бағанды гравитациялық энергиямен қамтамасыз етіп, орын алатын өзгерістер қарастырылды, алынған сандық нәтижелері салыстырды.

Шыққан нәтижелер бойынша бағанның екі жазықтықта бүгілуі, сонымен қатар уақыт өте келе бұрғылау бағанының тербелісінің өзгерісі сипатталады. Бұған қоса, алынған нәтижелер сұйықтық ағынының әртүрлі параметрлері бұрғылау бағанының тербелістеріне деген әсерін көрсетеді. Оның арқасында қолданылатын бұрғылау ерітіндісіне сипаттама беріліп, бұрғылау процесінің тиімділігі мен қауіпсіздігі қамтамасыз етіледі.

Сандық шешімі үшін ақырлы-айырымдық әдіс қолданылды. Айқын сұлба бойынша қарастырылған модельдегі 4-ші ретті теңдеулер дискретизацияланды. Жұмыс барысында Dev-C++ әзірлеу ортасындағы C++ бағдарламалық тілі қолданылды. Алынған нәтижелер Tecplot графикалық ортасында іске асырылды. Сонымен қатар, күрделі модельдердің сандық шешімін алу үшін Бубнов-Галеркин әдісі және Wolfram Mathematica бағдарламалық тілі пайдаланылып, шешімдер салыстырылуда.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Al-Hiddabi S.A., Samanta B., Seibi A. Non-linear control of torsional and bending vibrations of oilwell drillstrings // Journal of Sound and Vibration. – 2003. - Vol. 265. – P. 401-415.
2. Добыча нефти и газа. Буровые промысловые жидкости. <http://oilloom.ru/78-tekhnika-i-tehnologii-stroitelstva-skvazhin/167-burovye-promyvochnye-zhidkosti>. 17.02.2022



## МЕТОД ПРОДВИГАЕМОГО ФРОНТА ДЛЯ СГУЩЕНИЯ СЕТКИ В ПОДОБЛАСТЯХ СО СЛОЖНЫМ ТЕЧЕНИЕМ ПРОЦЕССА

Тамабай Д.О.

Научный руководитель: профессор Жумагулов Б.Т.  
Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби  
dtamabay@gmail.com

Неструктурированные сетки эффективны при решении задач в областях с непростыми формами. Неструктурированные сетки могут иметь сложный способ построения, при этом точнее описывают границы и другие необходимые участки области со сложной формой.

Согласно работе [1] существуют такие методы для построения неструктурированных сеток в двумерной произвольной области как метод продвигаемого фронта и триангуляция Делоне.

Суть метода продвигаемого фронта заключается в том, что в уже дискретизированной области производится триангуляция области, путем построения треугольника на наименьшей стороне. Далее область обновляется, исключая образованный треугольник. Построение сетки будет продолжаться пока область не будет представлять из себя пустое множество.

В работах [2], [3] описывается алгоритм построения триангуляции методом продвигаемого фронта для многоугольной области, рассматриваются влияния вычислительных погрешностей на качество построения треугольников, предлагаются способы устранения неполадок. Также рассматриваются конечность алгоритма и время полной триангуляции области.

Предполагается, что чем больше расчетная сетка, тем менее точность описания процесса. При этом, в подобластях со сложным течением процесса часто нужно проводить расчеты с высокой точностью. В данном случае расчетные сетки следует строить сравнительно с меньшим размером.

Для уменьшения площади треугольника можно уменьшить соотношение бокового ребра и основания. Следует учитывать, что если боковое ребро меньше основания, процесс построения треугольников может быть замкнутым. Таким образом, минимальное соотношение между боковым ребром и основанием равно 1 (равносторонний треугольник). При этом, даже такой треугольник может быть недостаточно маленьким для нужной точности. Для областей со сложным течением процесса предлагается измельчить каждую построенную треугольную сетку, разделив его на три треугольника. В целях сохранения конформности сеток, общей вершиной этих треугольников является точка пересечения трех медиан первичного треугольника.

Определение того, что лежит ли основание предполагаемого треугольника в пределах указанной области осуществляется через проверку координат.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л. В. Круглякова, А. В. Неледова, В. Ф. Тишкин, А. Ю. Филатов, Неструктурированные адаптивные сетки для задач математической физики(обзор), Матем. моделирование, 1998, том 10, номер 3, 93–116.
2. Ю.В. Василевский, А.А. Данилов, К.Н. Липников, В.Н. Чугунов. Автоматизированные технологии построения неструктурированных расчетных сеток. Москва, Физматлит, 2016.
3. S. Pirzadeh, Unstructured Viscous Grid Generation by Advancing-Front Method. NASA Contractor Report 191449, 1993

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНЫХ УПРУГИХ СИСТЕМ

Танатова А.К.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Хаджиева Л.А.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
asilzada95@mail.ru

Известно, что эффективность многих отраслей экономики зависит от уровня развития промышленности, как одного из определяющих факторов. В современном мире происходит стремительное развитие техники, которое в свою очередь связано с ростом скоростей, использованием новых материалов, повышением требований к точности позиционирования, выполнения заданного закона движения и другими факторами. Все это обуславливает необходимость улучшения и развития имеющихся математических моделей и методов их расчета.

Современные механические системы представляют собой системы связанных между собой движущихся упругих элементов. При этом в ходе работы системы необходимо учитывать взаимодействие каждой части друг с другом и их взаимовлияние, поскольку погрешность движения одного элемента системы в результате его деформации влияет на движение остальных, приводя к погрешности движения всей системы. Вызвано это явление конечными (большими) деформациями элементов в результате действия внешних нагрузок.

Целью данной работы является исследование динамической системы с упругими звеньями и наличием начальных напряжений в отдельных элементах. Начальные напряжения в упругих элементах, как и их конечные деформации служат источником нелинейности математической модели движения системы.

Исследование динамики конструкций с упругими звеньями представляет научный и практический интерес для многих ученых. В большинстве работ авторы предполагают малость упругих деформаций элементов, тем самым линеаризуя математическую модель исследуемого процесса. Одним из наиболее используемых элементов в технике является стержневой элемент, вал или балка, в зависимости от типа их нагружения.

В данной работе рассматривается ранее изученная нелинейная модель движения системы стержневых элементов [1], в которую введены компоненты начального напряжения. Эта система осуществляет прямолинейное поступательное движение выходного элемента. Она широко применяется в технике в качестве привода различных плоских динамических систем и конструкций.

В качестве примера взята шарнирно-рычажная пятизвенная система с замкнутым упругим предварительно напряженным контуром. Исследуется ее плоское движение и упругие колебания деформируемых элементов. Применяется метод сосредоточенных параметров, разновидность метода конечных элементов. В результате исследуется система из 22-х нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка, описывающих движение плоского шарнирно-рычажного пятизвенного механизма с замкнутым упругим предварительно напряженным контуром с учетом нелинейных продольных и поперечных колебаний упругих элементов. Для получения результатов используется пакет символьный вычислений Wolfram Mathematica 11.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khajiyeva, L.A., Kudaibergenov, A.K., Abdraimova, G.A., Sabirova, R.F.// Mechanisms and Machine Sciencet, 2022, 85, pp. 94–103

# НОВАЯ МЕТОДИКА 3D-СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

Оспанов Ж.С.

Научный руководитель: к.т.н. Ким А.В.

Казахский Национальный Университет им аль-Фараби  
segizbayuli\_zhanbolat07@mail.ru

С развитием цифровой вычислительной техники стало возможным решать целый ряд новых инновационных задач, возникающих в процессе жизнедеятельности людей, облегчить и ускорить их решение и повысить качество результатов исследования на более высокий уровень.

Целью данной работы является: разработка нового подхода и методики объёмного сканирования физических предметов и объектов для получения объёмных цифровых моделей высокого качества для дальнейшего их применения в задачах 3D-моделирования.

Предлагаемая методика позволяет осуществлять сканирование, моделирование и воспроизводить предметы и объекты в виде цифровой голограммы, что позволяет применять данную технологию в режиме теле-присутствия, что значительно расширяет их применение в различных сферах деятельности. Объёмное сканирование позволяет получать быстро и качественно сложно-профильные и объёмные модели исследуемых объектов за счет применения 3D-сканера и можно получить математическую модель сканируемого предмета или объекта.

При разработке программы сканирование использовалась фотограмметрия для решение обнаружения 3D-объектов в режиме реального времени для повседневных объектов. Фотограмметрия как научно-техническая дисциплина, занимается определением формы, размеров, положения и типов объектов в пространстве по их изображениям снятых с разных ракурсов [1].

Для сканирования объекта используется видео материал разделенный на кадры и техническое зрение для обнаружение объекта на 2D изображениях с помощью MediaPipe Objectron. Он обнаруживает объекты на 2D-изображениях и оценивает их позы с помощью модели машинного обучения (ML), обученной на наборе данных Objectron.

Заключение: Предложенный подход использовал глобальную и локальную поисковую декомпозицию для определения местоположения объекта и точной оценки его состояния.

Голографии прочат будущее визуальных развлечений, поскольку до сих пор этот способ остается самым многообещающим способом визуализации трехмерных сцен.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безменов В.М. ФОТОГРАММЕТРИЯ. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции. М.: Казань, 2009г.
2. <https://google.github.io/mediapipe/solutions/objectron.html>

# МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ БУРОВОЙ КОЛОННЫ СО СТЕНКАМИ СКВАЖИНЫ

Гайсин А.Т.

Научный руководитель: профессор Хаджиева Л.А.

Казахский Национальный Университет им аль-Фараби

amirgaisin145@gmail.com

Необходимость в эффективности бурения скважин в потенциальных месторождениях для добычи и переработки сырья, данные задачи являются актуальными и основными в нефти – газовой сфере. Никому не секрет, что практическое исследование процессов бурения скважин, весьма невыгодный процесс с точки зрения экономики, и с точки зрения эффективности. Так, как сами по себе бурильные трубы очень дорогие, и изготавливаются из специального облегченного металла. Модель контактных задач при взаимодействии буровой колонны со стенками скважины поможет нам в подборе условий, которые обеспечат нам безопасный и стабильный процесс бурения новых месторождений. Разработанный модуль обеспечивает возможность интерактивно принимать оптимальные решения на основе существующей информации [2].

Продолжая свои исследования, мы начали усложнять нашу модель дипломной работы. Таким образом, мы визуально представили процесс бурения скважины с воздействием внешних сил. Наша новая задача, добавить к имеющейся модели еще одну внешнюю потенциальную нагрузку имеющее название – сейсмические волны. В рядах странах в том числе и нашей стране есть весьма сейсмоактивные зоны на которых базируются нефте-газовые месторождения. Такие обстоятельства весьма вероятны создать аварийные ситуация по добыче нефти. Наша задачи предотвратить такие неожиданности и лишние затраты по устранению возможной аварии. Сейчас наши исследования находятся на стадии расчетов. За основу взято уравнение полученное «отцом советской сейсмологии» Гольцина, рассчитывающая энергию сейсмической волны. Расчеты выполняются с использованием вариационного принципа Остроградского-Гамильтона, в котором за потенциал внешних сил будет отвечать уравнение Гольцина. После вариации с использованием метода Бубнова-Галеркина планируется перевести решение в ОДУ и решить численно при помощи компьютер алгебры [3].

Направление нашей работы является актуальной на данный момент. Получив решение, мы можем максимально уменьшить число возможных аварийных ситуаций на нефте-газовой отрасли. К тому же, эта задача базисно не прикреплен только к задачам бурения скважины, а может использоваться и в любых других задачах где присутствует сейсмика. На данном этапе работы мы выполняем расчеты. Наша цель вывести математическую модель описывающую сейсмическое воздействие извне, которая соответствует экспериментальным данным полученными сейсмологами [4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yampolsky, D.Z., Numerical Simulation of Longitudinal Impact. Comparison With Experiment, № 9 (145), (2019).
2. Евдокимов, И.Н., Ведищев, И.А., Физические эффекты при бурении нефтяных и газовых скважин (I. Эффекты Удара), Российский Государственный Университет Нефти И Газа Им. И.М. Губкина, Москва, (2001)
3. Аки К., Ричардс П., Количественная сейсмология: теория и методы. Т. 1. Пер. с англ.-М.:Мир, 1983. – 520 с., ил.
4. Голицын Б.Б. О землетрясении 18 февраля 1911 года // Избранные труды. Т. II. М.: Изд&во АН СССР, 1960. 490 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В СОСУДАХ С ТРОМБОЗОМ

Адилханов Е.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент Бекетаева А.О.

Казахский Национальный Университет им аль-Фараби  
adilkhanov@gmail.com

Численное изучение динамики крови в сосудах является чрезвычайно значимой проблемой в связи с поиском диагностики и лечения обширного диапазона сердечно-сосудистых болезней. В основном, патологии гематологического происхождения, такие как лейкомия, гемолитическая анемия, талассемия или патологии, связанные с факторами риска тромбоза и атеросклероза, такие как инфаркт миокарда, гипертония, инсульты или диабет, в основном связаны с нарушениями местного гомеостаза. [1]

Реология крови (от греческого слова rhe'os – течение, поток) – текучесть крови, определяемая совокупностью функционального состояния форменных элементов крови, вязкости крови, осмолярности крови (концентрация глюкозы). Ключевая роль в формировании реологических параметров крови принадлежит форменным элементам крови, которые составляют 98% от общего объема форменных элементов крови. Вязкость крови является одной из интегральных характеристик микроциркуляции, существенно влияющих на гемодинамические параметры [2]. Эти проблемы решаются в рамках гемореологии - науке о деформации и течении крови и ее форменных элементов. Гемореология также включает изучение взаимодействий между компонентами крови и эндотелиальными клетками, выстилающими кровеносные сосуды

Целью данного исследования является разработка новой математической модели, с учётом вязкости крови (реологии), объясняющей изменения свертывания крови в кровеносных сосудах, изучение гемореологии тромбов.

Исходными являются уравнений Навье-Стокса для несжимаемой жидкости совместно с уравнениями типа конвекции и диффузий для активаторов и ингибиторов тромбообразования на основе метода погруженных границ. Решение уравнений осуществляется методом расщепления по физическим параметрам.

В модели вязкость рассматривается не как константа, а как функция, зависящая от скорости сдвига. Численные результаты показали, что при малой величине скорости сдвига наблюдается стремительная свёртываемость крови в сосуде.

Вязкость нулевого сдвига, вязкость бесконечного сдвига и коэффициент альфа в функции вязкости приняты постоянными, поэтому следует отметить, что функция связывает вязкость и скорость сдвига. Следует подчеркнуть, что речь идет о равновесных значениях вязкости.

Следует отметить, что это простейшее уравнение, связывающее вязкость с  $n$ -й степенью скорости сдвига и сводящееся к нулевой вязкости, когда скорость сдвига равна нулю и к бесконечной вязкости, когда скорость сдвига равна бесконечности. [3]

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. VAN WAZER, J. R., LYONS, J. W., KIM, K. Y., AND COLWELL, I. E., "Viscosity and Flow Measurement. A Laboratory Handbook of Rheology." Interscience Publishers, New York, 1963.
2. Изменения реологических свойств крови у больных с метаболическим синдромом (Авшалумов А.С., Марковский В.Б., Полещук О.И., Синицина Е.Н., Шилов А.М.)
3. Cross, M.M. (1965) Rheology of Non-Newtonian Fluids—A New Flow Equation for Pseudoplastic Systems. Journal of Colloid Science, 20, 417-437.

## МОДЕЛЬ ДИСКРЕТНОЙ ФАЗЫ

**Иманбердиева М.А.**

**Научный руководитель PhD проф., Исахов А.А.**

Казахский национальный университет имени аль-Фараби  
mimanberdieva@gmail.com

Достижения в области вычислительной гидродинамики послужили основой для дальнейшего изучения динамики многофазных потоков. Одним из подходов для численного расчета многофазных потоков является модель дискретной фазы.

Жидкая фаза рассматривается как непрерывная путем решения уравнений Навье-Стокса, в то время как дисперсная фаза решается путем отслеживания большого количества частиц через расчетное поле потока. Может происходить передача импульса, массы и энергии между непрерывной и дисперсной фазой.

Этот подход значительно упрощается, когда взаимодействиями между частицами можно пренебречь, и для этого требуется, чтобы дисперсная вторая фаза занимала небольшую объемную долю, даже если допустима высокая массовая нагрузка ( $m_{\text{частиц}} \geq m_{\text{жидкости}}$ ). Траектории частиц рассчитываются индивидуально через определенные промежутки времени при расчете непрерывной фазы. Это делает модель подходящей для моделирования распылительных сушилок, сжигания угля и жидкого топлива и некоторых нагруженных частицами потоков, но не подходит для моделирования движения жидких смесей, псевдосжиженных слоев или любого применения, где объемной долей второй фазы нельзя пренебречь. Для исследования таких взаимодействий между частицами могут быть использованы дополнительные модели с использованием модели дискретного элемента.

Данная модель строит траекторию движения частицы дискретной фазы, интегрируя закон равновесия сил, действующих на частицу, который записан в лагранжевой системе отсчета.

Вращение частицы является естественной частью движения частицы и может оказывать существенное влияние на траекторию движения частицы в жидкости. Удар еще более выражен для крупных и / или тяжелых частиц с большим значением момента инерции. В том случае, если вращение частиц не учитывается при имитационных исследованиях, результирующие траектории частиц могут значительно отличаться от реальных путей частиц. Чтобы учесть вращение частицы, решается дополнительное обыкновенное дифференциальное уравнение (ОДУ) для углового момента частицы

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhai J., Liu W., Yuan L., Solving two-phase shallow granular flow equations with a well-balanced NOC scheme on multiple GPUs, *Comput. & Fluids* 134 (2016) 90–110.
2. La Rocca M., Montessori A., Prestininzi P., Elango, L., A discrete Boltzmann equation model for two-phase shallow granular flows, *Computers & Mathematics with Applications*, 2018, 75(8), 2814–2824.
3. Huang Y., Dai Z.L., Zhang W.J., Huang M.S., SPH-based numerical simulations of flow slides in municipal solid waste landfills, *Waste Manag Res.*, 2013 31(3):256–264

# СОВРЕМЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПО СБОРУ И ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ДАШБОРДОВ КОМПАНИИ

Шамшиева Ю.А.

Научный руководитель: PhD, и.о. доцента Кудайбергенов Асгат К.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
yuka260400@gmail.com

Грамотное владение таким ценным активом как данные – это действительно для каждой компании. Те, кто владеет и управляет показателями своей компании становятся более конкурентоспособны. В настоящее время, в отдельных отраслях экономики Казахстана наблюдается спад, что мотивирует предпринимателей искать решения по оптимизации бизнес-процессов. Для принятия более результативных решений используется ряд технологий по анализу данных. Визуальное восприятие данных с помощью удобных графических элементов, отражающих ситуацию в любых интересующих аспектах, демонстрирует реальную картину происходящего и способствует быстрому и эффективному принятию решения.

Целью данной работы является исследование и создание автоматизированного сбора, обработки и визуализации данных с помощью продуктов Microsoft для оценки эффективности работы компании.

Разработана структура сбора обработки и визуализации данных. Построены дашборды (информационные панели) для конечного потребителя. Проведено исследование исторического развития систем Business Intelligence, изучен вопрос интеграции Power BI с другими продуктами Microsoft [1]. Рассмотрен вопрос безопасности решения [2].

Были прописаны специальные формулы для расчета показателей на основе полученных данных с помощью языка DAX [3]. Проиллюстрированы данные с помощью динамических визуальных элементов таких как графики, диаграммы, таблицы и т.д. В результате было получено динамическое решение, соответствующее поставленным целям и протестированное на данных компании, занимающейся инвестиционно-финансовой деятельностью.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руссо М., Феррари А. Анализ данных при помощи Microsoft Power BI и Power Pivot для Excel. – ДМК-Пресс, 2020. – 288 с.
2. Русскоязычная справочная документация компании Microsoft: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/documentation/>
3. Руссо М., Феррари А. Подробное руководство по DAX. – ДМК-Пресс, 2020. – 776 с.

## ФУРЬЕ ТҮРЛЕНДІРУІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ПУАССОН ТЕНДЕУІН САНДЫҚ ТӘСІЛМЕН ШЕШУ

Хамза Н.Х.

Ғылыми жетекші: Профессор Абдибеков У.С.  
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
nugai.hamza@mail.ru

Ең көп тараған эллиптикалық типті теңдеу – Пуассон теңдеуі. Математикалық физиканың көптеген есептері осы теңдеуді шешуге келтіріледі, мысалы, қатты денедегі стационарлық температураның таралуына есептер, диффузиялық есептер, электр зарядтары болған кезде өткізбейтін ортада электростатикалық өрістің таралуына есептер, және де тағы да басқалар [1]. Эллиптикалық типті теңдеулерді бірнеше өлшемдер кезінде шешу үшін дифференциалдық теңдеулер немесе олардың жүйелерін алгебралық теңдеулер жүйесіне түрлендіруге мүмкіндік беретін сандық әдістер қолданылады [2-6]. Шешімнің дәлдігі координаталық тордың қадамымен, қайталану санымен және компьютердің разрядтық торымен анықталады. Пуассон теңдеуін шешудің өзектілігі мынада, Навье-Стокс теңдеулер жүйесінің шешімін есептеген кезде бұл жүйені шешу алгоритмі бірнеше кезеңде жүреді, ең қиынының бірі Пуассон теңдеуін шешу болып табылады. Зерттеуде қарастыратынымыз Фурье түрлендіруін пайдалану арқылы Пуассон теңдеуін сандық тәсілмен шешу.

Фурье түрлендіруі әртүрлі ғылыми салаларда қолданылатын қуатты құралға айналды. Кейбір жағдайларда оны электрлік, жылулық немесе жарық энергиясының әсерінен пайда болатын динамикалық процестерді сипаттайтын күрделі теңдеулерді шешу құралы ретінде пайдалануға болады. Басқа жағдайларда ол күрделі толқын түрінде тұрақты компоненттерді оқшаулауға мүмкіндік береді, бұл астрономиядағы, медицинадағы және химиядағы эксперименттік бақылауларды дұрыс түсіндіруге мүмкіндік береді.

Есептеу үшін жылдам Фурье түрлендіруі қолданылады және оның дәлдікке әсері зерттеледі. Жұмыстың негізгі мақсаты үш өлшемді Пуассон теңдеуін Фурье түрлендіру арқылы сандық тәсілмен шешу алгоритмін құру. Жұмыс барысында Пуассон теңдеуін ақырлы айырым әдісі арқылы дискретті түрге түрлендіру жүргізіледі.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Физикалық процестерді математикалық және компьютерлік модельдеу: оқулық / А.А. Исахов. – Алматы: Қазақ университеті, 2018, - 317 б.
2. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы: Учеб. Пособие для вузов.-М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1989.-432 с.
3. O. BUNEMAN, A Compact Non-Iterative Poisson Solver, Rep. 294, Stanford University, Institute for Plasma Research, Stanford, Calif., 1969.
4. J. W. COOLEY, P. A. W. LEWIS & P. D. WELCH, "The fast Fourier transform and its applications," IEEE Trans. Education, v. E-12, 1969, pp. 27-34.
5. J. B. ROSSER, Fourier Series in The Computer Age, Mathematics Research Center, Technical Summary Report #1401, University of Wisconsin, Madison, Wis., Feb. 1974.
6. Математикалық физика теңдеулері: оқу құралы / Х. Хомпыш. – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 216 б.



## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ.

Хасанова А.С.

Научный руководитель: PhD, профессор Исахов А.А.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

e-mail:kyzambaeva@mail.ru

Чистые помещения характеризуются счетной концентрацией частиц, характеризующимся числом частиц в единичном объеме воздуха, размеры которых соответствуют определенным нормам. Это является главным отличием чистых помещений от обычных помещений, поэтому они так важны в электронной промышленности, фармацевтическом производстве и в медицине. Для обеспечения чистоты помещения важно оптимально расположить системы кондиционирования, которые мы численно моделируем для определения оптимального расположения.

В работе были использованы турбулентные модели ( $k-\epsilon$ , SST  $k-\omega$ , модель DES). С помощью турбулентной модели SST  $k-\omega$  были выполнены все стимуляции, в связи с тем что при моделировании воздушных потоков в помещении модель доказала свою надежность. Вышеперечисленные модели подробно описаны в [1-4].

Для более точной реализации выбранной задачи исследования значения сначала были получены на основе имеющихся данных из работ [5]. Проблемной областью теста было помещение, с сопловым диффузором типа HESCO и простым выхлопным проемом.

Для моделирования была выбрана оптимальная расчетная сетка, на которой были получены наиболее приближенные к экспериментальным данным решения. И при уменьшении количества элементов расчетной сетки это не сильно повлияло на полученные численные решения. Для получения точного результата была построена структурированная сетка. Для расчета был выбран материал на входе — воздух.

В данной работе для первой ячейке рядом с диффузором выполнена дискретизация. В разных методах используются разные термины, связанные с диффузором. Метод полного потока импульса хорошо согласуется с полученными экспериментальными данными. Метод полного потока импульса помогает определить оптимальную сетку.

Для чистого помещения были выбраны оптимальные конфигурации системы кондиционирования. После валидации нашей модели и численного алгоритма, данная модель применяется для основной задачи, которая состоит из моделирования наиболее эффективного расположения систем вентиляции в чистых помещениях. По результатам моделирования были выявлены наиболее оптимальные расположения кондиционеров.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Spalart, PR, Jou, W.-H., Stretlets, M., & Allmaras, SR (1997). Комментарии о возможности использования LES для крыльев и о гибридном подходе RANS/LES, достижения в области DNS/LES. В проц. Первая международная конференция AFOSR по DNS/LES.
2. Ментер Ф.Р. Двухпараметрические модели вязкостно-вихревой турбулентности для технических приложений. AIAA J. 8 (32), 1598–1605 (1994).
3. Ментер, Ф.Р. и Кунц, М. (2003). Разработка и применение модели зональной турбулентности DES для CFX-5, Отчет о проверке CFX,CFX-VAL17/0503.
4. Джонс, В.П. и Лаундер, Б.Э. е предсказание ламинаризации с помощью двухпараметрической модели турбулентности. Междунар. J. Теплообмен. 15, 301–314 (1972).
5. Chen, F., Yu, S. C. M. & Lai, A. C. K. Modeling particle distribution and deposition in indoor environments with a new drift-flux model. Atmos. Environ. 40(2), 357–367. [https:// doi. org/ 10.1016/j.buildenv.2018.05.050](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.05.050) (2018).

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ОПУХОЛИ

Шандура А.А.

Научный руководитель: Ph.D, профессор, Жакебаев Д.Б.

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

kol\_anuta@mail.ru

В данной работе представлен подход к построению математической модели эволюции опухоли. На сегодняшний день построение математической модели, а также ее численная реализация является неотъемлемой составляющей при изучении сложных систем в различных областях [1]. Один из математических методов - моделирование роста и терапии опухоли при котором она и ее окружение рассматривается как одна единая система. При описании онкологических заболеваний, объектом исследования является орган/мышца, состоящий из нормальных и раковых клеток, который заменяют математической моделью. Применение методов математического и компьютерного моделирования позволяет описывать объект с определенной степенью приближения. Взаимосвязь математической модели с исследуемым объектом осуществляется на основе применения комбинации эмпирических законов, построения гипотез (причины формирования и роста опухоли, компоненты, влияющие на мутацию клеток, и переход в некротическую ткань), упрощений (границы исследуемой области чаще всего задаются приближенно) и допущений в связи с ограниченностью вычислительных ресурсов.

Задачей математического и компьютерного моделирования при изучении опухолевых заболеваний является прогноз роста и гибели нормальных клеток и раковых клеток, а также изучение эффективности терапии [2]. Основная гипотеза данной работы – “Математическое моделирование позволяет понять причины образования опухолей и характер их развития”.

Приведены основные этапы математического и компьютерного моделирования эволюции опухоли [3], а также описаны результаты каждого этапа и их применимость. Ключевой проблемой данной работы является выбор уровня детализации на основе рассмотренных предварительно базовых дифференциальных уравнений, описывающих рост популяций, эпидемий и так далее, которые были адаптированы под изучение роста раковых клеток. Данные базовые уравнения не могут в полной мере воспроизвести особенности изучаемого объекта. Следовательно, повышая уровень детализации, можно проанализировать модель и получить представление о базовых принципах организма и развития опухоли. Рассматривая набор дифференциальных уравнений, описывающих рост раковых клеток, нормальных клеток, а также изменение уровня глюкозы и кислорода составлена система, описывающая процесс развития опухоли. Данные уравнения решаются методом Эйлера. Основные положения и гипотезы, основываются на постулатах следующих естественных и технических наук: биология, медицина, физика, математика.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры [Текст] / А.А. Самарский, А.П. Михайлов; — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001. — 320 с. — ISBN 5-9221-0120-X.
2. Антонцев С.Н., Папин А.А., Токарева М.А., Леонова Э.И., Гридюшко Е.А. Моделирование возникновения и роста опухолей-I // Известия Алт. гос. ун-та. 2020. № 4(114), DOI:10.14258/izvasu(2020)4-11.
3. Жизненный цикл клетки: интерфаза и митоз. Мейоз. Фазы митоза и мейоза, [Электронный ресурс] URL: <https://ladle.ru/education/biologiya/9class/350-zhiznennyj-cikl> (дата обращения: 02.03.2022)

## THE USE OF LOGISTIC REGRESSION IN IDENTIFYING INVESTMENT POLICY PRIORITIES AT THE COUNTRY LEVEL

Agdarbekov S.M., Anefiyev D.R., Assubayev A. A.

Under the guidance of Ametov O. A.

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty  
25992@iitu.edu.kz

The problem of distribution of money and investment to different business or countries was a challenge for political leaders for a long period of time. Right choice of government investment policy is key to economic growth and welfare in the future. This becomes extremely important if a nation want to succeed in economic area.

In today's world the need for international investment is significantly high. The variety of problems that are related to the development of the world economy are being considered. It should also be noted that for the effective implementation of economic policies, countries need to attract foreign investment. An important task of investment policy in countries with transformational economies at this stage is to expand their investment potential.[2] V. Makohon, Y. Radionov and I. Adamenko

Despite the fact that the spread of COVID-19 caused the slowdown of global economic and financial growth, a major part of developed and developing countries needs to attract Foreign direct Investments to build new infrastructure strategies.

Thus, the main goal of a developing and experienced state is to build a proper communication model between the government sector and business entities by adopting correct laws that will allow effective use of national and private investments. In addition, the choice of the most appropriate investment activity model in a particular country should take into account the strongest specific features (peculiarities) of the national economy.

In addition, it is important to identify the priorities and to develop a model for priority identification of investment policy, the data for which is based on a dataset gained from World Bank official website. The dataset consists of the data of 75 countries including Kazakhstan, Russia, USA, China, Japan, European Union countries, CIS countries, North and South American countries.

The Gross Domestic Product (GDP) and Foreign Direct Investment values were taken as the dependent variable. Previous research has focused on the incentive tools that are more demanded across investors. [1] Lilia V. Matraeva A primary concern of our work is to process the data and show only those economic factors that are more influenceable on GDP. An important task is to analyze how the change of certain economic factors would affect the GDP

### REFERENCES

1. Л. Матраева, Использование логистической регрессии при выявлении приоритетов региональной инвестиционной политики в отношении иностранных инвесторов в регионы РФ, Тула: РГТЭУ.
2. V. Makohon, Y. Radionov and I. Adamenko, "Investment policy of the state as a tool for economic growth of the country," *Problems and Perspectives in Management*, 16 September 2020.

# SIMULATION OF AIR CONDITIONING SYSTEM FOR HEALTHCARE FACILITIES

**Kiikova L.T.**

**scientific adviser: PhD, professor Issakhov A.A.**

Kazakh-British Technological university

yeleussizova.lazzat@gmail.com

The high level of cleanliness in a clean room is maintained, mainly due to the increase in the volume of outside air [2]. To date, many experiments have been conducted to increase the energy efficiency of ventilation systems [3, 4, 5]. The most cost-effective solution to this problem is the use of air recirculation [6, 7]. This issue has been studied by many foreign researchers, including U. White [1]. In his work, Alexander Kane [8] used the k- $\epsilon$  Realizable and k- $\omega$  SST turbulence models for indoor modeling. It is also worth mentioning the work of Nielsen [6] to study the air flow in the room.

In a dynamic indoor environment that constantly pollutes the indoor air, the ventilation system must be economical and efficient in removing pollutants. For general engineering practice, ventilation provides fresh air to the occupants of the building, but creates a large energy load. Thus, the ventilation system works to ensure air quality at the minimum speed. In fact, high ventilation speeds can be expensive and low levels of ventilation can save energy. However, inadequate ventilation leads to poor air quality and health problems. It requires modeling of turbulent flow and heat exchange in different ventilation systems using time-centered Navier-Stokes (RANS) equations. The proposed work provides for double diffusion convection. In order to study the validity of the mathematical model and computational algorithm, comparisons were made with experimental data and calculations of other researchers. Comparison of known data with numerical calculations showed good results. After verification of the mathematical model and computational algorithm, the following methods of air flow were considered: one-way, non-one-way and mixed. According to the study, one-way airflow is the most effective approach. Calculations were performed in the software package ANSYS Fluent.

Keywords: turbulence, clean room, air flow, Navier-Stokes equations, pollutant, SIMPLE method.

## REFERENCES

1. Whyte, W. Cleanroom design – 2nd ed. / W Whyte // West Sussex, England: John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester. 1999. – 322 p.
2. Xu, T. Considerations for efficient airflow design in cleanrooms / T. Xu // Journal of IEST 47. Berkeley, CA, USA. – 2004. – P. 24-28
3. Brown, W. K. Makeup air system energy-saving opportunities / W. K. Brown // ASHRAE Trans. 96 (2). – 1990. – P. 609-615
4. Kircher, K. Cleanroom energy efficiency strategies: Modeling and simulation/ K. Kircher, X. Shi, S. Patil, K. Max Zhang // Energy and Buildings 42. – 2010. –P. 282- 289.
5. Schneider, R. Designing clean room HVAC systems / R. Schneider //ASHRAE Journal Vol. 43 (8). – August 2001. – P. 39-46.
6. United States Environmental Protection Agency. Energy use in the semiconductor manufacturing industry. – United States Environmental Protection Agency, Washington DC, USA. – 1998.
7. Williamson, M. C. Energy efficiency in semiconductor manufacturing: a tool for cost savings and pollution prevention / M. C. Williamson // Semiconductor FABtech Journal 8. – 1999. – P. 77-82.
8. Alexander K., Ramesh K. Computational fluid dynamics modeling of mixed convection flows in buildings enclosures. - International journal of energy and environment, Volume 4, Issue 6, 2013 pp.911-932

# DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR COLOUR IDENTIFICATION IN IMAGES

**Sariyeva A.**

**Scientific adviser: PhD Askar K. Kudaibergenov**

Al-Farabi Kazakh National University

aineeka01@gmail.com

Colour information plays a huge role in the topic of machine learning algorithms of OpenCV, which is an open-source computer vision and machine learning software library. The Python programming language gives developers a significant opportunity to create various applications that will be useful to society to simplify tasks. The application for identifying colours in images is a fundamental basis for implementing ideas that determine the hue through data manipulation.

The purpose of this work is to develop an application for identifying objects, such as colours, and hue names. In the process of development of the application, different functions for automated work such as main Python modules and packages, a dataset consisting of colour names along with their RGB and hex values, as well as colour recognition and mouse-clicking functions were utilized [1].

RGB is the colour model that forms the image on the monitor screen. It is well-known as an abbreviation created from the first letters of the colours of the model: Red, Green, and Blue. Any digital drawing consists of many shades, and all of them are obtained by mixing these three colours in different proportions. The algorithms for calculating the distance between each colour, choosing the one with the smallest distance, and a function for outputting a certain colour are used to solve the problem [2].

This work is a project for creating a computer vision application, which is part of the field of artificial intelligence that teaches computers to interpret and understand the visual world. Using pictures, digital camera images, video and deep learning models, computers accurately identify, classify objects and then react showing the needed results [3].

## REFERENCES

1. Building a Color Recognizer in Python, from <https://towardsdatascience.com/building-a-color-recognizer-in-python-4783dfc72456>
2. Colour Detection, from <https://data-flair.training/blogs/project-in-python-colour-detection/>
3. Компьютерное зрение [Электронный ресурс]. URL: [https://www.sas.com/ru\\_ru/insights/analytics/computer-vision.html](https://www.sas.com/ru_ru/insights/analytics/computer-vision.html)

**АКТУАРЛЫҚ МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ  
СТАТИСТИКА**

**АКТУАРНАЯ МАТЕМАТИКА И СТАТИСТИКА**

**ACTUARY MATHEMATICS AND STATISTICS**

## САҚТАНДЫРУДАҒЫ КЕЗДЕЙСОҚ ПАЙЫЗДЫҚ МОДЕЛЬДЕР

Абдукадыров А.  
Ғылыми жетекші ф-м ғ.д. профессор м.а. Жуманова Л. К.  
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
Abdumarat.1998@gmail.com

Күрделі биномдық модельде сақтандыру жағдайларының саны  $N(t)$ ,  $t = 0, 1, 2, \dots$  биномдық процесімен реттеледі. Кез-келген уақыт кезеңінде бекітудің ықтималдығы  $p$ ,  $0 < p < 1$ , ал бекітудің болмау ықтималдығы  $q = 1 - p$ , біз  $(t - 1, t]$  уақыт аралығында болатын кезде және белгілі бір уақыт аралығында  $(t - 1, t]$  болатын оқиғаны  $a = 1$  арқылы белгілейміз.

$\xi_t = 0$  уақыт аралығында  $(t - 1, t]$  бірде-бір мәлімдеме болмаған кезде оқиға. Сонда  $N(t) = \sum_{t=0}^t \xi_t$  және  $t \geq 1$   $N(0) = 0$  үшін. Әр түрлі уақыт кезеңдерінде шағымдардың пайда болуы тәуелсіз оқиғалар болып табылады. Талап сомасы  $X_1, X_1, X_1, \dots$  олар өзара тәуелсіз, бірдей үлестірілген, оң және бүтін кездейсоқ шамалар; олар  $\{N(t)\}$  биномдық процеске тәуелсіз. Бастапқы артықшылық  $u$ -ге тең болсын, ол теріс емес бүтін сан. Дәстүр бойынша, әр уақыт кезеңінде алынған сыйақы бірлікке тең болады деп болжанады.  $t = 0, 1, 2, \dots$  үшін  $t$  уақытындағы асып түсу келесі өрнекке тең болады

$$U(t) = u + t - [X_1 \xi_t + X_1 \xi_t + \dots + X_1 \xi_t]$$

және  $U(0) = u$ .

Теорема 1. Барлық  $u \geq x$  үшін  $\Phi(u)$  айыппұл функциясы қанағаттандырады

$$\begin{aligned} \Phi(u+1) = & \frac{1 - q q_0}{q p_0} \Phi(u) - \frac{p}{q p_0} \sum_{k=0}^u \Phi(k) [p_0 p(u+1-k) + q_0 p(u-k)] \\ & - \frac{p}{q p_0} \sum_{k=0}^u w(u, k-u) [p_0 p(k+1) + q_0 p(k)] \end{aligned}$$

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. J. Y. Tan and X. Q. Yang, "The compound binomial model with randomized decisions on paying dividends," Insurance: Mathematics & Economics, vol. 39, no. 1, pp. 1–18, 2006.
2. Wenguang Yu, "Randomized Dividends in a Discrete Insurance Risk Model with Stochastic Premium Income" Received 3 December 2012; Accepted 23 January 2013.
3. W. Wang, R. Ming, and Y. Hu, "On the expected discounted penalty function for risk process with tax," Statistics & Probability Letters, vol. 81, no. 4, pp. 489–501, 2011.

## ХЕСТОН МОДЕЛІ АЯСЫНДАҒЫ ВОЛАТИЛДІЛІКТІҢ АКТИВТІҢ КІРІСТІЛІГІНЕ БАЙЛАНЫСЫ ТУРАЛЫ

Тлеуберді Д.М.

Ғылыми жетекші доцент, профессор м.а Ақанбай Н.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан  
danatleuberdi@gmail.com

Стохастикалық волатильділік модельдері қазіргі кезде актуарлық математикада, нақты қаржылық баға белгілерін сипаттау үшін ең сенімді модельдер ретінде, кеңінен қолданылады. Бұл ұсынылып отырған жұмыс негізделген, Хестон моделі деген атпен белгілі модель [1] солардың қатарына жатады. Стив Хестонның атымен аталған Хестон моделі – еуропалық опциондардың бағасын анықтау үшін қаржы мамандары қолданатын стохастикалық волатильділік моделінің бір түрі.

Хестон моделі – бұл Блэк-Шоулз опциондық баға моделінде [2], [3] келтірілген кейбір кемшіліктерді жоюға арналған жабық опционды баға шешімі. Бұл модель тәжірибелі инвесторларға арналған құрал.

Хестон моделінің волатильділік тұрақты болып қалатын Блэк-Шоулз моделінен айырмашылығы, стохастикалық волатильділік модельдерін анықтайтын негізгі фактор болып табылатын волатильділіктің еріктілігі туралы болжам жасайды.

Хестон моделі бойынша зерттеулер

$$dS_t = \left( \beta - \frac{v_t}{2} \right) dt + \sqrt{v_t} dW_1,$$
$$dv_t = -\delta(v_t - \theta)dt + l\sqrt{v_t}dW_2.$$

стохастикалық дифференциалдық теңдеулер жүйесін зерттеуге келтігіледі, мұндағы,  $\delta > 0, l > 0$  – кейбір тұрақтылар,  $W_1, W_2$  – тәуелсіз стандартты Винер процесстері.

Бірінші теңдеу активтің кірістілігінің ( $S_t$ ), активтің өзі волатильділігі кездейсоқ болатын геометриялық броундық қозғалыс секілді өзгереді деп ұйғарған жағдайдағы, өзгерісін сипаттайды.

Екінші, қаржылық әдебиеттерде Кокс – Ингерлсон – Росс процесі деп аталатын, ал математикалық статистикада Феллер процесі деп аталатын, процеске сәйкес келетін теңдеу, Хестон моделіне сәйкес волатильділік квадратының ( $\sigma_t^2 = v_t$ ) өзгеру заңын  $\sigma_t^2 = v_t$  сипаттайды.

Бұл жұмыста біз алдымен активтің кірістілігі мен дисперсиясының бірлескен үлестірім тығыздығы үшін Фоккер – Планк – Колмогоров (ФПК) теңдеуін жазып аламыз, сосын кірістіліктің бастапқы үлестірімі бірқалыпты үлестірім болатын жағдайды қарастырамыз. Нәтижесінде, ФПК теңдеуінің шешімі болатын бірлескен үлестірім тығыздығын көрі оңайырақ табылатын оның Фурье түрлендіруін табамыз да, өз кезегінде табылған шешімді кіріс белгілі болған кездегі волатильдіктің квадратының шартты математикалық күтімі шартсыз математикалық күтімге тең болатынын дәлелдеуге пайдаланамыз. Жұмыстың екінші бөлігінде кірістіліктің бастапқы үлестірімі гаустық үлестірім болатын жағдай зерттелген.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Heston, S. L.: A Closed-Form Solution for Options with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency Options. The Review of Financial Studies, 6(2):327-343, 1993.
2. Black, F. and M. Scholes: The pricing of options and corporate liabilities. Journal of Political Economy, 81:659-683, 1973.
3. Merton, R. C: The Theory of Rational Option Pricing. Bell Journal of Economics and Management Science, 4:141-183, 1973



## МАТЕМАТИКА БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ПАКЕТІ

Ермекова О.

Ғылыми жетекші: ф.-м.ғ.к., профессор Жунусова Ж.Х.

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті  
ermekovaorazgul@gmail.com

Универсал математикалық пакеттер білімді қалыптастыру және жаңарту үшін керемет жаңа мүмкіндіктер ұсынады. Негізгі пакеттердің білімге берер пайдасы көп, әсіресе математикаға. Қиын есептердің шығарылу жолын жеңіл ете отырып, олар есепті қызық әрі оңай қылады. Оқу процесі кезінде математикалық программаларды түсініп қолдану, фундаментал математикалық білімнің деңгейін көтереді. [1]

Mathematica бағдарламасы компьютерлік алгебра системасы болып табылады. Жалпы бұл бағдарлама көмегімен кез-келген математикалық есепті оңайлықпен шығаруға болады. Сонымен қатар математика бағдарламасы Maple сияқты ең мықты системалардың бірі болып табылады. Бұл бағдарламаның қолданылуы студенттер мен оқушылар үшін жеңіл, әрі қолжетімді. Mathematica бағдарламасы әлем бойынша есептеулерді ең тез әрі көп көлемде жасайты бағдарлама.[2]

Mathematica бағдарламасының артықшылықтарына тоқталып кетер болсақ, командалық сөздер мен конструкциялардың қолданысы оңай және графикасының сапасы жоғары. Сонымен қатар, бағдарлама қолданысқа жеңіл, есептеуі қолайлы, командалық сөздер қоры, әр түрлі версиялардың болуы, платформадан тәуелсіздігі. Бұл бағдарламада көптеген операторлар мен алгоритмді жазу жолдары жеңіл. Бұл система химияда, экономикада, биологияда және т.б. салаларда кеңінен қолданылады. Қазіргі таңда Mathematica шартты түрде келесідей категорияларға бөлуге болады: құрастыру 32 %, физикалық дисциплиналар 21 %, математика 16 %, есептеу техникасы 13 %, бизнес/ғылым 6 %, практикалық ғылым 5 %, білім 7 %. Mathematica бағдарламасы программалаудан хабары жоқ, те қана информатика мен есептеу құралдарынан негізгі білімі бар студенттер үшін таптырмас құрал. Бұл бағдарламада барлық салаларда көмегі тиетін 5000-ға жуық функциялар бар. Және бұл пакеттің символдық және сандық есептеулері өте жылдам. Басқа математикалық программалардың артықшылығы бұл пакетте графика өте жақсы дамыған.

Mathematica бағдарламасының кемшіліктерін айтатын болсақ, алғашқы бағдарламаларда есептеулерді тоқтату мүмкін болмаған. Басты кемшілігі бұл бағдарламаның лицензиясының бағасы қымбат болуы. Студенттерге бір жылға немесе бір семестрге бұл бағдарламаның тегін түрін жүктеп алуға болады.

Бағдарлама мүмкіндіктері тригонометриялық теңдеулерді шешу, рекурренттік теңдеулерді шешу, өрнекті ықшамдау, шек табу, функцияны интегралдау және дифференциалдау, шекіз және шектеулі қосынды мен көбейтіндіні табу, дифференциалдық теңдеулерді шешу, ЕКОЕ, ЕҮОБ табу, график салу. [1]

Қорыта келе, математика пәнін қызықты оқытуда бұндай қолданбалы бағдарламалардың маңызы зор. Себебі, бұл балалармен кері байланыс жасауға жақсы көмектеседі. Сонымен қатар, оқушыға жеңіл жолмен нәтижеге тез жетіп, білімді жеңіл қалыптастыруға көмек береді. Меніңше, бұндай бағдарламаларды мектеп оқушыларына үйрету өте орынды.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://www.wolfram.com/education/high-schools/>
2. Вавилов Н.А., Халин В.Г., Юрков А.В. Mathematica для нематематика: учебное пособие для вузов // Электронное издание М.: МЦНМО, 2021 483 с.

## САҚТАНДЫРУ НАРЫҒЫНДАҒЫ КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫ ИЕЛЕРІНІҢ АЗАМАТТЫҚ-ҚҰҚЫҚТЫҚ ЖАУАПКЕРШІЛІГІН МІНДЕТТІ САҚТАНДЫРУДЫҢ ҚҰНЫ

Қалыбек Н.Қ.

Ғылыми жетекші ф.м.-ғ.к., доцент Кныкова А.У.

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

Nazerke.kalybek@gmail.com

Қазақстандағы негізгі әрі міндетті сақтандыру түрі ол - көлік құралдары иелерінің азаматтық-құқықтық жауапкершілігін міндетті сақтандыру. Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросы мен Ұлттық Банк сайтындағы деректер бойынша Қазақстандық көлік иелеріне сақтандыру полисін сатып алудың орташа құны 2020 жылы 21 449 теңге болса, ал 2021 жылы 25 231 теңгені құрады [1].

Соңғы рет көлік құралдары иелерінің азаматтық-құқықтық жауапкершілігін міндетті сақтандыру бойынша тарифтерді есептеу жүйесі 2007 жылы өзгертілген. Содан бері жолдарда «жеңіл автокөліктер» саны 2,1 миллионнан 3,7 миллион данаға, жүк көліктері 359 мыңнан 462 мыңға дейін артқан. Бірақ қосалқы бөлшектердің бағасы, қызмет көрсету саласында жұмыс үшін сұралатын сомалар айтарлықтай өсті. Бұл сақтандыру сомасының өсуіне тікелей әсер етеді [1].

Ұлттық Банк жариялаған деректерге сүйенер болсақ, 2020 жылмен салыстырғанда нарықта көлік құралдары иелерінің азаматтық-құқықтық жауапкершілігін міндетті сақтандырудың (сыныптар бойынша) сатылым өсімі 24,26% (19 млрд теңге), ал төлемдер 29,15% (8 млрд) өсті [2].

Статистикаға сәйкес 2020 жылы сақтандыру оқиғасының болу ықтималдығы 1,208%, ал орташа төлем суммасы 422 417 мың теңгені құрады, сәйкесінше бір сақтандыру жағдайы бойынша төлем құны 5 102 теңгеге тең болды. Ал 2021 жылы сақтандыру жағдайының болу ықтималдығы 1,26%, орташа төлем суммасы 461 005 теңге, ал төлем құны 5 808 теңгеге жетті [2].

Бұл көрсеткішті шығын құнының жоғары не төмендеу тенденциясына негіздей келе, Ұлттық Банк сайтындағы 2013-2021 жылдар аралығындағы деректерді қолдана отыра, көлік құралдары иелерінің азаматтық-құқықтық жауапкершілігін міндетті сақтандыруына 2022 жылға болжам бойынша негізгі шығыны 5 976 теңгені құрайды, оған 95%-дық сенімділік коэффициентін ескере отыра, ауытқу аймағын қосатын болсақ, бір сақтандыру жағдайында төлем құны 6 465 теңге болады [3].

Регрессия бойынша болжамның нақтылығын растайтын  $R^2 = 0.938$ , корреляциялық байланыс  $r_t = 0,968$ , ал стандартты ауытқу 297,79 теңгені құрайды [3].

Сақтандыру тарифін есептеуге әсер ететін факторлар: көлік құралдарын тіркеу ауданы, көлік құралының түрі, жүргізушінің жасы мен өтілі, көлік құралының қызмет ету мерзімі, жүргізушіге оның кінәсінен осыған дейін орын алған сақтандыру жағдайларының болуын ескере отырып, алдыңғы сақтандыру кезеңінің соңында тағайындалған сыныбы.

Осы коэффициенттерді ескере отыра 2022 жылға сақтандыру жағдайынына жеңіл автокөліктер үшін минималды төлем құны:  $6\ 465 * 1 * 1 * 1 * 0,5 = 3\ 232,5$  теңгені, ал максималды төлем құны:  $6\ 465 * 2,96 * 2,09 * 1,1 * 1,1 * 2,45 = 118\ 656,4$  теңгені құрайды [3].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://stat.gov.kz/official/industry/18/statistic/6>;
2. <https://nationalbank.kz/ru/news/svodnyy-otchet-po-regionam/rubrics/1723>;
3. R. Brown, Ratemaking and loss reserving. Chapter 3.

## ЗЕЙНЕТАҚЫ ЖОСПАРЛАРЫНЫҢ МІНДЕТТЕМЕЛЕРІН БАҒАЛАУ МОДЕЛЬДЕРІ

Әбен А.Б.

Ғылыми жетекші: PhD, профессор м. а. Сихов М. Б.

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті  
aben.aaigerim@gmail.com

Негізгі мақсаты міндетті не ерікті зейнетақылық сақтандыру болып табылатын зейнетақы қорлары кез келген қоғамның маңызды әлеуметтік кепілі. Сондықтан бұл жұмыста жүргізілетін зерттеулер маңызды болып табылады.

Оның ішінде белгіленген жарналармен зейнетақы жоспарын (DC) қазіргі кездегі деректерге сәйкес есептеу арқылы, ең маңызды орын ауыстыру коэффициентінің нормаға сәйкес келетінін, келмейтінін тексеру.

Орын ауыстыру коэффициенті адамның  $x$  жаста алатын зейнетақысы  $x-1$  жастағы еңбекақысының қанша пайызын құрайтынын көрсетеді. Норма ҚР Концепция 2030 бойынша ол көрсеткіш 40%-дан кем болмауы керек [1].

Экономикалық жағдайдың төмендігіне байланысты бұл норма көбіне орындалмайды. Бұл мәселенің шешімін стохастикалық құрылымда зейнетақы міндеттемелерінің түсуіне қарай ақы төлеу мен қаржыландыру арасындағы оңтайлы үйлесім жолымен шешіп көреміз. Орын ауыстыру коэффициенті:

$$RR(t) = \frac{P(t)}{S(t)}$$

Мұндағы  $S(t)$ -жалақы,  $P(t)$ -зейнетақы

ҚР зейнетақы жүйесі аралас жүйе болғандықтан екі бөліктен тұрады. Мемлекет есебінен төленетін базалық, ортақ зейнетақы(PAYG) және жинақтаушы зейнетақы. Осы екі бөліктің орын ауыстыру коэффициентін жеке-жеке есептейміз

PAYG бөлігі минималды зейнетақының минималды жалақыға қатынасы :

$$c = RR(t) = \frac{МП_0}{ЗП_0}$$

Жинақтаушы бөлігі:

$$RR(t) = \frac{1}{p(x_0, 1)} \cdot \frac{1+i}{1+g}$$

олардың қосындысы ретінде  $Z$  функциясы алып:

$$Z = \alpha \cdot \frac{1}{p(x_0, 1)} \cdot \frac{1+i}{1+g} + c$$

Ондағы  $\alpha$  - жарнаның (қазіргі сәтте 10%) қандай мәнінде орын ауыстыру коэффициентінің мәні 40% -дан кем емес болатынын, осы функцияға түрлі үлестірімдерді, пайдалылық функциясы мен Лагранж теңдеуін қолдану арқылы анықтаймыз [2].

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. О Концепции дальнейшей модернизации пенсионной системы Республики Казахстан до 2030 года. Указ Президента Республики Казахстан от 18 июня 2014 года № 841;
2. Pierre Devolder, Roberta Melis Optimal mix between pay as you go and funding for pension liabilities in a stochastic framework, 2015. -31с.

## ДИСКРЕТТІ УАҚЫТТЫ БІРТЕКТІ АҚЫРЛЫ МАРКОВ ТІЗБЕГІНІҢ СТАЦИОНАРЛЫҚ ҮЛЕСТІРІМІН ЕСЕПТЕУ

Жұмабай Қ. М.

Ғылыми жетекшісі: ф.м.ғ.к. доцент Жуманова Л.К.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

kuandyk.jumabai@mail.ru

Дискретті уақытты біртекті ақырлы күйлі  $S = \{i_1, \dots, i_n\}$  Марков тізбегін  $X = \{X^{(n)}: n = 0, 1, \dots\}$  қарастырамыз.

Бонус-Малус жүйесінің сенімділік мәселесін талқылай отырып, біртекті, дискретті,  $M$  көшу матрицасына сәйкес, Марков тізбегін қолданудың  $\{s_1, \dots, s_n\}$   $n$  күйі бар  $S_f$  жүйесін қарастырамыз. Бастапқы күй ықтималдығының үлестірімін  $\pi^{(0)} = (\pi_1^{(0)}, \dots, \pi_n^{(0)})^T$  деп белгілейміз, мұндағы  $\pi_i^{(0)} = P(X^{(0)} = s_i)$ . Бұдан  $(\pi^{(k)})^T = (\pi^{(k-1)})^T M$ , мұндағы  $\pi^{(k)}$   $k$  уақытындағы күй ықтималдығының үлестірімін білдіреді [1].

Дискретті-уақытты біртекті Марков тізбегінің  $M$  көшу матрицасы стохастикалық матрица. (1.3)-тен  $M^T \pi = \pi$  екені шығады. Яғни, тұрақты үлестірім  $\pi$  сонымен қатар 1-ге байланысты  $M^T$  меншікті векторы болып табылады.  $M^T$  және  $M$  бірдей меншікті мәндерге ие болғандықтан,  $\pi$   $M^T$ -ның Перрон түбірі, яғни  $M^T \pi = \pi$  шешімі.  $\pi$  есептеу аспектілеріне келетін болсақ, Гауссты, тікелей проекцияны және одан да басқа алып тастауға негізделген көптеген тәсілдер бар (мысалы, [2-3] қараңыз). Бұл жұмыста  $\pi$  есептеу үшін  $M$ -нің Перрон векторын есептеумен эквивалентті  $\pi$  стационар үлестірімінің алгоритмін ұсынамыз.

1-қадам. Уақыт бойынша дискретті біртекті Марков тізбегінің  $M$  өту матрицасын  $\varepsilon > 0$  есептеу дәлдігімен келтіру. Параметрлерді таңдау:  $b > 0$  оң нақты сан және  $m$  бүтін сан. бастапқы итерациялық векторды орнату  $\pi^0 = (1, 1, \dots, 1)^T$ ,  $B = (bI + M^T)^m$ ,  $k = 1$ .

2-қадам.  $\pi^{(k-1)}$ -дан  $\pi^{(k)}$  табу

3-қадам.  $f_{M^T}(\pi^{(k)})$  мен  $g_{M^T}(\pi^{(k)})$  табу

4-қадам. Егер  $g_{M^T}(\pi^{(k)}) - f_{M^T}(\pi^{(k)}) < \varepsilon$  болса 5-қадамға өту. Кері жағдайда,  $k := k + 1$  деп алып, 2-қадамға қайтып оралу.

5-қадам.  $\lambda = (1/2) (f_{M^T}(\pi^{(k)}) + g_{M^T}(\pi^{(k)}))$  болсын. Сонда,  $\lambda$ - $M^T$  матрицасының Перрон түбірінің аппроксимациясы, ал сәйкес  $\pi^{(k)}$  -  $M$  матрицасының стационар үлестірімінің аппроксимациясы.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. P. Regnault, "Estimation using plug-in of the stationary distribution and Shannon entropy of continuous time Markov processes," Journal of Statistical Planning and Inference, vol. 141, no. 8, pp. 2711–2725, 2011.

2. М. Нейман и Ц. Сюй, "Об устойчивости вычисления стационарных вероятностей цепей Маркова с использованием дополнений Перрона", Численная линейная алгебра с приложениями, том 10, № 7, с. 603—618, 2003.

3. Д. П. Хейман и А. Ривз, "Численное решение линейных уравнений, возникающих в моделях цепей Маркова", ORSA Journal on Computing, vol. 1, pp. 52-60, 1989.

## ЕҢБЕК (ҚЫЗМЕТТІК) МІНДЕТТЕРІН АТҚАРҒАН КЕЗДЕ ОНЫ ЖАЗАТАЙЫМ ОҚИҒАЛАРДАН САҚТАНДЫРУ СЫНЫБЫ БОЙЫНША БОЛАШАҚ ЖИІЛІК МӘНДЕРІН БОЛЖАУ

Шыңғысхан Н.Ш.

Ғылыми жетекші ф.-м.ғ.к., аға оқытушы Кныкова А.У.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

shyngyskhannazerke@gmail.com

Осы жұмыста Қызметкер еңбек (қызметтік) міндеттерін атқарған кезде оны жазатайым оқиғалардан сақтандыру сыныбы бойынша 2011-2020 жылдар үшін Ұлттық банк парақшасынан сақтандыру төлемдерінің саны және қолданылып жүрген шарттар бойынша сақтандыру объектілерінің саны жайлы мәліметтер алынды.

Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінен (Ұлттық статистика бюросы) еңбек қызметіне байланысты, жазатайым оқиғалар кезінде зардап шеккендер саны бойынша 2011-2020 жылдар үшін орта есеппен есепті жылдағы қызметкерлердің тізімдік саны (қоса атқарушыларсыз) және 1 жұмыс күні және одан көп күнге еңбекке қабілеттілігін жоғалтумен зардап шеккендер, соның ішінде өлімге алып келгендер саны жайлы мағлұматтар алынды.

Ұлттық Банк және Ұлттық статистика бюросы мәліметтеріне сәйкес жазатайым оқиғалардың орын алу жиілігі келесі формула арқылы есептелінді.

$$f = \frac{\text{сақтандыру төлемдерінің саны}}{\text{сақтандыру объектілерінің саны}} = \frac{\text{зардап шеккендер саны}}{\text{қызметкерлердің тізімдік саны}}$$

Әр статистика бойынша жиіліктің логарифмделген мәндері және жылдар бойынша регрессиялық талдау жасалды және 2023 жыл үшін жиіліктің болжамды мәні анықталды.

$$\text{жиіліктің болашақ мәні} = \text{жиіліктің бұрынғы мәні} * e^{\text{уақыт} * \text{көлбеу мәні}} \quad [1]$$

Ұлттық Банк статистикасы [2] бойынша 2023 жыл үшін болжам:

$$2019 \text{ жыл бойынша: } 0,001137463 * e^{4 * (-0.0547)} = 0,000914072$$

$$2020 \text{ жыл бойынша: } 0,0011146 * e^{3 * (-0.0547)} = 0,000946022$$

2019 жылдың мәліметіне 40%-ға, ал 2020 жылдың мәліметіне 60%-ға сенім артып, 2023 жыл үшін жиілік мәнін болжайтын болсақ:

$$(0.40) * 0,000914072 + (0.60) * 0,000946022 = 0,000933242$$

Ұлттық статистика бюросы [3] бойынша 2023 жыл үшін болжам:

$$2019 \text{ жыл бойынша: } 0,000406806 * e^{4 * (-0.0594)} = 0,000320788$$

$$2020 \text{ жыл бойынша: } 0,000391195 * e^{3 * (-0.0594)} = 0,000327353$$

$$2023 \text{ жыл үшін болжам: } (0.40) * 0,000320788 + (0.60) * 0,000327353 = 0,000324727$$

2023 жыл үшін Ұлттық банк және Ұлттық статистика бюросы бойынша болжамды жиілік:

$$(0.30) * 0,000933242 + (0.70) * 0,000324727 = 0,000507281$$

Ұлттық банк мәліметтеріне 30%-ға, ал статистика бюросының мәліметтеріне 70%-ға сенім артуымыз - зардап шегу ықтималдығы жоғары болатын өнеркәсіп орындарының сақтандырылмауы мүмкін екендігін ескерумен түсіндіріледі.

2023 жыл бойынша болжамды жиіліктің 0,000507281-ге тең болуы осы жылы шамамен 10000-нан 5 адамның жазатайым оқиғадан зардап шегуі мүмкін екендігін көрсетеді.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Роберт Браун, Лен Р. Готтлиб «Введение в ценообразование страховых продуктов и расчет резерва убытков в общем/имущественном страховании. Издание второе»
2. Қазақстан Ұлттық Банкі - <https://www.nationalbank.kz/kz>

МАТЕРИАЛЫ  
международной конференции студентов и молодых учёных  
«ФАРАБИ ӘЛЕМІ»  
Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022 года

ИБ № 15508

Формат 60×84 1/8. Объем 8,75.  
Электронное издание Заказ № 16094.

Издательский дом «Қазақ университеті»  
Казахского национального университета им. аль-Фараби  
050040, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71.