

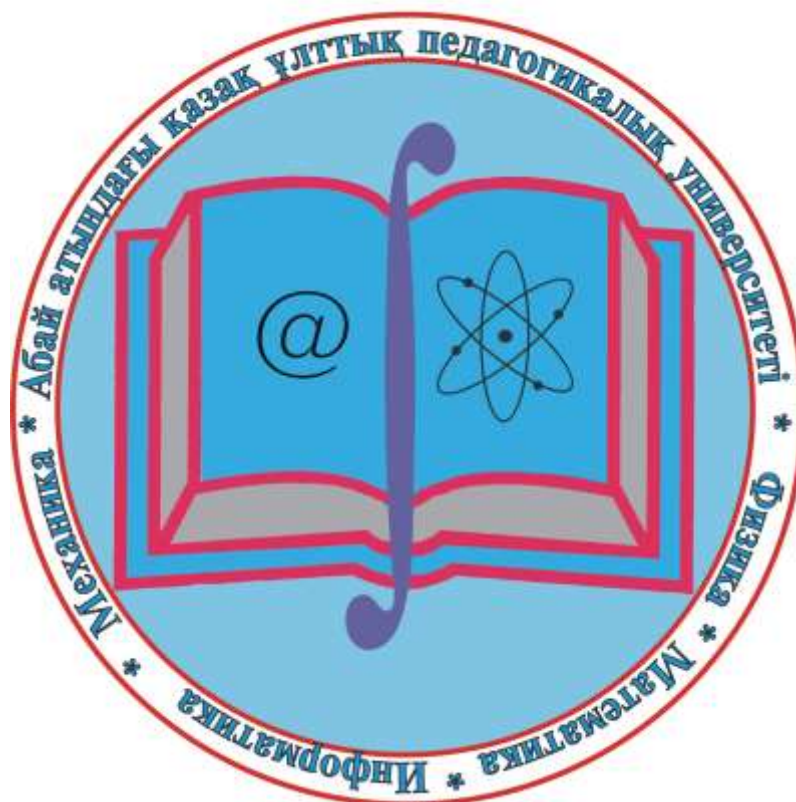


Абай атындағы
Қазак ұлттық педагогикалық университеті

Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

Серия «Физико-математические науки» • «Физика-математика ғылымдары» сериясы

ХАБАРШЫ ВЕСТНИК



Алматы

№ 4 (52)

2015

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті	Мазмұны Содержание
ХАБАРШЫ	
“Физика-математика ғылымдары” сериясы № 4 (52)	<i>К юбилею ученого. А.И. Купчишин</i> 3
<p>Бас редактор ҚРҰҒА академигі Ғ.У. Уәлиев <i>Редакция алқасы:</i> Бас ред. орынбасарлары: п.ғ.д. Е.Ы. Бидайбеков, ф.-м.ғ.к. М.Ж. Бекпатшаев <i>жауапты хатшы</i> п.ғ.к. Г.А. Абдулкаримова <i>мүшелері:</i></p>	МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ
<p>Dr.-ing. Holm Altenbach(Germany), Dr. S.A.Hasan (Pakistan), Dr. Yasuhide Fukumoto (Japan), Phd.d Shuo-Hung Chang, (Taiwan), п.ғ.д. А.Е. Абылкасымова, ф.-м.ғ.д. М.Ә. Бектемесов, ф.-м.ғ.д. А.С. Бердышев, п.ғ.д. В.В. Гриншкун, (Ресей), ф.-м.ғ.к. Ф.Р. Гусманова, т.ғ.д. А.Д. Джураев (Узбекистан), ф.-м.ғ.д. С.И. Кабанихин(Ресей), ф.-м.ғ.д. Б.Ә. Қожамқұлов, ф.-м.ғ.д. В.Н. Косов, ф.-м.ғ.д. Қ.К. Коксалов, т.ғ.д. М.К. Құлбек, п.ғ.д. М.П. Лапчик, (Ресей), ф.-м.ғ.д. Қ.М. Мұқашев, ф.-м.ғ.д. С.Т. Мұхамбетжанов, т.ғ.д. Г.Я. Пановко (Ресей), п.ғ.д. Б.Д. Сыдықов, ф.-м.ғ.д. Н.Ж. Такибаев, ф.-м.ғ.д. К.Б. Тлебаев, т.ғ.д. А.К. Тулешов, ф.-м.ғ.д. З.Г. Уалиев, ф.-м.ғ.д. Л.М. Чечин, ф.-м.ғ.к. Е.Б. Шалбаев, т.ғ.к. Ш.И. Хамраев</p>	<p>А.М. Абдукаримов Квадратичная интегрируемость решений систем линейных интегральных уравнений типа Вольтерра-Стилтьеса с двумя независимыми переменными на бесконечной области 8</p> <p>Е.Ы. Бидайбеков, В.С. Корнилов, Г.А. Сапарбекова Эффективность обучения студентов вузов прикладной математике в условиях гуманитаризации математического образования 13</p> <p>Ж.М. Қадырбаева, К.Р. Момынжанова Жүктелген дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін сызықты екі нүктелі шеттік есептің бірімәнді шешілімділігі 19</p> <p>Е.Т. Китайбеков Задача Дирихле в цилиндрической области для трехмерных гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка 27</p> <p>Д.Р. Омарова, А.Т. Рахымова Тестовое моделирование процесса вытеснения нефти нагнетанием воды в моделях с пластовыми условиями 31</p> <p>А.Т. Rakhymova, D.R. Omarova, K.A. Bostanbekov Numerical simulation of polymer flooding process 38</p> <p>Л.Н. Темирбекова, Н. Шахибадинқызы, М. Шаметов Численное решение двумерного аналога уравнения Гельфанда – Левитана 44</p> <p>Ж.А. Токибетов, У.Р. Кушербаева, Г.К. Рзаева Об одном представлении обобщенной аналитической функции и его применение 50</p> <p>И.Т. Утепбергенов, А.Т. Ахмедиярова, А.С. Шилибаева Нахождение интегрального максимального потока транспортной сети в заданном направлении 53</p> <p>Т.А. Шмыгалева, Л.Ш. Черикбаева, А.Х. Сейтмуратова, Д.В. Ковалев Компьютерное моделирование каскадно-вероятностных функций при взаимодействии алюминия с ионами вольфрама 58</p> <p>Т.А. Шмыгалева, Л.Ш. Черикбаева, А.Х. Сейтмуратова, Д.В. Ковалев Компьютерное моделирование процессов радиационного дефектообразования на тяжелых мишенях 64</p>
©Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 2015	ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ
<p>Қазақстан Республикасының Ақпарат министрлігінде тіркелген № 4824 – Ж - 15.03.2004 (Журнал бір жылда 4 рет шығады) 2000 жылдан бастап шығады</p>	<p>Ж.Н. Аубекерова, А.С. Кинжебаева Анализ причин, вызывающих занос автомобиля в различных погодных условиях . 72</p> <p>Н.К. Аширбаев, Ж.Н. Аширбаева, Ш.Е. Алтынбеков, А. Абжапбаров Особенности нестационарного напряженного состояния в упругой двухопорной конструкции 77</p> <p>Ә. Баймаханұлы, М.Қ. Құлбек, Г. Мақпұз Иондық кристалдар беттерінің топографиясын зерттеуде атомдық-күштік микроскопия әдісін пайдаланудың кейбір мәселелері 84</p> <p>Қ. Бисембаев, С. Тезекеев, Қ. Рахымбаева Кванттық жүйенің шектелген облысындағы қозғалысын моделдеу..... 89</p> <p>Е.К. Жаменкеев, Р.К. Ергалиев Применение программного обеспечения JavaFoil для расчетов аэродинамических профилей .. 97</p>
<p>Редакторлары: Ф.Р. Гусманова, Г.А. Абдулкаримова</p>	
<p>Компьютерлік беттеу: Г.А. Абдулкаримова Ф.Р. Гусманова</p>	
<p>Басуға 23.12.2015 ж. қол қойылды Таралымы 300 дана Көлемі 9,45 е.б.т. Пішімі 60x84 1/8.</p>	
<p>050010, Алматы қаласы, Достық даңғылы, 13 Абай атындағы ҚазҰПУ “ЖШС Palitra Press” типографиясында баспадан өткен Алматы қаласы, Хамиди көшесі, 4а</p>	

<p>Казахский национальный педагогический университет имени Абая ВЕСТНИК серия “Физико-математические науки” № 4 (52)</p> <p>Главный редактор <i>Академик НАН РК Г.У. Уалиев</i></p> <p>Редакционная коллегия: зам.главного редактора: д.п.н. Е.Ы. Бидайбеков, к.ф.-м.н. М.Ж. Бекпатшаев ответ.секретарь к.п.н. Г.А. Абдулкаримова члены: Dr.-ing. Holm Altenbach(Germany), Dr. S.A.Hasan (Pakistan), Dr. Yasuhide Fukumoto(Japan), Phd.d Shuo-Hung Chang, (Taiwan), д.п.н. А.Е. Абылкасымова, д.ф.-м.н. М.А. Бектемесов, д.ф.-м.н. А.С.Бердышев, д.п.н. В.В. Гриншкун (Россия), к.ф.-м.н. Ф.Р. Гусманова, д.т.н. А.Д.Джураев(Узбекистан), д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин (Россия), д.ф.-м.н. Б.А. Кожамкулов, д.ф.-м.н. В.Н. Косов, д. ф.-м.н. К.К. Коксалов, д.т.н. М.К. Кулбеков, д.п.н. М.П. Лапчик (Россия), д.ф.-м.н. Қ.М. Мукашев, д.ф.-м.н. С.Т. Мухамбетжанов, д.т.н. Г.Я. Пановко (Россия), д.п.н. Б.Д. Сыдыков, д.ф.-м.н. Н.Ж. Такибаев, д.ф.-м.н. К.Б. Тлебаев, д.т.н. А.К. Тулешов, д.ф.-м.н. З.Г. Уалиев, д.ф.-м.н. Л.М. Чечин, к.ф.-м.н. Е.Б. Шалбаев, к.т.н. Ш.И. Хамраев</p>	<p>Д.А. Кинжебаева Построение планов скоростей и ускорений механизма IV класса с использованием метода особых точек Ассура 104</p> <p>М.Қ. Құлбекұлы, Д.М. Кулбеков, Е.А. Оспанбеков, Б. Ерженбек Шар пішіндес керамикалық үлгідердегі кристалдық судың ыдырап шығуына байланысты жүретін диффузиялық үдерістер кинетикасы 108</p> <p>Б.А. Мукушев Күн жүйесін құрайтын планеталардың қозғалысын сандық әдістер негізінде зерттеу 114</p> <p>Б.А. Мукушев Суда қалқитын денелердің орнықтылығын физикалық модельдер көмегімен зерттеу 120</p> <p>З.Ғ. Уәлиев, И.М. Уәлиева, Р.У. Бекмуратов, Н. Оган Серпімді итергішті жұдырықшалы механизмнің бірмассалы динамикалық моделі 126</p> <p>З.Ғ. Уәлиев, И.М. Уәлиева, Р.У. Бекмуратов, Н. Оган Жұдырықшалы механизмнің жетектегі звеноларының тербелістері 130</p> <p>ИНФОРМАТИКА. ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ. БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ ИНФОРМАТИКА, МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ</p> <p>Е.С. Алимжанов, М.Е. Мансурова Построение тезаурусов и онтологий по областям математических и компьютерных наук 134</p> <p>Д.И. Дадашев-Юсупов, А.Ю. Пыркова Разработка антивирусной оболочки для клиент-серверных приложений 140</p> <p>Е.В. Дудышева, Л.А. Романова Применение «перевернутого класса» как технологии проектного смешанного обучения 146</p> <p>С.С. Ихсанов, А.Ю. Пыркова Анализ работы распараллеленных алгоритмов шифрования в различных системах 149</p> <p>J. Kultan, Н. Керимбаев LMS MOODLE в международном образовании 155</p> <p>Р.Н. Курманалиева Управление многомерными объектами по передаточным функциям 162</p> <p>Т.Ж. Мазакон, С.А. Нугманова, Г.С. Байрбекова О некоторых проблемах организации защиты информации РАИС «Демография» 166</p> <p>Г.С. Муханова Имитационное моделирование в управлении рисками проекта 175</p> <p>А.Е. Сағымбаева, А.Т. Дүйсек Мониторинг оқушылардың оқу жетістіктерінің нәтижесі ретінде 182</p> <p>М.А. Скиба, А.Р. Турганбаева Оценка е-портфолио выпускника на основе применения таксонов Блума 187</p> <p>В.Б. Тарасов, Б.С. Карабеков, М.А. Нуркаманова Управление знаниями на базе онтологического моделирования в инжиниринге предприятий 192</p> <p>Г.И. Тлеубердиева Использование рекомендаций библиотеки information technology infrastructure library в системах управления взаимоотношениями с клиентами 201</p> <p>А.Р. Турганбаева, М.А. Скиба Типовая структура е-портфолио: особенности проектирования и наполнения 207</p> <p>К.З. Халықова Жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуетін дамытудағы ақпараттық білім беру ортасының алатын орны мен ролі 213</p> <p>Ш.Т. Шекербекова, Г.А. Абдулкаримова Болашақ информатика мұғалімдерін кәсіптік-педагогикалық бағытта даярлау 219</p>
<p>©Казахский национальный педагогический университет им. Абая, 2015</p> <hr/> <p>Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Казахстан, № 4824 - Ж - 15.03.2004 (периодичность—4 номера в год) Выходит с 2000 года</p> <hr/> <p>Редакторы:Ф.Р. Гусманова, Г.А. Абдулкаримова</p> <hr/> <p>Компьютерная верстка: Г.А. Абдулкаримова Ф.Р. Гусманова</p> <hr/> <p>Подписано в печать 23.12.2015 г. Формат 60x84 1/8. Об 9,45 уч.-изд.л. Тираж 300 экз.</p> <hr/> <p>050010, г.Алматы, пр.Достык, 13, КазНПУ им.Абая <i>Отпечатано в типографии “ТОО Palitra Press” г.Алматы, ул.Хамиди 4а</i></p>	

К ЮБИЛЕЮ УЧЕНОГО



КУПЧИШИН АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ

**К 70-летию доктора физико-математических наук,
профессора, академика МАН ВШ, НАН ВШК, МАИН,
члена союза писателей: Казахстана, России, Евразийского
союза писателей (СССР), обладателя ордена «Курмет»,
золотой Есенинской медали и ордена Маяковского**

Купчишин Анатолий Иванович родился 10 ноября 1945 года в с. Слобода-Мурафская Шаргородского района Винницкой области Украины.

Отец: Купчишин Иван Федорович;

Отчим: Кутузов Александр Яковлевич;

Мать: Живитченко Мария Ивановна.

Школу А.И. Купчишин закончил с золотой медалью, после чего в 1962 году поступил в Казахский государственный университет им. С.М. Кирова (ныне им. аль-Фараби) на физический факультет, который в 1967 году окончил с красным дипломом.

Интерес к ядерной физике привил Кутузов А.Я., когда Анатолий еще учился в четвертом классе.

В 1967 году, после окончания университета А.И. Купчишин поступил в аспирантуру на кафедру ядерной физики КазГУ, а в 1968-1969 гг. служил в рядах Советской Армии.

Большое влияние на становление А.И. Купчишина оказали учителя: Э.Г. Боос, Е.В. Коломеец, Ш.Ш. Ибрагимов, И.Я. Дехтяр.

В 1973 году он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и космических лучей. С 1978 по 1985 годы – старший лаборант, МНС, зав. лабораторией и зам. декана физического факультета КазГУ. В 1979 году ему

присвоено ученое звание старшего научного сотрудника. С 1985 по 2001 гг. – проректор, профессор КазПИ, заведующий кафедрой, директор ФТЦ АГУ им. Абая. С октября 2001 г. по ноябрь 2008 г. – проректор по научной работе КазНУ им. аль-Фараби. С 2008 по настоящее время – директор ФТЦ КазНПУ им. Абая.

А.И. Купчишин – физик-экспериментатор, крупный ученый в области ядерной физики, радиационной физики твердого тела и космоса. Под его руководством создан уникальный радиационно-технологический центр для проведения учебных, научных, опытных и промышленных работ по влиянию различных видов облучения на структуру и свойства конденсированных сред. А.И. Купчишин (совместно с проф. Э.Г. Боосом) – автор нового теоретического каскадно-вероятностного метода расчета энергетических и пространственно-временных распределений первичных и вторичных частиц, концентрации радиационных дефектов, угловых корреляций аннигиляционных фотонов, автор экспериментального метода позитронного сканирования, амплитудно-частотного зондирования дефектов по глубине. Поставил и объяснил несколько десятков новых физических экспериментов.

Исследования А.И. Купчишина в области радиационной физики твердого тела стали толчком для создания нового теоретического метода в современной физике. На основе практических исследований материалов разработана (и внедрена в практику) радиационная технология стерилизации медицинской продукции. В частности, по этой технологии проводилась стерилизация одноразовых медицинских шприцев, бинтов, ваты в акционерном обществе "Степногорскполимед", АО "Юнимед". На АО "Восток-машзавод" внедрена новая технология упрочнения металлов.

В разрабатываемой "Мировой программе по проблемам применения рентгеновского и кумачовского излучений, инициатором которой является Курчатовский центр в Москве, в составе с ведущими учеными из России, Америки и Японии, от Казахстана принимал участие и Анатолий Иванович Купчишин.

По итогам конкурса 1996 г. суперидей АН РК, направленных на решение острейших народнохозяйственных проблем Казахстана (совместно с проф. Ю.П. Ереминым), ему присуждена 1-я премия за оригинальную технологию переработки труднообогатимых руд.

А.И. Купчишин имеет более 1000 публикаций. Результаты исследований изложены в 31 учебных пособиях и монографиях: "Решение физических задач каскадно-вероятностным методом" (в соавторстве с Боосом) в 2-х частях. Первая часть посвящена применению в космофизике, а вторая – применению в радиационной и позитронной физике (1988 г.). В 1998 году совместно с А.А. Купчишиным и Т.А. Шмыгалевой написана монография "Математическое моделирование каскадно-вероятностных функций для заряженных частиц", а в 2002 году этим же авторским коллективом была подготовлена и издана монография "Моделирование на ЭВМ КВ-функций и их связь с Марковскими процессами".

Основные труды А.И. Купчишина опубликованы в самых престижных международных журналах "Radiation effects and defects in Solids", "Crystal Lattice defect and amorphous materials", "Physical Status Solidy", "Optical Materials", "Известия

АН СССР", "Физика металлов и металловедение", "Металлофизика", "Физика полупроводников", "Оборонный комплекс России", "Электроника инфо", "Физика и химия обработки материалов", "Журнал технической физики", "Инженерно-физический журнал", "Journal of Applied Spectroscopy", "Metallofizika i Noveishie Tekhnologii", "Перспективные материалы", "Journal of Engineering Physics and Thermo-physics", "Физика твердого тела", "Письма в ЖТФ", "Вопросы атомной науки и техники", "Атомная энергия", "Механика композитных материалов", "Украинский физический журнал", "Известия и Вестник АН и МОН РК", "Вестник КазНУ" и т.д.

Купчишин А.И. являлся и является руководителем научных проектов фундаментальных и прикладных исследований:

- по программе: «Научно-техническая поддержка создания и эксплуатации казахстанского термоядерного материаловедческого реактора», тема: «Моделирование процессов дефектообразования и исследование физико-механических процессов свойств и структуры материалов КТМ при воздействии с ними плазмы и вторичных частиц».(2006 год);

- по научной программе фундаментальных исследований «Фундаментальные вопросы физики, математики, механики и информатики» по теме: «Радиационно-эволюционные процессы в открытых полимерных системах» (2006 – 2008 годы);

- по программе: «Развитие нанонауки и нанотехнологий в Республике Казахстан на 2007 – 2009 годы», проект: «Разработка комплексного метода синтеза полупроводниковых соединений на основе кремния и наноструктур (и др.) с использованием непрерывных электронных и ионных пучков для систем оптоэлектроники, микроэлектроники и спинтроники» (2007 – 2009 годы);

- по программе: «Разработать научные основы переработки горючих ископаемых и получения новых материалов», По теме: «Разработка комплексной технологии получения полупроводниковых соединений ZnS, CdS с функциональными наноструктурами с использованием непрерывных и мощных импульсных высоко-энергетических пучков электронов, ионов и лазерного излучения для нужд оптоэлектроники и наноэлектроники из техногенного сырья» (2012 – 2014 годы);

- по программе: «Разработка технологии глубокой переработки органического и минерального сырья и получения наноструктурированной композиционной продукции различного назначения», по теме: «Разработка технологии получения многокомпонентных твердых и сверхтвердых сплавов на основе Ti, Si, W и др., импульсных пучков ионов, электронов и СВЧ» (2012 – 2014 годы);

- по программе «Разработка гибридной радиационно-плазменной и кавитационной гидрогенизационной технологии обработки низкосортных энергетических углей» (2012 – 2014 годы);

- по научно-технической программе: Международные научно-технические программы и проекты на 2013 – 2015 годы, По проекту: «Разработка радиационно-термических и химических технологий создания новых композитных систем на

основе углеродных материалов (шунгиты, углеродные нанотрубки углеродные волокна и т.д.) и полимеров (полиэфирные смолы, полиимиды, политетрафторэтилен и т.п.) с исследованием их структуры и свойств. Создание опытного мини производства» (2013 – 2015 годы).

По приоритету: «Рациональное использование природных ре-сурсов, переработка сырья и продукции; по теме: «Разработка и создание новых радиационно-химических технологий и получение многокомпонентных композитных материалов на основе полиме-ров, металлов, полупроводников и их соединений (эпоксидные смо-лы, лавсан, железо, титан, кремний, YBCO и др.) с использованием электронных, ионных пучков частиц, электромагнитных излучений (гамма-кванты, СВЧ, лазерное излучение видимого диапазона и т. д.), тепловых и механических воздействий. Создание опытного про-изводства, выпуск опытной партии образцов композитов и внедре-ние на предприятиях» (2015 – 2017 годы).

Анатолий Иванович Купчишин умело сочетает научные исследования с учебно-методической деятельностью. Он является автором 18 учебно-методических пособий и 12 монографий. Изложенные в них материалы охватывают самые разные области учебного процесса, что отражено в их названиях, в частности "Изучение принципа работы электронного ускорителя У-10 и исследование его параметров" (в соавторстве с А.В. Ярышевым, В.Д. Турищевым), "Дозиметрия ионизирующих излучений" (в соавторстве с С.Ж. Морозовой, Н.С. Туктаровым), "Ускорители заряженных частиц и рентгеновские приборы" (в соавторстве с В.А. Гримальским и Б.А. Трониным) и др.

А.И. Купчишин действительный член (академик) Международной Академии наук высшей школы (1995 г.), главный Ученый секретарь НАН ВШ Казахстана (1995 г.). Вместе с Т.А. Кожамкуловым и З.А. Мансуровым является одним из ее основоположников. Является организатором 20 Международных и 10 Республиканских конференций. Член редакций ряда между-народных журналов: "Radiation effects and defects in Solids", "Crystal Lattice defect and amorphous materials", "Radiation effects" и др. Имеет научные связи более чем с 50 НИИ и вузов мира. Награжден орденом "Құрмет", нагрудным знаком "Почетный работник образования Республики Казахстан", имеет грамоты президента Республики Казахстан, акимата г. Алматы, Министерства образования и науки РК, Министерства высшего и среднего специального образования СССР, Алматинского городского комитета народного контроля.

С первого курса он начал активно заниматься спортом – легкой атлетикой, что позволяло ему быть все время в форме и обеспечивало устойчивую жизнедеятельность в главной сфере – в изучении основ физики и математики. Это помогало и в увлечении музыкой и поэзией. Анатолий отлично играл на баяне, пел, овладевал основами игры на гитаре.

Мастер спорта. Неоднократный чемпион Универсиад Средней Азии и Казахстана, Урала, Сибири, Дальнего Востока, Туркестанского военного округа, Казахстана в десятиборье, в беге на 100 м и в эстафете 4 x 100 м. Рекордсмен

Казахстана и КазГУ.

А.И. Купчишин – поэт, бард, имеет музыкальное образование. Руководитель музыкально-поэтической группы «Эдельвейс». Выступил более чем со 100 концертами в Казахстане, в ближнем и дальнем зарубежье. Им опубликовано 26 поэтических сборников, включающих в себя около 4500 стихов и песен.

Женат. Жена – Александра Купчишина (Гончарова) – метеоролог. Сейчас – на пенсии. Имеет двоих детей. В 1969 году родился сын Александр, а в 1974 году – дочь Наталья. Оба пошли по стопам отца. Александр окончил физический факультет Алматинского государственного университета имени Абая по специальности "физика-информатика". В 1998 году он защитил кандидатскую диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности "физика твердого тела". Работает в должности директора завода. Дочь Воронова (в девичестве Купчишина) Наталья Анатольевна окончила Казахский национальный технический университет им. К.А.Сатпаева по специальности "АСУ и программирование". Позднее, закончив Казахский государственный университет мировых языков, стала работать преподавателем АГУ имени Абая. В настоящее время работает в иностранной фирме. Так родилась династия потомственных педагогов и ученых. Ее пополнила жена сына Александра – Купчишина (в девичестве Клеменова) Елена Анатольевна, учитель физики и информатики в средней школе.

Анатолий Иванович Купчишин – надежный друг, опытный наставник молодежи, хороший супруг и отец.

1979 г. – награжден Почетной грамотой министерства образования и науки КазССР;

присвоено ученое звание старшего научного сотрудника.

1983 г. – награжден грамотой Алма-Атинского городского комитета народного контроля.

1987 г. – присвоено ученое звание профессора.

1994 г. – награжден Почетной грамотой Президента Республики Казахстан.

1995 г. – избран действительным членом (академиком) Международной академии наук высшей школы (МАН ВШ) и главным Ученым секретарем национальной академии наук высшей школы Казахстана (НАН ВШК) и Казахстанского отделения МАН ВШ, им является и в настоящее время.

1995 г. – награжден дипломом президиума академии наук РК присуждена 1-я премия на решения острейших народнохозяйственных проблем «Разработка теории и технологии переработки труднообогатимых эмульсионно-вкрапленных руд».

1996 г. – награжден нагрудным знаком "Почетный работник образования Республики Казахстан".

1998 г. – награжден Почетной грамотой Министерства образования, науки и здравоохранения Республики Казахстан.

2004 г. – награжден орденом «Курмет».

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

УДК 517.968

А.М. АБДУКАРИМОВ

КВАДРАТИЧНАЯ ИНТЕГРИРУЕМОСТЬ РЕШЕНИЙ
СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ТИПА
ВОЛЬТЕРРА-СТИЛТЬЕСА С ДВУМЯ НЕЗАВИСИМЫМИ
ПЕРЕМЕННЫМИ НА БЕСКОНЕЧНОЙ ОБЛАСТИ

(г.Бишкек, Институт теоретической и прикладной математики
Национальной Академии наук Кыргызской Республики)

Аннотация. В этой статье рассматривается вопрос о квадратичной интегрируемости и единственности решения линейных систем интегральных уравнений типа Вольтерра-Стилтьеса с двумя независимыми переменными. Система уравнений изучена на двумерной бесконечной области. Дифференцирование и интегрирование производятся по строго возрастающим дифференцируемыми функциями. Правая часть системы квадратично и непрерывно на заданной области, а ядра - $n \times n$ -мерные самосопряженные матричные функции.

Установлены достаточные условия, гарантирующие квадратичную суммируемость и непрерывность решения системы линейных интегральных уравнений типа Вольтерра-Стилтьеса с двумя независимыми переменными на бесконечной области. Показано, что те же условия достаточны и для единственности решения системы.

Для этого развиты метод преобразования уравнения Вольтерра и метод неотрицательных квадратичных форм.

Ключевые слова: матричная функция, вектор-функция, дифференцируемая вектор функция, интегрирование.

Рассматривается векторно-матричное уравнение

$$\begin{aligned} u(t, x) + \int_0^t M(t, x, s)u(s, x)d\varphi(s) + \int_0^x N(t, x, y)u(t, y)d\psi(y) + \\ + \int_0^t \int_0^x K(t, x, s, y)u(s, y)d\psi(y)d\varphi(s) = f(t, x), (t, x) \in G \end{aligned} \quad (1)$$
$$G = \{(t, x): 0 \leq t < \infty, 0 \leq x < \infty\}, (t, x) \in G$$

с условиями

$$f(t, x) \in L_{\varphi, \psi}^{2, n}(G) \cap C(G), \quad (f')$$

где $M(t, x, s), K(t, x, s, y), N(t, x, y)$ - $n \times n$ -мерные самосопряженные заданные матричные функции, $f(t, x)$ - заданная и $u(t, x)$ -неизвестная n -мерные вектор- функции; $(t, x) \in G$, $\varphi(t), \psi(x)$ - строго возрастающие дифференцируемые вектор-функции соответственно в области $G = \{(t, x)/0 \leq t < \infty, 0 \leq x < \infty\}$.

Обозначим через $C(G)$ - пространство всех непрерывных функций на $G = \{(t, x) / 0 \leq t < \infty, 0 \leq x < \infty\}$. Через $L_{\varphi, \psi}^{2,n}(G)$ обозначим пространство всех n -мерные вектор - функции $u(t, x)$ удовлетворяющих условию

$$\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \|u(t, x)\|^2 d\varphi(t) d\psi(x) < \infty.$$

Вопросы ограниченности и устойчивости решений для дифференциальных, интегро-дифференциальных уравнений изучались в работе [1].

Понятие производной и дифференциала определены по строго возрастающей функции: [2].

$$a'_{\phi(t)}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{a(t + \Delta t) - a(t)}{\phi(t + \Delta t) - \phi(t)}$$

Квадратичная интегрируемость решений линейных дифференциальных и двумерных интегро-дифференциальных уравнений с частными производными на бесконечных областях рассмотрена в работах [3, 4].

Интегральные уравнения и система интегральных уравнений Вольтерра-Стилтьеса рассмотрены в статьях [5, 6].

В дальнейшем нам понадобятся легко доказуемые следующие леммы:

ЛЕММА 1. Пусть k – самосопряженная дифференцируемая матричная функция размера $n \times n$ и $\mathcal{G} = (\mathcal{G}_1, \mathcal{G}_2, \dots, \mathcal{G}_n)$, $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ – дифференцируемая вектор функция. Тогда справедливо соотношение

$$\left\langle k \mathcal{G}, \mathcal{G}_{\varphi(s)} \right\rangle = \frac{1}{2} \left\langle k \mathcal{G}, \mathcal{G} \right\rangle_{\varphi(s)} - \frac{1}{2} \left\langle k_{\varphi(s)}, \mathcal{G}, \mathcal{G} \right\rangle, \text{ где } \langle u, \mathcal{G} \rangle = \sum_{i=1}^n u_i \mathcal{G}_i;$$

ЛЕММА 2. Для любых дифференцируемых K, v имеющих смешанные производные, справедливо соотношение

$$\left\langle K v_{\varphi(\tau)\psi(z)}, \right\rangle = \left\langle K v \right\rangle_{\varphi(\tau)\psi(z)} - \left\langle K_{\varphi(\tau)} v \right\rangle_{\psi(z)} - \left\langle K_{\psi(z)} v \right\rangle_{\varphi(\tau)} + \left\langle K_{\varphi(\tau)\psi(z)} v \right\rangle,$$

где K – самосопряженная матрица размера $n \times n$, а v – n -мерный вектор.

ЛЕММА 3. Для любых дифференцируемых K, \mathcal{G} имеющих смешанные производные, справедливо соотношение

$$\begin{aligned} \left\langle K \mathcal{G}, \mathcal{G}_{\varphi(s)\psi(y)} \right\rangle &= \frac{1}{2} \left\langle K \mathcal{G}, \mathcal{G} \right\rangle_{\varphi(s)\psi(y)} - \frac{1}{2} \left\langle K_{\varphi(s)} \mathcal{G}, \mathcal{G} \right\rangle_{\psi(y)} - \frac{1}{2} \left\langle K_{\psi(y)} \mathcal{G}, \mathcal{G} \right\rangle_{\varphi(s)} + \\ &+ \frac{1}{2} \left\langle K_{\varphi(s)\psi(y)} \mathcal{G}, \mathcal{G} \right\rangle - \left\langle K \mathcal{G}_{\varphi(s)}, \mathcal{G}_{\psi(y)} \right\rangle, \end{aligned}$$

где K – самосопряженная матрица размера $n \times n$, а $\mathcal{G}(s, y)$ – n -мерный вектор.

ТЕОРЕМА. Если выполняются условия: (f'),

а) матричные функции $M(t, x, s), M_{\varphi(t)}(t, x, s), M_{\varphi(s)}(t, x, s), M_{\varphi(t)\varphi(s)}(t, x, s) \in C_{n \times n}(G_1)$,

$M(t, x, 0) \geq 0$, $M_{\varphi(t)}(t, x, 0) \leq 0$, при $(t, x) \in G$ и $M_{\varphi(s)}(t, x, s) \geq 0$, $M_{\varphi(t)\varphi(s)}(t, x, s) \leq 0$ при $(t, x, s) \in G_1$;

б) матричные функции $N(t, x, y), N_{\psi(x)}(t, x, y), M_{\psi(y)}(t, x, y), N_{\psi(x)\psi(y)}(t, x, y) \in C_{n \times n}(G_2)$,

$N(t, x, 0) \geq 0$, $N_{\psi(x)}(t, x, 0) \leq 0$ при $(t, x) \in G$ и $N_{\psi(y)}(t, x, y) \geq 0$, $N_{\psi(x)\psi(y)}(t, x, y) \leq 0$ при $(t, x, y) \in G_2$;

в) матричные функции

$$K(t, x, s, y), K_{\psi(y)}(t, x, s, y), K_{\varphi(s)}(t, x, s, y), K_{\varphi(t)}(t, x, s, y), K_{\psi(x)}(t, x, s, y),$$

$$K_{\varphi(t)\varphi(s)}(t, x, s, y), K_{\varphi(t)\psi(x)}(t, x, s, y), K_{\psi(x)\varphi(s)}(t, x, s, y), K_{\psi(x)\psi(y)}(t, x, s, y),$$

$$K_{\varphi(t)\psi(x)\psi(y)}(t, x, s, y), K_{\varphi(t)\psi(x)\varphi(s)}(t, x, s, y), K_{\psi(x)\varphi(s)\psi(y)}(t, x, s, y) \text{ и}$$

$K_{\varphi(t)\psi(x)\varphi(s)\psi(y)}(t, x, s, y) \in C_{n \times n}(G_3)$, $K_{\psi(y)}(t, x, 0, y) \equiv 0$ при $(t, x, y) \in G_2$, $K_{\varphi(s)}(t, x, s, 0) \equiv 0$ при $(t, x, s) \in G_1$, $K(t, x, 0, 0) \geq 0$, $K_{\varphi(t)}(t, x, 0, 0) \leq 0$, $K_{\psi(x)}(t, x, 0, 0) \leq 0$, $K_{\varphi(t)\psi(x)}(t, x, 0, 0) \geq 0$ при $(t, x) \in G$ и $K_{\varphi(s)\psi(y)}(t, x, s, y) \geq 0$, $K_{\varphi(t)\varphi(s)\psi(y)}(t, x, s, y) \leq 0$, $K_{\psi(x)\varphi(s)\psi(y)}(t, x, s, y) \leq 0$, $K_{\varphi(t)\psi(x)\varphi(s)\psi(y)}(t, x, s, y) \geq 0$ при $(t, x, s, y) \in G_3$,

г) для любых

$$u, \vartheta \in R^n \quad \langle -M_{\varphi(t)}(t, x, 0)u, u \rangle - 2 \langle K(t, x, 0, 0)u, \vartheta \rangle - \langle N_{\psi(x)}(t, x, 0)\vartheta, \vartheta \rangle \leq 0$$

при $(t, x) \in G$, то задача (1) имеет единственное решение в $L_{\varphi, \psi}^{2,n}(G) \cap C_n(G)$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. Обе части системы (1) скалярно умножим на $u(t, x)$ и проинтегрируем по области $G_{tx} = \{(s, y) : 0 \leq s \leq t, 0 \leq y \leq x\}$. Тогда имеем

$$\int_0^t \int_0^x \|u(t, x)\|^2 d\varphi(t)d\psi(x) + \int_0^t \int_0^x \int_0^s \langle M(s, y, \tau)u(\tau, y), u(s, y) \rangle d\varphi(\tau)d\psi(y)d\varphi(s) +$$

$$+ \int_0^t \int_0^x \int_0^y \langle N(s, y, z)u(s, z), u(s, y) \rangle d\psi(z)d\psi(y)d\varphi(s) +$$

$$\int_0^t \int_0^x \int_0^s \int_0^y \langle K(s, y, \tau, z)u(\tau, z), u(s, y) \rangle d\psi(z)d\varphi(\tau)d\psi(y)d\varphi(s) =$$

$$= \int_0^t \int_0^x \langle f(s, y), u(s, y) \rangle d\psi(y)d\varphi(s). \quad (2)$$

Преобразуем второе слагаемое в левой части соотношения (2). Используя формулу интегрирования по частям и формулу Дирихле, получим

$$\int_0^t \int_0^x \int_0^s \langle M(s, y, \tau)u(\tau, y), u(s, y) \rangle d\varphi(\tau)d\psi(y)d\varphi(s) = - \int_0^t \int_0^x \int_0^s \langle M(s, y, \tau) \times$$

$$\times \frac{\partial}{\partial \varphi(\tau)} \left(\int_{\tau}^s u(\xi, y) d\varphi(\xi) \right) d\varphi(\tau), u(s, y) \rangle d\psi(y)d\varphi(s) =$$

$$= \int_0^t \int_0^x \langle M(s, y, 0) \left(\int_0^s u(\xi, y) d\varphi(\xi) \right), u(s, y) \rangle d\psi(y)d\varphi(s) + \int_0^t \int_0^x \int_0^s \langle M_{\varphi(\tau)}(s, y, \tau) \left(\int_{\tau}^s u(\xi, y) d\varphi(\xi) \right), u(s, y) \rangle \times$$

$$\times d\varphi(\tau)d\psi(y)d\varphi(s) = \frac{1}{2} \int_0^t \langle M(t, y, 0) \left(\int_0^t u(\xi, y) d\varphi(\xi) \right), \int_0^t u(\xi, y) d\varphi(\xi) \rangle d\psi(y) -$$

$$- \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \langle M_{\varphi(s)}(s, y, 0) \int_0^s u(\xi, y) d\varphi(\xi), \int_0^s u(\xi, y) d\varphi(\xi) \rangle$$

$$d\psi(y)d\varphi(s) + \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \langle M_{\varphi(\tau)}(t, y, \tau) \int_{\tau}^t u(\xi, y) d\varphi(\xi), \int_{\tau}^t u(\xi, y) d\varphi(\xi) \rangle d\psi(y)d\varphi(\tau) -$$

$$- \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \int_0^s \langle M_{\varphi(\tau)\varphi(s)}(s, y, \tau) \int_{\tau}^s u(\xi, y) d\varphi(\xi), \int_{\tau}^s u(\xi, y) d\varphi(\xi) \rangle d\varphi(\tau)d\psi(y)d\varphi(s). \quad (3)$$

Аналогично получим для третьего слагаемого

$$\begin{aligned} & \int_0^t \int_0^x \int_0^y \langle N(s, y, z)u(s, z), u(s, y) \rangle d\psi(z)d\psi(y)d\varphi(s) = \frac{1}{2} \int_0^t \langle N(s, x, 0) \int_0^x u(s, \nu) d\psi(\nu), \\ & \int_0^x u(s, \nu) d\psi(\nu) \rangle d\varphi(s) - \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \langle N_{\psi(y)}(s, y, 0) \int_0^y u(s, \nu) d\psi(\nu), \int_0^y u(s, \nu) d\psi(\nu) \rangle d\varphi(s) + \\ & \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \langle N_{\psi(z)}(s, x, z) \int_z^x u(s, \nu) d\psi(\nu), \int_z^x u(s, \nu) d\psi(\nu) \rangle d\varphi(s) - \\ & \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \int_0^y \langle N_{\psi(z)\psi(y)}(s, y, z) \int_z^y u(s, \nu) d\psi(\nu), \int_z^y u(s, \nu) d\psi(\nu) \rangle d\varphi(s). \end{aligned} \quad (4)$$

Для преобразования четвертого слагаемого соотношения (2) используем лемму 2. Тогда, интегрируя по частям, имеем

$$\begin{aligned} & \int_0^t \int_0^x \int_0^s \int_0^y \langle K(s, y, \tau, z)u(\tau, z), u(s, y) \rangle d\psi(z)d\psi(\tau)d\psi(y)d\varphi(s) = \int_0^t \int_0^x \int_0^s \int_0^y \langle K(s, y, \tau, z) \frac{\partial^2}{\partial \varphi(\tau) \partial \psi(z)} \times \\ & \times \left(\int_{\tau}^s \int_z^y u(\xi, \nu) d\psi(\nu) d\varphi(\xi) \right) d\psi(z)d\varphi(\tau), u(s, y) \rangle d\psi(y)d\varphi(s) = \\ & = \int_0^t \int_0^x \langle K(s, y, 0, 0) \int_0^s \int_0^y u(\xi, \nu) d\psi(\nu) d\varphi(\xi), u(s, y) \rangle d\psi(y)d\varphi(s) + \\ & + \int_0^t \int_0^x \int_0^s \langle K_{\varphi(\tau)}(s, y, \tau, 0) \int_{\tau}^s \int_0^y u(\xi, \nu) d\psi(\nu) d\varphi(\xi), u(s, y) \rangle d\varphi(\tau)d\psi(y)d\varphi(s) + \int_0^t \int_0^x \int_0^s \langle K_{\psi(z)}(s, y, 0, z) \times \\ & \times \int_0^y u(\xi, \nu) d\psi(\nu) d\varphi(\xi), u(s, y) \rangle d\psi(z)d\psi(y)d\varphi(s) + \\ & + \int_0^t \int_0^x \int_0^s \int_0^y \langle K_{\varphi(\tau)\psi(z)}(s, y, \tau, z) \left(\int_{\tau}^s \int_z^y u(\xi, \nu) d\psi(\nu) d\varphi(\xi) \right), u(s, y) \rangle d\psi(z)d\varphi(\tau)d\psi(y)d\varphi(s). \end{aligned} \quad (5)$$

Далее, используя лемму 3 и формулу Дирихле, из последнего соотношения, учитывая (3), (4), (5), условия а), б), в), г) и формулу Дирихле, из (2) имеем

$$\begin{aligned} & \int_0^t \int_0^x \|u(s, y)\|^2 d\psi(y)d\varphi(s) \leq \int_0^t \int_0^x \|f(s, y)\| \|u(s, y)\| d\psi(y)d\varphi(s), \\ & \int_0^t \int_0^x \|u(s, y)\|^2 d\psi(y)d\varphi(s) \leq \int_0^t \int_0^x \|f(s, y)\| \|u(s, y)\| d\psi(y)d\varphi(s). \end{aligned} \quad (6)$$

В правой части неравенства (6) применяя неравенство Коши – Буняковского, получим

$$\int_0^t \int_0^x \|u(s, y)\|^2 d\psi(y)d\varphi(s) \leq \left(\int_0^t \int_0^x \|f(s, y)\|^2 d\psi(y)d\varphi(s) \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int_0^t \int_0^x \|u(s, y)\|^2 d\psi(y)d\varphi(s) \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Отсюда следует, что $\int_0^t \int_0^x \|u(s, y)\|^2 d\psi(y)d\varphi(s) \leq \left(\int_0^t \int_0^x \|f(s, y)\|^2 d\psi(y)d\varphi(s) \right)^{\frac{1}{2}}$

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

при $(t, x) \in G$. Из последнего неравенства переходом к пределу при $t \rightarrow \infty$ и $x \rightarrow \infty$ получим:

$$\|u(t, x)\|_{L_{\psi\varphi}^{2,n}(G)} = \left(\int_0^\infty \int_0^\infty \|u(s, y)\|^2 d\psi(y)d\varphi(s) \right)^{\frac{1}{2}} \leq \left(\int_0^\infty \int_0^\infty \|f(s, y)\|^2 d\psi(y)d\varphi(s) \right)^{\frac{1}{2}} = \|f(t, x)\|_{L_{\psi\varphi}^{2,n}(G)}. (7)$$

Таким образом, теорема доказана.

1. Иманалиев М.И. Колебания и устойчивость решений сингулярно-возмущенных интегро-дифференциальных систем. – Фрунзе: Илим, 1974. - 352 с.
2. Асанов А. Производная функции по возрастающей функции. - Манас университети, Табигый Илимдер журналы, №1 –Бишкек, 2001. С. 18-45.
3. Асанов А., Абдукаримов А.М. О квадратичной интегрируемости решений дифференциальных уравнений с частными производными на бесконечных областях //Вестник КГНУ. –Бишкек, 2001. -Вып. 6. – С. 80-84.
4. Асанов А., Абдукаримов А.М. О квадратичной интегрируемости решений линейных двумерных интегро-дифференциальных уравнений с частными производными на бесконечных областях //Вестник ОшГУ. Сер. физ.-мат. наук. –Ош. 2003. – Вып. 7. – С. 35-40.
5. Асанов А. Интегральные уравнения Вольтерра-Стилтьеса второго и первого рода. - Манас университети, Табигый Илимдер журналы, №2. – Бишкек, 2002.С. 79-95.
6. Асанов А. Система интегральных уравнений Вольтерра-Стилтьеса. - Манас университети, Табигый Илимдер журналы, №4. – Бишкек, 2003.С. 65-78.

Аңдатпа. Мақалада екі тәуелсіз айнымалысы бар Вольтерр-Стилтьес типті интегралдық теңдеулердің сызықтық жүйесінің квадраттық интегралдануы мен шешімінің жалғыздығы туралы мәселе қарастырылады. Теңдеулер жүйесі екі өлшемді ақырсыз облыста зерттелген. Дифференциалдау мен интегралдау қатаң өсетін дифференциалдық функцияларға жүргізіледі. Жүйенің оң жағы берілген облыста квадратты және үзіліссіз, ал ядро - $n \times n$ -өлшемді өзара түйіндес матрицалық функциялар.

Ақырсыз облыста екі тәуелсіз айнымалысы бар Вольтерр-Стилтьес типті интегралдық теңдеулердің сызықтық жүйесінің шешімінің квадраттық қосындылауы мен үзіліссіздігіне кепілдік беретін жеткілікті шарттар орнатылған. Осы шарттардың жүйенің шешімінің жалғыздығы үшін де жеткілікті болатыны көрсетілген.

Ол үшін Вольтерр теңдеуінің түрлендіру әдісі мен теріс емес квадраттық формалар әдісі дамыған.

Түйін сөздер: матрицалық функция, вектор-функция, дифференциалданатын вектор функция, интегралдау.

Abstract. This article discusses the square integrability and uniqueness of the solution of linear systems of integro-differential equations of the Volterra-Stieltjes with two independent variables. The system of equations studied in an infinite two-dimensional area. Differentiation and integration are made on strictly increasing differentiable functions. Differentiation and integration are made on a strictly increasing differentiable functions. The right part of the square and continuously on a given area, and core- $n \times n$ -dimensional self-adjoint matrix functions.

Sufficient conditions to guarantee continuity and square-integrable solutions of linear integral equations of Volterra type-Stieltjes with two independent variables on an infinite domain. It is shown that the same conditions are sufficient for the uniqueness of the solution of the system.

For this conversion method developed Volterra equations and the method of non-negative quadratic forms.

Keywords: matrix function, the vector function, differentiable vector function, integration.

УДК 378.014.15+517.9

Е.Ы. Бидайбеков¹, В.С. Корнилов², Г.А. Сапарбекова³

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКЕ В УСЛОВИЯХ ГУМАНИТАРИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

¹г. Алматы, Казахский национальный педагогический университет им. Абая,

²г. Москва, Московский городской педагогический университет,

³г. Туркестан, Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави

Аннотация. В статье излагаются частные вопросы методики обучения прикладной математике в условиях гуманитаризации математического образования студентов вузов физико-математических и естественнонаучных направлений подготовки. Описана организация учебных занятий для обучения студентов прикладной математике, направленных на гуманитарное развитие. Проектирование системы гуманитарно-ориентированных учебных занятий для обучения прикладной математике включают такие этапы, как математический и дидактический анализ содержания обучения, отбор системы учебных задач, входящих в содержание обучения, постановка учебных целей и планирование учебных занятий. Приведены некоторые результаты экспериментальной педагогической деятельности в процессе такого обучения.

Ключевые слова: обучение прикладной математике, гуманитаризация математического образования, педагогический эксперимент, студент вуза.

Прикладное математическое образование является весомой составляющей фундаментальной подготовки студентов вузов. Существенный вклад в его развитие внесли исследования Е.Ы. Бидайбекова, Т.Н. Биярова, Б.В. Гнеденко, Н.Т. Данаева, Д.С. Джумабаева, А.Е. Дюсембаева, С.А. Кабанихина, А.Н. Колмогорова, Л.Д. Кудрявцева, М.А. Лаврентьева, В.Г. Романова, С.А. Мухамеджанова, Ш.С. Смагулова, С.Л. Соболева, У.М. Султангазина, А.Я. Хинчина и других ученых (см., например, [1-8]). Обучение студентов решению прикладных задач, развитие прикладного математического мышления является одними из важных целей в процессе обучения прикладной математике. К блоку дисциплин прикладной математики относятся такие учебные дисциплины, как математический анализ, функциональный анализ, численные методы, методы оптимизации, исследование операций, теория вероятностей и математическая статистика, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных и другие учебные дисциплины. Кроме того, необходимо отметить и различные специальные курсы по прикладной математике, посвященные компьютерному моделированию, применению математических методов при решении прикладных задач, обратным и некорректно поставленным задачам и другие специальные курсы по прикладной математике. Содержание дисциплин прикладной математики формируется на основе современных достижений таких научных областей, как: математическая физика, спектральная теория дифференциальных уравнений, математическое моделирование, вычислительные методы, исследование операций, оптимальное управление, обратные задачи для дифференциальных уравнений и другие научные области.

В содержании обучения прикладной математике имеется специфичная терминология, реализуются межпредметные связи, изучаемых вузовских математических курсов, используются математические модели и методы их исследования. В процессе обучения студентам предлагаются учебные задачи и задания,

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

решение которых носит фундаментальный характер, поскольку подчинено принципу выделения этапов рациональных рассуждений.

Одним из средств реализации гуманитаризации обучения студентов прикладной математике является задачный подход (см., например, [5,9]). Если в основу задачного подхода, по мнению Н.А. Алексеева, Г.А. Балла, В.И. Данильчука, О.В. Ефременковой, Г.И. Ковалевой, Г.С. Костюка, И.Я. Лернера, Н.Ю. Посталюка, В.В. Серикова, В.М. Симонова, И.Г. Ступака, О.К. Тихомирова и других, будет заложена гуманитарно-ориентированная система задач, то в этом случае можно говорить о задачной технологии гуманитарного развития личности. Е.В. Бондаревская, А.И. Кузнецов, В.В. Гура обращают внимание на требования, которые связаны с воспитанием личной ответственности обучающихся за состояние окружающей среды, последствия своих действий по отношению к ней, за состояние своего здоровья и здоровый образ жизни, которые составляют важную грань принципа природосообразности, основы которого были заложены авторами природосообразной революции в педагогике – Я.А. Коменским, Д. Локком, И.Г. Песталоцци [10].

С позиции такого подхода появляются субъективные и гуманитарные начала знаний об окружающем мире. Гуманитарно-ориентированные учебные занятия по прикладной математике направлены на создание ситуаций, требующих от студентов, по результатам исследования математической модели, сделать логические выводы прикладного и гуманитарного характера, преодолеть нравственные противоречия, сделать обоснованный выбор правильной позиции в обществе. Подобные занятия приобщают студентов, как к проблеме гуманитаризации прикладного математического образования, так и к проблеме моральной ответственности перед обществом за последствия практической реализации прикладных исследований, которым необходим гуманитарный анализ с участием экспертов-гуманитариев.

Общеизвестно, что одно из направлений модернизация современного образования, в котором развитие личности обучаемого является основополагающим, представляет собой технологизацию образовательного процесса. Существенный вклад в технологизацию образовательного процесса в вузе внесли исследования А.Е. Абылкасымовой, Е.Ы. Бидайбекова, Г.Б. Камаловой, Е.У. Медеуова, В.М. Монахова, Т.М. Сафроновой, В.М. Симонова, Е.Ж. Смагулова, Ж. Сулейменова, О.К. Тихомирова и других ученых (см., например, [5,9, 11-19]). Т.М. Сафронова в статье [17] приводит мысль В.М. Монахова о том, что развитие традиционной педагогики и методики не может обеспечить функционирование единого образовательного пространства, и, что в настоящее время прогнозируется начало технологического века, который начинается с параметризации и технологизации основных объектов и категорий традиционной педагогики, задействованных в новом направлении проектирования образовательных систем и учебных процессов. О.К. Тихомиров [18] считает, что иерархически организованная последовательность задач образует программу деятельности человека. В.М. Симонов [13] видит перспективным рассмотрение «задачной» технологии как «некой законосообразной» деятельности, предполагающей проектирование и реализацию образовательного процесса как единство законосообразной и творчески импровизированной деятельности, предполагающей достижение планируемых результатов посредством целенаправленно ориентированной системы задач, способствующей развитию определенных качеств личности обучаемых.

При этом блок проектирования предполагает наличие исходной диагностики, диагностичного целеполагания, отбора содержания и конструирования целенаправленно ориентированной системы задач, отбора дидактических средств.

Проектирование системы гуманитарно-ориентированных учебных занятий для обучения прикладной математике включает несколько этапов:

1. Математический и дидактический анализ содержания обучения студентов прикладной математике. Основная цель анализа состоит в том, чтобы выявить гуманитарный потенциал обучения прикладной математике, определить учебные цели темы. Последние должны органично отражать синтез общекультурных, научных и прикладных целей. Гуманитарно-ориентированные учебные занятия для обучения прикладной математике должны определяться методологическими знаниями, которые не всегда в явном в нем представлены.

2. Отбор системы учебных задач, входящих в содержание обучения студентов прикладной математике. При планировании практических занятий для обучения прикладной математике необходимо проанализировать все постановки учебных прикладных математических задач, которые предполагаются предложить студентам. В зависимости от их сложности целесообразно предлагать студентам решать их на семинарских или на лабораторных занятиях с использованием компьютерных технологий. В дальнейшем конструировать взаимосвязанные практические занятия как с предыдущими, так и с последующими. Важное значение при отборе учебных прикладных задач играет профессиональная направленность обучения, зависящая от будущей специальности студентов. При отборе таких задач по каждой учебной теме необходимо стремиться к тому, чтобы постановками и методами их решения прикладная математика проявлялась всесторонне. При этом, возникает противоречие с одной стороны необходимостью рассмотреть на учебных занятиях разнообразные прикладные задачи, в силу их содержательности, широкого применения их в прикладных исследованиях и гуманитарном анализе математических моделей и реальных физических объектов, что предполагает значительного количества времени, и с другой стороны ограниченностью учебного времени, отводимого для данного курса. В этом случае после всестороннего исследования учебных задач, рассмотрение дальнейших аналогичных прикладных задач в более общих постановках (как на лекционных, так и семинарских занятиях) может ограничиться постановкой самой математической задачи, указанием общей схемы исследования с ссылкой на полученные результаты ранее рассмотренной на учебных занятиях задачи. И в дальнейшем обращать внимание на использование этой прикладной задачи в гуманитарном анализе реальных физических объектов. Исследование таких прикладных задач по уже известной схеме может быть поручено и в качестве самостоятельной либо индивидуальной работы студентов.

Учебные прикладные задачи, рассматриваемые при обучении прикладной математике должны обладать познавательными, развивающими, практическими функциями. Целесообразно при решении таких учебных задач рассматривать различные подходы и методы их решения, что позволяет организовать для студентов творческий процесс поиска их решения, обучать различным подходам и методам исследования прикладных задач. Многие прикладные задачи являются условно-корректными задачами. В процессе их исследования студенты доказывают соответствующие теоремы существования, единственности и условной устойчивости решения прикладных задач, анализируют множество корректности, делают логические выводы прикладного, гуманитарного характера. Что в свою очередь, развивает у студентов рациональное, прикладное и гуманитарное мышление.

3. Постановка учебных целей и планирование системы учебных занятий при обучении студентов прикладной математике. Постановка учебных диагностируемых целей обучения прикладной математике направлена на то, чтобы студенты в процессе обучения понимали излагаемый материал, осознавали роль математического моделирования в прикладных исследованиях, имели представления о методах решения

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

прикладных задач, осознавали гуманитарный потенциал обучения прикладной математике, умели применять метод математического моделирования в гуманитарном анализе реальных физических объектов и т.д. В процессе такого обучения студенты овладевают не только математическими методами решения прикладных задач, но и методами рассуждений, которые используются в гуманитарных науках. В результате у студентов формируются и развиваются прикладная и гуманитарное мышление.

В соответствии с учебными целями преподаватель планирует систему учебных занятий при обучении прикладной математике. Соответствующая система лекционных, семинарских и лабораторных занятий должна быть такой, чтобы каждое из них представляло собой определенный этап в системе других, служило базой для построения следующего, т.е. является органичной частью всей системы. Поэтому важно при планировании изложения каждой учебной темы для обучения прикладной математике определять сквозные идеи и роль каждого занятия в реализации этих идей. При планировании системы учебных занятий следует стремиться к тому, чтобы на них были реализованы различные формы организации деятельности студентов в решении прикладных задач и их обучение осуществлялось различными методами. Общеизвестно, что такое требование к системе учебных занятий по любому предмету объясняется тем, что однообразие может утомить студентов, притупить их интерес к процессу учения. Разнообразие форм, методов и приемов обучения прикладной математике способствует развитию и формированию личности студентов в целом, а не какого-либо ее отдельного компонента. При этом необходимо опираться на принцип оптимального сочетания различных форм, методов и средств обучения, который базируется на следующих дидактических правилах: выбор форм организации обучения, который продиктован задачами обучения и спецификой гуманитарно-ориентированных учебных занятий; необходимость соотносить формы обучения с реальными учебными возможностями конкретной студенческой группы и отдельных ее студентов.

Важной компонентой реализации процесса обучения студентов прикладной математике является контроль качества приобретаемой системы фундаментальных знаний в области прикладной математики, выявления уровня прикладного и гуманитарного мышления. Среди таких знаний и умений: показатели полноты усвоения учебного материала и содержания понятий, используемых в прикладной математике, умения и навыки применять рациональные рассуждения при исследовании прикладных задач, уровень фундаментальных знаний в области теории и практики исследования прикладных задач, корреляционную зависимость между повышением уровня фундаментальных знаний в области прикладной математики и умениями самостоятельно исследовать нетипичные прикладные задачи, степень влияния обучения прикладной математике на формирование прикладного и гуманитарного мышления и другие важные показатели знаний, умений и навыков студентов.

Подобная экспериментально-педагогическая деятельность, как правило, подразумевает проведение педагогических экспериментов, результаты которых обрабатываются и анализируются при помощи различных математических методов. Цель подобных педагогических экспериментов – подтверждение или опровержение гипотезы педагогического исследования, то есть обоснование эффективности или неэффективности предлагаемой методики обучения. Экспериментальная педагогическая деятельность осуществляется на разных этапах педагогических исследований, направленных на выявление и обоснование педагогических воздействий, таких как содержание, методы, формы и средства обучения. Педагогический эксперимент, как правило, состоит из констатирующего, поискового, формирующего и контролирующего этапов.

В качестве примера приведем результаты экспериментальной педагогической деятельности, осуществленной в процессе обучения прикладной математике бакалавров Международного казахско-турецкого университета имени Хаджа Ахмета Ясави специальности 5В010900- Математика по разработанной программе, в процессе которой выявлялась полнота усвоения содержания понятий, используемых при обучении

прикладной математике по формуле А.В. Усовой: $K = \frac{1}{p \cdot n} \sum_{i=1}^n p_i$, где p_i – число

существенных признаков понятия, усвоенных i -м студентом; p – общее число признаков понятия; n – число студентов в группе (рис. 1).

Студентам были предложены следующие темы:

1. Понятие прикладной математики
2. Понятие математического моделирования и вычислительного эксперимента
3. Понятие корректности прикладной математической задачи
4. Понятие решения прикладной задачи
5. Понятие приближенного решения прикладной задачи
6. Рациональные рассуждения при решении прикладных задач
7. Понятие универсальности математических моделей
8. Познавательный потенциал математических моделей
9. Понятие гуманитарного анализа прикладных исследований
10. Гуманитарный потенциал обучения прикладной математике

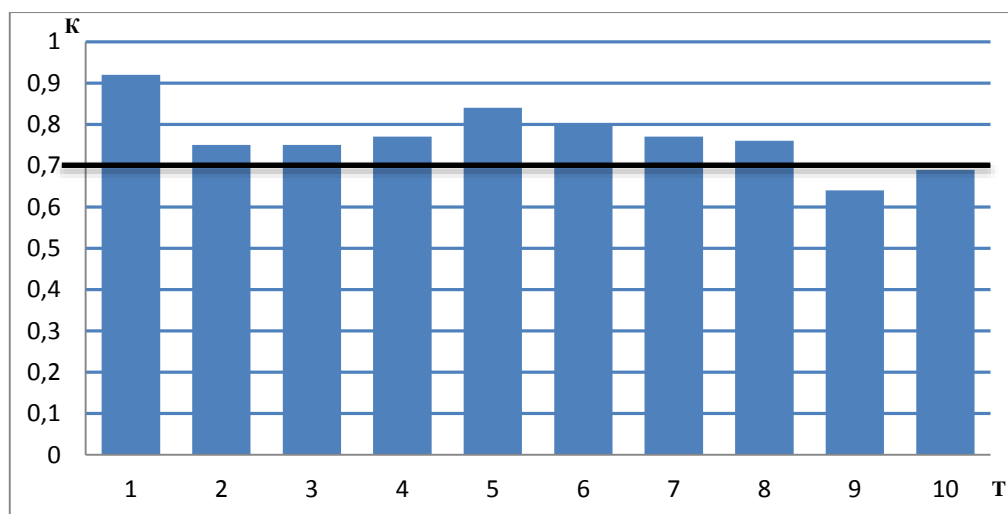


Рис. 1. Показатели полноты усвоения учебного материала и содержания понятий, используемых в прикладной математике

При использовании формулы А.В. Усовой для каждой темы задания были определены пять признаков понятия и использована следующая система оценки знаний: отличные знания (отражено пять признаков), хорошие знания (отражено четыре либо три признака), удовлетворительные знания (отражено менее трех признаков), неудовлетворительные знания (нет ответа).

Результаты, представленные на рис.1, наглядно демонстрируют высокий уровень усвоения студентами учебного материала и содержания понятий, используемых в прикладной математике. На горизонтальной оси (Т) цифрами обозначены номера темы задания, а на вертикальной оси (К) отмечены значения коэффициента полноты усвоения учебного материала и содержания понятий, используемых в прикладной математике.

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Полученная система фундаментальных знаний в области прикладной математики позволит студентам успешно реализоваться в своей профессиональной деятельности.

1. Бидайбеков Е.Ы., Корнилов В.С. Математическое моделирование и численные методы. Введение: учебное пособие. – Алматы: АГУ им. Абая, 1998. – 81 с.
2. Блехман И.М., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Прикладная математика: Предмет, логика, особенности подходов. – М.: КомКнига, 2005. – 376 с.
3. Корнилов В.С. Гуманитарные аспекты вузовской системы прикладной математической подготовки // Наука и школа. – 2007. – № 5. – С. 23–28.
4. Корнилов В.С. Роль прикладной математической подготовки в гуманитаризации высшего математического образования // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». – 2008. – № 6 (16). – С. 123–134.
5. Корнилов В.С., Грушин В.В. Частные вопросы методики обучения студентов вузов прикладной математике // Бюллетень лаборатории математического, естественнонаучного образования и информатизации. Рецензируемый сборник научных трудов. – Воронеж: Научная книга, 2012. – Том. II. – С. 40–45.
6. Лаврентьев Г.В. Гуманитаризация математического образования: проблемы и перспективы. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2001. – 206 с.
7. Сулейменов Ж. Методика преподавания дифференциальных уравнений: учебное пособие. – Алматы: Қазақ университеті, 2009. – 199 с.
8. Dzhumabaev D.S. Numerical method to solve a linear boundary value problems for fredholm integro-differential equation with impulse effects // Материалы VII Международной научно-методической конференции ММИТОН, посвященной 70-летию профессора Е.Ы. Бидайбекова и 30-летию школьной информатики (г. Алматы, Республика Казахстан, 1–2 октября 2015 г. – Алматы: КазНПУ им. Абая, 2015. – С. 304–308.
9. Комиссарова С.А. Задачная технология как средство гуманитаризации естественнонаучного образования: Дис... канд. пед. наук. – Волгоград, 2002. – 215 с.
10. Коменский Я.К., Локк Д., Руссо Ж.-Ж., Песталоцци И.Г. Педагогическое наследие / Сост. В.М. Кларин, А.Н. Джуринский. – М.: Педагогика, 1989. – 416 с.
11. Садыков Т.С., Абылкасымова А.Е. Дидактические основы обучения в высшей школе. – Алматы: РИК КАО им. И. Алтынсарина, 2000. – 186 с.
12. Сафронова Т.М. Возможности педагогической технологии В.М. Монахова в решении методических проблем математического развития учащихся // Вестник Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина. Вып. 11. Серия «История и теория математического образования». – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2006. – С. 270–281.
13. Симонов В.М. Дидактические основы естественнонаучного образования: теория и практика реализации гуманитарной парадигмы: Дисс... д-ра пед. наук. – Волгоград, 2000. – 403 с.
14. Смирнов Е.И. Дидактическая система математического образования студентов педагогических вузов: Дис... д-ра пед. наук. – Ярославль, 1998. – 358 с.
15. Бидайбеков Е.Ы., Корнилов В.С., Камалова Г.Б., Акимжан Н.Ш. Экспериментально-педагогическая деятельность при обучении студентов обратным задачам для дифференциальных уравнений // Вестник Казахского национального педагогического университета имени Абая. Серия «Физико-математические науки». – Алматы, 2014. – № 3 (47). – С. 76–80.
16. Бидайбеков Е.Ы., Корнилов В.С., Сапарбекова Г.А. Историческая и психолого-педагогическая составляющие гуманитарного потенциала обучения студентов вузов естественнонаучных специальностей прикладной математике // Материалы VII Международной научно-методической конференции ММИТОН, посвященной 70-летию профессора Е.Ы. Бидайбекова и 30-летию школьной информатики (г. Алматы,

Республика Казахстан, 1–2 октября 2015 г.). – Алматы: КазНПУ им. Абая, 2015. – С. 440–443.

17. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. – М.: Педагогика, 1981.– 186 с.

18. Тихомиров О.К. Психология. – М.: Высшее образование, 2006. – 544 с.

19. Традиции гуманизации в образовании: Материалы II Международной конференции памяти Г.В. Дорофеева (г. Москва 21 июня 2012 г.). – М.: ИСМО РАО, 2012. – 189 с.

Аңдатпа. Мақалада физико-математика және жаратылыстану бағыттарын ізгілендіру аясында студенттерге қолданбалы математиканы оқыту әдістемесінің кейбір мәселелері қарастырылған. Қолданбалы математикаға студенттерді оқытудың гуманитарлық дамуға бағытталған оқу сабақтарын ұйымдастыру сипатталған. Қолданбалы математиканы оқытудың гуманитар бағдарлы оқу сабақтар жүйесін жобалау оқу мазмұнын математикалық және дидактикалық талдау, оқу мазмұнына кіретін оқу есептер жүйесін сұрыптау, оқу мақсаттарын қойып, оқу сабақтарын жоспарлау сияқты кезендерді қамтиді. Осындай оқыту барысындағы эксперименттік педагогикалық іс-әрекеттің кейбір нәтижелері келтірілген.

Түйін сөздер: қолданбалы математиканы оқыту, математикалық білім беру ізгілендіру, педагогикалық эксперимент, жоғары оқу орының студенті.

Abstract. In article private questions of a technique of training in applied mathematics in the conditions of humanitarization of mathematical education of students of higher education institutions of the physical and mathematical and natural-science directions of preparation are stated. The organization of studies for training of the students in applied mathematics aimed at the humanitarian development is described. Designing a humanitarian-oriented training sessions to teach applied mathematics include steps such as a mathematical and didactic analysis of the contents of training, selection of training tasks included in the learning content, setting educational goals and planning training sessions. Some results of experimental pedagogical activity in the course of such training are given.

Keywords: training in applied mathematics, humanitarization of mathematical education, pedagogical experiment, student of higher education institution.

ӘОЖ 519.624

Ж.М. Қадырбаева, К.Р. Момынжанова

ЖҮКТЕЛГЕН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН СЫЗЫҚТЫ ЕКІ НҮКТЕЛІ ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ БІРМӘНДІ ШЕШІМДІЛІГІ

(Алматы қ, Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті)

Аңдатпа. Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты екі нүктелі шеттік есеп қарастырылады. Қарастырылып отырған есепті шешу үшін параметрлеу әдісі қолданылады. Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты екі нүктелі шеттік есеп бастапқы және жүктеу нүктелерінде қосымша параметрлер енгізу арқылы параметрлі пара-пар шеттік есепке келтіріледі. Пара-пар шеттік есеп параметрлі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін Коши есебінен, шеттік және үзіліссіздік шарттарынан тұрады. Параметрлі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін Коши есебінің шешімі дифференциалдық теңдеудің фундаменталдық матрицасының көмегімен

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

тұрғызылады. Тұрғызылған шешімнің шеттік және үзіліссіздік шарттарына кіретін сәйкес нүктелердегі мәндерін тауып және орнына қоя отырып, параметрлерге қарасты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесі құрылады. Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты екі нүктелі шеттік есептің бірімді шешілімділігінің нышаны параметрлерге қарасты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесінің матрицасының терминінде тағайындалды. Мақала жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты екі нүктелі шеттік есептің шешімін табу мысалымен сипатталады.

Түйін сөздер: теңдеу, жүктеу, шешілімділік, фундаменталдық матрица.

Көп салалардағы ауқымы кең есептерді оның ішінде, қозғалыстың траекториясын есептеуді немесе тербелімді жүйелерді зерттеуді жәй дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер терминдерінде тұжырымдауға болады.

Жәй дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер қолданбалы салаларда жиі пайда болады және ғылым мен техниканың әр алуан есептерін шешуде кең түрде пайдаланылады. Тиімді басқаруды табу есебін екі нүктелі шеттік есептерді шешуге алып келген Понтрягиннің максимум қағидасының жасалуы жәй дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер теориясына деген қызығушылықты едәуір арттырды. Қазіргі уақытта шеттік есептердің мейлінше толық игерілген саласы екі нүктелі шеттік есептер теориясы болып табылады.

Өткен ғасырдың 80-ші жылдары Д.С. Жұмабаевтің [1, 2] еңбектерінде жәй дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептерді зерттеу мен шешуге арналған параметрлеу әдісі ұсынылған болатын. Параметрлеу әдісінің мәні – дифференциалдық теңдеу қарастырылатын аралық белгілі бір $h > 0$ қадаммен бөліктерге бөлінеді және бастапқы есеп параметрі бар пара-пар есепке келтіріледі. Параметрі бар есептің шешімі параметр мен белгісіз функцияның жұптарының жүйелерінің тізбегінің шегі ретінде анықталады. Параметр шеттік шарттар мен дифференциалдық теңдеулер жүйесі матрицалары арқылы құрастырылатын сызықты теңдеулер жүйесінен табылатын болса, ал белгісіз функциялар ұзындығы $h > 0$ болатын аралықтардағы параметрдің табылған мәндеріндегі Коши есебінің шешімі ретінде табылады. Параметрді енгізу параметрлеу әдісінің алгоритмдерінің жинақтылығы шарттарын қарастырып отырған есептің бастапқы берілгендер терминінде тағайындауға мүмкіндік берді, оған қоса бұл шарттар зерттелініп отырған есептің шешімінің бар болуы мен жалғыздығын қамтамасыз етеді. Параметрлеу әдісі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есептің шешілімділігі шарттарын бастапқы берілімдер терминінде алуға және оның шешімін табу алгоритмдерін құруға мүмкіндік берді.

Жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер механикалық, биологиялық және химиялық құбылыстарды математикалық модельдеу кезінде пайда болады. Мысалы: шектің тербелісі туралы есеп, жинақталған массалармен жүктелген серіппенің тербелістері туралы есеп, серпінді жіпке ілінген жүктің бойлық қозғалысы туралы есеп, ұшына масса ілінген жіптің айналмалы тербелістері туралы есеп, жер сулары мен топырақ ылғалының деңгейін ұзақ мерзімді болжау және реттеу туралы есеп және т.б.

Жүктелген теңдеулер теориясын дамытуға А.М.Нахушевтің [3,4] жұмыстары қомақты үлес қосты. Нахушев пен оның шәкірттерінің жұмыстары жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептерді қарқынды және жүйелі түрде зерттеуге мүмкіндік берді. В.М. Абдуллаев, К.Р. Айда-задениң жұмыстарында бастапқы және бөлінбеген көп нүктелі шарттары бар жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешудің сандық әдісі ұсынылған [5,6]. Жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептерді зерттеуге жәй дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептердің теориясының тәсілдері кеңінен қолданылады.

Жүктелген дифференциалдық теңдеулер және олар үшін шеттік есептер [3-8] еңбектерінде қарастырылған. [7, 8] еңбектерінде жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін екі нүктелі шеттік есептерді шешуге параметрлеу әдісі қолданылған. Параметрлеу әдісінің көмегімен жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін екі нүктелі шеттік есептің бірімәнді шешілімділігінің қажетті және жеткілікті шарттары бастапқы берілімдер терминінде тағайындалып, оның шешімін табудың қос параметрлі алгоритмдері ұсынылған.

Қазіргі таңда, жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есептер табиғат пен қоршаған ортада болып жатқан көптеген құбылыстардың математикалық моделі ретінде қарастырылып, арнайы зерттеуді қажет етеді. Мақалада жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты екі нүктелі шеттік есеп $[0, T]$ кесіндісінде қарастырылады:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + M(t)x(\theta) + F(t), \quad x \in R^2, \quad (1)$$

$$Bx(0) + Cx(T) = d, \quad d \in R^2, \quad (2)$$

мұндағы (2×2) өлшемді $A(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ a_2(t) & a_1(t) \end{pmatrix}$, $M(t) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ m_1(t) & m_2(t) \end{pmatrix}$ матрицалары және екі

өлшемді $F(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ f(t) \end{pmatrix}$ вектор-функциясы $[0, T]$ аралығында үзіліссіз, $B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix}$,

$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{pmatrix}$ – (2×2) өлшемді тұрақты матрицалар, $d = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \end{pmatrix}$ тұрақты вектор, $0 < \theta < T$,

$$\|x\| = \max_{i=1,2} |x_i|, \|A(t)\| = \max_{i=1,2} \sum_{j=1}^2 |a_{ij}(t)|.$$

(1), (2) есебінің шешімі деп $[0, T]$ аралығында үзіліссіз дифференциалданатын, (1) жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі мен (2) шеттік шартын қанағаттандыратын 2 өлшемді $x^*(t)$ вектор-функциясын айтамыз.

Анықтама 1. Егер $[0, T]$ аралығында үзіліссіз кез келген $f(t)$ функциясы мен $d \in R^n$ тұрақты векторы үшін (1), (2) сызықты екі нүктелі шеттік есептің шешімі бар және жалғыз болатын болса, онда (1), (2) есебін бірімәнді шешілімді деп атаймыз.

$C([0, T], R^2)$ арқылы $[0, T]$ аралығында үзіліссіз $x: [0, T] \rightarrow R^2$ функцияларының кеңістігін белгілейміз, онда норма $\|x\|_1 = \max_{t \in [0, T]} \|x(t)\|$ түрінде анықталады.

(1), (2) есебіне параметрлеу әдісін қолданайық. Яғни $[0, T] = [0, \theta) \cup [\theta, T]$. (1), (2) есебінің шешімі болатын $x(t)$ функциясының $t \in [0, \theta)$ аралығына сығылуын $x_1(t)$ деп, ал $t \in [\theta, T]$ аралығына сығылуын $x_2(t)$ деп белгілейік, яғни $x_1(t) = x(t)$, $t \in [0, \theta)$, $x_2(t) = x(t)$, $t \in [\theta, T]$. Сонда (1), (2) есебі келесі пара-пара шеттік есепке келтіріледі:

$$\frac{dx_r}{dt} = A(t)x_r + M(t)x_2(\theta) + F(t), \quad r = \overline{1, 2}, \quad (3)$$

$$Bx_1(0) + C \lim_{t \rightarrow T-0} x_2(t) = d, \quad (4)$$

$$\lim_{t \rightarrow \theta-0} x_1(t) = x_2(\theta), \quad (5)$$

мұндағы (5) – бөліктеудің ішкі нүктесіндегі шешімнің үзіліссіздік шарты.

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

$C([0, T], \theta, R^4)$ арқылы $x[t] = (x_1(t), x_2(t))$ функциялар жүйесінің кеңістігін белгілейміз, мұнда $\|x[\cdot]\|_2 = \max \left\{ \sup_{t \in [0, \theta]} \|x_1(t)\|, \sup_{t \in [\theta, T]} \|x_2(t)\| \right\}$, $x_1: [0, \theta] \rightarrow R^2$, $x_2: [\theta, T] \rightarrow R^2$ функциялары үзіліссіз және $\lim_{t \rightarrow \theta-0} x_1(t)$, $\lim_{t \rightarrow T-0} x_2(t)$ ақырлы сол жақ шектері бар.

(3) жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесін және (4), (5) шарттарын қанағаттандыратын $[0, \theta)$, $[\theta, T)$ аралықтарында үзіліссіз дифференциалданатын $x[t] = (x_1(t), x_2(t)) \in C([0, T], \theta, R^4)$ функциялар жүйесі (3)-(5) есебінің шешімі деп аталады.

Егер $x(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болса, онда $x[t] = (x_1(t), x_2(t))$ осы функцияның сығылуларының жүйесі (3)-(5) есебінің шешімі болады. Керісінше, егер $\tilde{x}[t] = (\tilde{x}_1(t), \tilde{x}_2(t))$ функциялар жүйесі (3)-(5) есебінің шешімі болса, онда $\tilde{x}_1(t) = \tilde{x}(t)$, $t \in [0, \theta)$, $\tilde{x}_2(t) = \tilde{x}(t)$, $t \in [\theta, T)$, $\tilde{x}(T) = \lim_{t \rightarrow T-0} \tilde{x}_2(t)$ теңдіктерімен анықталатын $\tilde{x}(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болады.

Ізделінді функцияның $t=0$, $t=\theta$ нүктелеріндегі мәндерін сәйкесінше $\lambda_1 = x_1(0)$, $\lambda_2 = x_2(\theta)$ деп белгілейік. (3)-(5) есебінде сәйкесінше $[0, \theta)$, $[\theta, T)$ аралықтарында $u_1(t) = x_1(t) - \lambda_1$, $u_2(t) = x_2(t) - \lambda_2$, алмастыруларын жасап, келесі пара-пар параметрлі есепке көшейік:

$$\frac{du_r}{dt} = A(t)[u_r(t) + \lambda_r] + M(t)\lambda_2 + f(t), \quad r = \overline{1, 2}, \quad (6)$$

$$u_1(0) = 0, \quad u_2(\theta) = 0, \quad (7)$$

$$B\lambda_1 + C\lambda_2 + C \lim_{t \rightarrow T-0} u_2(t) = d, \quad (8)$$

$$\lambda_1 + \lim_{t \rightarrow \theta-0} u_1(t) = \lambda_2. \quad (9)$$

(6)-(9) есебінің шешімі элементтері $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2) \in R^4$, $u[t] = (u_1(t), u_2(t)) \in C([0, T], \theta, R^4)$ болатын $(\lambda, u[t])$ жұптар жүйесі болып табылады, мұндағы $u_r(t)$ функциялары $[0, \theta)$, $[\theta, T)$ аралықтарында үзіліссіз дифференциалданады және $\lambda_r = \lambda_r^*$, $r = \overline{1, 3}$ болғанда (6) жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесін және (7)-(9) шарттарын қанағаттандырады.

(1), (2) және (6)-(9) есептері пара-пар болады. Егер $x(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болса, онда $(\lambda, u[t])$ жұбы, мұнда $\lambda = (x_1(0), x_2(\theta))$, $u[t] = (x_1(t) - x_1(0), x_2(t) - x_2(\theta))$, (6)-(9) есебінің шешімі болады. Керісінше, егер $(\tilde{\lambda}, \tilde{u}[t])$ жұбы, мұндағы $\tilde{\lambda} = (\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2)$, $\tilde{u}[t] = (\tilde{u}_1(t), \tilde{u}_2(t))$, (6)-(9) есебінің шешімі болса, онда $\tilde{x}(t) = \tilde{u}_1(t) + \tilde{\lambda}_1$, $[0, \theta)$, $\tilde{x}(t) = \tilde{u}_2(t) + \tilde{\lambda}_2$, $[\theta, T)$, $\tilde{x}(T) = \tilde{\lambda}_2 + \lim_{t \rightarrow T-0} \tilde{u}_2(t)$ теңдіктерімен анықталатын $\tilde{x}(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болады.

Параметрлерді енгізу $u[t] = (u_1(t), u_2(t))$ белгісіз функциялар жүйесінің компоненттері үшін $u_1(0) = 0$, $u_2(\theta) = 0$ бастапқы шарттарын алуға мүмкіндік береді және $(\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2)$ параметрлерінің бекітілген мәндерінде (6), (7) есебі Коши есебі болып табылады. Коши есебі $[0, \theta)$, $[\theta, T)$ аралықтарында жеке-жеке шешіледі және шешімді табу үшін фундаменталдық матрица пайдаланылады. $(n \times n)$ - өлшемді $X(t)$ матрицасы фундаменталдық матрица болуы үшін $[0, T]$ аралығында $\dot{X}(t) = A(t)X(t)$, $t \in [0, T]$ теңдеуін қанағаттандыруы және барлық $t \in [0, T]$ үшін $\det X(t) \neq 0$ болуы қажет.

Бастапқы (7) шарттарын қанағаттандыратын (6) жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімін параметрлердің бекітілген мәндерінде фундаменталдық матрица арқылы жазайық:

$$u_1(t) = X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) \{A(\tau)\lambda_1 + M(\tau)\lambda_2 + f(\tau)\} d\tau, \quad (10)$$

$$u_2(t) = X(t) \int_{\theta}^t X^{-1}(\tau) \{A(\tau)\lambda_2 + M(\tau)\lambda_1 + f(\tau)\} d\tau. \quad (11)$$

Осы табылған мәндерді (8), (9) шарттарына қойып, төмендегі теңдеулер жүйесін аламыз

$$B\lambda_1 + C\lambda_2 + CX(T) \int_{\theta}^T X^{-1}(\tau) A(\tau) \lambda_2 d\tau +$$

$$+ CX(T) \int_{\theta}^T X^{-1}(\tau) M(\tau) \lambda_1 d\tau = d - CX(T) \int_{\theta}^T X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad (12)$$

$$\lambda_1 + X(\theta) \int_0^{\theta} X^{-1}(\tau) A(\tau) \lambda_1 d\tau + X(\theta) \int_0^{\theta} X^{-1}(\tau) M(\tau) \lambda_2 d\tau - \lambda_2 =$$

$$= -X(\theta) \int_0^{\theta} X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad (13)$$

(12), (13) теңдеулер жүйесін келесі түрде жазайық:

$$Q(\theta, T)\lambda = -F(\theta, T), \quad (14)$$

мұндағы $Q(\theta, T)$ – (4×4) өлшемді матрица және $F(\theta, T)$ – 4-өлшемді вектор, яғни

$$Q(\theta, T) = \begin{pmatrix} B & C \left\{ I + X(T) \int_{\theta}^T X^{-1}(\tau) [A(\tau) + M(\tau)] d\tau \right\} \\ I + X(\theta) \int_0^{\theta} X^{-1}(\tau) A(\tau) d\tau & X(\theta) \int_0^{\theta} X^{-1}(\tau) M(\tau) d\tau - I \end{pmatrix},$$

$$F(\theta, T) = \begin{pmatrix} -d + CX(T) \int_{\theta}^T X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau \\ X(\theta) \int_0^{\theta} X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau \end{pmatrix}.$$

Теорема. (1)–(2) есебі бірмәнді шешілімді болуы үшін $Q(\theta, T)$ матрицасының кері матрицасы бар болуы қажетті және жеткілікті.

Дәлелдеуі. Жеткіліктілігін дәлелдеу. Яғни, (1), (2) есебі бірмәнді шешілімді болуы үшін $Q(\theta, T)$ матрицасының кері матрицасы бар болуы жеткілікті екендігін дәлелдейміз. $Q(\theta, T)$ матрицасының $[Q(\theta, T)]^{-1}$ кері матрицасы бар болсын. $Q(\theta, T)\lambda = -F(\theta, T)$ теңдеулер жүйесінен $Q(\theta, T)$ матрицасына кері $[Q(\theta, T)]^{-1}$ матрицасын пайдаланып $\lambda^* = -[Q(\theta, T)]^{-1} F(\theta, T)$ параметрін табамыз. Мұндағы $\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^*)$ параметрі 4-өлшемді вектор. Параметрдің табылған мәндерін (6) дифференциалдық теңдеудің оң жағына қойып, (6), (7) Коши есебін өз интервалдарында шешіп $u^*(t) = (u_1^*(t), u_2^*(t))$ функциялар жүйесін табамыз. Онда $x^*(t) = \lambda_1^* + u_1^*(t), t \in [0, \theta],$ $x^*(t) = \lambda_2^* + u_2^*(t), t \in [\theta, T],$ $x^*(T) = \lambda_2^* + \lim_{t \rightarrow T-0} u_2^*(t)$ теңдіктерімен анықталатын $x^*(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болады. Енді шешімнің жалғыздығын көрсетейік. Табылған $x^*(t)$ шешімінен басқа (1),

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

(2) есебінің қандай да бір $\tilde{x}(t)$ шешімі болсын. Онда $(\tilde{\lambda}_r, \tilde{u}_r(t))$, $r=1,2$ жұптар жүйесі, мұнда $\tilde{\lambda}_1 = \tilde{x}(0)$, $\tilde{u}_1(t) = \tilde{x}(t) - \tilde{x}(0)$, $t \in [0, \theta)$, $\tilde{\lambda}_2 = \tilde{x}(\theta)$, $\tilde{u}_2(t) = \tilde{x}(t) - \tilde{x}(\theta)$, $t \in [\theta, T)$ (6) – (9) параметрі бар шеттік есептің шешімі болады. Бұнымен қоса $\tilde{\lambda} = (\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2) \in R^4$ параметрі де $Q(\theta, T)\lambda = -F(\theta, T)$ теңдеулер жүйесін қанағаттандырады. Бұл теңдеулер жүйесін $\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^*) \in R^4$ параметрі де қанағаттандыратындықтан және $Q(\theta, T)$ матрицасының кері матрицасы бар болғандықтан $Q(\theta, T)(\lambda^* - \tilde{\lambda}) = 0$ теңдеулер жүйесінен $\lambda^* = \tilde{\lambda}$ теңдігін аламыз. Коши есебі шешімінің жалғыздығынан $\tilde{u}_1(t) = u_1^*(t)$, $t \in [0, \theta)$, $\tilde{u}_2(t) = u_2^*(t)$, $t \in [\theta, T)$ теңдіктері орындалады. Одан барлық $t \in [0, T]$ аралығында $x^*(t) = \tilde{x}(t)$ теңдігі шығады.

Қажеттілігін дәлелдеу. (1), (2) есебі бірмәнді шешілімді болсын. Қарсы жорып $Q(\theta, T)$ матрицасының кері матрицасы болмасын дейік. Онда $Q(\theta, T)\lambda = 0$ біртекті теңдеулер жүйесінің $\tilde{\lambda} = (\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2) \in R^4$ нөлден өзгеше шешімі болады. Параметрдің осы мәндерінде

$$\frac{d\tilde{u}_r}{dt} = A(t)[\tilde{u}_r(t) + \tilde{\lambda}_r] + M(t)\tilde{\lambda}_2,$$

$$\tilde{u}_1(0) = 0, \tilde{u}_2(\theta) = 0,$$

Коши есебін шығара отырып, $\tilde{u}_1(t)$, $\tilde{u}_2(t)$, функцияларын табамыз. Сәйкес $t \in [0, \theta)$ және $t \in [\theta, T)$ аралықтарында $\tilde{x}(t)$ функциясын келесі теңдіктермен анықтайық: $\tilde{x}(t) = \tilde{\lambda}_1 + \tilde{u}_1(t)$, $t \in [0, \theta)$, $\tilde{x}(t) = \tilde{\lambda}_2 + \tilde{u}_2(t)$, $t \in [\theta, T)$, $\tilde{x}(T) = \tilde{\lambda}_2 + \lim_{t \rightarrow T-0} \tilde{u}_2(t)$. Бұл $\tilde{x}(t)$ функциясы

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + M(t)x(\theta), \quad x \in R^2, \quad t \in [0, T],$$

$$Bx(0) + Cx(T) = 0$$

біртекті шеттік есептің нөлдік емес шешімі болады. Бұл (1), (2) есебінің бірмәнді шешілімді болуына қайшы, себебі біртекті есептің құрылған $\tilde{x}(t)$ шешімінен басқа $x(t) = 0$ шешімі бар. Ендеше жорамалымыз дұрыс емес, $Q(\theta, T)$ матрицасының кері матрицасы бар болады. Теорема дәлелденді.

Келтірілген теореманың шарттарын нақты есеп үшін қалай тексеруге болатынын көрсету мақсатында келесі мысалды қарастырайық. $[0, 1]$ кесіндісінде жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін төмендегідей екі нүктелі шеттік есеп берілсін:

$$\frac{dx}{dt} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & t \end{pmatrix} x(0.5) + \begin{pmatrix} 0 \\ -3t - \frac{3}{2} \end{pmatrix}, \quad t \in [0, 1], \quad x \in R^2, \quad (15)$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} x(0) + \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} x(1) = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (16)$$

Мұндағы $A(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$, $M(t) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & t \end{pmatrix}$, $f(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ -3t - \frac{3}{2} \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, $C = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$, $d = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}$.

Қарастырып отырған есепте (15) теңдеудің дифференциалдық бөлігінің фундаменталдық матрицасы $X(t) = \begin{pmatrix} e^{2t} & e^{-t} \\ 2e^{2t} & -e^{-t} \end{pmatrix}$ түрде болады.

$\lambda_1 \hat{=} x(0)$, $\lambda_2 \hat{=} x(1/2)$ параметрлерін енгізіп, $u_1(s) = x(s) - \lambda_1$, $s \in [0, 1/2)$, $u_2(s) = x(s) - \lambda_2$, $s \in [0, 1/2)$ алмастыруларын жасайық. Онда

$$u_1(t) = \begin{pmatrix} -\frac{1}{3}(3-e^{2t}-2e^{-t}) & \frac{1}{3}(e^{2t}-e^{-t}) \\ \frac{2}{3}(e^{2t}-e^{-t}) & -\frac{1}{3}(3-2e^{2t}-2e^{-t}) \end{pmatrix} \lambda_1 + \begin{pmatrix} -\frac{1}{6}(3-e^{2t}-2e^{-t}) & -\frac{1}{12}(6t-3-e^{2t}+4e^{-t}) \\ \frac{1}{3}(e^{2t}-e^{-t}) & -\frac{1}{6}(3-e^{2t}-2e^{-t}) \end{pmatrix} \lambda_2 + \begin{pmatrix} \frac{1}{2}(3t-e^{2t}+e^{-t}) \\ -\frac{1}{2}(2e^{2t}+e^{-t}-3) \end{pmatrix}, \quad t \in \left[0, \frac{1}{2}\right], \quad (17)$$

$$u_2(t) = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}(e^{2t-1}+2e^{-t+\frac{1}{2}}-3) & -\frac{1}{4}(2t-1+2e^{2t-1}+2e^{-t+\frac{1}{2}}) \\ e^{2t-1}-e^{-t+\frac{1}{2}} & \frac{1}{2}(2e^{2t-1}+e^{-t+\frac{1}{2}}-3) \end{pmatrix} \lambda_2 + \begin{pmatrix} \frac{3}{2}t-\frac{3}{4}e^{2t-1} \\ \frac{3}{2}t-\frac{3}{2}e^{2t-1} \end{pmatrix}, \quad t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right], \quad (18)$$

Шеттік шарт пен шешімнің $t=1/2$ болғандағы үзіліссіздік шарты төмендегі параметрлерге тәуелді сызықты алгебралық теңдеулер жүйесіне келтіріледі.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -\frac{1}{2}(2e^{\frac{1}{2}}-1+e) & \frac{1}{4}(1-2e+2e^{\frac{1}{2}}) \\ 0 & 1 & e^{\frac{1}{2}}-e & \frac{1}{2}(1-2e-e^{\frac{1}{2}}) \\ \frac{1}{3}(e+2e^{\frac{1}{2}}) & -\frac{1}{3}(e^{\frac{1}{2}}-e) & -\frac{1}{6}(9-e-2e^{\frac{1}{2}}) & -\frac{1}{12}(4e^{\frac{1}{2}}-e) \\ -\frac{2}{3}(e^{\frac{1}{2}}-e) & \frac{1}{3}(2e+e^{\frac{1}{2}}) & -\frac{1}{3}(e^{\frac{1}{2}}-e) & -\frac{1}{6}(9-e-2e^{\frac{1}{2}}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda_{11} \\ \lambda_{12} \\ \lambda_{21} \\ \lambda_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{4}(2-3e) \\ \frac{3}{2}(1-e) \\ -\frac{1}{4}(3-2e+2e^{\frac{1}{2}}) \\ -\frac{1}{2}(3-2e-e^{\frac{1}{2}}) \end{pmatrix}$$

Осыдан $\lambda_{i,j}^*$, $i, j = 1, 2$, деп белгілеп, параметрлер мәнін табамыз:

$$\lambda_{11}^* = 0, \quad \lambda_{12}^* = 1, \quad \lambda_{21}^* = \frac{1}{2}, \quad \lambda_{22}^* = 1.$$

Табылған $\lambda_{i,j}^*$, $i, j = 1, 2$, мәндерін (17), (18) өрнектеріне қойып $u_1 = \begin{pmatrix} t \\ 0 \end{pmatrix}$, $u_2 = \begin{pmatrix} t-\frac{1}{2} \\ 0 \end{pmatrix}$

аламыз. Сонда бастапқы берілген (15), (16) жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін екі нүктелі шеттік есебінің шешімін табамыз: $x_1(t) = t$, $x_2(t) = 1$.

1. Джумабаев Д. С. Признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения // Вычисл. матем. и матем. физ. - 1989. - Т. 29, №1. -С. 50-66.
2. Джумабаев Д.С. Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения двухточечными краевыми задачами // Дифференц. Уравнения. -1987. -Т. 23, № 12. - С. 2188-2189.
3. Нахушев А.М. Краевые задачи для нагруженных интегродифференциальных уравнений гиперболического типа и некоторые их приложения к прогнозу почвенной влаги // Дифференц. уравн. - 1979. -Т. 15. №1, -С. 96-105.
4. Нахушев А. М. Уравнения мат. Биологии. -М.: Высшая школа, 1995. - 205 с.
5. Абдуллаев В.М., Айда-заде К.Р. О численном решении нагруженных уравнений //Вычисл. матем. и матем. физ. - 2004. - Т. 44, №9. -С. 1585-1595.
6. Абдуллаев В.М., Айда-заде К.Р. О численном решении нагруженных дифференциальных уравнений // Вычисл. матем. и матем. физ. - 2004. - Т. 44, № 9. - С. 1585-1595.

7. Бакирова Э.А. О признаке однозначной разрешимости двухточечной краевой задачи для системы нагруженных дифференциальных уравнений. // Известия НАН РК. Сер. физ.-матем. - 2005. - № 1. –С. 95-102.
8. Кадирбаева Ж.М. Об одном алгоритме нахождения решения линейной двухточечной краевой задачи для нагруженных дифференциальных уравнений // Математический журнал. - Алматы, 2009. - Т.9, №2(32). –С. 25-34.

Аннотация. Рассматривается линейная двухточечная краевая задача для систем нагруженных дифференциальных уравнений. Для решения рассматриваемой задачи применяется метод параметризации. Линейная двухточечная краевая задача для систем нагруженных дифференциальных уравнений путем введения дополнительных параметров в точках нагружения сводится к эквивалентной краевой задаче с параметрами. Эквивалентная краевая задача с параметрами состоит из задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с параметрами, краевого условия и условия непрерывности. Решение задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с параметрами строится с помощью фундаментальной матрицы дифференциального уравнения. Подставляя значения в соответствующих точках построенного решения в краевое условие и условие непрерывности, составляется система линейных алгебраических уравнений относительно параметров. Установлен критерий однозначной разрешимости линейной двухточечной краевой задачи для систем нагруженных дифференциальных уравнений в терминах матрицы системы линейных алгебраических уравнений относительно параметров. Статья иллюстрируется примером для нахождения решения линейной двухточечной краевой задачи для систем нагруженных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: уравнение, нагрузка, разрешимость, фундаментальная матрица.

Abstract. A linear two-point boundary value problem for the system of loaded differential equations is considered. The method of parameterization is used for solving the considering problem. The linear two-point boundary value problem for the system of loaded differential equations by introducing additional parameters at the loading points is reduced to an equivalent boundary value problem with parameters. The equivalent boundary value problem with parameters consist of the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations with parameters, boundary condition and condition of continuity. The solution of the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations with parameters is constructed using the fundamental matrix of the differential equation. The system of a linear algebraic equations with respect to the parameters are composed by substituting the values of the corresponding points in the built solutions to the boundary condition and the condition of continuity. A criterion of the unique solvability of the linear two-point boundary value problem for the system of loaded differential equations in terms of the matrix of system of the linear algebraic equations with respect to the parameters. The article is illustrated by an example for finding the solution of the linear two-point boundary value problem for the system of loaded differential equations.

Keywords: equation, load, solvability, fundamental matrix.

УДК 517.956

Е.Т. КИТАЙБЕКОВ

ЗАДАЧА ДИРИХЛЕ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ТРЕХМЕРНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ВЫРОЖДЕНИЕМ ТИПА И ПОРЯДКА

(г. Алматы, Казахский национальный педагогический университет имен Абая, *-докторант)

Аннотация. В работе показана, что разрешимость задачи Дирихле в цилиндрической области для трехмерных гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка. Известно, что для уравнений в частных производных гиперболического типа краевые задачи с данными на всей границе области служат примером некорректных поставленных задач. Корректность задачи

Дирихле в цилиндрической области для вырождающихся многомерных гиперболических уравнений ранее доказаны.

Ключевые слова: Разрешимость, задача Дирихле, область, гиперболическое уравнение, вырождение типа и порядка, система функций

В теории уравнений частных производных гиперболического типа краевые задачи с данными на всей границе области служат примером некорректности поставленных задач [1,2]. Корректность задачи Дирихле в цилиндрической области для вырождающихся многомерных гиперболических уравнений доказаны в [3,4]

В работе показана, разрешимость задачи Дирихле в цилиндрической области для трехмерных гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка .

1. Постановка задачи и результаты. Пусть D_β – цилиндрическая область евклидова пространства E_3 точек (x_1, x_2, t) , ограниченная цилиндром $\Gamma = \{(x, t) : |x| = 1\}$, плоскостями $t = \beta > 0$ и $t = 0$, где $|x|$ – длина вектора $x = (x_1, x_2)$. — Части этих поверхностей, образующих границу, ∂D_β области D_β , обозначим через $\Gamma_\beta, S_\beta, S_0$ соответственно.

В области D_β рассмотрим взаимосопряженные трехмерные гиперболические уравнения

$$Lu \equiv \sum_{i=1}^2 k_i(t) u_{x_i x_i} - k_3(t) u_{tt} + \sum_{i=1}^2 a_i(x, t) u_{x_i} + b(x, t) u_t + c(x, t) u = 0, \quad (1)$$

где $k_i(t) > 0$ при $t > 0$ и обращаются в ноль при $t = 0, k_i(t) \in C([0, \beta]) \cap C^2((0, \beta)), i = 1, 2, 3$.

В дальнейшем нам понадобится связь декартовых координат x_1, x_2, t с полярными $r, \theta, t : x_1 = r \cos \theta, x_2 = r \sin \theta, r \geq 0, 0 \leq \theta < 2\pi$.

Задача 1. Найти решение уравнения (1) в области D_β из класса $C(\overline{D_\beta}) \cap C^2(D_\beta)$, удовлетворяющее краевым условиям

$$u|_{S_\beta} = \varphi(r, \theta), \quad u|_{\Gamma_\beta} = \psi(t, \theta), \quad u|_{S_0} = \tau(r, \theta), \quad (2)$$

при этом $\varphi(1, \theta) = \psi(\beta, \theta), \psi(0, \theta) = \tau(1, \theta)$.

Пусть $\frac{a_i(r, \theta, t)}{k_3}, \frac{b(r, \theta, t)}{k_3}, \frac{c(r, \theta, t)}{k_3} \in C(\overline{D_\beta}) \cap C^2(D_\beta), i = 1, 2$.

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Тогда справедлива.

Теорема.

Если $\varphi(r, \theta) \in C(\bar{S}_\beta) \cap C^3(S_\beta), \psi(t, \theta) \in C(\bar{\Gamma}_\beta) \cap C^3(\Gamma_\beta), \tau(r, \theta) \in C(\bar{S}_0) \cap C^3(S_0)$ и выполняется условие

$$\cos \mu_s \beta'_n \neq 0, s = 1, 2, \dots, \quad (3)$$

то задача 1 имеет решение, где $\mu_{s,n}$ – положительные нули функций Бесселя первого

рода $J_n(z), \beta'_n = \int_0^\beta \sqrt{\frac{[k_1(\xi) + k_2(\xi)]}{2k_3(\xi)}} d\xi, n = 0, 1, \dots$

2. Доказательство теоремы 1. Решение задачи 1 в полярных координатах будем искать в виде ряда

$$u(r, \theta, t) = u_{10}(r, t) + \sum_{n=1}^{\infty} (u_{1n}(r, t) \cos n\theta + u_{2n}(r, t) \sin n\theta), \quad (4)$$

где $u_{10}(r, t), u_{1n}(r, t), u_{2n}(r, t)$ – функция, которые будут определены ниже.

Подставив (4) в (1), в полярных координатах будем иметь

$$\begin{aligned} Lu \equiv & k_1(t) \left(\cos^2 \theta u_{10rr} + \frac{\sin^2 \theta}{r} u_{10r} \right) + k_2(t) \left(\sin^2 \theta u_{10rr} + \frac{\cos^2 \theta}{r} u_{10r} \right) - k_3(t) u_{10t} + \\ & + a_1(r, \theta, t) \cos \theta u_{10r} + a_2(r, \theta, t) \sin \theta u_{10r} + b(r, \theta, t) u_{10t} + c(r, \theta, t) u_{10} + \\ & + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ k_1(t) \left[\cos^2 \theta (\cos n\theta u_{1nrr} + \sin n\theta u_{2nrr}) + \frac{\sin^2 \theta}{r} (\cos n\theta u_{1nr} + \sin n\theta u_{2nr}) + \right. \right. \\ & + \frac{n \sin 2\theta}{r} (\sin n\theta u_{1nr} - \cos n\theta u_{2nr}) + \left. \frac{n \sin 2\theta}{r^2} (\cos n\theta u_{2n} - \sin n\theta u_{1n}) - \right. \\ & - \left. \frac{n^2 \sin^2 \theta}{r^2} (\cos n\theta u_{1n} + \sin n\theta u_{2n}) \right] + k_2(t) \left[\sin^2 \theta (\cos n\theta u_{1nrr} + \sin n\theta u_{2nrr}) + \right. \\ & + \frac{n \sin 2\theta}{r} (\cos n\theta u_{2nr} - \sin n\theta u_{1nr}) + \frac{\cos^2 \theta}{r} (\cos n\theta u_{1nr} + \sin n\theta u_{2nr}) + \\ & + \left. \frac{n \sin 2\theta}{2r^2} (\sin n\theta u_{1n} - \cos n\theta u_{2n}) - \frac{n^2}{r^2} \cos^2 \theta (\cos n\theta u_{1n} + \sin n\theta u_{2n}) \right] - k_3(t) u_{1nt} \cos n\theta - \\ & - u_{2nt} \sin n\theta + a_1 \left[\cos \theta (\cos n\theta u_{1nr} + \sin n\theta u_{2nr}) + \frac{n \sin \theta}{r} (\sin n\theta u_{1n} - \cos n\theta u_{2n}) \right] + \\ & + a_2 \left[\sin \theta (\cos n\theta u_{1nr} + \sin n\theta u_{2nr}) + \frac{n \cos \theta}{r} (\cos n\theta u_{2n} - \sin n\theta u_{1n}) \right] + \\ & + b(\cos n\theta u_{1nr} + \sin n\theta u_{2nr}) + c(\cos n\theta u_{1n} + \sin n\theta u_{2n}) \} = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Теперь полученное выражение (5) сначала умножим на $\rho(\theta) \neq 0$, а затем проинтегрируем от 0 до 2π . После несложных преобразований получим ряд

$$\begin{aligned} & \frac{(k_1 + k_2)}{2} \rho_{10} \left(u_{10rr} + \frac{1}{r} u_{10r} \right) - k_3(t) \rho_{10} u_{10t} + \frac{(k_1 - k_2)}{2} d_{10} \left(u_{10rr} - \frac{1}{r} u_{10r} \right) + \\ & + a_{10}(r, t) u_{10r} + b_{10}(r, t) u_{10t} + c_{10}(r, t) u_{10} + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \sum_{j=1}^2 \left[\frac{(k_1 + k_2)}{2} \rho_{jn} (u_{jnrr} + \right. \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{1}{r} u_{jnr} - \frac{n^2}{r^2} u_{jn} - k_3(t) \rho_{jn} u_{jnt} + \frac{(k_1 - k_2)}{2} d_{jn} \left(u_{jnrr} - \frac{1}{r} u_{jnr} + \frac{n^2}{r^2} u_{jn} \right) + \quad (6) \\
 & + \left. \frac{(k_2 - k_1)n}{2} e_{jn} \left(u_{jnr} - \frac{u_{jn}}{r} \right) + a_{jn}(r, t) u_{jnr} + b_{jn}(r, t) u_{jnt} + c_{jn}(r, t) u_{jn} \right\} = 0, \\
 & \rho_{1n} = \int_0^{2\pi} \rho(\theta) \cos n\theta d\theta, \rho_{2n} = \int_0^{2\pi} \rho \sin n\theta d\theta, d_{1n} = \int_0^{2\pi} \rho \cos 2\theta \cos n\theta d\theta, \\
 & d_{2n} = \int_0^{2\pi} \rho \cos 2\theta \sin n\theta d\theta, e_{1n} = - \int_0^{2\pi} \rho \sin 2\theta \sin n\theta d\theta, e_{2n} = \int_0^{2\pi} \rho \sin 2\theta \cos n\theta d\theta, \\
 & a_{1n} = \int_0^{2\pi} \rho (a_1 \cos \theta + a_2 \sin \theta) \cos n\theta d\theta, a_{2n} = \int_0^{2\pi} \rho (a_1 \cos \theta + a_2 \sin \theta) \sin n\theta d\theta, \\
 & b_{1n} = \int_0^{2\pi} \rho b \cos n\theta d\theta, b_{2n} = \int_0^{2\pi} \rho b \sin n\theta d\theta, c_{1n} = \int_0^{2\pi} \rho \left[(a_1 \sin \theta - a_2 \cos \theta) \frac{n \sin n\theta}{r} + c \cos n\theta \right] d\theta, \\
 & c_{2n} = \int_0^{2\pi} \rho \left[(a_2 \cos \theta - a_1 \sin \theta) \frac{n \cos n\theta}{r} + c \sin n\theta \right] d\theta, n = 0, 1, \dots
 \end{aligned}$$

Далее рассмотрим бесконечную систему дифференциальных уравнений

$$k(t) \rho_{10} \left(u_{10rr} + \frac{1}{r} u_{10r} \right) - k_3(t) \rho_{10} u_{10t} = 0, k(t) = \frac{k_1(t) + k_2(t)}{2}, \quad (7)$$

$$\begin{aligned}
 k(t) \rho_{j1} \left(u_{j1rr} + \frac{1}{r} u_{j1r} - \frac{u_{j1}}{r^2} \right) - k_3(t) \rho_{j1} u_{j1t} = \frac{(k_1 - k_2) d_{10}}{2} \left(u_{10rr} - \frac{u_{10r}}{r} \right) - a_{10} u_{10r} - \\
 - b_{10} u_{10t} - c_{10} u_{10}, \quad (8)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k(t) \rho_{jn} \left(u_{jnrr} + \frac{1}{r} u_{jnr} - \frac{n^2}{r^2} u_{jn} \right) - k_3(t) \rho_{jn} u_{jnt} = - \frac{(k_1 - k_2)}{2} d_{jn-1} \left(u_{jn-1rr} - \frac{1}{r} u_{jn-1r} + \right. \\
 \left. + \frac{(n-1)^2}{r^2} u_{jn-1} \right) - \frac{(k_2 - k_1)(n-1)}{r} e_{jn-1} \left(u_{jn-1r} - \frac{u_{jn-1}}{r} \right) - \\
 - a_{jn-1} u_{jn-1r} - b_{jn-1t} u_{jn-1t} - c_{jn-1} u_{jn-1}, j = 1, 2, n = 2, 3, \dots \quad (9)
 \end{aligned}$$

Нетрудно показать, что если $\{u_{10}, u_{jn}\}, j = 1, 2, n = 2, 3, \dots$ – решение системы (7)-(9), то оно является и решением уравнения (6).

Далее, учитывая ортогональность ([5]) систем тригонометрических функций $\{1, \cos n\theta, \sin n\theta, n = 1, 2, \dots\}$ - на отрезке $[0, 2\pi]$ из краевого условия (2) в силу (4) будем иметь

$$u_{10}(r, \beta) = \varphi_{10}(r), u_{10}(1, t) = \psi_{10}(t), u_{10}(r, 0) = \tau_{10}(r), \quad (10)$$

$$u_{jn}(r, \beta) = \varphi_{jn}(r), u_{jn}(1, t) = \psi_{jn}(t), u_{jn}(r, 0) = \tau_{jn}(r), j = 1, 2, n = 1, 2, \dots, \quad (11)$$

$$\varphi_{10}(r) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(r, 0) d\theta, \psi_{10}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \psi(t, \theta) d\theta, \tau_{10}(r) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \tau(r, \theta) d\theta,$$

$$\varphi_{jn}(r) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(r, \theta) \cos n\theta d\theta, \psi_{jn}(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \psi(t, \theta) \cos n\theta d\theta, \tau_{jn}(r) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \tau(r, \theta) \cos n\theta d\theta,$$

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

$$\varphi_{2n}(r) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(r, \theta) \sin n\theta d\theta, \psi_{2n}(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \psi(t, \theta) \sin n\theta d\theta, \tau_{2n}(r) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \tau(r, \theta) \sin n\theta d\theta.$$

Таким образом, задача 1 сведена к системе задач Дирихле и Пуанкаре для уравнений (7) -(9) с данными (10),(11). Теперь будем находить решения этих задач.

Нетрудно заметить, что каждое уравнение системы (7) -(9) можно представить в виде

$$\bar{k}(t) \left(u_{nrr}^k + \frac{1}{r} u_{nr}^k - \frac{n^2}{r^2} u_n^k \right) - u_{ntt} = f_n^k(r, t), n = 0, 1, \dots, \quad (12)$$

где $\bar{k}(t) = \frac{k(t)}{k_3(t)}$, $f_n^k(r, t)$ определяются из предыдущих уравнений этой системы, при этом

$$f_0(r, t) \equiv 0.$$

В [3,4] показаны, что при выполнении условия (3), задачи для уравнения (12) с краевыми условиями (10)-(11) имеют единственные решения.

Следовательно, сначала решив задачу (7), (10) ($j = 1, n = 0$), а затем (8), (11)

($j = 1, 2, n = 1$) и т.д. найдем последовательно все $u_{10}(r, t), u_{jn}(r, t), j = 1, 2, n = 1, 2, \dots$

Итак, в области D_β , имеет место

$$\int_0^{2\pi} \rho(\theta) Lu d\theta = 0. \quad (13)$$

Пусть $f(r, \theta, t) = R(r)\rho(\theta)T(t)$, причем $R(r) \in V_0, V_0$ – плотна в $L_2((0, 1))$,

$\rho(\theta) \in C^\infty((0, 2\pi))$ – плотна в $L_2((0, 2\pi))$, а $T(t) \in V_1, V_1$ – плотна в $L_2((0, \beta))$. Тогда $f(r, \theta, t) \in V, V = V_0 \otimes (0, 2\pi) \otimes V_1$ – плотна в $L_2(D_\beta)$ ([5]).

Отсюда и из (13), следует, что

$$\int_{D_\beta} f(r, \theta, t) Lu dD_\beta = 0$$

и

$$Lu = 0, \forall (r, \theta, t) \in D_\beta.$$

Таким образом, решением задач 1 является функция (4), где $u_{10}(r, t), u_{jn}(r, t), j = 1, 2, n = 1, 2, \dots$ определяются из предыдущих двумерных задач.

Учитывая ограничения на коэффициенты уравнения (1) и на заданные функции $\varphi(r, \theta), \psi(t, \theta), \tau(r, \theta)$, аналогично как в [3,4], можно показать, что полученное решение (4) принадлежит классу $C(\bar{D}_\beta) \cap C^2(D_\beta)$.

Следовательно, разрешимость задачи 1 установлено.

1. Бицадзе А.В. Уравнения смешанного типа, М.: Изд-во АН СССР, 1959 -164с.
2. Нахушев А.М. Задачи со смещением для уравнения в частных производных, М.: Наука, 2006 - 287с.
3. Алдашев С.А. Корректность задачи Дирихле и Пуанкаре в цилиндрической области для многомерного уравнения Чаплыгина // Владикавказский матем. журнал, 2013, т.15, вып.2-с.3-10
4. Алдашев С.А. Корректность задач Дирихле и Пуанкаре в цилиндрической области для вырождающихся многомерных гиперболических уравнения с оператором Чаплыгина//Научные ведомости БелГУ, серия: Математика, физика, 2012, №5(124), вып. 26-с. 12-25

5. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа М.: Наука, 1976 -543 с.

Аңдатпа. Жұмыста түрі мен реті азғындалған үш өлшемді цилиндрлік облыста гиперболалық теңдеулерге Дирихле есебінің шешімі барлығы көрсетілген. Гиперболалық дербес туындылы теңдеулерге қарастырылған шеттік есептерге барлық обылыстың шекарасында берілген болса, онда ол есептер корректна емес есептер мысалына жатады.

Азғындалған көпөлшемді гиперболалық теңдеулерге цилиндрлік облыста Дирихле есебінің бірімәнді шешімі барлығы бұрын дәлелденген.

Түйін сөздер: Шешімі бар, Дирихле есебі, область, гиперболалық теңдеу, түрі мен реті азғындалған, функциялар жүйесі

Abstract. In the work the author demonstrated solvability of Dirichlet problem in a cylindrical domain for three-dimensional hyperbolic equations with type and order confluence. It is known that for equalizations in the partials of hyperbolic type regional tasks with data on all border of area exemplify improper the put tasks.

Correctness of Dirichlet problem in a cylindrical domain for confluent multidimensional hyperbolic equations is proved.

Keywords: Solvability, Dirichlet problem, domain, hyperbolic equalization, with type and order confluence, system of functions

УДК 622.2

Д.Р. Омарова, А.Т. Рахымова

ТЕСТОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ НАГНЕТАНИЕМ ВОДЫ В МОДЕЛЯХ С ПЛАСТОВЫМИ УСЛОВИЯМИ

(г. Алматы, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахский национальный педагогический университет имени Абая)

Аннотация. В работе исследуются тестовые модели вытеснения нефти с учетом водонефтяного контакта. Рассматриваются случаи с наличием движущихся подошвенных вод (aquifer) и без них. Модели имеют одинаковую геометрическую и параметрическую форму. В моделях рассматривается двухфазное течение жидкостей. Целью сравнения является изучение факторов, влияющих на добычу нефти, при наличии природных явлений, встречающихся в реальных условиях.

Ключевые слова: подошвенные воды, нефть, давление, дебит, резервуар.

В нефтегазовой отрасли существуют несколько этапов разработки нефтегазовых месторождений. Первым этапом является эксплуатация месторождений в естественных для разрабатываемых пластов условий, т.е. выталкивающей силой для флюидов является энергия самого пласта. Как известно, нефть двигается по пласту-коллектору к добывающей скважине под действием перепада давления. Движение происходит при условии, что в пласте давление выше, чем на забое скважины [1,2].

В начальной стадии разработки нефтяного месторождения пластового давления, как правило, достаточно для обеспечения притока нефти к скважине. Впоследствии пластовое давление постепенно снижается и для его поддержания требуется проведение специальных мероприятий (организация закачки воды, газа и т.п.). Первичные способы - это способы разработки, основанные на извлечении нефти с использованием

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

потенциала внутренней энергии пласта. Приток нефти обеспечивается за счет естественных сил [3].

Водонапорный режим является основной силой, двигающей нефть к забою скважины, характеризуется напором пластовых вод, при котором происходит компенсирование отбора жидкости продвижением пластовой воды в продуктивную часть пласта. Такой режим обычно формируется в водонапорных комплексах литологически однородных и выдержанных высокопроницаемых пластов при относительной близости залежей к областям питания водонапорного комплекса. Конечная нефтеотдача при таком режиме достигает 65-80% [1,4].

В данной работе исследуется влияние подошвенных вод на процесс добычи нефти в резервуаре. Рассмотрим две модели, которые различаются по начальным условиям сосуществования двух фаз (нефтяной и водной) в пласте-коллекторе. Под условиями сосуществования мы имеем в виду в первом случае - наличие движущихся подошвенных вод (aquifer), а во втором случае отсутствие таковых, т.е. вода во втором случае появится в резервуаре только с началом ее закачки через нагнетательную скважину. Целью сравнения является изучение факторов, влияющих на добычу нефти, при наличии природных явлений, встречающихся в реальных резервуарах.

Описание модели. Модели имеют одинаковую геометрическую и параметрическую форму, т.е. одинаковое количество клеток в сетке и их расположение относительно друг друга. В моделях рассматривается двухфазное течение жидкостей, т.е. углеводородная фаза не содержит газовых шапок и растворенных в нефти или воде газов. Первая модель не имеет абсолютно никакой воды изначально в резервуаре, а значит насыщена нефтью на 100%.

Вторая модель предполагает наличие движущихся подошвенных вод (aquifer), что существенно влияет на раннее обводнение скважины в период добычи. Каждая модель имеет параметры 150 м длины и ширины 150 м прямоугольной формы, которая построена согласно геологическому строению части реального казахстанского месторождения Карабулак. Кровля резервуара находится на глубине 1394,8 м. Размер одной ячейки в длину и ширину составляет 2 м в X и Y направлениях. Придавая всем клеткам одинаковые размеры и ориентацию в пространстве, мы можем избежать геометрических осложнений в расчетах и предотвратить долговременные симуляции модели. В направлении Z, т.е. по глубине клетки слои имеют различную толщину, согласно глубине расположения каждой толщины. Общая толщина, симулируемая в модели равна 188,7 м.

Пористость модели. Средняя пористость матрицы равна 30 %. Тот факт, что пористость при симуляции имеет минимальное значение в отличие от проницаемости дает нам возможность не усложнять симуляцию, отобразив лишь среднюю плотность по всей геометрии, тем самым не нарушая закон о потенциально возможном объеме флюидов для нагнетания в пласт. Проницаемость коллектора меняется по глубине с десятым порядком, 0,3-10,5 мДарси. Начальное давление в модели пласта составляет 55 бар так же, как и в реальном месторождении на заданных глубинах. Дальнейшие изменения давления относятся к скорости закачки воды физического процесса вытеснения нефти водой. Температура резервуара считается константой, равной 55 ° C, потому что никакие тепловые процессы не происходят во все время нагнетания воды в резервуар.

Все скважины имеют трансмиссивность в 2 сПуаз*м³/день/бар и открыты в течение всего времени моделирования. Плотность породы согласно данным химиков из эксперимента равна 2700 кг/м³. Сжимаемость породы равна 4E-4 бар⁻¹. Непроходимое поровое пространство составляет 0,1 доли (около 10 процентов от общего объема пор имеет нерабочие характеристики, указывает на неоднородность породы что приближает

нас к свойствам пород в реальных условиях). Период нагнетания было решено принять как нагнетание несоленой воды продолжительностью в 2500 дней, то есть мы делим этот период закачки на шаги по времени. Шаг по времени, выбранный для модели, составляет 20 дней, значит общее количество шагов 125.

Во время моделирования в качестве основного параметра, контролирующего закачку воды в нагнетательной скважине, был использован объем нагнетания, т.е. в симуляторе мы задавали ключевое слово «RATE» (нагнетаемый объем жидкости), которое для нашего случая равно 1700 м³/день. Для добывающих же скважин контролирующим параметром должно было стать забойное давление, соответствующее ключевому слову «ВНР» (забойное давление), которое мы устанавливаем равное начальному давлению резервуара 55 бар, и не меняющееся в течение всего периода добычи вне зависимости от изменений среднего давления в резервуаре.

Движущиеся подошвенные воды дают дополнительный приток в резервуар размером в 2600 м³ в день. Так называемый «aquifer», присоединен к модели на глубине 1558,8 м и доходит до самого дна модели. Течение происходит в направлении I+. Однако первая модель изначально не имеет остаточной водонасыщенности и проникновение воды в резервуар таким образом произойдет через нагнетательную скважину и движущиеся подошвенные воды впервые.

Модель предполагает пятиточечную схему скважин, четыре из которых, находящиеся по углам, являются добывающими и одна скважина в центре модели – нагнетательная.

Численный результат. На основе свойств резервуара симулируем тестовые модели на программном обеспечении ECLIPSE.

На рисунке 1 отображена эволюция давления резервуара Модели № 1 во времени при закачке воды через одну скважину и добыче через четыре длительностью в 2500 дней. График давления соответствует ситуации реального месторождения и показывает высокий скачок в начальный период – около 100 дней. Давление в этом случае на этом отрезке времени также растет и достигает почти 300 бар, в то время как начальное давление было 55 бар. Здесь давление превышает давление первой модели на 60 бар, что может быть обусловлено тем, что труднее вытеснить чистую фазу нефти нежели с начальной водонасыщенностью, а значит надо прилагать больше усилий для закачки постоянного объема воды и осуществлять большую репрессию на пласт.

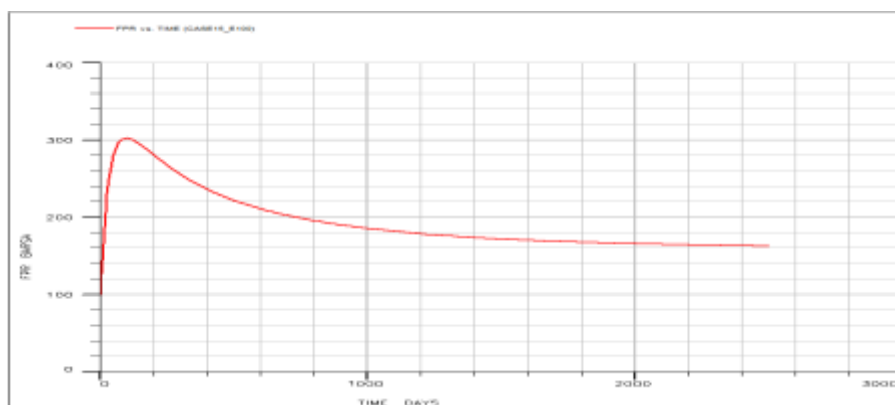


Рисунок 1 – Среднее давление резервуара в зависимости от времени

Далее в течение всего остального периода симуляции мы также наблюдаем постепенное снижение давления в резервуаре таким образом, что на конечный день оно составляет около 180 бар, что на 40 бар выше чем в первой модели. Такие относительно небольшие девиации в давлении резервуара говорят нам о том, что несмотря на разность

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

плотностей и вязкостей начальной и закачиваемой фаз, мы контролируя водонефтяной контакт ниже забоев скважин избегаем пертурбаций в работе по разработке эксплуатационного объекта. Вполне типичная форма кривой давления говорит нам о правильности подхода к моделированию и ни каких дополнительных явлений в модели не отображает.

Последнее предположение вновь показало нам необходимость разобрать график добычи воды в течении всего времени симуляции, приведенный на рисунке 2. Изначальная добыча воды предполагалась равной нулю в начальный момент исходя из формулировки модели в целом и картина, сложившаяся в ходе симуляции следующая: кривая добычи воды, является постоянно растущей функцией, что и подтверждает последнее предположение. Ключевым моментом здесь является временная точка начала добычи воды, при условии нулевой водонасыщенности. Начальный дебит воды в данной модели составляет 0 м³/сутки, а сама добыча воды начинается примерно на 36-37 дне и растет постепенно в течение всего времени симуляции. К концу симуляции добыча воды составляет около 1320 м³/сутки, что на 40 м³/сутки меньше конечной скорости добычи воды в первой модели.

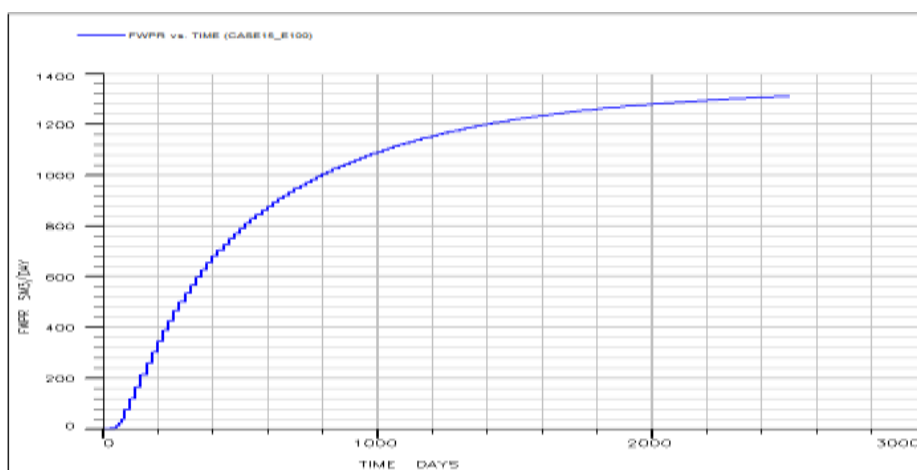


Рисунок 2 – Скорость добычи нефти в зависимости от времени

Далее приведены графики общего количества добытой нефти и воды, приведенных на рисунке 3, что свидетельствует о том, что в конечный момент времени общее количество добытой воды в 3,11 раз превышает общее количество добытой нефти, а именно на 850000 м³ нефти приходится 2650000 м³ воды. В сравнении с первой моделью, где соотношение составляет 1:5, во второй модели улучшаются характеристические параметры моделирования.

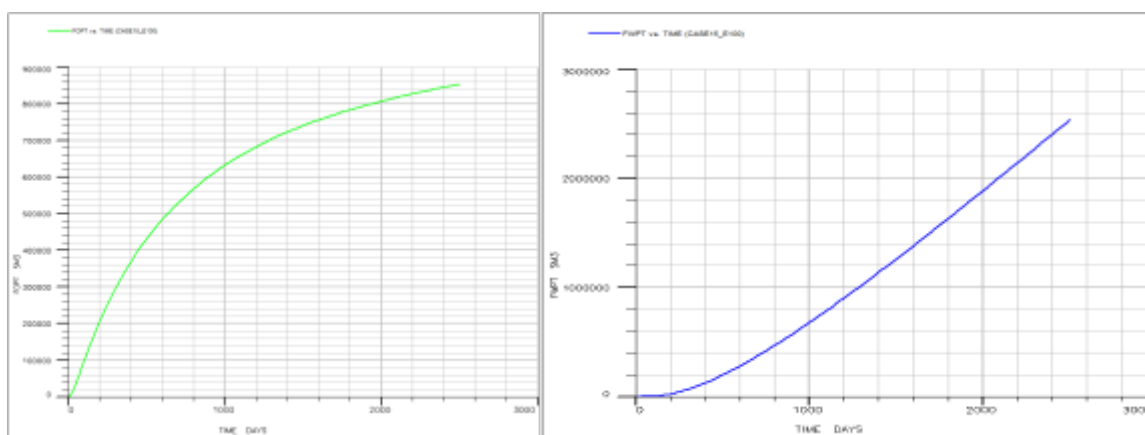


Рисунок 3 – Общий объем добытой нефти (сверху) и воды (снизу) в зависимости от времени

Дальнейший анализ, был произведен в соответствии с данными по скважинам.

Изменение давления на забое нагнетательной скважины, для поддержания постоянного количества закачиваемой жидкости, представлено на рисунке 4. На этом графике мы можем также проследить полное соответствие с данными общего среднего давления в резервуаре с девиацией на начальную точку. Если начальное давление в резервуаре составляло 55 бар, то в нагнетательной скважине оно было около 300 бар, что указывает на большие усилия условного насоса, установленного на нагнетательной скважине, и это давление больше чем в первой модели на 40 бар как и разница в средних давлениях резервуаров этих двух моделей на этом временном отрезке. Давление в конечной точке этой модели составляет 280 бар также как и в первой модели.

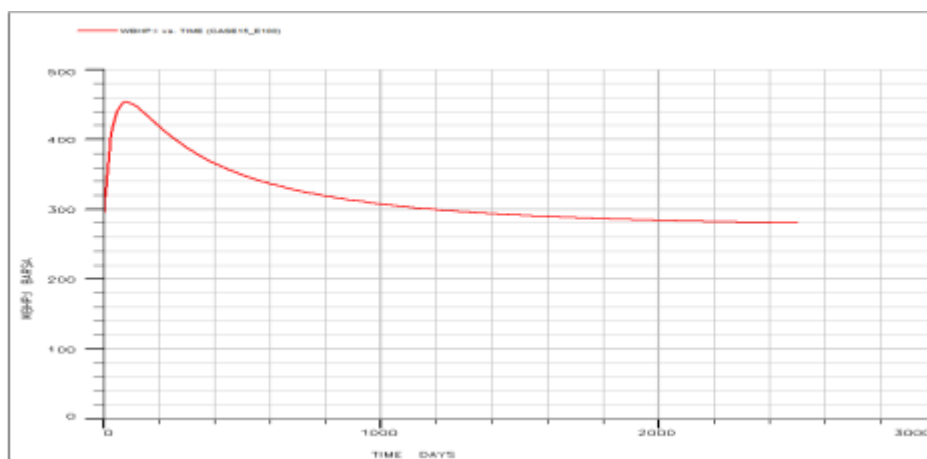


Рисунок 4 – Давление на забое нагнетательной скважины в зависимости от времени

Единственный пункт, который нужно указать, это то, что на уже известном отрезке времени в 50 дней, где многие графики показывают пик или наибольшее значение величины, скачок для этой модели составляет 460 бар.

Второй моделью для рассмотрения является модель, содержащая движущиеся подошвенные воды на глубине 1558,8 м, причем забои добывающих скважин этих вод не достигают. Начать стоит с рассмотрения вклада этих самых подошвенных вод в общую картину движения жидкостей в резервуаре. Первый график, отображенный на рисунке 5 относительно подошвенных вод показывает нам какое количество воды было внесено подошвенными течениями в общий приток жидкости в резервуар.

Интересное поведение подошвенных течений показывает нам отток жидкости из пласта вместе с ними на отрезке времени в первые 100 дней. Данный факт может быть интерпретирован как смешение нефтяной и вновь прибывшей водной фаз, и как следствие, образование некоего химико-физического межфазного шока, что повлияло на движение нефти в сторону воды и наоборот. Это означает что некое количество нефти было поглощено водой, однако для получения более точных ответов необходимо провести дальнейший анализ графиков модели. Форма кривой на период первых ста дней говорит о скачковом нелинейном характере шока.

Рисунок 5 отображает общее количество нефти, поглощенной подошвенными водами, и эта величина составляет около 2600 м^3 , что полностью соответствует количеству жидкости, установленному как входящее в пласт на время симуляции. Получается что 2600 м^3 понадобилось всего 100 дней для внедрения в пласт в данных условиях проницаемости слоев матрицы.

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

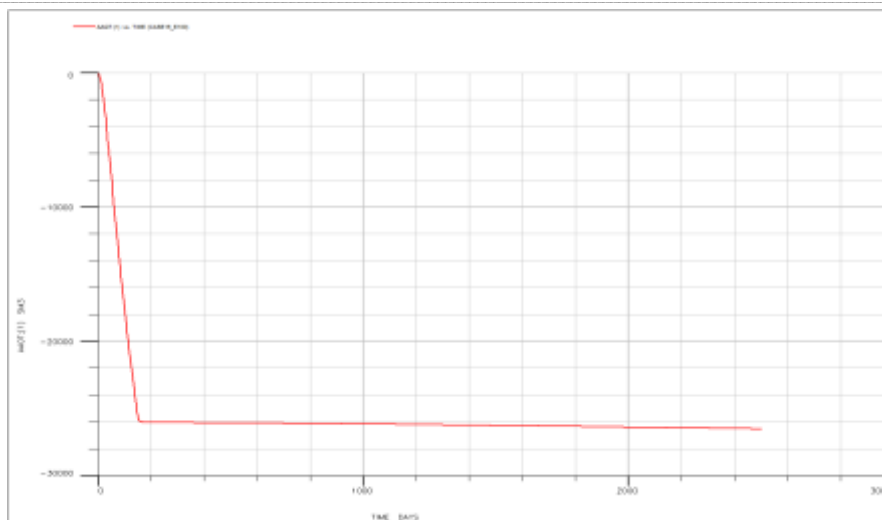


Рисунок 5 – Общий объем жидкости поступивший с движущимися подошвенными водами

На рисунке 6 отображена эволюция давления резервуара Модели № 2 во времени при закачке воды через одну скважину и добыче через четыре длительностью в 2500 дней.

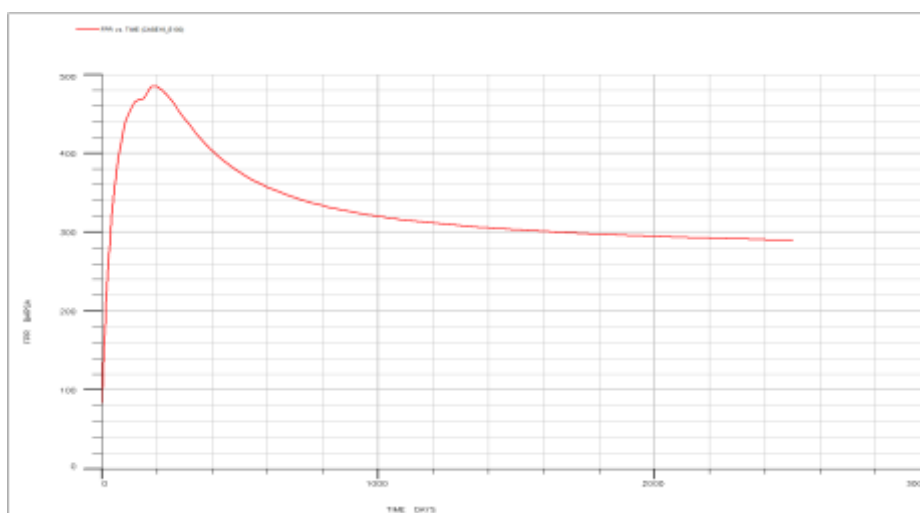


Рисунок 6 – Среднее давление резервуара в зависимости от времени

График давления так же как и в предыдущей модели соответствует ситуации реального месторождения и показывает высокий скачок в начальный период – около 100 дней. Давление в этом случае на этом отрезке времени также растет и достигает почти 480 бар, в то время как начальное давление было 55 бар. Данная модель показывает более высокий показатель давления в сравнении с Моделью №1, здесь давление превышает давление первой модели на сотню бар, что может быть обусловлено тем, что наличие движущихся подошвенных вод может оказывать огромное влияние и вносить свой вклад в среднее по резервуару давление. Далее в течение всего остального периода симуляции мы также наблюдаем постепенное снижение давления в резервуаре таким образом, что на конечный день оно составляет около 300 бар, что превышает показатель предыдущей модели в 2 раза и является весомым аргументом в пользу использования данной техники поддержания пластового давления при симуляции вытеснения нефти водой. Также вполне типичная форма кривой давления говорит нам о правильности подхода к моделированию и ни каких дополнительных явлений в модели не отображает.

Следующие графики, полученные в ходе симуляции свидетельствуют о том, что добывающие скважины в этом случае уже не находятся в эквипотенциальных условиях, так как движение подошвенных вод осуществляется только со стороны одной поверхности модели, а значит только две из скважин, а именно прилегающие к поверхности соприкосновения с подошвенными водами, будут подвержены влиянию этих самых вод на начальном периоде симуляции. Графики скорости добычи в данном случае не совпадают. Данный факт отображен на рисунке 7, где мы видим только две рабочие скважины.

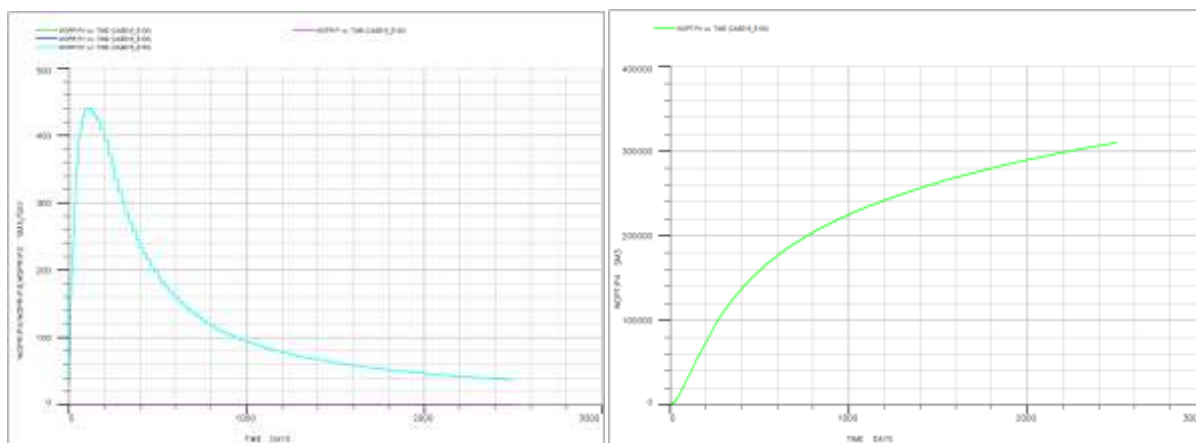


Рисунок 7 – Производительность добывающих скважин в зависимости от времени

В электронном отчете о ходе симуляции было получено предупреждение о невозможности добычи в связи со сложившимися условиями в резервуаре и дальнейшем их закрытии, так что только скважины № 2 и 4 имеют рабочие характеристики в данной модели. Это те самые две скважины, прилегающие к поверхности соприкосновения с подошвенными водами.

1. Ларри Лейк. Основы методов увеличения нефтеотдачи. – Остин, 2005. – 449 с.
2. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа: учебное пособие, Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012, 99 с., Гладков Е.А.
3. Гафаров Ш. А. Физика пласта: учеб. пособие/ Ш. А. Гафаров, А.В. Лысенков.- Уфа: ООО «Монография», 2008. 224 с.
4. Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело", 2008. Исследование возможности применения растворов полимеров в качестве агентов вытеснения нефти на месторождениях с аномально низкими пластовыми температурами, Федорова А.Ф., Шиц Е.Ю., Портнягин А.С.

Аңдатпа. Жұмыста су-мұнай байланысын ескергендегі мұнай өндірудің тестілік моделдері зерттеледі. Қозғалмалы табан сулары бар болғандағы және олардың болмауы екі жағдай қарастырылған. Екі моделдердің геометриялық және параметрілік формалары бірдей алынған. Бұл моделдерде екіфазалы сұйықтың ағысы қарастырылған. Салыстыру мақсаты табиғи жағдайлардың ықпалы бар кезде мұнай өндіруге әсер ететін факторларды зерттеу болып табылады.

Түйін сөздер: табан сулары, мұнай, қысым, шығын, резервуар.

Abstract. In this paper we study the oil displacement test models based oil-water contact. We consider the cases with the presence of bottom water (aquifer) and without it. The models have the same geometric and parametric form. In the models we consider two-phase fluid flow. The purpose of the

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

comparison is the study of factors affecting to oil production, in the presence of natural phenomena that occur in the real conditions.

Keywords: *aquifer, oil pressure, flow rate, reservoir.*

UDC 622.27

A.T. Rakhymova, D.R. Omarova, K.A. Bostanbekov

NUMERICAL SIMULATION OF POLYMER FLOODING PROCESS

(Almaty, Kazakh National Pedagogical University named after Abai,
Almaty, Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev)

Abstract. *The polymer flooding process for oil displacement is considered in this study. We investigated this paper by using Eclipse simulator and data from chemical experiments. The chemical experiment was held with the help of the UIC-C(2) equipment. Viscosity change of gellan according to the concentration of sodium chloride and potassium chloride was obtained. The comparison of results between numerical and chemical experiments is also performed.*

Keywords: *polymer flooding, simulation, EOR.*

Introduction. Polymer flooding is considered to be one of the EOR techniques. Polymers are widely used in oil industry since 1960s, polymers are added to injecting water in order to decrease its mobility and to increase water viscosity significantly. A small addition of polymer (0.1% – 1% of polymer) can increase the viscosity of the injected fluid by 10 to 100 times. The thickened water becomes a more piston-like and pushes the heavy oil from the injector to the producer. As a result better sweep efficiency and more completely oil displacement coefficients are obtained. The purpose of adding polymer into the water is to reduce the mobility ratio by increasing water viscosity and also reducing the formation permeability [1].

Lenorman carried out some work on the use of several oil that is differing by three orders of magnitude in viscosity. Using a transparent oil-saturated reservoir model has allowed to show the change of water saturation along the model that illustrates the negative impact of high viscosity of oil (relative to water) to the value of oil recovery factor. The obvious solution is increasing the viscosity of the displacing fluid oil was made possible by the rapid development of Macromolecular Chemistry and related appearance on the market of water-soluble polymers with unique thickening ability. In 1959, for the first time by Dow Chemical in the field Niagara (Kentucky, USA), a project of polymer flooding has been realized [2,4].

For many years, most researchers have linked abnormal growth of filtration resistance with a decrease in permeability due to partial plugging of the pore channels in the adsorption of macromolecules of the polymer, the size of which in the dissolved state can reach several microns, i.e. to be commensurate with the diameter of the pore channels. In the 70s it was found that abnormally high filtration flow resistance of the polymer solutions can be connected not only and not so much with the adsorption of the polymer on the matrix.

As gellan is also a biopolymer here in this study the explanation of experience of polymer flooding with the new composition of gellan is given further. The new composition of gellan created by the team of S. Kudaibergenov was used for the injection of aqueous solution of polymer that is transformed into the gel after contacting with brine water in watered out oil formation. The pilot tests that gave yield of 3970 tons of incremental oil during the six months after the treatment were conducted. One ton of dry injected polymer powder allowed helped to

produce 1895 tons of incremental oil while the average value of this parameter in the worldwide projects is equal to 300 tons of incremental oil [3].

Problem statement. To formulate the problem of the project it is needed to describe the chemical experiments which will be simulated further. The experiment itself represents the injection of the Gellan-polymer solution into the core sample taken from oilfield. The experiment is as follows: The experiments were held with the help of the “UIC-C(2)” equipment. It represents a cylindrical core holder (the length is 25 and diameter is 4.3 cm) made from the steel, in which we can create the PVT conditions of the real reservoir, and a mechanism of high pressure pump that injects a certain volume of pure water or polymer and/or salt solution through the core holder. The equipment was to help the chemists to measure permeability and porosity of core materials, the resulting polymer adsorption rate and oil displacement effectiveness [1].

The first step of the experiment was create in the clean core material residual saturation of water, so the core sample is fulfilled by the brine water. The next step of the experiment is to displace the water by oil to create a little oil reservoir in the core sample. The porous space was considered to be saturated fully with the fluids. The sand of the core sample was thoroughly mixed with oil and the sand-oil mixture densely packed into the core holder. For evaluation of oil displacement parameters several pore volumes (1 pore volume was equal to 95 cm^3 of liquid) of water or polymer solutions were pumped through the sand packed tube with constant rate of injection $1 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$. At the end of experiment the sand packed sample was taken out and cut into several pieces to make visual estimation of completeness of oil displacement. Experiments were carried out by using of brine water of 73 g/l salinity and 0.5% aqueous solutions of Gellan and oil displacement agent. All experiments were conducted by preferentially on light oil with density $0.7954 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ and viscosity 135.24 cP. The initial pressure in the model reservoir is considered to be 55 bar just as in the laboratory experiment conducted. The further changes of the pressure relate to the water and polymer injection rates and the physical process of the polymer adsorption [5,6]. The temperature of the reservoir is considered to be constant equal to $55 \text{ }^\circ\text{C}$ because no thermal processes occur during the water and polymer injection, i.e. the water is of the same temperature at the point of injection and the given Gellan-polymer composition has no temperature sensitivity affecting on viscosity or any other feature of it.

The adsorption in the chemical experiment was measured experimentally and the results are used in the numerical simulation. It was given as a table that we converted in form of graph (Fig. 1).

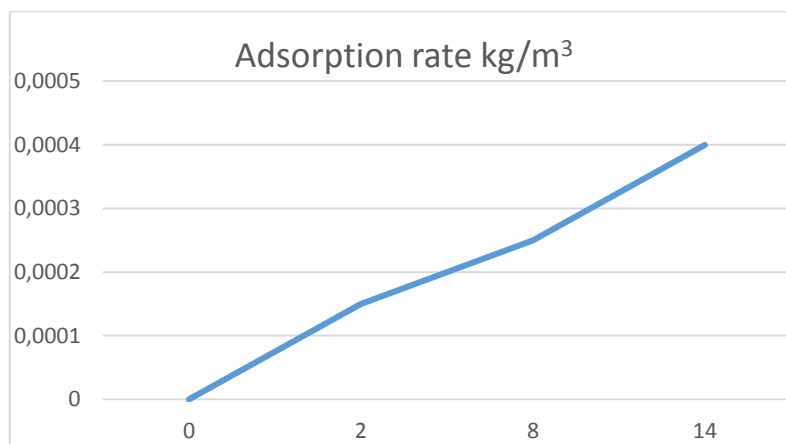


Figure 1 - Adsorption rate

The X-axis represents the rate of polymer solution injection, and the Y-axis gives the values of adsorbed volume of polymer solution. Both axis are given in $[\text{kg}/\text{m}^3]$ system of units.

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

The maximum adsorption value 0.00045 for the rocktype is 0.00045 kg/m³. Viscosity is the main feature of the polymer solution affecting on the injection process. The newly created composition of Gellan has a new feature of viscosity increasing with the salt concentration rate growing.

The following data graph was obtained during the experiments with Gellan:

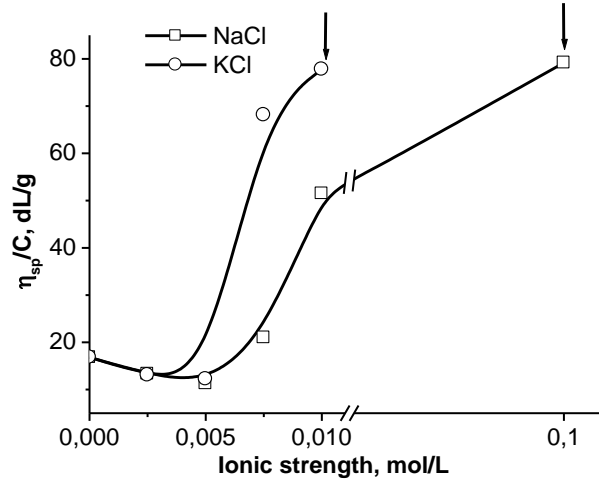


Figure 2 – The change in viscosity of 0.2% solution of gellan according to the concentration of NaCl (sodium chloride) and KCl (potassium chloride). Arrows indicate the onset of gel formation of gellan in solution

Herein, we translate the data dependence of the viscosity of the solution (Gellan and salt dissolved in water) on the salt concentration in this solution. The axis represent η_{sp}/C [dL/g] - specific viscosity per unit concentration and the ionic strength [mol/L]. The behavior of gellan upon contacting with oil-field water containing 73 g·L⁻¹ of various salts (mostly NaCl) was checked. The aqueous solutions of gellan transform to gel state when the sand surface saturated with saline water is contacted with gellan sol (Fig. 2).

Sol-gel transition of gellan in oil field water may be beneficial from several points of view. First of all pumping of gellan in sol state into the injection well will be easy due to low viscosity of gellan solution. Secondly the gel slug that is formed after contacting with underground saline medium can move to the deep stratum and can block or reduce the flow capacity of high-permeability channels without damaging less-permeable hydrocarbon-productive zones. Consequently, injecting water (water flooding) should penetrate as much as possible into the less-permeable zones so that oil can be displaced from these poorly swept zones.

Results and Discussions. The initial pressure of the reservoir as it was mentioned in the “Description of the Model” part of this study is 55 bar. According to the Figure 3, pressure is increasing with time until the second stage of polymer solution injection starts. The pressure changing is quite high during all the simulation. This type of pressure curve can be explained taking into account different phenomena occurring in the chemistry and physics of the process.

First is that the pressure increase is happening until the first half of injection day, so that with the more polymer solution volume injected in the reservoir – the more pressure is rising up.

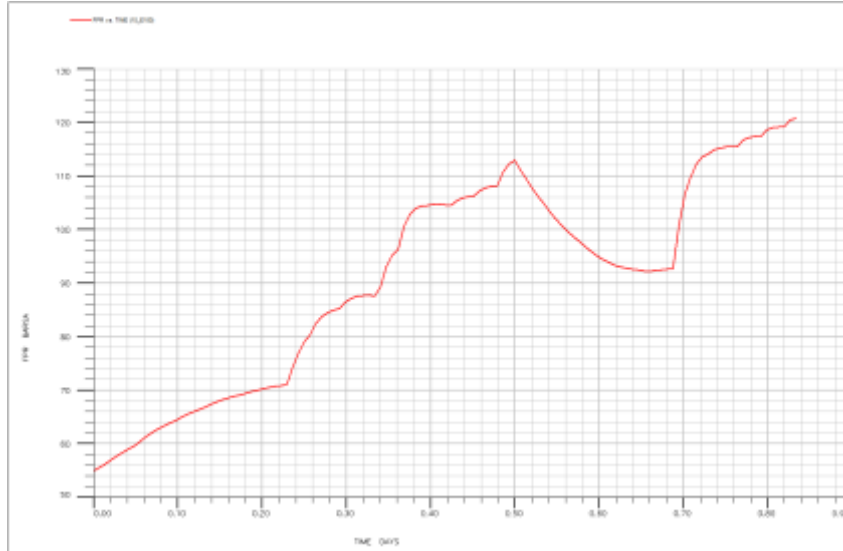


Figure 3 – Field average pressure versus time

The sharp pressure drop after the discussion with the chemists and mechanical engineers was explained by the adsorption behavior of the gellan gel (Fig. 3). The drop itself here shows the very good adsorption rate so that the polymer slug seems to be of good thickness and able not to be broken by the following water flow. Also the good penetration of the new coming polymer solution through the previous already adsorbed amount of gellan shows the very good elastic characteristics of the gel as a polymer, that fact was explained in the part of Bibliographic study that presumes that the highly viscous polymers need to have excellent elastic characteristic (to avoid the perturbations of the injected flows) and should create a quite thick slug not to be broken by the overcoming pure water flow. This as it was said in Bibliographic study helps to increase the oil production rate. After the second volume of polymer has freely entered the reservoir and the stage of gellan solution injection finished at about 0,7 day – we again see the increase of the field pressure reaching about 120 bar as it was in the first half of the day.

An interesting form of the curve was also interpreted in the following way:

- The first stage took time from $t=0$ to $t=0.23$ day. At this time we can see no any sharpening in the pressure curve. That means that until we inject the polymer just a little amount of it adsorbes.
- The second stage was simple pure water injection and here the strange pressure jumps occur. This means that polymer adsorption started to accelerate – seems that with the help of pure water. That means that the reaction of gellan on the pure water mixing with the reservoir brine is better than simple brine/polymer chemical reaction. The water flow here retards highly the overcoming water flow, means not to let reach the production well, i.e., performs its main assignment.
- After 0,5 day of injection finished the second volume of gellan solution entered the reservoir without any big effort, so it has found a way for itself through the already existing gellan slug.
- And the last stage shows again that pure water pushes the polymer slug.

To make a comparison with the real experiment let's put under Fig 4 and try to analyze it.

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

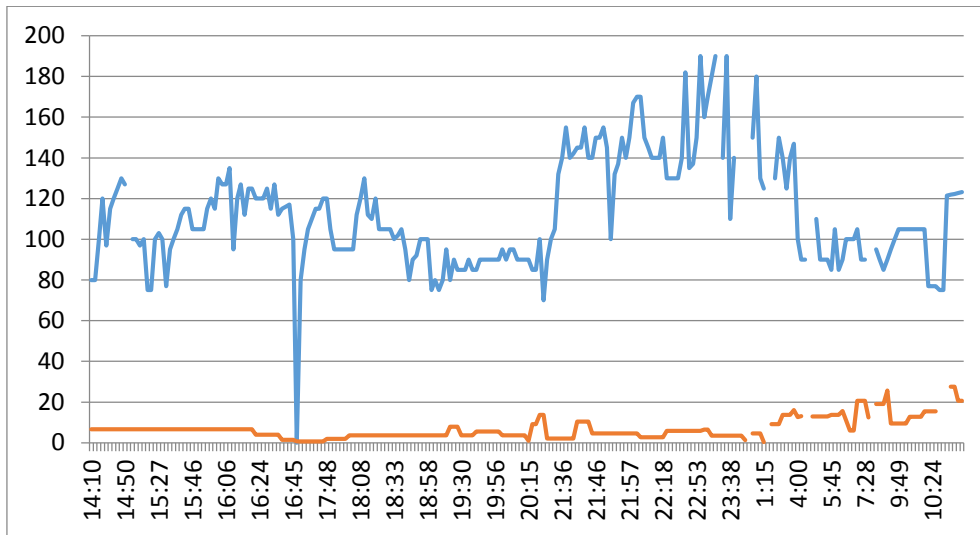


Figure 4 – Experimental field average pressure versus time [bar] (blue curve) and injection rate (red curve) [m3/h]

One of the experiments of team of chemists showed such a type of behavior of field pressure that is very close to the curve behavior of our simulation. Here also excluding the points of problems with the equipment – the tops of shape of the curve are coming close. This graph represents the whole time injection of polymer so the pressure change obviously occurs due to the amount of polymer solution injected.

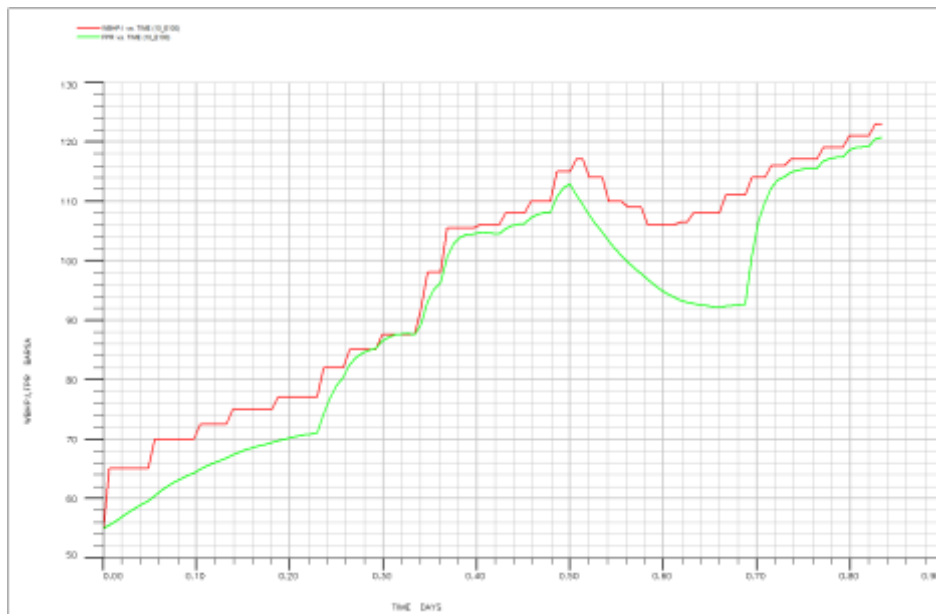


Figure 5 – Field average pressure versus time (green line) and the injection well bottomhole pressure (red line)

The next very important point is the injection well bottomhole pressure that controls the injection rate and highly affects to the average reservoir pressure. The most impact on the pressure we, of course, can name the amount of fluid injected and especially for the polymer case – adsorption, but the simulation shows that the higher the pressure of injection – the larger the pressure increase, i.e. the injection pressure controls the amount of fluid injected. Fig. 5 shows the oncoming of the average field pressure to the injection pressure and we also can see that the injection pressure was installed in such a way of equal repression through the time.

If we try to calculate the fluids with densities and formation volume factors it seems that we come to the volume of water injected equal to the sum of volumes of produced oil and adsorbed polymer (Fig. 6).

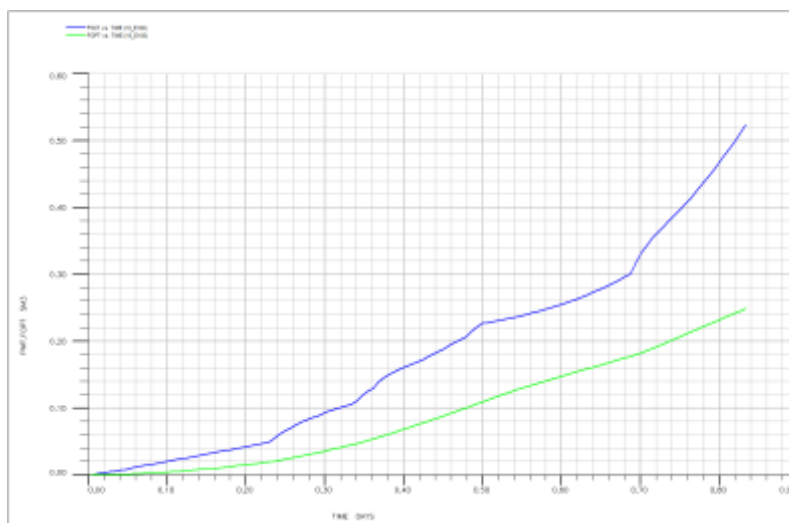


Figure 6 – Field water injected total versus time (blue line) and oil produced total (green line)

Due to this graph we can say that during the first two stages of injection no any volume of gellan was produced and even more – after the second stage finished – a strange deviation with the negative polymer production rate occurred. This was explained as the amount of polymer slug that could have reached the production well couldn't pass it and was adsorbed back into the reservoir. This is the main prediction of behavior of that phenomena.

Until the last hour of the simulation no any polymer produced occurs, this could mean that almost the whole volume of gellan was adsorbed during this time or it remains in the reservoir as a slug.

Conclusion. The objective of this study was to transfer the real chemical experiment in the software ECLIPSE in such a way to be closer to real conditions. Firstly, it has been proved that ECLIPSE software is able to simulate such polymer flooding cases with the viscosity value growing along with the salinity, because the main problem of nowadays chemical and reservoir simulators is the incompatibility of polymer flooding of such type. Secondly, a couple of multiple conclusions was done on the gellan properties, for example, the main reservoir characteristic feature – field average pressure curve showed that the alternating injection is not a bad solution for the fields in some ways like it is not so expensive as to inject gellan the whole time, then that gellan has a good elastic properties and reliably prevents the water fingering into the production well.

The results of adsorption give us good expectations that more than 80 percent of the total injected polymer volume works in the reservoir without outcoming on the surface and realizing its main role on the method – preventing rapid water cut.

1. Kudaibergenov S.E., Adilov Z.M., Nuraje N., Sagindykov A.A., Tatykhanova G.S., Gusenov I.Sh, Ibragimov R.Sh. **Laboratory Test for Enhanced Oil Recovery with Gellan**, Almaty, 2013.
2. Riley B.N., Peter H.D. Polymer Flooding (Review) //Journal of Petroleum Technology. – 1987, – Vol. 39, No. 12. – P. 1503-1507.
3. Kreyg F.F. Development of oil fields at water flooding. M.: Nedra, 1974

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

4. Akhmetov A.T., Vlasov S.A., Krasnopevtseva N.V., Kagan Ya.M. New ideas on decrease mechanism of remaining oil saturation at polymer flooding. – In collection: Proceedings of the 2nd International scientific conference “Theory and practice of using increase methods of oil yield of strata”, Vol.1, the academician A.P. Krylov VNIIneft’, M., 2009.
5. Technical description of the Eclipse reservoir simulation software, Version 2012.1, Schlumberger
6. Reference manual of the Eclipse reservoir simulation software, Version 2012.1, Schlumberger

Аңдатпа. Бұл мақалада мұнай сүзгілеуінде полимерлік әсер ету үрдісі қарастырылған. Аталған жұмыс химиялық тәжірибелер мәліметтері мен Eclipse бағдарламалық кешенінің негізінде жүргізілген. Химиялық тәжірибе УИК-С(2) құрылғысының көмегімен орындалды. Натрий және калий хлоридтері концентрациясы тәуелділігі арқылы геллан тұтқырлығының өзгеруі анықталды. Сонымен қатар, химиялық тәжірибелер мен сандық есептеулерден алынған нәтижелерге талдау жүргізілді.

Түйін сөздер: полимермен әсер ету, симуляция, пласттардың мұнай өнімділігін арттыру.

Аннотация В данной работе рассматривается процесс заводнения полимером для вытеснения нефти. Мы исследовали данную работу, с помощью программного обеспечения Eclipse и данными химических экспериментов. Химический эксперимент был выполнен на устройстве УИК-С(2). Было получено изменение вязкости геллана в зависимости от концентраций хлорида натрия и хлорида калия. Сравнение результатов между численным и химическим экспериментов также выполнено.

Ключевые слова: полимерное заводнение, симуляция, повышение нефтеотдачи пластов.

УДК 519.6+517.9

Л.Н. Темирбекова, Н. Шахибадинқызы, М. Шаметов*

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДВУМЕРНОГО АНАЛОГА УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬФАНДА – ЛЕВИТАНА

(г.Алматы, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, * магистрант)

Аннотация. В данной работе рассматривается двумерная обратная задача для уравнения гиперболического типа по восстановлению источника по дополнительной информации о решении прямой задачи. Дана постановка прямой задачи, в которой одним из начальных условий является дельта-функция Дирака. Прямая задача заменена задачей Гурса, которая имеет классические производные. Задача Гурса с данными на характеристиках численно решена конечно-разностным методом. Рассмотрено двумерное интегральное уравнение Гельфанда-Левитана. Получено численное решение интегрального уравнения Гельфанда-Левитана.

Ключевые слова: Гиперболическое уравнение, двумерная коэффициентная обратная задача, метод Гельфанда-Левитана, уравнение Фредгольма первого рода, метод итерации Ландвебера, метод регуляризации М.М. Лаврентьева, параметр регуляризации, тэта-функция Хэвисайда, дельта – функция Дирака.

Среди ранее полученных наиболее важных результатов по определению коэффициента одномерной обратной задачи для уравнения гиперболического типа является работа И.М. Гельфанда и Б.М. Левитана [1]. В этой работе рассмотрен спектральный вариант постановки, даются методы восстановления дифференциального

уравнения второго порядка по его спектральной функции. Решение этой обратной задачи сводится к решению некоторого линейного интегрального уравнения, называемого уравнением Гельфанда-Левитана. Подробной библиографией работ по двумерным коэффициентным обратным задачам для уравнения гиперболического типа можно ознакомиться в монографии В.Г. Романова [2], С.И. Кабанихина [3]. Отметим, что из результатов В.Г. Романова [2] для двумерной обратной задачи для гиперболического уравнения следует теорема о локальной однозначной разрешимости и теорема единственности в классе функции, аналитических по переменной y и непрерывных по переменной x . Также в работе А.С. Благовещенского [4] доказаны теоремы об однозначной разрешимости. Для многомерной постановки необходимо отметить подход к определению коэффициента волнового уравнения, изложенный в работе М.И. Белишева [5]. Предлагаемый подход к обратным задачам основан на схеме по восстановлению спектральной функции в трехмерной области с границей ограниченной кривизны. Статья А.С. Благовещенского и М.И. Белишева [6] посвящена некоторым аспектам теории многомерных обратных задач для дифференциальных уравнений, описывающих, главным образом, волновые процессы.

Настоящая работа посвящена разработке численного метода решения коэффициентной обратной задачи для двумерного уравнения гиперболического типа, основанная на методе Гельфанда-Левитана.

Постановка и решение двумерной коэффициентной обратной задачи.

Рассмотрим последовательность прямых задач [3]

$$u_{tt}^{(k)} = u_{xx}^{(k)} + u_{yy}^{(k)} + q(x, y)u^{(k)}, \quad x > 0, \quad y \in [-\pi, \pi], \quad t \in R, \quad k \in Z, \quad (1)$$

$$u^{(k)}|_{t=0} = 0, \quad u_t^{(k)}|_{t=0} = h(y)\delta(x), \quad (2)$$

$$u^{(k)}|_{y=\pi} = u^{(k)}|_{y=-\pi}. \quad (3)$$

Предполагаем, что след решения прямой задачи (1) - (3) существует и может быть измерен. В обратной задаче требуется восстановить непрерывную функцию $q(x, y)$ по дополнительной информации о решении прямой задачи (1)-(3)

$$u^{(k)}(0, y, t) = f^{(k)}(y, t), \quad y \in (-\pi, \pi), \quad t > 0, \quad k \in Z \quad (4)$$

где R - множество вещественных чисел, Z - множество всех целых чисел, δ - дельта-функция Дирака, k - некоторое фиксированное целое число, $h(y) = e^{iky}$. Здесь и всюду в дальнейшем предполагаем, что все рассматриваемые функции являются достаточно гладкими и 2π - периодическими по переменной y .

Необходимое условие существования решения (1)-(4) является следующим:

$$f^{(k)}(y, 0) = 0.$$

Обобщенное решение прямой задачи (1)-(3) является кусочно-непрерывным решением интегрального уравнения

$$u^{(k)}(x, y, t) = \frac{h(y)}{2} \theta(t - |x|) - \frac{1}{2} \iint_{\Delta(x, y, t)} q(\xi, y) u^{(k)}(\xi, y, \tau) d\xi d\tau. \quad (5)$$

Здесь $\theta(t)$ - тэта – функция Хэвисайда. Из интегрального уравнения (5) следует

$$u(x, y, t) \equiv 0, \quad t < |x|, \quad (x, t) \in R \times R_+ \quad (6)$$

При $t > |x|$ имеем формулу

$$u^{(k)}(x, y, t) = \frac{h(y)}{2} - \frac{1}{2} \iint_{\square(x, y, t)} q(\xi, y) u^{(k)}(\xi, y, \tau) d\xi d\tau, \quad (7)$$

здесь $\square(x, y, t) = \{(\xi, y, \tau) : |\xi| \leq \tau \leq t - |x - \xi|\}$.

Из формулы (6) следует, что

$$u^{(k)}(x, y, |x|) = \frac{h(y)}{2}. \quad (8)$$

Таким образом, для решения прямой задачи в классе обобщенных функций имеем задачу Гурса (1), (8) которое определяет классическое решение задачи (1)-(3) (Рис.1).

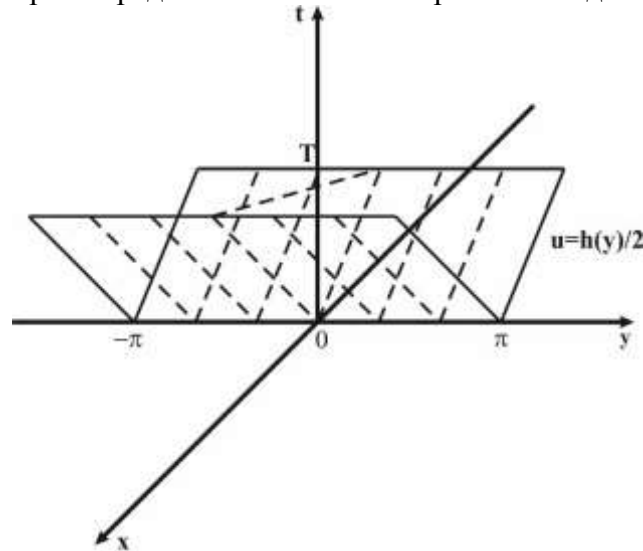


Рис.1. Схема решения прямой задачи (1), (8).

Введем последовательность вспомогательных прямых задач:

$$\omega_{tt}^{(m)} = \omega_{xx}^{(m)} + \omega_{yy}^{(m)} + q(x, y)\omega^{(m)}, \quad x > 0, \quad y \in [-\pi, \pi], \quad t \in \mathbb{R}, \quad m \in \mathbb{Z}. \quad (9)$$

$$\omega^{(m)}(0, y, t) = e^{imy} \delta(t), \quad \frac{\partial \omega^{(m)}}{\partial x}(0, y, t) = 0, \quad (10)$$

$$\omega^{(m)}|_{y=\pi} = \omega^{(m)}|_{y=-\pi}. \quad (11)$$

Решение задачи (9)-(10) удовлетворяет следующему уравнению

$$\omega^{(m)}(x, y, t) = \frac{1}{2} e^{imy} [\delta(x+t) + \delta(x-t)] + \frac{1}{2} \iint_{\Delta(x, y, t)} q(\xi, y) \omega(\xi, y, \tau) d\xi d\tau \quad (12)$$

где $\Delta(x, y, t) = \{(\xi, y, \tau) : 0 < \xi \leq x, \quad t - x + \xi < \tau < t + x - \xi\}$ треугольник образованный характеристиками, проходящими через точку (x, y, t) и осью t .

В работе [3] показано, что

$$\omega(x, y, t) \equiv 0, \quad 0 < x < |t|. \quad (13)$$

Поэтому фактической областью интегрирования в уравнении (12) для точек $(x, y, t) \in D = \{(x, y, t) : x \geq |t|\}$ будут прямоугольники $\square(x, y, t) = \{(\xi, y, \tau) : |\tau| \leq \xi \leq x - |t - \tau|\}$, образованный характеристиками, выходящими из точек $(0, y, 0)$, (x, y, t) , (Рис.2).

Обозначим

$$\tilde{\omega}^{(m)}(x, y, t) = \omega^{(m)}(x, y, t) - \frac{1}{2} e^{imy} [\delta(x-t) + \delta(x+t)]. \quad (14)$$

Кусочно-непрерывная функция $\tilde{\omega}(x, y, t)$ есть решение уравнения

$$\tilde{\omega}^{(m)}(x, y, t) = \frac{h(y)}{4} \theta(x-|t|) \left[\int_0^{\frac{x+t}{2}} q(\xi, y) d\xi + \int_0^{\frac{x-t}{2}} q(\xi, y) d\xi \right] + \frac{1}{2} \iint_{\square(x,y,t)} q(\xi, y) \tilde{\omega}(\xi, y, \tau) d\xi d\tau, \quad x > 0. \quad (15)$$

Чтобы вычислить $\tilde{\omega}(x, y, x-0)$ в (15) надо положить $t = x$, тогда $\int_0^{\frac{x-t}{2}} q(\xi, y) d\xi = 0$ и $\iint_{\square(x,y,t)} q(\xi, y) \tilde{\omega}(\xi, y, \tau) d\xi d\tau = 0$, т.к. $\square(x, y, t)$ превращается в отрезок при каждом фиксированном y .

Таким образом

$$\tilde{\omega}^{(m)}(x, y, x-0) = \frac{h(y)}{4} \int_0^x q(\xi, y) d\xi, \quad x > 0. \quad (16)$$

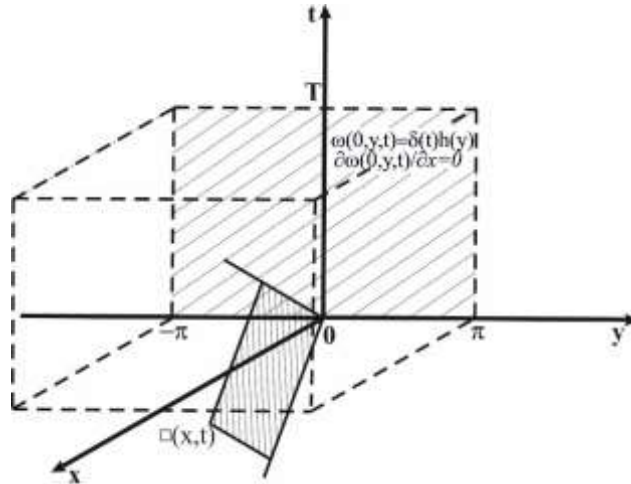


Рис. 2. Область решения обратной задачи (1)-(4).

Очевидно, что

$$\begin{aligned} u^{(k)}(x, y, t) &= \int_R f^{(k)}(y, s) \omega^{(m)}(x, y, t-s) ds = \\ &= \int_R \left(\sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t) e^{imy} \right) \omega^{(m)}(x, y, t-s) ds = \int_R \left(\sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) e^{imy} \right) \omega^{(m)}(x, y, s) ds = \\ &= \int_R \sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) \omega^{(m)}(x, y, s) ds. \end{aligned}$$

при $x > 0$, $y \in R$ и $k \in Z$. Здесь $f_m^{(k)}(t)$ - коэффициенты Фурье функции $f^{(k)}(y, t)$ при $\omega^{(m)} = e^{imy} \delta(t)$.

Решение задачи (1), (4) может быть представлено в виде

$$u^{(k)}(x, y, t) = \int_R \sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) \omega^{(m)}(x, y, s) ds, \quad (17)$$

При $x > |t|$ имеем

$$\frac{1}{2} [f^{(k)}(y, t+x) + f^{(k)}(y, t-x)] + \int_{-x}^x \sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) \tilde{\omega}^{(m)}(x, y, s) ds = 0. \quad (18)$$

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

При каждом фиксированном $x > 0$ соотношение (18) является интегральным уравнением первого рода относительно функции $\tilde{\omega}(x, y, t)$, $t \in (-x, x)$.

Численные эксперименты.

На основе методов итерации Ландвебера, сопряженного градиента и квадратного корня решения двумерной коэффициентной обратной задачи по восстановлению источника $q(x, y)$ разработаны эффективные алгоритмы численной реализации и написаны программные коды. Проведены многочисленные расчеты нахождения искомой функции $\tilde{\omega}(x, y, t)$, $t \in (-x_L, x_L)$, $x \in (0, x_L)$, $y \in (0, x_L)$, и по нему восстановлены коэффициенты $q(x, y)$.

Прямая задача (1)-(3) заменяется эквивалентной задачей, которая состоит из множества задач Гурса (1), (8) для каждого заданного y . Для получения дополнительной информации (4) о решении прямой задачи, при численном решении задачи (1), (8) разностной схемой, необходимо использовать более мелкую сетку разбиения расчетной области (Рис.1).

В качестве задаваемых данных были взяты следующие параметры: отрезок $[-x_L, x_L]$ по оси t , отрезок $[0, x_L]$ по оси x , количество слоев n , параметр регуляризации μ метода М.М. Лаврентьева (выбирается способом подбора).

На рисунках 3, 4, показаны результаты численных расчетов при $e = 0,001$ функции

$$q(x, y) = \frac{e}{(x - 0.51)^2 + (y - 0.51)^2},$$

и

$$\tilde{\omega}(x, y, x - 0) = \frac{e}{4(y - 0.51)} \left(\operatorname{arctg} \frac{x - 0.51}{y - 0.51} - \operatorname{arctg} \frac{-0.51}{y - 0.51} \right).$$

В ходе вычисления в данном примере количество слоев n было взято равным 40, параметр регуляризации $\mu = 0,5$, $x_L = 1$ при этом были получены следующие данные: погрешность $\|\tilde{\omega}_r - \tilde{\omega}_{np}\| = 0,00037957728$, количество итерации 214, количество машинного времени 2 мин. 10,48 сек. На рисунках 3, 4 показаны графики точного решения и приближенного решения функции $q(x, y)$.

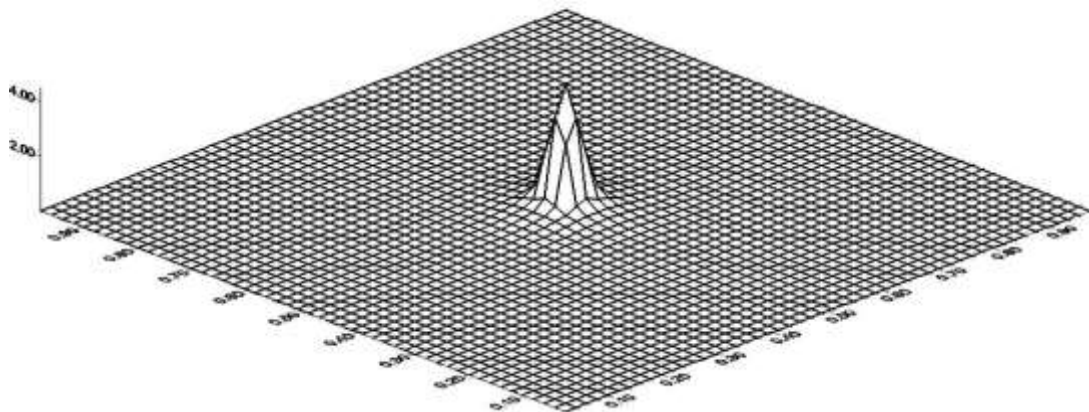
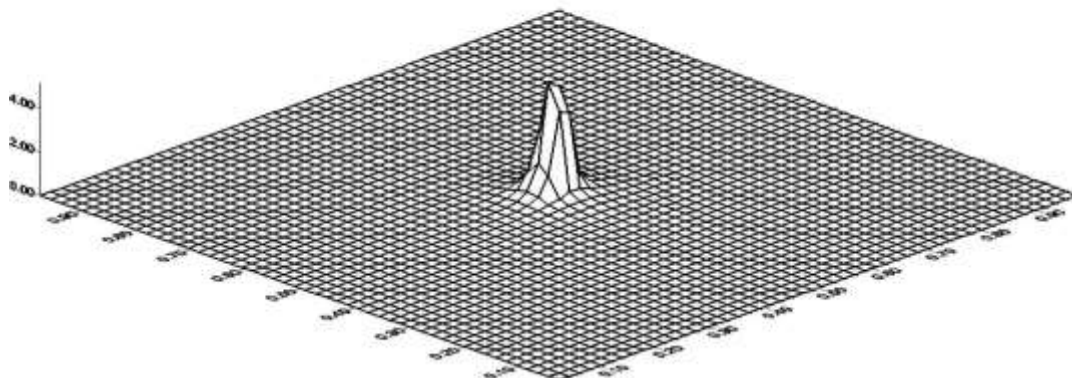


Рис.3. График точного решения функции $q(x, y)$ при $n = 40$.

Рис.4. График приближенного решения функции $q(x, y)$ при $n = 40$.

Результаты расчетов показывают, что по количеству итерации метод сопряженных градиентов является наиболее эффективным из тех методов, которые были реализованы, для решения методом квадратного корня требуется меньшее количество машинного времени, а метод Ландвебера с регуляризацией М.М. Лаврентьева является простым в реализации.

1. Гельфанд И.М., Левитан Б.М. Об определении дифференциального уравнения по его спектральной функции // Изв. АН СССР. Сер. Мат. 1951. Т.15, №4. С.309-360.
2. Романов В.Г. Обратные задачи математической физики. М.: Наука, 1984. 263 с.
3. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Сибирское научное издательство, Новосибирск, 2009. 457с.
4. Благовещенский А.С. О локальном методе решения нестационарной обратной задачи для неоднородной струны // Тр. Мат. ин-та АН СССР. 1971. Т. 115. С. 28-38.
5. Белишев М.И. Об одном подходе к многомерным обратным задачам для волнового уравнения // Докл. АН СССР. 1987. Т.297, №3. С.524-527.
6. Белишев М.И., Благовещенский А.С. Многомерные аналоги уравнений типа Гельфанда-Левитана-Крейна в обратной задаче для волнового уравнения // Условно-корректные задачи математической физики и анализа. Новосибирск: Наука, 1992. С.50-63.

Аңдатпа. Жұмыста тура есепті шешу туралы қосымша ақпарат бойынша қоректі қалыпқа келтіру бойынша гиперболалық типті теңдеулер үшін екі өлшемді кері есеп қарастырылады. Бастапқы шарттарының бірі Дирактың дельта-функциясы болып табылатын тура есептің қойылуы берілген. Тура есеп классикалық туындысы бар Гурс есебімен алмастырылған. Характеристикалармен берілген Гурс есебі ақырлы-айырымды әдіспен сандық шешілген. Гельфанд-Левитанның екі өлшемді интегралдық теңдеуі қарастырылған. Гельфанд-Левитанның интегралдық теңдеуінің сандық шешімі алынған.

Түйін сөздер: Гиперболалық теңдеулер, екі өлшемді коэффициентті кері есеп, Гельфанд-Левитан әдісі, Фредгольмның бірінші реттік теңдеуі, Ландвебердің итерация әдісі, М.М. Лаврентьевтің регуляризациялау әдісі, регуляризациялау параметрі, Хэвисайдтың тэта функциясы, Дирактың дельта-функциясы.

Abstract. In this paper considers two-dimensional inverse problem for a hyperbolic equation to restore power to more information on the solution of the direct problem. The formulation of the direct problem, in which one of the initial condition is the Dirac delta function. Direct problem replaced the

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Goursat problem, which has classical derivatives. Goursat problem with the data on the characteristics of numerically solved the finite-difference method. We consider the two-dimensional integral equation of the Gelfand-Levitan. Obtained numerical solution.

Keywords: *Hyperbolic equation, two-dimensional coefficient inverse problems, a method of Gelfand-Levitan, Fredholm equation of the first kind, the method Landweber iteration, regularization method of M. Lavrentiev's, regularization parameter, theta function Heaviside, Delta - Dirac function.*

УДК 517

Ж.А. Токибетов, У.Р. Кушербаева, Г.К. Рзаева

ОБ ОДНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ОБОБЩЕННОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

(г.Алматы, Казахский национальный университет имени аль-Фараби.)

Аннотация. Известная теорема для аналитических функций получена И.Н.Векуа для обобщенной аналитической функции, когда коэффициенты принадлежат классу $L_{p,2}(E)$, $p > 2$. К этому классу не принадлежат постоянные. В случае постоянных коэффициентов привлекая пространство медленно растущих функции S' и преобразования Фурье, получено пространство линейно независимых степенно-растущих решений. В данной работе найдено одно новое представление решения обобщенной системы Коши-Римана, когда коэффициенты непрерывные функции. Получено пространство степенно-растущих решений системы с постоянными коэффициентами.

Ключевые слова: преобразование Фурье, постоянные коэффициенты, медленно растущие функции, аналитическая функция.

Рассматривая эллиптическую систему

$$\left(I \frac{\partial}{\partial x} + A \frac{\partial}{\partial y} + B\right)U=0, \quad (1)$$

здесь I -единичная, а A и B - квадратные матрицы, ищем на всей плоскости ее решение, удовлетворяющее в окрестности бесконечно удаленной точки оценке

$$\|U\| \leq K|z|^N, \quad z = x + iy, \quad (2)$$

где через $\|U\|$ обозначена Евклидова норма вектора U , K - произвольное действительное, а N - неотрицательное целое числа.

Вслучае когда система (1) состоит их двух уравнений, то линейным преобразованием независимых переменных ее можно привести к виду

$$\frac{\partial \omega}{\partial \bar{z}} + q \frac{\partial \omega}{\partial z} + a\omega + b\bar{\omega} = 0. \quad (3)$$

Кроме того, если выполнено условие $|q| < 1$, то систему (3) приводит к виду

$$\frac{\partial w}{\partial \bar{z}} + Aw + B\bar{w} = 0, \quad (4)$$

а условие (2) не меняется. Таким образом, мы задачу привели к исследованию обобщенной аналитической функции с заданным ростом на всей плоскости. Такую задачу, когда решение из класса $U_{p,2}(E)$, $p > 2$, в бесконечно удаленной точке обращается в нуль рассматривал И.Н.Векуа [1] и приводил примеры [2], показывающие сложности этой проблемы. Когда A и B – постоянны (тогда решение не принадлежит классу $U_{p,2}(E)$, $p > 2$), то эта задача с помощью преобразования Фурье в пространстве S' приведена к исследованию разрешимости одной функциональной системы [3]. В силу того, что система (4) эллиптическая и однородная, то любое ее обобщенное решение

будет классическим. Следовательно, когда коэффициенты постоянные, то эту задачу (4), (2) можно рассматривать в обобщенной постановке, точнее нужно искать решение системы (4) из класса S' , удовлетворяющее оценке (2).

Мы в этой работе исследуем задачу (4), (1), когда коэффициенты A и B – постоянны, другим методом, не привлекая класс функций S' , но используя одно представление решений, которое справедливо и при A и B -непрерывные функции.

Теорема 1. Если коэффициенты системы (4) A и B -непрерывные функции во всей плоскости, то решение системы (4) представляется формулой

$$w(z) = F(z)e^{if(z)} + G(z)e^{ig(z)}, \quad (5)$$

где $F(z), G(z)$ -произвольные аналитические функции в E , а $f(z), g(z)$ - действительные непрерывные функции.

Доказательство. И.Н.Векуа [4] распространил известную формулу

$$w(z) = \Phi(z)e^{\omega(z)} \quad (6)$$

на случай бесконечной области E при условии, что коэффициенты A и B -непрерывные функции, где $\Phi(z)$ - аналитическая функция в E , а функция

$$w(z) = \frac{1}{\pi} \iint_E \left(A(\zeta) + B(\zeta) \frac{\overline{w(\zeta)}}{w(\zeta)} \right) d\xi d\eta, \quad \zeta = \xi + i\eta, \quad (7)$$

класса C_z . Пусть два решения $U(z)$ и $V(z)$ порождающая пара системы (4) [5]. Тогда для нашего решения $w(z)$ (вообще для любой комплексной функции) существует две действительные функции $\chi_1(z)$ и $\chi_2(z)$, такие, что ее можно записать в виде

$$w(z) = \chi_1(z)U(z) + \chi_2(z)V(z). \quad (8)$$

Теперь подставляя $U(z)$ и $V(z)$ аналогичными формулами вида (6)

$$U(z) = \varphi(z)e^{u(z)} = \varphi(z)e^{u_1(z)+iu_2(z)},$$

$$V(z) = \psi(z)e^{v(z)} = \psi(z)e^{v_1(z)+iv_2(z)},$$

(здесь $\varphi(z), \psi(z)$ - аналитические функции, $u(z), v(z)$ -функции, определяемые формулой (7)) равенство (8) записываем следующим образом:

$$w(z) = \varphi(z)e^{u_1(z)+\ln\chi_1(z)} e^{\Phi_1(z)} e^{-\Phi_1(z)} e^{iu_2(z)} + \psi(z)e^{v_1(z)+\ln\chi_2(z)} e^{\Phi_2(z)} e^{-\Phi_2(z)} e^{iv_2(z)} \quad (9)$$

Здесь введенные функции $\Phi_j(z), j = 1,2$, голоморфные в единичном круге $|z| < 1$ функции, действительные части которых по формуле Шварца соответственно имеют вид:

$$\Phi_1(z) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{|z|=1} (u_1(t) + \ln\chi_1(z)) \frac{t-z}{t+z} \frac{dt}{t}, \quad (10)$$

$$\Phi_2(z) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{|z|=1} (u_2(t) + \ln\chi_2(z)) \frac{t-z}{t+z} \frac{dt}{t}. \quad (11)$$

На основании этих формул (10) и (11), формула (9) принимает следующую форму

$$w(z) = F(z)e^{if(z)} + G(z)e^{ig(z)},$$

$F(z), G(z)$ –аналитические функции, а

$$f(z) = u_2(z) + \text{Im}\Phi_1(z), \quad g(z) = v_2(z) + \text{Im}\Phi_2(z)$$

действительные непрерывные функции. Теорема доказана.

Теперь будем заниматься выяснением пространства степенно-растущих на всей плоскости решения уравнения (4), т.е. требуется найти решения системы

$$\frac{\partial w}{\partial \bar{z}} + Aw + B\bar{w} = 0,$$

A и B –комплексные постоянные, удовлетворяющие в окрестности бесконечно удаленной точки оценке

$$|w| \leq K|z|^N.$$

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Ищем решения задачи с помощью представления (5). В силу того, что $F(z), G(z)$ -произвольные аналитические функции, то при условии (2) решения системы (4) представляется в виде

$$w(z) = P(z)e^{if(z)} + Q(z)e^{ig(z)}, \quad (12)$$

где $P(z), Q(z)$ многочлены от z и \bar{z} степени N .

Подставляя (12) в (4), получим

$$\frac{\partial P}{\partial \bar{z}} e^{if} + Pif_z e^{if} + APe^{if} + APe^{if} + Be^{-if} \bar{P} + \frac{\partial Q}{\partial \bar{z}} e^{ig} + Qig_z e^{ig} + AQe^{if} + Be^{-ig} \bar{Q} = 0. \quad (13)$$

Отсюда видим, что если $f(z) \neq -g(z)$, то это теорема имеет только нулевое решение $P(z) \equiv 0, Q(z) \equiv 0$. Следовательно, отличные от нуля решения может иметь при $f(z) = -g(z)$, тогда для определения $P(z)$ и $Q(z)$ в силу независимости функции $e^{ig(z)}$ и $e^{-ig(z)}$ из (7) получим систему уравнений

$$\begin{aligned} P_{\bar{z}} - iPg_{\bar{z}} + AP + B\bar{Q} &= 0, \\ Q_{\bar{z}} + iQg_{\bar{z}} + AQ + B\bar{P} &= 0. \end{aligned}$$

Чтобы определить вид этих полиномов, мы представим их в виде суммы однородных полиномов:

$$\begin{aligned} P &= \sum_{n=0}^N P_n, & P_n &= \sum_{k=0}^n a_{k,n-k} \bar{z}^k z^{n-k}, \\ Q &= \sum_{n=0}^N Q_n, & Q_n &= \sum_{k=0}^n b_{k,n-k} \bar{z}^k z^{n-k}, \end{aligned}$$

и подставляя их в предыдущей системе имеем

$$\frac{\partial P(P_1 + P_2 + \dots + P_n)}{\partial \bar{z}} + (A - ig_{\bar{z}})(P_0 + P_1 + \dots + P_n) + B(\bar{Q}_0 + \bar{Q}_1 + \dots + \bar{Q}_N) = 0, \quad (14)$$

$$\frac{\partial P(Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n)}{\partial \bar{z}} + (A + ig_{\bar{z}})(Q_0 + Q_1 + \dots + Q_n) + B(\bar{P}_0 + \bar{P}_1 + \dots + \bar{P}_N) = 0.$$

Теперь сравнивая одинаковых степеней, убедимся в том, что отличные от нуля многочлены $P_n, Q_n, N = 0, 1, \dots, N$, будут только тогда, когда $g(z)$ будет полиномом первой степени вида

$$g(z) = \alpha(z + \bar{z}) + i\beta(z - \bar{z}), \quad \alpha, \beta \in \mathbb{R}. \quad (15)$$

Теорема 2. Нетривиальные решения системы (14) существуют при $\alpha = 0$ и $\beta = \sqrt{|A|^2 - |B|^2}$.

Действительно, из системы (14) для определения полиномов P_N и Q_N получим алгебраическую систему уравнений

$$\begin{aligned} (A - i(\alpha - i\beta))P_N + B\bar{Q}_N &= 0, \\ \bar{B}P_N + (\bar{A} - i(\alpha + i\beta))\bar{Q}_N &= 0 \end{aligned}$$

Для того чтобы эта система имела отличные от нуля решения необходимо и достаточно, чтобы определитель этой системы

$$|A|^2 - |B|^2 - \alpha i(A + \bar{A}) + \beta(A - \bar{A}) - \alpha^2 - \beta^2 = 0.$$

Отсюда получим, что $\alpha = 0, \beta = \pm\sqrt{|A|^2 - |B|^2}$. Теорема доказана.

Из этой теоремы получим, что решение задачи (4), (2) представляется в виде

$$w = Pe^{-i\sqrt{|A|^2 - |B|^2}(z - \bar{z})} + Qe^{i\sqrt{|A|^2 - |B|^2}(z - \bar{z})},$$

которое совпадает с представлением в [3], полученное с привлечением преобразования Фурье.

1. Векуа И.Н. Обобщенные аналитические функции //М., 1959,628с.
2. Векуа И.Н. Об одном классе эллиптических систем с сингулярностью. Proceeding International Conference on Functional Analysis and Related Topics. Tokyo, 1969.

3. Виноградов В.С. О теореме Лиувилля для обобщенных аналитических функций. ДАН СССР, 1968, т.183, №3, С.503-506.
4. Векуа И.Н. О некоторых свойствах решений систем уравнений эллиптического типа. ДАН СССР, 1954, т.98, №2, С.181-184.
5. Bers L. Theory of pseudo-analytic functions, New York, 1953.

Аңдатпа. Аналитикалық функциялар үшін белгілі Лиувилль теоремасын И.Н.Векуа еселеуіштері $L_{p,2}(E)$, $p > 2$, класында жататын жалпыланған аналитикалық функциялар үшін алды. Тұрақты еселеуіштер бұл класқа жатпайды. Тұрақты еселеуіштер жағдайында S' жай өсетін функциялар кеңістігінде Фурье түрлендіруін пайдаланып, дәрежелік өсетін сызықты тәуелсіз шешімдер кеңістігі табылған. Бұл жұмыста жалпыланған Коши-Риман жүйесінің еселеуіштері үзіліссіз жағдайында шешімнің жаңа өрнектеуі табылған. Оны еселеуіштері тұрақты жалпыланған аналитикалық функцияның дәрежелік өсетін шешімдер үшін қолдандық. Фурье түрлендіруі көмегімен нәтижелер алынған.

Түйін сөздер: Фурье түрлендіруі, тұрақты еселеуіштер, жай өсетін функциялар, аналитикалық функция.

Abstract. A well-known theorem for analytic functions obtained I.N.Vekua for generalized analytic functions, the coefficients belong to $L_{p,2}(E)$, $p > 2$. This class does not belong to the permanent. In the case of constant coefficients involving the space of slowly growing functions S' and the Fourier transform, obtained by linearly independent space power-increasing solutions. In this paper we found one new representation of the solution of a generalized Cauchy-Riemann system, where the coefficients of continuous functions and obtain a space power-growing solutions of the system with constant coefficients.

Keywords: preobrazovanie Fourier, postoyannie ratio, medlenno rastwşçie Options, Analytical function.

УДК 004.021

И.Т. Утепбергенов, А.Т. Ахмедиярова, А.С. Шилибаева

НАХОЖДЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В ЗАДАННОМ НАПРАВЛЕНИИ

(г.Алматы, Университет «Туран»)

Аннотация. Рассматривается нахождение интегрального максимального потока транспортной сети в заданном направлении. Разработан алгоритм уменьшения транзитных потоков. В результате выполнения алгоритма величина потока на любом разрезе сети будет максимальной, а сам суммарный поток будет состоять из уменьшенных транзитных потоков. Приведен пример определения интегрального максимального потока для участка региональной сети. Потоки распределены таким образом, что после применения к ним принципа суперпозиции величины результирующего суммарного потока на дугах не превышают их пропускных способностей.

Ключевые слова: Потоки машин, теорема Форда-Фалкерсона, максимальный поток, алгоритм уменьшения транзитных потоков.

Введение. Для того чтобы рационально организовать движение транспортных потоков необходимо оценить максимальный поток в сети, найти наиболее эффективное распределение потока, выявить узкие места и своевременно их ликвидировать.

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Одновременно с этими задачами нужно оценить суммарные затраты транспортных средств при их движении из начального пункта в конечный.

Вопросам нахождения интегрального максимального потока транспортной сети мегаполиса посвящены работы Жогаль С.И., Максимей И.В. [1], Зайченко Ю.П. [2], Поляков К.Ю. [3], Соболев И.М. [4], Сукач Е.И. [5]. Проведен анализ их работ и [6] по нахождению максимального потока, рассмотрены аналитические модели исследования операций [1] и теории автоматического управления [3]. Также проанализировано применение имитационного моделирования для исследования динамики транспортных потоков региона [5]. В результате был разработан алгоритм суперпозиции потоков в соответствии с теоремой Форда-Фалкерсона [7], а также его реализация на примере определения интегрального максимального потока для участка региональной сети.

1 Разработка алгоритма нахождения интегрального максимального потока транспортной сети в заданном направлении

Для нахождения интегрального максимального потока транспортной сети в заданном направлении (ZV) для каждого временного интервала составляются матрицы величин максимальных потоков и эффективностей этих потоков, элементами которых являются значения максимальных потоков и эффективностей потоков по каждому сочетанию входа и выхода. Матрицу величин потоков обозначим $\varphi = \|\varphi_{ij}^{\max}\|$, $i=\overline{1, m}$, $j=\overline{1, n}$. Матрицу эффективностей потоков обозначим $\Phi = \|\Phi_{ij}\|$, $i=\overline{1, m}$, $j=\overline{1, n}$. Полученные матрицы нормируются по максимальному элементу:

$$\varphi^* = \|\varphi_{ij}^*\| = \left\| \left\| \frac{\varphi_{ij}}{\max_{ij} \varphi_{ij}} \right\| \right\|, \quad \Phi^* = \|\Phi_{ij}^*\| = \left\| \left\| \frac{\Phi_{ij}}{\max_{ij} \Phi_{ij}} \right\| \right\|, \quad i=\overline{1, m}, j=\overline{1, n}. \quad (1)$$

В результате все элементы матриц φ^* , Φ^* удовлетворяют неравенствам $0 < \varphi_{ij}^* < 1$, $0 < \Phi_{ij}^* < 1$. В прямоугольной системе координат $\varphi^* \Phi^*$ отмечаем точки $(\varphi_{ij}^*; \Phi_{ij}^*)$. Причем, в силу того, что элементы матриц нормированы по максимальному элементу, все точки будут находиться в пределах единичного квадрата, левый нижний угол которого совмещен с началом координат.

Все точки единичного квадрата сравниваются при помощи некоторой метрики. Составляется список потоков, в котором все элементы ранжируются от «наихудшего» по эффективности к «наилучшему» в соответствии с данными единичного квадрата. Одновременно составляется матрица достижимости $D = \|d_{ij}\|$, $i=\overline{1, m}$, $j=\overline{1, n}$, где $d_{ij} = 1$, если есть поток из i -того входа в j -тый выход, и $d_{ij} = 0$, если нет потока из i -того входа в j -тый выход.

Список просматривается, начиная с потока, наихудшего по эффективности. Текущий поток исключается из списка, если его исключение не оставляет ни одну начальную вершину без исходящего потока и не оставляет ни одну конечную вершину без входящего потока. При исключении из списка потока, который идет из i -того входа в i -тый выход, модифицируется матрица достижимости D , в которой на пересечении i -той строки и i -того столбца единица заменяется нулем.

Таким образом, текущий поток из i -того входа в j -тый выход исключается из списка в том случае, если после его исключения и модификации матрицы достижимости D в её i -той строке будет хотя бы одна единица и в j -том столбце также будет хотя бы одна единица. Если же исключение потока ведет к тому, что в матрице достижимости i -тый столбец либо j -тая строка будет состоять из нулей, то поток из списка потоков не исключается, и в списке переходим к следующему потоку.

В результате отбраковки потоков получаем множество наиболее эффективных потоков $ZV^3 = \{Z_i, V_j\}$, таких, что каждый из входов связан транзитным потоком, по крайней мере, с одним выходом. То есть каждый из входов транспортной сети имеет, по

крайней мере, один исходящий из него поток, а каждый из выходов сети имеет хотя бы один входящий в него поток. Для множества таких потоков ZV^3 применяется принцип суперпозиции, когда соответствующие им матрицы распределения потоков $X^{ij} = \|x_{kl}^{ij}\|$ суммируются, образуя матрицу интегрального транзитного потока по выбранному направлению $\|\sum X\|$. Причём, задача суперпозиции потоков решается таким образом, чтобы в сети могли одновременно существовать все оставшиеся потоки из множества ZV^3 .

С этой целью составляется общее множество дуг сети $DN = \{<d_{ij}, n>\}$. Элементами этого множества являются пары $<d_{ij}, n>$, состоящие из указателя насыщенной дуги d_{ij} из i -того узла в j -тый, и числа n , показывающего, насколько интегральный поток для этой дуги превышает ее пропускную способность. Из множества насыщенных дуг DN выбирается элемент, у которого величина nI максимальная. Этот элемент списка $<d_{ij}, nI>$ описывает дугу, для которой величина nI суммарного потока, построенного из оставшихся транзитных потоков, больше всего превышает пропускную способность дуги. Поэтому в каждом из транзитных потоков множества DN , где встречается эта выбранная дуга, необходимо уменьшить поток в nI раз для того, чтобы после выполнения суперпозиции оставшихся потоков дуга d_{ij} оказалась насыщенной. Уменьшение производится для каждого потока из множества $\{Z_i V_j\}$ по всем путям, которые насыщали рассматриваемую дугу в ходе выполнения алгоритма Форда-Фалкерсона [7], пропорционально их вкладу в насыщение дуги. После этого множество DN перестраивается в силу того, что было произведено уменьшение каждого из транзитных потоков, что повлекло изменение величин n для ветвей сети, которые были задействованы при уменьшении потока.

Описанные действия выполняются до тех пор, пока во множестве DN находится хотя бы один элемент, у которого n больше нуля. Как только у всех элементов множества DN величины n станут отрицательными либо равными нулю, процесс уменьшения транзитных потоков заканчивается и в качестве решения задачи находится результирующий интегральный поток. При этом потоки распределены таким образом, что после применения к ним принципа суперпозиции величины результирующего суммарного потока на дугах не превышают их пропускных способностей.

В результате выполнения алгоритма суперпозиции потоков в соответствии с теоремой Форда-Фалкерсона величина потока на любом разрезе сети будет максимальной, а сам суммарный поток будет состоять из уменьшенных транзитных потоков.

2 Пример определения интегрального максимального потока для участка региональной сети

Для иллюстрации работы алгоритма нахождения интегрального потока рассмотрим участок региональной транспортной сети, представленный в виде графа на рисунке 1.

Множество входов в сети представлено вершинами 1 и 2. Множество выходов задаётся вершинами 9 и 11. В сети рассматриваются следующие транзитные потоки: $(1, \dots, 9)$, $(1, \dots, 11)$, $(2, \dots, 9)$ и $(2, \dots, 11)$.

Для каждого из указанных транзитов решается задача о максимальном потоке по отдельности, в результате чего получаем четыре матрицы максимальных потоков для этих транзитов $(\varphi_{1,9}^{\max}, \varphi_{1,11}^{\max}, \varphi_{2,9}^{\max}, \varphi_{2,11}^{\max})$, соответственно четыре матрицы эффективностей $(\Phi_{1,9}, \Phi_{1,11}, \Phi_{2,9}, \Phi_{2,11})$, а также соответствующие распределения величин потоков по ветвям сети $(X^{1,9}, X^{1,11}, X^{2,9}, X^{2,11})$.

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Для формирования списка наиболее эффективных потоков отбрасываем наименее эффективные потоки таким образом, чтобы не оставить ни один вход без хотя бы одного выходящего потока и ни один выход хотя бы без одного входящего потока. Для рассматриваемого примера наиболее эффективными потоками оказались потоки $1 \rightarrow 9$ с величиной потока 41 единица, $1 \rightarrow 11$ с величиной потока 43 единицы и $2 \rightarrow 9$ с величиной потока 34 единицы.

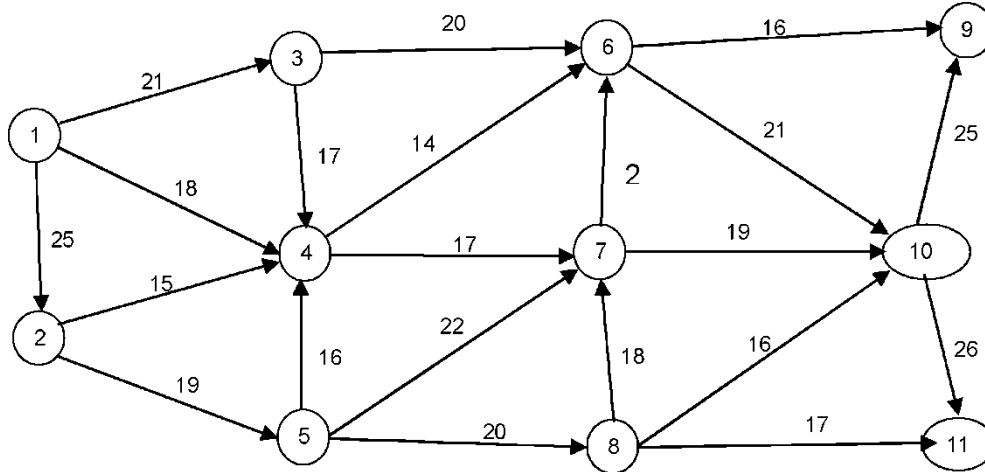


Рисунок 1 - Графическое представление участка региональной транспортной сети

Суммируя матрицы максимальных потоков $\|X^{1-9}\|$, $\|X^{1-11}\|$ и $\|X^{2-9}\|$, получаем матрицу интегрального транзитного потока $\|\sum X\|$. Путем поэлементного вычитания матрицы $\|\sum X\|$ из матрицы пропускных способностей сети $\|C\|$ получаем матрицу $\|C - \sum X\|$, которая имеет следующий вид:

$$\|C - \sum X\| = \begin{pmatrix} 0 & 5 & -19 & -6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & -17 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 17 & 0 & -20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -15 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 16 & 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -16 & -18 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 19 & 0 & 0 & 0 & -11 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 18 & 0 & 0 & 16 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -18 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Отрицательные значения элементов матрицы показывают на недостаточную пропускную способность соответствующих ветвей сети в случае движения через сеть одновременно всех оставленных потоков. Выбираем ветвь, суммарный поток на которой наиболее превышает её пропускную способность. Для рассматриваемого примера эта ветвь (3,6) - наименьший элемент матрицы $\|C - \sum X\|$.

Выбираем все пути, которые насыщали ветвь (3,6) в ходе решения задачи о максимальном потоке для каждого из транзитных направлений и величины Δ , на которые увеличивался поток по этим путям.

Для транзитного направления $1 \rightarrow 9$ это будут пути:

- $(1,3) \rightarrow (3,6) \rightarrow (6,9), \Delta = 16;$
 - $(1,3) \rightarrow (3,6) \rightarrow (6,10) \rightarrow (10,9), \Delta = 4.$
- Для транзитного направления $1 \rightarrow 11$:
- $(1,3) \rightarrow (3,6) \rightarrow (6,10) \rightarrow (10,11), \Delta = 20.$

В транзитном направлении $2 \rightarrow 9$ ни один из путей в ходе решения задачи о максимальном потоке не проходил через вершину $(3,6)$. Для того, чтобы суммарный поток смог пройти через ветвь $(3,6)$, уменьшаем потоки транзитных направлений по выбранным путям так, чтобы весь суммарный поток уменьшился на 20 единиц, причем по каждому пути поток уменьшается пропорционально величине Δ . Для транзитного направления $1 \rightarrow 9$ поток по пути 1 уменьшаем на 8 единиц, а поток по пути 2 уменьшаем на 2 единицы. Для транзитного направления $1 \rightarrow 11$ поток по пути 1 уменьшаем на 10 единиц. С этой целью отнимаем от элементов матриц $\|X^{1-9}\|, \|X^{1-11}\|$, соответствующих узлам путей величины, на которые уменьшается поток по пути.

Далее пересчитываются значения элементов матрицы $\|C - \sum X\|$. В результате получаем новую матрицу, у которой элемент $(3,6)$ равен 0, так как поток через ветвь сети $(3,6)$ был уменьшен.

Процесс уменьшения рассматриваемых потоков повторяется до тех пор, пока в матрице $\|C - \sum X\|$ будут оставаться отрицательные элементы. Когда все элементы матрицы $\|C - \sum X\|$ окажутся неотрицательными, это будет означать, что пропускных способностей ветвей сети достаточно для того, чтобы все уменьшенные транзитные потоки смогли существовать в сети одновременно. В этом случае алгоритм уменьшения транзитных потоков заканчивается и решением задачи о максимальном потоке будет суммарная матрица $\|\sum X\|$.

Для рассматриваемого графа путём последовательных уменьшений была получена следующая матрица $\|\sum X\|$:

$$\|\sum X\| = \begin{pmatrix} 0 & 12 & 20 & 17 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 10 & 17 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 14 & 13 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 9 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 16 & 20 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 19 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 23 & 0 & 16 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Величина потока после уменьшения по транзиту $1 \rightarrow 9$ составила 24 единицы, по транзиту $1 \rightarrow 11$ – 25 единиц, по транзиту $2 \rightarrow 9$ – 15 единиц. Суммарная величина трех потоков составила 64 единицы.

Вывод. Как видно из примера, суммарная величина интегрального максимального потока больше, чем любая величина максимального потока для рассматриваемых потоков, найденная для случая одного потока в сети, что свидетельствует о наиболее полном использовании ресурсов сети.

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

1. Жогаль С.И., Максимей И.В. Задачи и модели исследования операций. Учебное пособие. - Гомель: БелГУТ, 1999. - 4.1: Аналитические модели исследования операций. – С 109.
2. Зайченко Ю.П. Исследование операций: Учебное пособие. Киев: Издательский дом «Слово», 2002. - 320 с.
3. Поляков К.Ю. Теория автоматического управления. Санкт-Петербург, 2008. С. 4-20
4. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. Москва: Наука, 1968. 64 с.
5. Сукач Е.И. Применение имитационного моделирования для исследования динамики транспортных потоков региона. Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. - 2006. - № 4 (37). - С. 96-99.
6. Томас Х. Кормен. Алгоритмы: построение и анализ. — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — 1296 с.
7. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. — 3-е. — СПб.: Питер, 2008. — С. 277—279. — 384 с.

Аңдатпа. Берілген бағыт бойынша көлік желісінің интегральдық максимальды ағымын табу қарастырылады. Транзиттік ағымды азайту алгоритмі құрылды. Алгоритмнің орындалу нәтижесінде желінің кез-келген бөлігінде ағымның мөлшері максимальды болады, ал ағымдар қосындысы азайтылған транзиттік ағымдарды құрайды. Желінің аумақтық бөлігі үшін интегральдық максимальды ағымды анықтау мысалы келтірілген. Ағымдар суперпозиция принципін қолданғаннан кейін бөліктердегі ағымдардың қосындысы олардың өткізгіштік қабілетінен аспайтындай етіп ұйымдастырылған.

Түйін сөздер: Көліктер ағымы, Форд-Фалкерсон теоремасы, максимальды ағым, транзиттік ағымды азайту алгоритмі.

Abstract. Consider finding an integral maximum flow of the transport network in a given direction. An algorithm to reduce transit flows. As a result, the quantity of flow of the algorithm on any network section is maximal, and the total flux will consist of reduced transit traffic. An example of the definition of the integral of the maximum flow for a portion of the regional network. The streams are distributed in such a way that after applying to them the principle of superposition of the resultant total flux values on the arcs do not exceed their capacity.

Keywords: Streams of cars, the Ford-Fulkerson theorem, the maximum flow algorithm to reduce transit flows.

УДК 53.072; 53:681.3

Т.А. Шмыгалева, Л.Ш. Черикбаева, А.Х. Сейтмуратова, Д.В. Ковалев

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАСКАДНО-ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ АЛЮМИНИЯ С ИОНАМИ ВОЛЬФРАМА

(г.Алматы, Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

Аннотация. В данной работе производится компьютерное моделирование каскадно-вероятностных функций для алюминия в вольфраме в рамках каскадно-вероятностного метода. Выявлены закономерности нахождения и поведения области результата и шага для расчета в зависимости от первоначальной энергии первичной частицы, глубины проникновения, числа взаимодействий. Проведены расчеты каскадно-вероятностных функций для алюминия в вольфраме в зависимости от числа взаимодействий и глубины проникновения частиц.

Ключевые слова: моделирование, частица, ион, каскадно-вероятностная функция, аппроксимация, число взаимодействий, глубина проникновения, алюминий, вольфрам, энергия.

Вольфрам широко применяется в современной технике в виде чистого металла и в ряде сплавов, наиболее важные из которых - легированные стали, твердые сплавы на основе карбида вольфрама, износостойчивые и жаропрочные сплавы. Вольфрам входит в состав ряда износостойчивых сплавов, используемых для покрытия поверхностей деталей машин (клапаны авиадвигателей, лопасти турбин и другие). В авиационной и ракетной технике применяют жаропрочные сплавы вольфрама с других тугоплавкими металлами. В различных областях техники используют некоторые химические соединения вольфрама. В работе рассматриваются сплавы на основе вольфрама.

Работа выполнена в рамках каскадно-вероятностного метода, суть которого заключается в получении и дальнейшем использовании каскадно-вероятностных функций (КВФ). КВФ имеет смысл того, что частица, образованная на глубине h' , достигнет глубины регистрации h после n -го числа соударений. Ранее при расчетах использовалась простейшая КВФ [1], которая не учитывает потери энергии на ионизацию и возбуждение электронных оболочек атомов среды. Поскольку в процессе взаимодействия частиц с твердым телом происходят потери энергии, нами используется КВФ с учетом потерь энергии для ионов. Для получения КВФ необходимо осуществить подбор аппроксимационных параметров, входящих в выражения КВФ для алюминия в вольфраме. Для ионов, образующих первично-выбитые атомы, зависимость аппроксимационной функции от энергии, которая в свою очередь, зависит от глубины проникновения, представляется в следующем виде [2]:

$$\sigma(h) = \sigma_0 \left(\frac{1}{a(E_0 - kh)} - 1 \right), \quad (1)$$

где σ_0, a, E_0, k – коэффициенты аппроксимации, связанные с пробегом взаимодействия и коэффициентом удельных потерь энергии.

Выражение для КВФ запишется в следующем виде [2]:

$$\psi_n(h', h, E_0) = \frac{1}{n! \lambda_0^n} \left(\frac{E_0 - kh'}{E_0 - kh} \right)^{-1} \exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right) * \left[\frac{\ln\left(\frac{E_0 - kh'}{E_0 - kh}\right)}{ak} - (h-h') \right]^n, \quad (2)$$

где n – число взаимодействий; h', h – глубины генерации и регистрации иона; $\lambda_0 = 1/\sigma_0$.

Глубины наблюдений находились по таблицам параметров пространственного распределения ионно-имплантированных примесей [3]. Подбор аппроксимационных параметров производился при помощи программы Origin 7.5. Согласие аппроксимационных и исходных кривых весьма хорошее. При подборе аппроксимационных кривых возникают некоторые особенности и сложности. Отметим некоторые из них.

1. Задание аналитического выражения, описывающего рассчитанные сечения взаимодействий.

2. Задание начальных данных σ_0, E_0, a, k . В аппроксимационной формуле необходимо выбрать начальные параметры таким образом, чтобы аппроксимационная формула наилучшим образом описывала рассчитанные значения сечений, т.е. чтобы было как можно выше теоретическое корреляционное отношение.

На основе расчета проведен подбор аппроксимационных кривых для алюминия в вольфраме при $E_0 = 100, 200, 300, 500, 700, 800, 900, 1000$ КэВ. Полученные

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

коэффициенты аппроксимации для алюминия в вольфраме приведены в таблице 1. Аппроксимационные кривые зависимости σ от h приведены на рисунке 1.

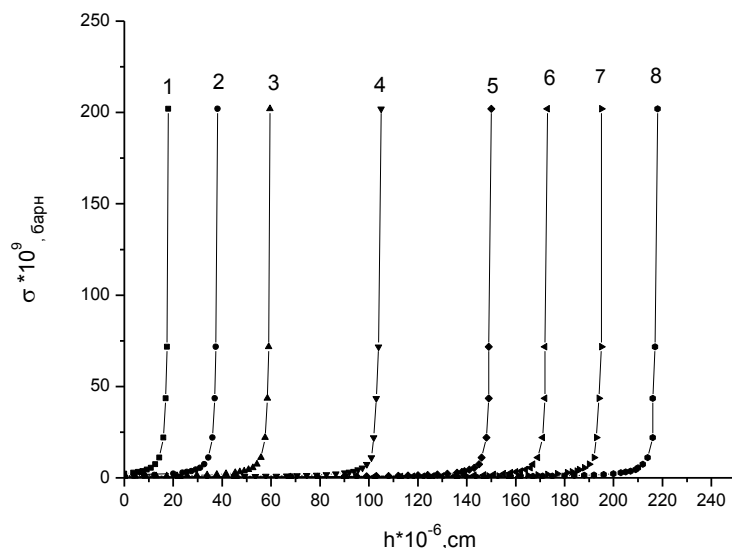


Рисунок 1. Аппроксимация модифицированного сечения каскадно-вероятностной функции: для алюминия в вольфраме при $E_0= 100(1), 200(2), 300(3), 500(4), 700(5), 800(6), 900(7), 1000(8)$ кэВ. Точки – расчетные данные зависимости сечения от глубины, сплошная линия – аппроксимация.

Таблица 1. Коэффициенты аппроксимации для алюминия в вольфраме

E_0	$\sigma_0 \cdot 10^9$	a	E_0'	k	η
1000	0.1661	0.50871	0.83525	3824.1	0.986
900	0.14402	0.55666	0.83185	4254.9	0.998
800	0.15427	0.53579	0.8299	4797.2	0.998
700	0.1804	0.46525	0.8311	5527.9	0.985
500	0.2135	0.40425	0.85424	8149.7	0.996
300	0.2675	0.32592	0.82118	13710.4	0.998
200	0.2994	0.22515	0.78692	20482	0.996
100	3.1528	1.36832	0.63178	34476	0.999

Анализ расчетов показывает, что аппроксимационные кривые модифицированных сечений взаимодействия хорошо описываются формулой (1), что позволяет с высокой точностью рассчитывать КВ-функции для алюминия в вольфраме. При этом теоретическое корреляционное отношение колеблется в интервале от 0,99 до 0,9999.

Расчеты КВФ производились по формуле (2). Все расчеты производились с двойной точностью по всему интервалу глубин наблюдения. Результаты расчетов показывают, что КВФ в зависимости от h и от n имеют следующее поведение: возрастают, достигая максимума, затем убывают. На рисунках представлены зависимости КВФ для алюминия в вольфраме от числа взаимодействий и глубины проникновения. (Рисунки 2,3). Результаты расчетов представлены также в таблицах 2,3.

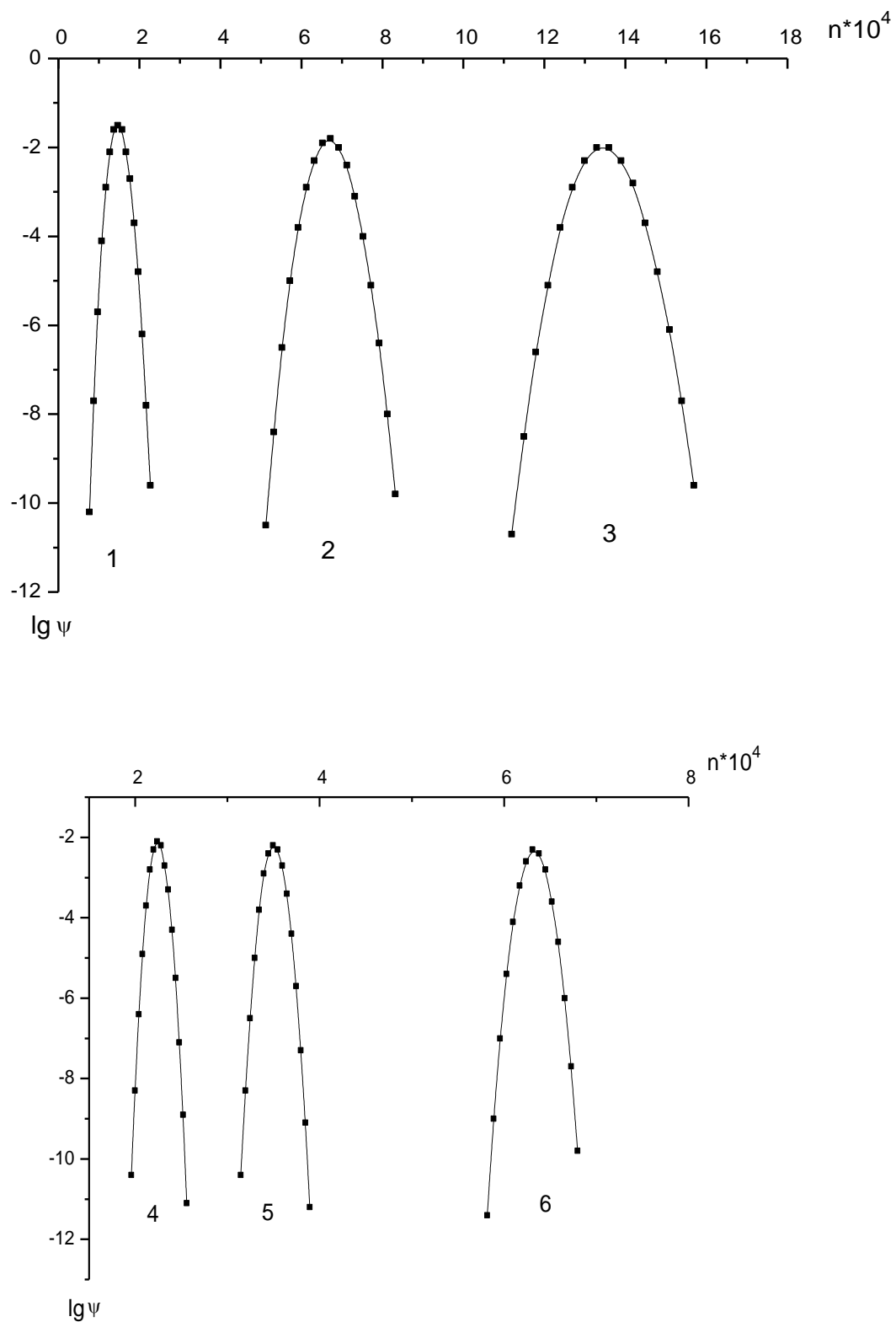


Рисунок 2. Зависимость КВФ для алюминия в вольфраме от числа взаимодействий при $E_0=1000$ кэВ и $h=1,0 \cdot 10^{-6}$; $4,0 \cdot 10^{-6}$; $7,0 \cdot 10^{-6}$; $10,0 \cdot 10^{-6}$; $13,0 \cdot 10^{-6}$; $17,0 \cdot 10^{-6}$ (1-6)

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

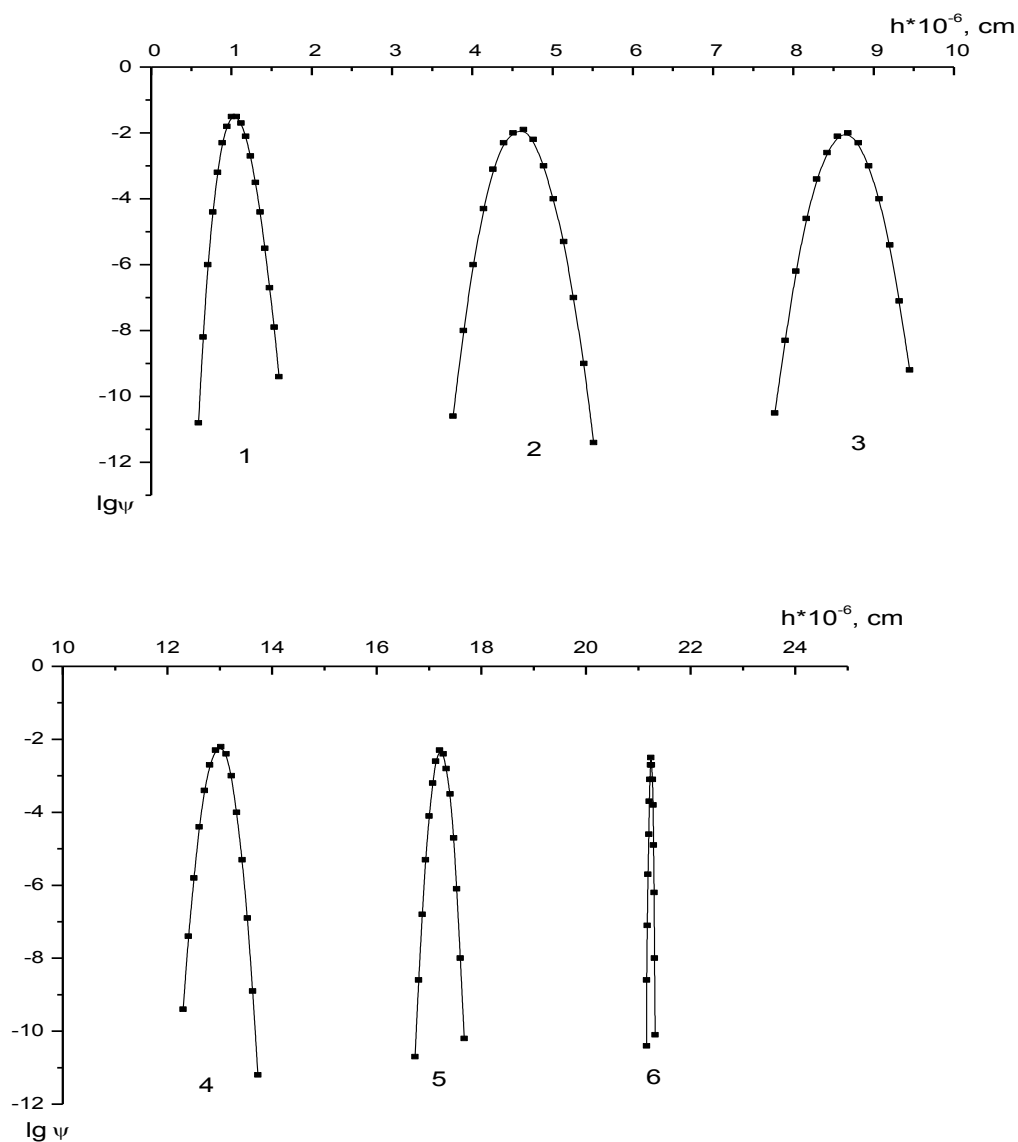


Рисунок 3. Зависимость КВФ для алюминия в вольфраме от числа взаимодействий при $E_0=1000$ кэВ и $n=153; 787; 1804; 3496; 6548; 17108$ (1-6)

Таблица 2. Зависимость процента смещения левой и правой границ области результата от числа взаимодействий для алюминия в вольфраме при $E_0=1000$ кэВ

$h*10^4$, см	B_1 , %	B_2 , %	N_n	B_3 , %
1	50	54	10	104
4	35	8	20	43
7	38	-12	30	26
10	44	-26	40	18
13	52	-40.5	50	11.5
17	66	-60	70	6

Таблица 3. Зависимость процента смещения левой и правой границ области результата от глубины проникновения для алюминия в вольфраме при $E_0=1000$ кэВ

$h \cdot 10^6$, см	h/λ	$C_1, \%$	$C_2, \%$	N_h	$C_3, \%$
1	153	41	62	10	103
4	787	6	39	30	45
7	1804	-11	36	60	25
10	3496	-23	38	120	15
13	6548	-28.7	36.2	250	7.5
17	17108	-24.4	25.5	1800	1.1

Отметим закономерности нахождения и поведения области результата в зависимости от числа взаимодействий.

1. Находится значение параметра $h/\lambda \approx n$. При малых глубинах максимальное значение КВФ достигается примерно при h/λ . С увеличением глубины наблюдения область результата начинает смещаться влево от соответствующего h/λ и сужаться. Процент смещения правой границы области результата всегда уменьшается, а левой границы области колеблется (табл. 2).

2. С уменьшением первоначальной энергии при одной и той же глубине область результата также сужается и смещается влево.

Поскольку h/λ может быть очень большим (десятки миллионов), то значения КВФ, рассчитанные с шагом 1, практически не будут отличаться друг от друга и время счета будет очень большое (более двух часов). За шаг берется некоторое значение N_n , которое прибавляется к текущему n и КВФ вычисляется при $n, n+N_n, n+2N_n, \dots$. Таким образом, для расчета КВФ необходимо найти не только область определения результата, но и выбрать шаг. При выборе шага имеют место следующие закономерности.

1. Для малых глубин шаг мал (примерно 10-20), с увеличением глубины наблюдения он начинает возрастать.

2. С уменьшением энергии шаг также увеличивается.

Закономерности поведения области результата в зависимости от глубины проникновения следующие:

1. Как показывают расчеты, при небольших глубинах область результата КВФ в зависимости от h находится вблизи h , которое соответствует h/λ . С увеличением глубины наблюдения область результата смещается вправо и сужается.

2. С уменьшением первоначальной энергии частицы при одной и той же глубине наблюдения область результата смещается вправо и сужается.

Для расчета КВФ в найденной области необходимо задать шаг. Для данного случая за шаг бралось некоторое значение N_h , которое прибавлялось к текущему h и КВФ при этом вычислялось при $h, h+N_h, h+2N_h, \dots$. Отметим некоторые закономерности поведения шага.

1. Для малых глубин шаг мал, с увеличением глубины наблюдения он увеличивается, причем на конце пробега очень сильно.

2. С уменьшением первоначальной энергии частицы при одной и той же глубине наблюдения шаг также увеличивается.

1. Боос Э. Г., Купчишин А.И. Решение физических задач каскадно-вероятностным методом. - Алма-Ата: Наука. – 1987. - Т.1. - 112 с.
2. Э.Г. Боос, А.А.Купчишин, А.И.Купчишин, Е.В. Шмыгалев, Т.А.Шмыгалева. Каскадно-вероятностный метод, решение радиационно-физических задач,

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

уравнений Больцмана. Связь с цепями Маркова. Монография. Алматы.: КазНПУ им. Абая, НИИ НХТ и М КазНУ им. аль-Фараби. 2015 г. – 388 с.

3. Буренков А.Ф., Комаров Ф.Ф., Кулмаханов М.А., Темкин М.М. Таблицы параметров пространственного распределения ионно-имплантированных примесей. - Минск: БГУ им.В.И. Ленина, 1980. -300 с.

Аңдатпа. Берілген жұмыста каскадты-ықтимал әдісі шеңберінде вольфрамдағы алюминий үшін каскадты-ықтимал функциялардың компьютерлік моделдеуі жасалынған. Өзара әрекеттесу санының, ену тереңдігінің, бірінші бөлшектің бастапқы энергиядан тәуелділігін есептеудің қадамдары және нәтиже аймақтарының күйі мен оны табу заңдылықтары көрсетілген. Сонымен қатар бөлшектердің ену тереңдігі және өзара әрекеттесу санынан тәуелділігінің вольфрамдағы алюминийге арналған каскадты-ықтимал функциялары есебі көрсетілген.

Түйін сөздер: моделдеу, бөлшек, ион, каскадты-ықтимал функция, аппроксимация, өзара әрекеттесу саны, ену тереңдігі, алюминий, вольфрам, энергия.

Abstract. This article describes a computer simulation of cascade-probabilistic functions for aluminum in tungsten within cascade-probabilistic method. Finding regularities and behavior result and step for the calculation depending on initial energy of the primary particle, penetration depth, number of interactions. Calculations of cascade-probabilistic functions for aluminum in tungsten, depending on the number of interactions and particle penetration depth.

Keywords: modeling, particle, Ion, Cascade-probabilistic function, approximation, number of interactions, penetration depth, aluminum, tungsten, energy.

УДК 53.072; 53:681.3

Т.А. Шмыгалева, Л.Ш. Черикбаева, А.Х. Сейтмуратова, Д.В. Ковалев

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАДИАЦИОННОГО ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ НА ТЯЖЕЛЫХ МИШЕНЯХ

(г.Алматы, Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

Аннотация. Работа посвящена получению закономерностей, возникающих при моделировании радиационных процессов в тяжелых ионах, облученных различными ионами. Найдены закономерности, возникающие при расчетах каскадно-вероятностных функций в зависимости от глубины проникновения частиц, числа взаимодействий и шага для расчета. Определены реальные области нахождения результата концентрации радиационных дефектов, произведены расчеты для различных налетающих частиц и мишеней в интервале энергий 100- 1000 кэВ. Результаты расчетов представлены в виде графиков и таблиц.

Ключевые слова: моделирование, ион, тяжелая мишень, концентрация радиационных дефектов, область.

В настоящее время широкое развитие получили исследования, связанные с математическим моделированием физических процессов. Математическая модель процесса, численный алгоритм, программа расчета на ЭВМ, анализ результатов и объекта исследования позволяют объяснить и описать многие явления. Среди этих явлений большое место уделяется задачам, посвященным процессам взаимодействия частиц с веществом. При взаимодействии заряженных частиц с твердыми телами,

образуются различные вторичные частицы, в том числе и первично-выбитые атомы (ПВА), которые являются родоначальниками атом-атомных каскадов. Взаимодействуя с веществом, ПВА образуют вторично-выбитые, третично-выбитые атомы и т. д. В результате изменяется структура твердого тела и происходит изменение многих свойств облученного вещества. Для того чтобы определить количество образующихся дефектов необходимо рассчитать энергетический спектр первично-выбитых атомов, знание которого позволяет также моделировать распределение дефектов по глубине и размерам. При описании этих процессов возникает проблема выбора теоретического метода исследования. Наиболее известные и широко применяемые для этих целей теоретические методы расчета - это метод Монте-Карло, кинетические уравнения Больцмана, уравнения Фокера-Планка и различные специализированные методы и модели. Нисколько не умаляя широко известных численных методов и моделей, по-видимому, можно сказать, что несомненным преимуществом по сравнению с ними обладают аналитические методы, даже если с их помощью удастся лишь приближенно описать какое-то явление. Среди таких методов в последнее время широко стал использоваться каскадно-вероятностный (КВ) метод [1], успешно применяющийся при решении космофизических, радиационных, позитронно-физических задач.

Для получения моделей расчета спектров первично-выбитых атомов и концентрации радиационных дефектов необходимо получить аналитическое выражение каскадно-вероятностных функций (КВФ), имеющих смысл вероятности того, что частица, генерированная на глубине h' , достигнет глубины h после n -го числа соударений. Нами была использована КВФ с учетом потерь энергии для ионов, имеет следующий вид [1]:

$$\psi_n(h', h, E_0) = \frac{1}{n! \lambda_0^n} \left(\frac{E_0 - kh'}{E_0 - kh} \right)^{-1} \exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right) * \left[\frac{\ln\left(\frac{E_0 - kh'}{E_0 - kh}\right)}{ak} - (h-h') \right]^n. \quad (1)$$

λ_0 , a , k , E_0 – параметры аппроксимации, входящие в следующее рекуррентное соотношение [1]:

$$\sigma(h) = \sigma_0 \left(\frac{1}{a(E_0 - kh)} - 1 \right) \quad (2)$$

Результаты подбора аппроксимационных коэффициентов представлены в таблицах 1,2.

Таблица 1. Аппроксимационные параметры для азота в серебре

E_0	$\sigma_0 * 10^7$	a	E_0'	k	η
1000	1,3133	0,36851	0,82213	1146,6	0,995
800	1,2888	0,36454	0,6889	1154,9	0,993
500	1,4084	0,24477	0,76697	1927,2	0,996
200	0,12745	0,086887	0,088925	526,19	0,9999
100	0,22612	0,035704	0,19625	2353,2	0,999

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Таблица 2. Аппроксимационные параметры для золота в золоте

E_0	$\sigma_0 \cdot 10^{11}$	a	E_0'	k	η
1000	0,68122	0,71987	0,7813	24891	0,998
800	0,86517	0,99611	0,5655	21979	0,998
500	1,1304	2,4237	0,20356	11947	0,993
200	2,8258	3,5351	0,12891	14986	0,998
100	3,6475	1,2123	0,27707	53051	0,99992

Результаты расчетов КВФ по формуле (1) в зависимости от числа взаимодействий и глубины проникновения частиц представлены на рисунках 1 - 3.

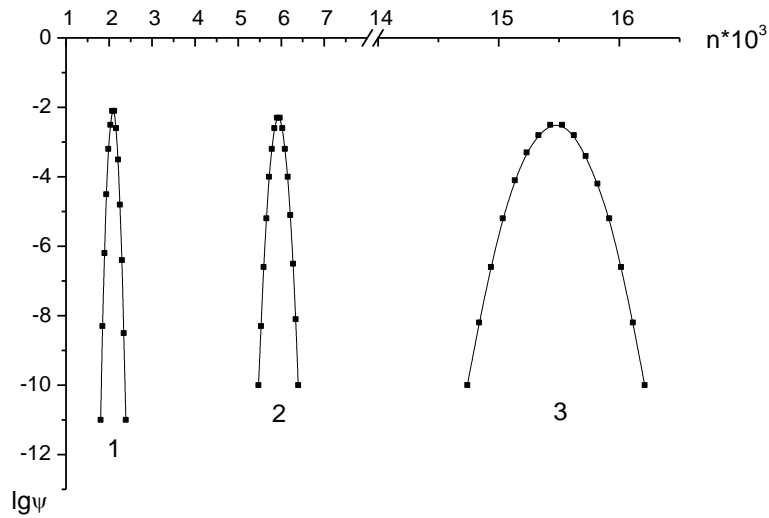
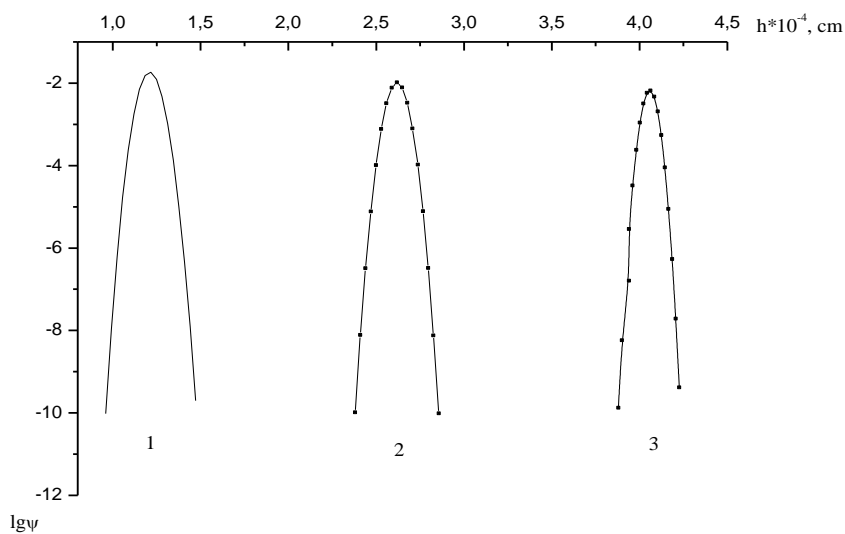


Рисунок 1. Зависимость КВФ для алюминия в железе от числа взаимодействий при $E_0 = 500$ кэВ и $h = 0,1 \cdot 10^{-3}; 0,2 \cdot 10^{-3}; 0,3 \cdot 10^{-3}$ (см) (1-3)



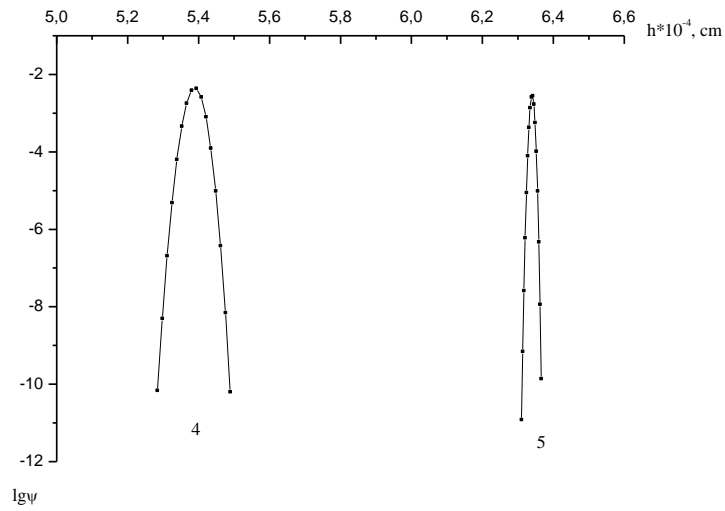


Рисунок 2. Зависимость КВФ для алюминия в железе от h при $E_0 = 1000$ кэВ и $h = 1,0 \cdot 10^{-4}$; $2,0 \cdot 10^{-4}$; $3,0 \cdot 10^{-4}$; $4,0 \cdot 10^{-4}$; $5,0 \cdot 10^{-4}$ (1-5)

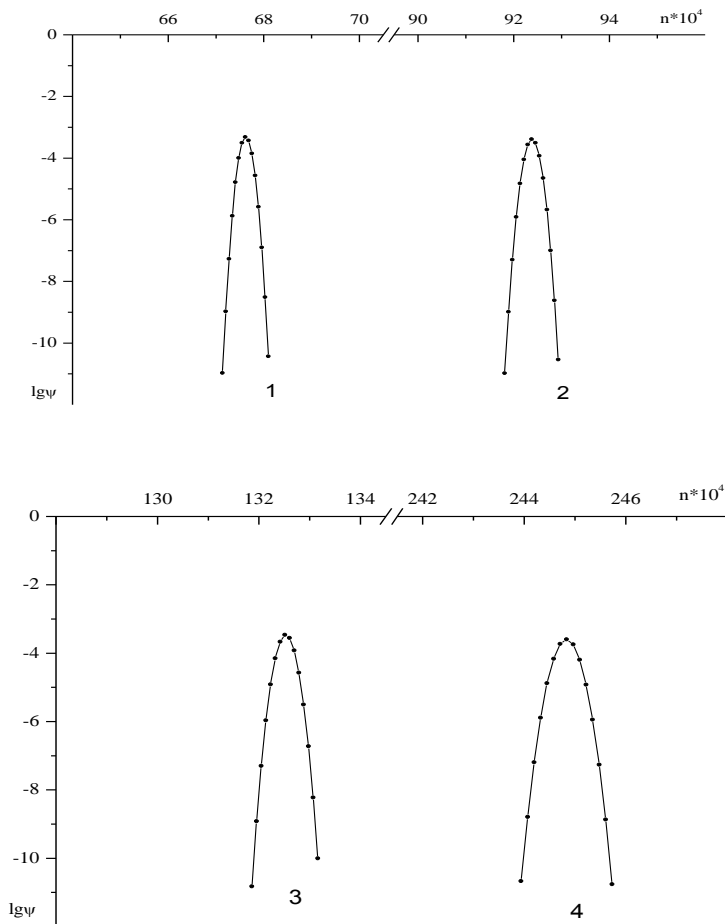


Рисунок 3. Зависимость КВФ для вольфрама в вольфраме от числа взаимодействий при $E_0 = 200$ кэВ и $h = 18,0 \cdot 10^{-6}$; $21,0 \cdot 10^{-6}$; $24,0 \cdot 10^{-6}$; $27,0 \cdot 10^{-6}$ (1-4)

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Отметим основные закономерности при расчете КВФ в зависимости от числа взаимодействий, возникающие при нахождении области результата.

1. С уменьшением первоначальной энергии (налетающая частица и мишень одна и та же) при одной и той же глубине проникновения область результата смещается влево.
2. Для тяжелых мишеней область результата смещается влево, процент смещения левой границы области уменьшается медленнее, правой границы резко уменьшается.
3. С увеличением глубины наблюдения область результата сужается и смещается влево.
4. Шаг для расчета увеличивается.

Закономерности, возникающие при расчетах КВФ в зависимости от глубины проникновения следующие:

1. С увеличением атомного веса налетающей частицы шаг увеличивается, достигая нескольких сотен и даже тысяч.
2. При большом атомном весе налетающей частицы и мишени очень сильно увеличивается время счета и усложняется подбор границ.
3. С увеличением глубины наблюдения область результата смещается вправо и сужается.
4. С уменьшением первоначальной энергии область результата смещается вправо и сужается.

Концентрация радиационных дефектов при ионном облучении вычисляется по следующей формуле [1]:

$$c_k(E_0, h) = \frac{E_d}{E_c} \frac{(E_{2max} - E_c)}{(E_{2max} - E_d)} \sum_{n=n_0}^{n_1} \int_{h-k\lambda_2}^h \psi_n(h') \exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right) \frac{dh'}{\lambda_1(h')\lambda_2}, \quad (3)$$

где E_0 – первоначальная энергия налетающего иона, E_d – пороговая энергия смещения, E_c – энергия первично-выбитого атома (ПВА), при которой количество смещенных атомов равняется числу атомов N_d , находящихся в зоне спонтанной рекомбинации, E_{2max} – максимально возможная энергия, приобретенная атомом, $\psi_n(h')$ – каскадно-вероятностная функция в модифицированном виде, $\lambda_1(h')$ и λ_2 – пробег смещения ион- и атом-атомных смещений.

Результаты расчетов представлены на рисунках 4,5 и в таблицах 3 - 6.

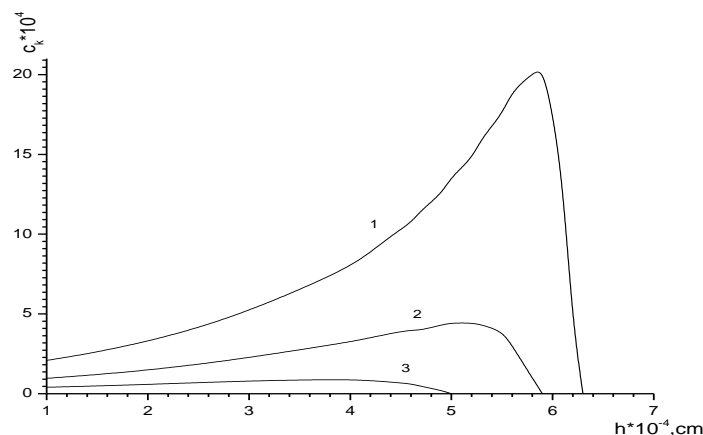


Рисунок 4. Зависимость концентрации радиационных дефектов от глубины при ионном облучении для алюминия в железе при $E_0= 1000$ кэВ; $E_c=50$ (1), 100 (2), 200(3) кэВ

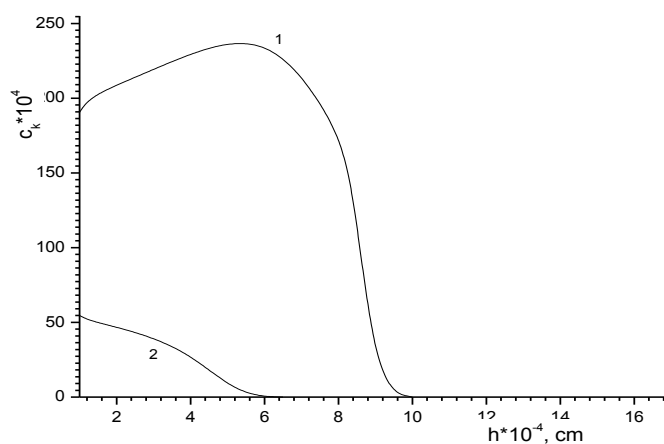


Рисунок 5. Зависимость концентрации каскадных областей от глубины при облучении меди ионами алюминия: $E_0=200$ кэВ, $E_c=50$ (1), 100 (2) кэВ

Таблица 3. Границы области определения концентрации радиационных дефектов для азота в меди при $E_c=200$ кэВ, $E_0=1000$ кэВ

$h \cdot 10^4$, см	C_k , см	E_0 , кэВ	n_0	n_1
0,1	415,97	1000	1	98
0,69	410,80	900	241	518
1,39	402,28	800	606	999
2,13	384,07	700	1036	1550
2,90	348,20	600	1527	2150
3,70	279,72	500	2087	2777
4,56	146,82	400	2750	3569
5,0	34,15	350	3118	3955
5,47	0	300	3534	4413

Таблица 4. Границы области определения концентрации радиационных дефектов для азота в золоте при $E_c=50$ кэВ и $E_0=500$ кэВ

$h \cdot 10^5$, см	C_k , см	E_0 , кэВ	n_0	n_1	τ
0,1	1798,3	500		32	2"
3,7	1865,6	400	77	307	6"
5,6	1835,1	350	157	450	7"
7,4	1655,4	300	251	601	9"
8,2	1525,6	280	300	675	10"
9	1329,2	260	354	754	10"
9,7	1023,1	240	405	828	12"
10,5	587	220	470	920	13"
11,2	-70,6	200	534	1008	13"

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Таблица 5. Границы области определения концентрации радиационных дефектов для золота в серебре при $E_c=50$ кэВ и $E_0=200$ кэВ

$h \cdot 10^5$, см	C_k , см	E_0 , кэВ	n_0	n_1	τ
0,1	7007867,7	200	15644	18053	7'
0,2	7302275,4	180	33412	36880	
0,3	7511692,1	160	52883	57218	46'
0,5	8284898,7	140	97458	103303	1ч44'
0,7	8873991,1	120	150932	158182	3ч
0,9	8996191,7	100	215684	224336	5ч
1,1	7783588,7	80	295270	305387	5ч 18'
1,2	6039618,3	70	342258	352550	7ч01'
1,3	2777112,7	60	395295	407000	10ч06'
1,4	-3336586,8	50	455708	468109	9ч52'

Таблица 6. Границы области определения концентрации радиационных дефектов для меди в золоте при $E_c=50$ кэВ и $E_0=800$ кэВ

$h \cdot 10^5$, см	C_k , см	E_0 , кэВ	n_0	n_1	τ
0,01	135487,6	800	0	75	2"
0,55	147934,3	700	941	1572	10"
1,71	185710,8	600	3789	4966	1'
2,55	223499,7	500	6461	7973	2'
3,38	275900,1	400	9825	11672	4'
3,79	310019,3	350	11866	13889	5'
4,19	350241,8	300	14197	16404	6'
4,35	368626,9	280	15249	17534	7'
4,51	388432,7	260	16383	18751	7'
4,67	409627,8	240	17613	20066	8'
4,83	432006,1	220	18955	21499	9'
4,99	455111,7	200	20430	23070	10'
5,14	474496,5	180	21958	24694	12'
5,30	493819,0	160	23777	26624	13'
5,45	500605,9	140	25703	28663	14'
5,60	486488,5	120	27903	30988	16'
5,76	429659,0	100	30649	33884	18'
5,91	250331,4	80	33745	37141	20'
5,98	62869,5	70	35424	38906	23'
6,06	-25559,6	60	37588	411176	25'

С увеличением атомного номера мишени для одной и той же налетающей частицы значение функции в точке максимума незначительно увеличивается, значения глубин уменьшаются, то есть в более тяжелой мишени вакансионных скоплений образуется больше, особенно в приповерхностной области.

1. Э.Г. Боос, А.А.Купчишин, А.И.Купчишин, Е.В. Шмыгалев, Т.А.Шмыгалева. Каскадно-вероятностный метод, решение радиационно-физических задач, уравнений Больцмана. Связь с цепями Маркова. Монография. Алматы.: КазНПУ им. Абая, НИИ НХТ и М КАЗНУ им. аль-Фараби. 2015 г. – 388 с.

Аңдатпа. Бұл жұмыс әртүрлі иондармен сәулелендірілген, ауыр иондарда радиациялық процестерді моделдеу кезінде пайда болатын заңдылықтарды алуға арналған. Радиациялық ақаулардың концентрацияларының нәтижелерін табудың нақты аймақтары анықталып, энергияның 100-1000 кэВ интервалында заттар мен әртүрлі ұшқын бөлшектерге арналған есептері анықталған. Нәтижелер графиктер және кестелер түрінде көрсетілген.

Түйін сөздер: Моделдеу, ион, ауыр зат, радиациялық ақаулардың концентрациясы, аймақ.

Abstract. The article describes receiving of the regularities emerging in modelling radiation processes in heavy ion irradiated with various ions. The regularities, arising at calculations of cascade and probabilistic functions depending on depth of penetration of particles, number of interactions and a step for calculation, are found. Real area of finding the result of radiation defects concentration calculations for various incident particles and targets within the range of energies of 100-1000 keV. Results are presented in graphs and tables

Keywords: Modeling, Ion, heavy target, concentration of radiation defects, scope.

УДК 629.113

Ж.Н. Аубекерова, А.С. Кинжебаева*

АНАЛИЗ ПРИЧИН, ВЫЗЫВАЮЩИХ ЗАНОС АВТОМОБИЛЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

(г. Астана, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, * - магистрант)

Аннотация. В статье рассматривается анализ причин, вызывающих занос автомобиля. Приведены общие сведения о заносах. Показаны причины вызывающие заносы, основные внешние факторы, влияющие на величину безопасного движения автомобиля. Рассмотрены способы предотвращения заноса автомобиля. Показан пример расчета критической скорости автомобиля по условию заноса.

Ключевые слова: занос автомобиля, задний и передний мосты автомобиля, устойчивость, безопасное движение автомобиля.

Современная автомобильная промышленность является достаточно развитой, высокотехнологичной отраслью. Особое внимание уделяется вопросам безопасности движения, в частности, к проблемам предотвращения ситуаций, приводящих к заносу автомобиля. По статистике большинство автомобильных аварий происходит вследствие потери сцепления колес с дорогой, приводящей к возникновению заноса. Чрезмерная скорость на поворотах автомобиля, превышающая допустимую в данных дорожных условиях и обстановке движения, может стать причиной заноса автомобиля, особенно при скользком дорожном покрытии. Занос автомобиля обычно обуславливается началом бокового скольжения его ведущей оси (рисунок 1).

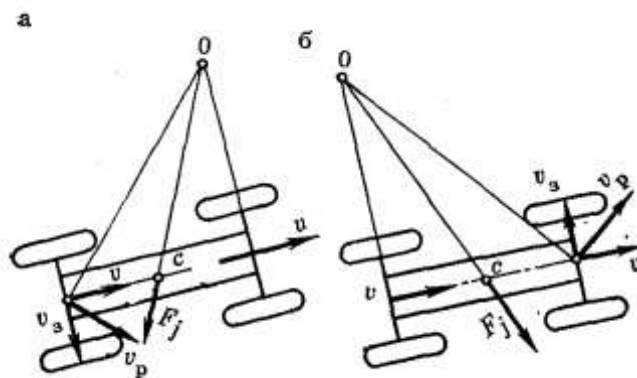


Рисунок 1- Занос заднего (а) и переднего (б) мостов автомобиля

Иногда занос автомобиля может стать причиной его опрокидывания. Боковое скольжение или занос автомобиля, происходит в том случае, когда боковая сила, действующая на колеса оси, больше силы сцепления шин с дорогой или равна ей.

Исчезновение силы трения покоя в направлении, перпендикулярном скорости, называется явлением заноса. Если автомобиль движется по окружности с постоянной скоростью, то ускорение его постоянно по величине и направлено к центру окружности. Эта сила называется центробежной силой инерции, она направлена поперек направления движения автомобиля и именно она вызывает занос автомобиля на повороте.

Причинами заноса автомобиля считается: плохое сцепление колес с дорогой (в том числе чрезмерный износ покрышек и аквапланирование); торможение автомобиля при замасливание фрикционных накладок тормозного механизма одного или двух колес одной стороны; утечка тормозной жидкости или заедания поршня в одном из колесных тормозных цилиндров; затрудненного поступления тормозной жидкости вследствие смятия подводящего трубопровода; разное давление воздуха в шинах правых и левых колес; неправильная работа со сцеплением; внезапная остановка; резкое торможение; подпрыгивание задних колес; быстрое выполнение поворотов при большой скорости движения; обгон на поворотах дорог; поперечный уклон и различное состояние поверхности дороги под колесами.

Одними из основных внешних факторов, влияющих на величину скорости безопасного движения при криволинейных движениях, являются: коэффициент сцепления шин с дорогой φ , величина тангенса угла поперечной устойчивости автомобиля $tg\alpha$, радиус кривой r , поперечный уклон виражей β ($tg\beta$) (табл.1, 2) [1].

Таблица 1. Коэффициенты сцепления шин с дорогой

Дорожное полотно	Коэффициент сцепления, φ
Цементно-бетонное, асфальтобетонное сухое	0,6...0,8
Мокрое цементно-бетонное, асфальтобетонное	0,35...0,45
Грязное цементно-бетонное, асфальтобетонное	0,2...0,3
Дорога, покрытая снегом, укатанная	0,2...0,3
Дорога в гололед	0,05...0,2

Таблица 2. Показатели угла поперечной устойчивости автомобилей

Тип автомобиля	$tg\alpha$	α , град
Легковые	0,9...1,2	42...50
Грузовые	0,55...0,80	29...39
Автобусы	0,50...0,65	27...33

Причинами, вызывающими занос на скользкой дороге, могут стать [2, 3]: неровность, сильный боковой ветер, резкие маневры (торможение, разгон, объезд препятствия), резко открытие или закрытие дроссельной заслонки.

На влажном, загрязненном или обледенелом дорожном покрытии возникает опасность заноса автомобиля. Особенно не рекомендуется пользоваться тормозом при движении по скользкой дороге, так как это может привести к заносу автомобиля. При мокрой, влажной и скользкой дороге из-за снижения коэффициента сцепления увеличивается и тормозной путь.

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Влияние погодных условий на сцепление колес с дорогой обусловлено также силами, действующими на автомобиль. Давление бокового ветра на автомобиль может стать особенно опасным при движении по кривым в плане, если ветровая нагрузка совпадает с действием центробежной силы. Если выезд из зоны затишья на открытое место совпадает с сильным боковым ветром, то может возникнуть опасный боковой увод колёс автомобиля и его занос, а при неудачных управляющих действиях водителя - и ДТП. К этому добавляется и влияние элементов дороги.

Аквапланирование - это возникновение гидродинамического клина в пятне контакта шины - то есть полная или частичная потеря сцепления, вызванная присутствием водяного слоя, отделяющего шины движущегося транспортного средства от дорожной поверхности. При этом транспортное средство практически неуправляемо. Возникает, когда скорость достигает критического значения, при котором колесо не успевает удалять воду из пятна контакта. Чем больше водная плёнка на поверхности дороги и меньшая остаточная глубина протектора шины, тем выше риск аквапланирования. На рисунке 2 показан график зависимости индекса трения от скорости автомобиля при различных погодных условиях.

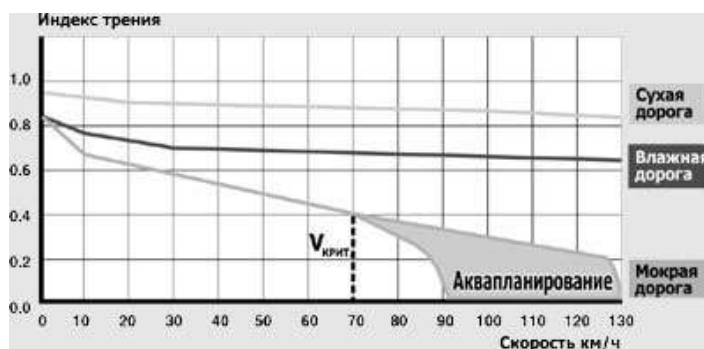


Рисунок 2. Зависимость индекса трения от скорости автомобиля при различных погодных условиях

Полигонные испытания показывают, что критическая скорость автомобиля, при которой возможно появление аквапланирования, находится в пределах 70-100 км/ч. В реальных условиях скорость, при которой колесо может «всплыть», зависит от множества факторов (ровности и шероховатости дорожного покрытия, толщины слоя воды, конструкции протектора шины, величины его износа, давления в шине, состояния подвески и пр.) и может быть даже 40 км/ч.

Устойчивость автомобиля против заноса одной из осей оценивается:

- критической скоростью по заносу одной из осей;
- коэффициентами сопротивления боковой нагрузке;
- коэффициентом сопротивления заносу задней оси.

Предотвращение заноса и повышение безопасности движения автомобиля осуществляется при условии:

- предупреждения возможности блокировки задних колес;
- распределения тормозного усилия на правые и левые колеса одной и той же оси одинаково или с разностью не превышающей 10 - 15 %;
- наличия двух тормозных цилиндров, обеспечивающих большую эффективность торможения передних колес по сравнению с задними колесами.

Двигаться необходимо равномерно с небольшой скоростью, обеспечивая необходимую силу тяги на ведущих колесах без их пробуксовки и без переключения

передач. Вообще переключение передач на скользкой дороге нежелательно, так как оно может вызвать буксование ведущих колес, занос автомобиля.

Водителю запрещено занимать левые полосы, если свободны правые. Двигаться у самого края проезжей части - у бортового камня или края обочины - не следует: на проезжую часть могут неожиданно сойти с тротуара пешеходы. Заезд на обочину правыми колесами также опасен из-за того, что сцепление материала обочины и покрытия неодинаково, а это может вызвать занос автомобиля.

Определяющим фактором правильного поведения при выводе автомобиля из заноса является привод автомобиля. Существует три разновидности приводов [3]: задний привод; передний привод; полный привод.

На основании нижеприведенной схемы сил, действующих на автомобиль при криволинейном движении на горизонтальном участке дороги (рисунок 3), рассчитаем критическую скорость автомобиля по заносу всех колес [4].

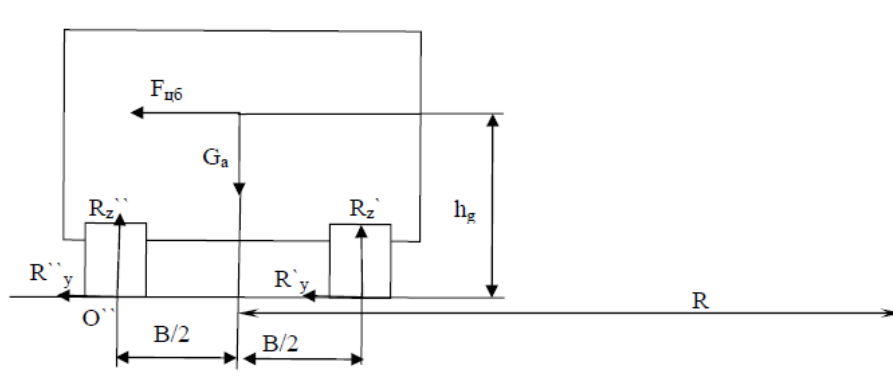


Рисунок 3. Силы, действующие на автомобиль

Условия заноса – центробежная сила равна сумме поперечных реакций колес.

G_a - полный вес автомобиля;

φ_y - коэффициент поперечного сцепления шины с дорогой;

V - скорость поступательная (линейная) автомобиля;

R – радиус поворота автомобиля;

R'_y, R''_y - суммарные поперечные реакции колес (нижнего и верхнего бортов);

R'_z, R''_z - суммарные нормальные реакции колес (нижнего и верхнего бортов);

g – ускорение свободного падения.

$$F_{цб} = R'_y + R''_y \quad (1)$$

$$F_{цб} = m \cdot \frac{V^2}{R} = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \quad (2)$$

Известно, что

$$R'_y = R'_z \cdot \varphi_y;$$

$$R''_y = R''_z \cdot \varphi_y.$$

Так как $R'_z + R''_z = G_a$, то

$$R'_y + R''_y = (R'_z + R''_z) \varphi_y = G_a \cdot \varphi_y.$$

Тогда получим:

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

$$\frac{G_a}{g} \cdot \frac{V^2}{R} = G_a \cdot \varphi_y,$$

Откуда

$$V_{кр}^{занос} = \sqrt{\varphi_y \cdot g \cdot R} - \text{критическая по заносу скорость.} \quad (3)$$

Данное выражение позволяет устанавливать безопасные скорости движения автомобиля в зависимости от типа и состояния дорожного покрытия в различных погодных условиях (по φ_y) и радиуса кривых дорожного полотна на отдельных его участках.

Выводы.

1. Анализ причин заноса автомобиля и влияния на него конструктивных и эксплуатационных факторов является основой для повышения безопасности движения.

2. По полученной формуле (3) можно вычислять критическую скорость автомобиля при различных значениях коэффициента сцепления.

3. К способам предотвращения заноса автомобиля относятся: предупреждение возможности блокировки задних колес; распределение тормозного усилия на правые и левые колеса одной; наличия двух тормозных цилиндров, обеспечивающих большую эффективность торможения передних колес по сравнению с задними колесами.

1. Бабков В.Ф. Автомобильные дороги: учебник для вузов/ В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1983. – 280 с.
2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и режимы движения автомобилей: учебник для вузов / В.Ф. Бабков. - М.: Транспорт, 1987. - 224 с.
3. Кульпанов А. И. Теоретические основы движения автомобиля: Учебное пособие. Н.Новгород: ФГБОУ. -2013. -39 с.
4. Селифонов В. В., Хусаинов А. Ш., Ломакин В. В. Теория автомобиля: Учебное пособие. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 102 с.

Аңдатпа. Мақалада әртүрлі ауа райы жағдайында автомобильдің көлденең сырғанауына байланысты орнықтылығының бұзылуының негізгі себептерін талдау қарастырылған. Автомобильдің қауіпсіз жүруіне әсер ететін негізгі сыртқы факторлар және автомобильдің көлденең орнықтылығын қамтамасыз ету тәсілдері көрсетілген. Автомобильдің көлденең орнықтылығының жоғарғы шекті жылдамдығын есептеу мысалы келтірілген.

Түйін сөздер: дөңгелектердің көлденең сырғанауы, автомобильдің артқы және алдыңғы белдіктері, орнықтылығы, автомобильдің қауіпсіз жүруі.

Abstract. The article provides the analysis of the causes of skidding. An overview of the skid, the reasons causing drifts, the main external factors that influence the safe movement of the car and how to prevent skidding are presented. An example of calculating the critical speed of the car in a state of drift is given.

Keywords: car skid, the rear and front axle, stability, safe driving.

УДК 539.3

Н.К. Аширбаев, Ж.Н. Аширбаева, Ш.Е. Алтынбеков, А. Абжапбаров

ОСОБЕННОСТИ НЕСТАЦИОНАРНОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В УПРУГОЙ ДВУХОПОРНОЙ КОНСТРУКЦИИ

(г.Шымкент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова)

Аннотация. Работа посвящена обобщению разностного метода пространственных характеристик на случай плоской задачи о распространении волн в прямоугольной области конечных размеров с разрывами в граничных условиях. В начальный момент времени на лицевой границе прямоугольной области прикладывается равномерно распределенная нагрузка. Боковые грани полосы свободны от напряжений. На нижней грани прямоугольной области рассмотрены неоднородные граничные условия. На основе разработанной в работе численной методики получены расчетные конечно – разностные соотношения динамических задач в особых точках нижней границы прямоугольной области, где граничные условия меняются скачком. Результаты исследования доведены до численного решения.

Ключевые слова: нагрузка, плоская деформация, особая точка, напряжение, скорость, волновой процесс, численное решение.

Введение. Прогнозирование динамического поведения элементов конструкций с учетом ряда ослабляющих факторов (разрывы в граничных условиях, отверстия, полости, вырезы и т.д.) имеет не только теоретическое, но и прикладное значение, определяемое запросами инженерной практики.

Для большинства конструкций, применяемых в строительстве, машиностроении и других отраслях техники характерно наличие различных нарушений сплошности в виде отверстий, выточек, пазов, выступов и т.п., обусловленных либо технологией изготовления, либо эксплуатационными требованиями. Возле таких несплошностей возникает, как известно, явление местного искажения напряжений и деформаций, называемое обычно концентрацией напряжений. Эти эффекты вносят существенное изменение в «средние» напряжения и нередко являются причиной разрушения. На качественные и количественные эффекты концентрации напряжений влияют разнообразные причины, связанные с геометрией концентратора, видом воздействия, реальными свойствами материала. Поэтому проблеме концентраций напряжений уделяется в современной технике огромное внимание, что нашло отражение в практически необозримом количестве отечественных и зарубежных исследований, а также специальных монографиях и справочных руководствах.

К настоящему времени решения двумерных задач динамической теории упругости сравнительно полно проанализированы для расчетных областей, составленных лишь из прямоугольников, цилиндров и для пространства, причем для достаточно гладко меняющихся по аргументам граничных и начальных условий. Задачи исследования распространения волн в телах конечных размеров являются практически более важными, чем соответствующие исследования для неограниченных конфигураций.

Несомненный интерес представляют задачи с разрывами в граничных условиях, т.к. информация о концентрации напряжений в окрестности разрыва необходима для практических целей, например, проектирования строительных объектов. Однако, до настоящего времени сравнительно мало решенных задач динамической теории упругости в ограниченных телах с неоднородностями различной конфигурации с использованием численных методов [1-6].

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Постановка задачи. Исследуется плоская деформация упругого тела с прямоугольным поперечным сечением. Сечение имеет размеры $0 \leq x_1 \leq l$, $-L \leq x_2 \leq L$ (рисунок 1). Стороны прямоугольника разбиты на n_1 и n_2 частей. При этом шаги разбиения по координатам определены равенствами $h_1 = l/n_1$, $h_2 = L/n_2$. Таким образом, произвольная узловая точка O_{ij} будет иметь координаты (x_1^i, x_2^j) . При этом $x_1^i = i h_1$ ($i = 0, 1, 2, \dots, n_1$) и $x_2^j = j h_2$ ($j = -n_2, -n_2+1, -n_2+2, \dots, -1, 0, 1, 2, \dots, n_2-1, n_2$). Задача состоит в определении параметров волнового поля внутри прямоугольника при условии, что напряженно-деформированное состояние в общепринятых обозначениях описывается системой уравнений линейной теории упругости

$$\begin{aligned} \sigma_{11,1} + \sigma_{12,2} &= \rho \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2}; \\ \sigma_{12,1} + \sigma_{22,2} &= \rho \frac{\partial^2 u_2}{\partial t^2}; \\ \sigma_{11} &= \lambda \theta + 2\mu \varepsilon_{11}; \quad \sigma_{22} = \lambda \theta + 2\mu \varepsilon_{22}; \\ \sigma_{12} &= 2\mu \varepsilon_{12}; \quad \theta = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{22}, \end{aligned} \quad (1)$$

где составляющие тензора напряжений обозначаются через $\sigma_{ij}(x_1, x_2, x_3; t)$, тензора деформаций – через $\varepsilon_{ij}(x_1, x_2, x_3; t)$ ($i, j = 1, 2, 3$) вектора перемещения – через $u_i(x_1, x_2, x_3; t)$ ($i = 1, 2, 3$), ρ – плотность материала среды, λ, μ – постоянные Ламе, θ – объемная деформация. Запятая с индексом означает частную производную по соответствующему аргументу.

Вводя безразмерные координаты и функции [7]:

$$\begin{aligned} \bar{t} &= \frac{t \cdot c_1}{b}; \quad \bar{x}_i = \frac{x_i}{b}; \quad v_i = \frac{1}{c_1} \cdot \frac{\partial u_i}{\partial t} (i = 1, 2); \\ p &= \frac{\sigma_{11} + \sigma_{22}}{2\rho c_1^2}; & q &= \frac{\sigma_{11} - \sigma_{22}}{2\rho c_1^2}; \\ \tau &= \frac{\sigma_{12}}{\rho c_1^2}; & \gamma &= \frac{c_1}{c_2}, \end{aligned}$$

(где c_1 – скорость распространения продольных волн, c_2 – скорость распространения поперечных волн, b – характерная длина, параметр γ – постоянный) систему (1) можно представить в эквивалентной форме в виде системы линейных уравнений для скоростей перемещений v_1, v_2 и трех линейных комбинаций p, q, τ компонент тензора напряжений:

$$\begin{aligned} v_{1,t} - p_{,1} - q_{,1} - \tau_{,2} &= 0; \quad v_{2,t} - p_{,2} + q_{,2} - \tau_{,1} = 0; \\ \gamma^2 (\gamma^2 - 1)^{-1} \cdot p_{,t} - v_{1,1} - v_{2,2} &= 0; \quad \gamma^2 \cdot q_{,t} - v_{1,1} + v_{2,2} = 0; \\ \gamma^2 \cdot \tau_{,t} - v_{1,2} - v_{2,1} &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь и в дальнейшем черта над безразмерными параметрами ради простоты опущена. Индексами 1 и 2 обозначены переменные x_1 и x_2 соответственно. Запятая обозначает частную производную по переменной, указанной после запятой.

В начальный момент времени $t = 0$ тело находится в состоянии покоя

$$v_1(x_1; x_2; 0) = v_2(x_1; x_2; 0) = p(x_1; x_2; 0) = q(x_1; x_2; 0) = \tau(x_1; x_2; 0) = 0. \quad (3)$$

В любой другой момент времени $t > 0$ на границе $x_1 = 0$, $-L \leq x_2 \leq L$ действует равномерно распределенная нагрузка, изменяющаяся во времени по закону непрерывно

дифференцируемой функции $f(t)$, которая в начале монотонно возрастает до максимального значения $f(t_0)$, а затем монотонно убывает

$$v_1 = f(t), \quad v_2 = 0 \quad \text{при} \quad x_1 = 0, \quad -L \leq x_2 \leq L. \quad (4)$$

Боковые грани $|x_2| = L$ полосы свободны от напряжений

$$p - q = 0, \quad \tau = 0 \quad \text{при} \quad |x_2| = L, \quad 0 \leq x_1 \leq l. \quad (5)$$

На нижней грани $x_1 = l$ полосы рассмотрены неоднородные граничные условия

$$v_1 = v_2 = 0 \quad \forall |x_2| \geq x_2^0 \quad \text{и} \quad p + q = \tau = 0 \quad \forall |x_2| \leq x_2^0, \quad (6)$$

где x_2^0 - некоторое постоянное число, удовлетворяющее требованию $|x_2^0| \leq l$.

Граничные условия (6) соответствуют условиям, при которых средняя часть границы $x_1 = l$ свободна от напряжений, а боковые участки ее жестко закреплены. Они имитируют условия работы двухопорной конструкции. При принятом нагружении (4) в теле возникает сложный процесс распространения продольных в направлениях осей x_1 , x_2 и поперечных волн, которые через некоторое время (в зависимости от размеров и скорости распространения возмущений) начинают интерферировать. Необходимо исследовать волновое движение внутри рассматриваемого тела при $t > 0$.

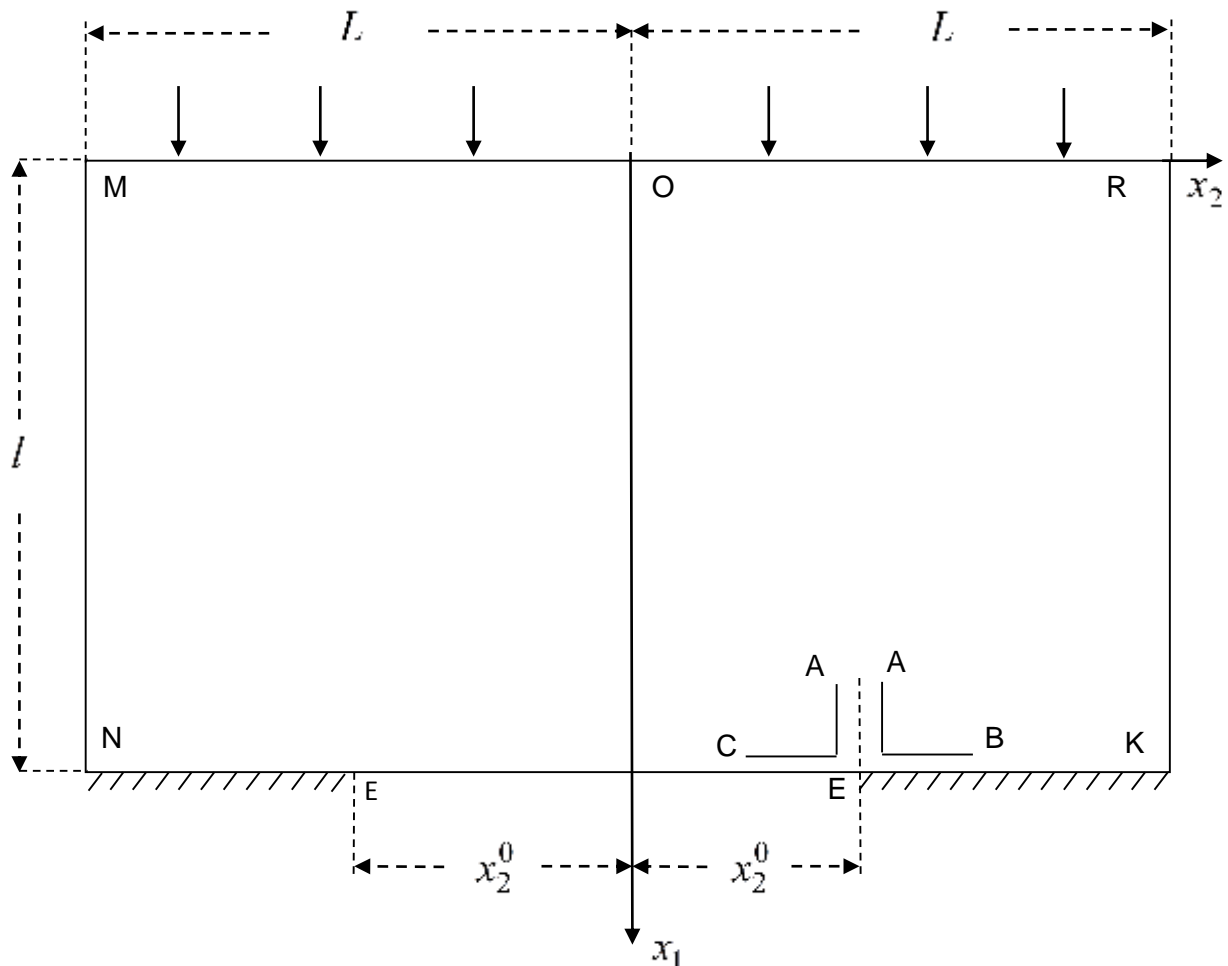


Рисунок 1 –Исследуемая область

Поставленная задача решена методом пространственных характеристик, подробный алгоритм численной реализации которого изложен в [7]. Особенностью рассмотренного

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

тела является то, что в точках типа Е (рисунок 1) границы $x_1 = l$ исследуемого тела нарушается «привычная» для динамических задач гладкость функций, т.е. в этих точках искомые функции и их производные терпят разрыв первого рода. Именно на такие особенности не было распространено или вообще, как нам известно, не было метода решения таких задач. В дополнение к известным соотношениям [7] получены расчетные соотношения в особых точках типа Е границы $x_1 = l$ для нахождения искомых функций, в которых граничные условия терпят разрыв первого рода [3].

Таким образом построен численный алгоритм решения поставленной нестационарной задачи теории упругости в особых точках, в которых входящие параметры терпят разрыв первого рода. На основе этого численного алгоритма создана единая программа расчетов на языке Фортран для персональных компьютеров.

Анализ результатов расчетов. Численные результаты приведены для прямоугольной области $0 \leq x_1 \leq 100 h$, $|x_2| \leq 100 h$. При этом, принятые значения шагов по координате одинаковы $h_1 = h_2 = h$. Материал тела обладает следующими характеристиками: модуль упругости $E=200$ ГПа, коэффициент Пуассона $\nu=0.3$, плотность $\rho = 7.9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $c_1 = 5817 \text{ м/сек}$, $c_2 = 3109 \text{ м/сек}$, $\gamma = 1.87$. Параметры волнового поля получены при следующих значениях исходных данных

$$f(t) = At \cdot e^{-st}, A = 1, s = 1, k = 0.025, h = 0.05, |x_2^0| = 50h.$$

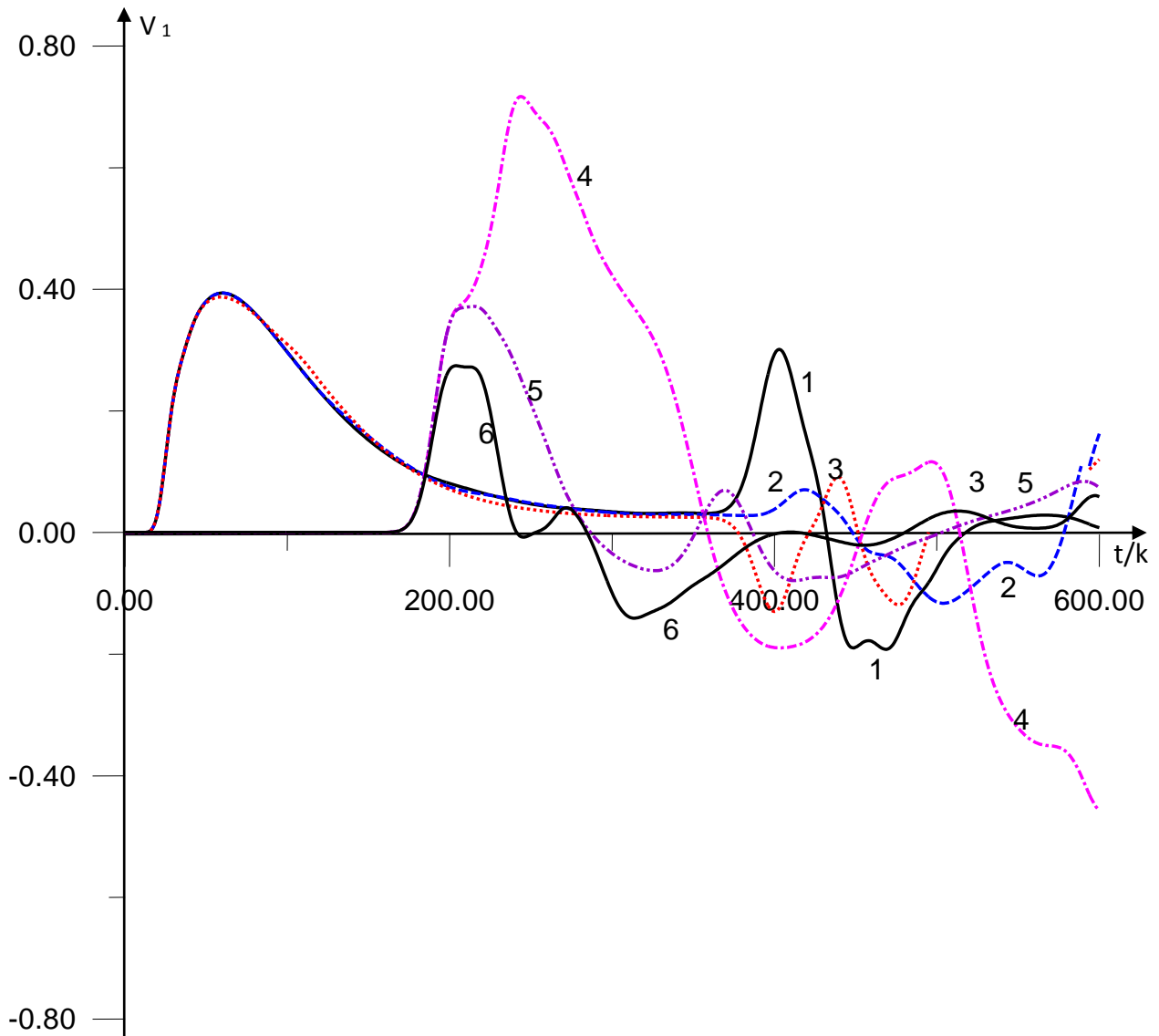
Здесь A – постоянный множитель, параметр s характеризует скорость изменения внешней нагрузки. Поскольку исследуемое тело имеет свободные границы $x_2 = \pm 100 h$ и особенности $|x_2| = x_2^0 = 50h$ на границе $x_1 = 100h$, то со временем накладывающиеся друг на друга волны отражений (дифрагированные) определяют сложный характер проявления в нем скоростей перемещений, деформаций и напряжений.

Исследование устойчивости показало, что сеточное отношение k/h , равное 0.5, обеспечивает устойчивые результаты для достаточно большого отрезка времени, при многократных отражениях и дифракциях волн. Фактически расчет был выполнен до $t=600 \cdot k$. При расчетах в любой момент времени t точно выполняются все граничные условия как в угловых, так и в особых точках. Это обстоятельство, в отличие от многих приближенных методов, обеспечивает достоверность полученных решений и соответствующих результатов.

Из-за симметрии условий закрепления и характера нагружения искомые параметры v_1, p, q являются четными, а v_2, τ – нечетными относительно оси $x_2 = 0$. В связи с этим на рисунках 2–3 приведены результаты расчетов только для положительных значений x_2 . Они показывают сложный характер распределения скоростей v_1, v_2 и напряжений p, q, τ в двумерной области. Симметричность этих функций подтверждена расчетами, что свидетельствует о корректности счета и достоверности полученных результатов.

Осциллограмма продольных v_1 и поперечных v_2 скоростей перемещений на отрезке времени $t \in [0; 600 \cdot k]$ в шести фиксированных точках наблюдения - $1(x_1 = 10 \cdot h, x_2 = 20 \cdot h)$, $2(x_1 = 10 \cdot h, x_2 = 50 \cdot h)$, $3(x_1 = 10 \cdot h, x_2 = 80 \cdot h)$, $4(x_1 = 90 \cdot h, x_2 = 20 \cdot h)$, $5(x_1 = 90 \cdot h, x_2 = 50 \cdot h)$, $6(x_1 = 90 \cdot h, x_2 = 80 \cdot h)$ представлена кривыми на рисунках 2–3. Анализ поведения этих функций позволяет проследить процесс прохождения через указанные точки различных волновых фронтов. Из характера осциллограмм продольных скоростей v_1 перемещений сразу вслед за передним фронтом видно, что графики этих функций носят колебательный характер. Можно утверждать, что продольные колебания скоростей v_1 после прохождения основного

импульса от внешнего воздействия обусловлены взаимодействием с поперечными движениями в соответствующих фиксированных точках наблюдения. Продольная скорость перемещения v_1 в точках 1,2,3 появляется одновременно и на начальном этапе изменения в целом повторяет заданный граничным воздействием нагрузку, приложенным на торце $x_1 = 0$. Максимальные амплитудные значения v_1 в точке 1 более чем в один раз больше максимальных значений в точках 2,3. Временная эволюция в точке 4 подтверждает закон удвоения амплитуды продольной скорости частиц v_1 при отражении упругой волны от свободного участка границы полосы $x_1 = 100h$.



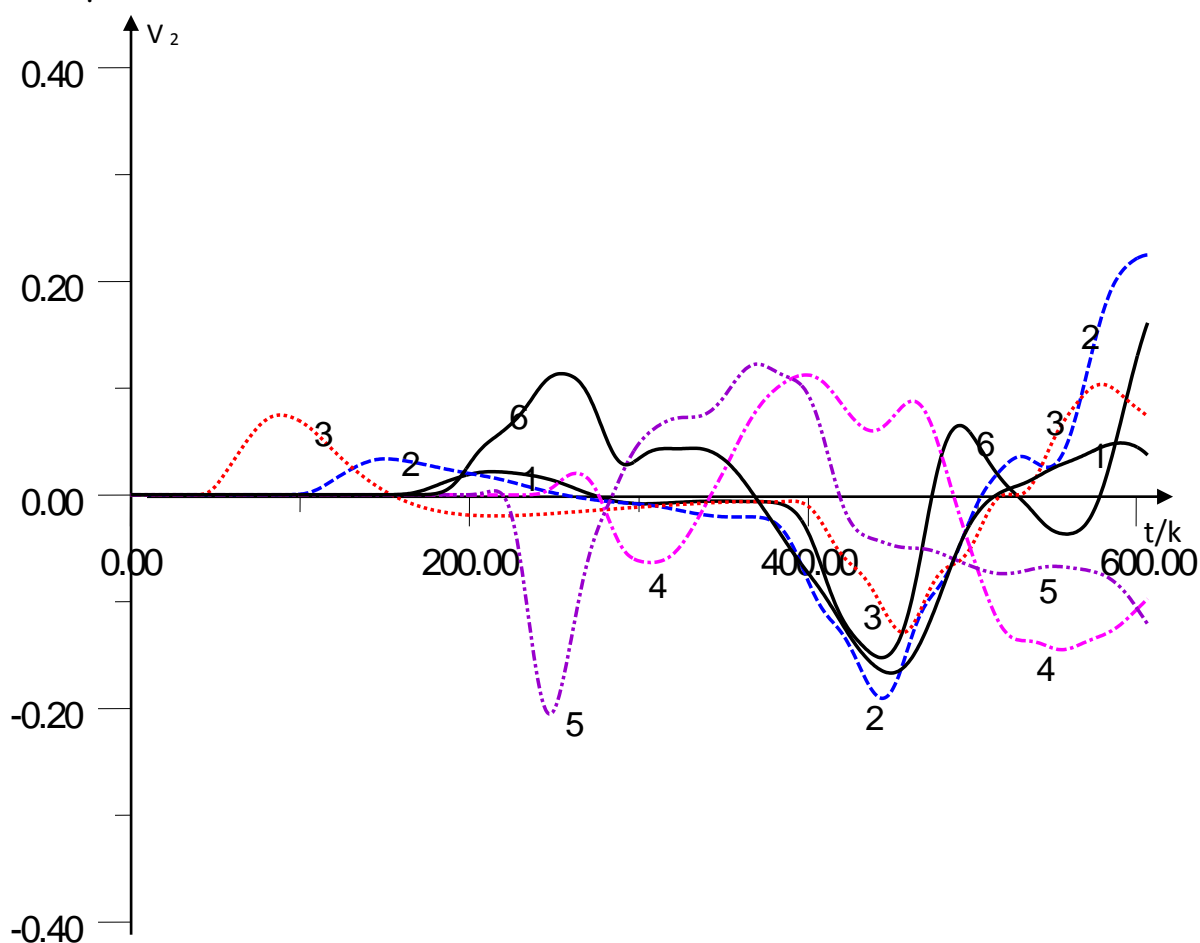
1 – точка (10h, 20h); 2 – точка (10h, 50h); 3 – точка (10h, 80h); 4 – точка (90h, 20h);
5 – точка (90h, 50h); 6 – точка (90h, 80h)

Рисунок 2 – Оциллограмма продольных скоростей перемещений v_1 в шести фиксированных точках наблюдения прямоугольной области

Поперечные скорости частиц v_2 обусловленные, главным образом, фронтами поперечных волн, носят знакопеременный колебательный характер, имеют множество локальных экстремумов. Это, видимо, обусловлено распространением продольных волн

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

в направлениях осей возмущений, их отражением от боковых границ, а также дифракцией волн от угловых и особых точек типа Е прямоугольника, и, наконец, интерференцией всех этих типов волн. Из осциллограммы для внутренних точек поперечных скоростей перемещений v_2 видно, что движение в направлениях поперечных оси прямоугольника в этих точках начинается с некоторым запаздыванием. Это обусловлено тем, что в точку 3 в момент $t \approx 44 \cdot k$ вступает дифрагированный от угла $R(x_1 = 0, x_2 = 100h)$ фронт поперечной волны раньше, чем в точках 1,2, который приводит к появлению поперечной компоненты скорости. Из вида скорости v_2 в точке 5 ($t \approx 247 \cdot k$) хорошо прослеживается влияние дифракции от особой точки типа Е. В меньшей мере с некоторым запаздыванием по времени она проявляется в точках 6 и 4. Таким образом, появление поперечной компоненты скорости перемещений v_2 обусловлено дифракцией волн



1 – точка (10h, 20h); 2 – точка (10h, 50h); 3 – точка (10h, 80h); 4 – точка (90h, 20h);
5 – точка (90h, 50h); 6 – точка (90h, 80h)

Рисунок 3 – Осциллограмма поперечных скоростей перемещений v_2 в шести фиксированных точках наблюдения прямоугольной области

Закключение. Разработанная методика может быть использована для исследования динамических напряжений при скачкообразном изменении граничных условий,

максимально приближенных к реальным типам закрепления ряде инженерных сооружений.

1. Ержанов Ж.С., Каримбаев Т.Д., Байтелиев Т.Б. Двумерные волны напряжений в однородных и структурно–неоднородных средах.–Алма-Ата: Наука, 1983.–171 с.
2. Петров И.Б., Холодов А.С. Численное исследование некоторых динамических задач механики деформируемого твердого тела сеточно – характеристическим методом.// Журнал вычислительной математики и математической физики.- 1984.- Т.24.- №5.- С.722-739.
3. Аширбаев Н.К. Численное решение плоской задачи с разрывами в граничных условиях //Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические науки». – 2010. - №1(29). – С.50-54.
4. Кукуджанов В.Н. Деформирование, повреждаемость и разрушение сред и материалов с дефектами и со структурами дефектов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2011.– №4 (4). –С.1557–1558.
5. Alexeeva L.A., Sarsenov B.T. Mathematical model of massive dynamics in the neighborhood of disturbance focus //AIP Conference Proceedings, 2015. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4930481>.
6. Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh. and Shomanbayeva M. Influence of heterogeneity of nature of border fixing on the propagation of two-dimensional waves// AIP Conference Proceedings. – 2015.–V. 1676, 020067, DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4930493>.
7. Clifton R.J. A difference method for plane problems in dynamic elasticity, Quart. Appl. Math., Vol. 25, No.1, pp. 97-116, 1967.

Аңдатпа. Мақалада кеңістіктік сипаттамалар сандық әдісінің көмегімен шекаралық шартында бірінші текті үзілісті нүктелері бар көлденең қимасы тіктөртбұрыш болатын қатты денедегі стационар емес толқындардың таралуы зерттелген. Бастапқы уақытта тіктөртбұрыштың бет қабырғасына біркелкі таратылған күш берілген. Тіктөртбұрыштың екі жақ қабырғасы кернеуліктен бос. Тіктөртбұрыштың төменгі жақ қабырғасына біртекті емес шеттік шарттар қойылған. Шекаралық шарттың үзілісті нүктелерінде ізделінді функцияларды табуға арналған есептеу қатынастары алынды. Сандық есептеу арқылы айтарлықтай үлкен уақыт үшін есептеу алгоритмінің орнықтылығы тағайындалды.

Түйін сөздер: күш, жазық деформация, ерекше нүкте, кернеу, жылдамдық, толқындық процесс, сандық шешім.

Abstract. The work is devoted to the generalization of the different method of spatial characteristics in the case of planar problem of wave propagation in a rectangular area of finite dimensions with breaks in the boundary conditions. At the initial time on the front edge of the rectangular area is applied uniformly distributed load. The side edges of the strip are free of stress. On the bottom of the rectangular area are considered non-homogeneous boundary conditions. On the basis of the developed numeric a methods of calculation in this paper, the derived finite-differential ratios of dynamic tasks in specific points of lower boundary of the rectangular area are received, where the boundary conditions change abruptly. The research results are brought to the numerical solutions.

Keywords: load, planar strain, specific point, voltage, speed, wave process, numerical solution.

ИОНДЫҚ КРИСТАЛДАР БЕТТЕРІНІҢ ТОПОГРАФИЯСЫН ЗЕРТТЕУДЕ
АТОМДЫҚ-КҮШТІК МИКРОСКОПИЯ ӘДІСІН ПАЙДАЛАНУДЫҢ
КЕЙБІР МӘСЕЛЕЛЕРІ

(Алматы қ., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, *-магистрант)

Аңдатпа. Мақалада иондық кристалдар беттерінің топографиясын зерттеуде атомдық-күштік микроскопия әдісін пайдалану жолдары қарастырылған. $CdS_{1-x}Se_x$ зерттелген кристалл беттерінде екі негізгі біртексіздікті: созылған құрылымдар және микро мен нано-құрылымдар ажыратуға болатындығы көрсетілген. АҚМ зерттеу нәтижелері бойынша, беткей рельефінің үш негізгі ерекшеліктері бар екендігі анықталды: беткейдің модуляциясы, кристалдардың өсуінің соңғы сатысында пайда болған нанокристалдар, коррозия үдерісінің есебінен пайда болған наноаралшалар мен саңылаулар.

Түйін сөздер: иондық кристалдар, атомдық-күштік микроскопия, наноқұрылымдар, қатты ерітінділер.

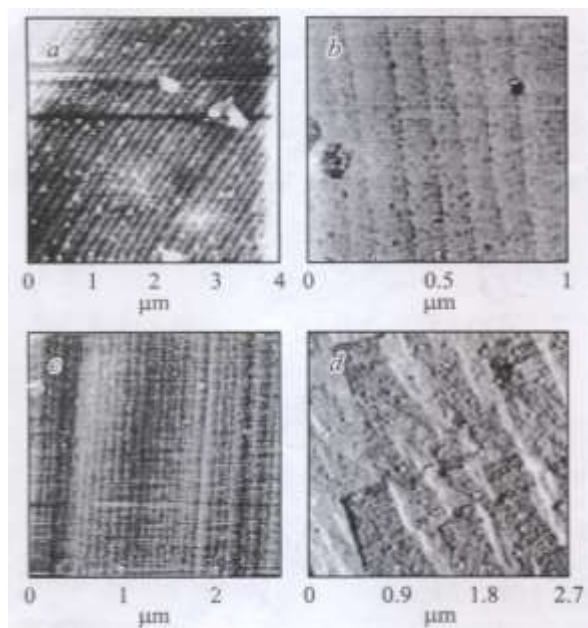
Жаңа наноматериалдар мен нанотехнологияларды жасау саласындағы жұмыстардың дамуы адекватты зерттеу әдістері мен материалдар сипаттамасы және құрылымдарды нанометрлік масштабта бақылауды жетілдірумен тығыз байланысты. Осындай мақсаттарды жүзеге асыруда атомдық-күштік микроскопия (АҚМ) әдісінің болашағы зор, онда атомарлық мүмкіндіктерге қол жеткізіледі. Бұл әдіс кристалл бетінің құрылымы мен локалды физикалық қасиеттерін зерттеуде жаңа мүмкіншіліктер ашты [1-3].

АҚМ-зерттеулері. Алуан түрлі құрылымдағы $CdS_{1-x}Se_x$ қатты ерітінділерін (ҚЕ) зерттеу олардың беттеріндегі әр түрлі микро және нано-құрылымдарды бақылауға мүмкіндік береді. $CdS_{1-x}Se_x$ зерттелген кристалл беттерінде екі негізгі біртексіздікті ажыратуға болады: созылған құрылымдар және микро мен нано-құрылымдар. Соңғылары шектелген немесе сфералық пішіндерге ие болуы мүмкін. Сонымен қатар, кристалл бетінде дұрыс емес сызылған және еркін мөлшердегі локалды құрылымдар да кездесуі мүмкін.

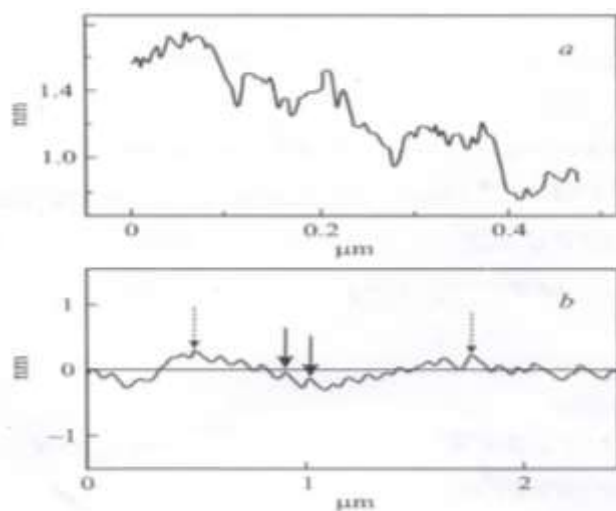
Созылған құрылымдар. Сатылар. $CdS_{0.7}Se_{0.3}$ және $CdS_{0.5}Se_{0.5}$ кристалдарының ҚЕ беттерінде алуан түрлі периодтымен және көлбеу қималарының алуан түрлілігімен ерекшеленетін екі созылған құрылым типтері байқалды (1-сурет, а-с). Период шекарасы 90-нан 150 nm-ге дейін жететін құрылымдар үшін профиль 2 - суретте келтірілген. Мұндай құрылым биіктігі 0.4nm болатын сатылар жүйесін құрайды. Период шекарасы 1200-3100 nm болатын құрылым үшін құрылым профилі 2,b- суретінде келтірілген. Периоды үлкен сатылар профилі (2,b-сурет) толқын тәрізді және симметриялық немесе керісінше ассиметриялық та болуы мүмкін. «Толқындардың» амплитудасы 1-ден 5nm-ге дейін жетеді.

Кристалл бетінде периодтары әр түрлі екі сатылар жүйесінің бірігуін жиі байқауға болады (1- сурет, с).

Тікбұрышты терассалар. Кейбір кристалдар беткейлерінде сатылар тікбұрышты терассалар түрінде қалыптасады (1,d-сурет). Терассалардың кәдімгі өлшемі 500 nm. Сатылардың жағдайындағыдай, біздің топшылауымызша, бұл құрылым кристалл беткейі мен кристаллографиялық жазықтықтардың (10) және (11) арасында кішкене бұрыштың болуынан пайда болды. Көп жағдайларда беткейлерде кішкентай мөлшердегі реттелмеген жапырақ жүйесі пайда болады.



1-сурет. $CdS_{1-x}Se_x$ кристалл бетіндегі рельефтердің АҚМ-бейнелері:
а- $CdS_{0.7}Se_{0.3}$ кристалл бетінің наноаралшалармен қапталған сатылар жүйесі;
б- $CdS_{0.5}Se_{0.5}$ кристалл бетіндегі қуыстармен қапталған сатылар жүйесі;
с- $CdS_{0.5}Se_{0.5}$ кристалл бетіндегі екі параллель жүріп жатқан сатылар жүйесінің бірігуі;
д-тік бұрышты террасалар



2 - сурет. $CdS_{1-x}Se_x$ кристалл беттерінің рельеф профильдері:
а- 1 а суретінде көрсетілген $CdS_{0.7}Se_{0.3}$ кристалл бетінің көлбеу қимасы (0.13 μ кіші периоды болатын және саты биіктігі 0.4 nm болатын саты жүйесі);
б- 1 с суретінде көрсетілген $CdS_{0.5}Se_{0.5}$ кристалл бетінің көлбеу қимасы (бағдарланған тілмен белгіленген сатылардың периодтары 0.11 және 1.26 μ, саты биіктігі сәйкесінше 0.2 және 0.75 nm болатын саты жүйесі)

Локалды микро- және нанообъектілер. Материалдың кристаллографиялық ерекшеліктерімен байланысты созылған құрылымдардан басқа, нұсқалардың беткейлерінде түрлі локалды нанообъектілер байқалуы мүмкін.

Кристалл беткейіндегі нанообъектілер екі топқа бөлінеді:

- Нұсқалардың беткейінде реттеле орналасқан және симметриялы нанообъектілер (гексогоналды, цилиндрлі);
- Хаосты орналасқан наноаралшалар.

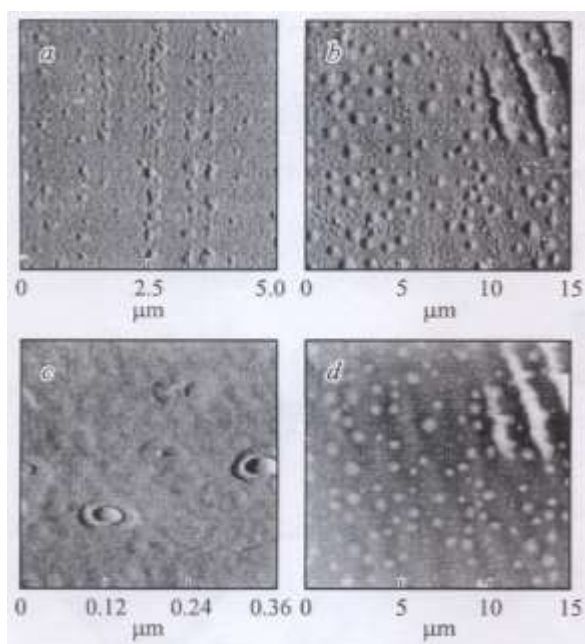
Наноаралшалардың тізбегі. $CdS_{0.75}Se_{0.25}$ ҚЕ беткейінде созылған тізбектерге орналасқан наноаралшалар байқалады (3,а-сурет). Көп жағдайларда, тізбекшелер С өсіне параллель немесе оған 45^0 бұрышпен бағыттала орналасады. Тізбекті құрайтын наноаралшалардың мөлшері 50-200 nm аралығында өзгеріп отырады, дегенмен бір тізбекке кіретін наноаралшалардың өлшемі мардымсыз түрде ғана өзгереді. Тізбектер арасындағы ең аз арақашықтық, шамамен, 100 nm құрайды.

Екі модты жүйелер. $CdS_{1-x}Se_x$ ҚЕ кейбір беткейлік бөліктерінде 0.01-ден 0.25-ке дейінгі аралық орташа өлшемі 150 және 700 nm аралығында болатын наонокристалдың екі жүйесімен қапталған (3,б-сурет). Ереже бойынша, үлкен өлшемді нанокристалдар гексогоналды пирамида формасында болады. Бұл жағдайда диффузия үдерісі есебінен үлкен кристалдардың кішкентай кристалдардың жойылуы байқалады [2,4,5,6].

Сфералық наноқұрылымдар. Тікбұрышты террасалардың беткейінде (1-д сурет) 3с-суретте үлкейтіліп көрсетілген наноқұрылымдар орналасқан. Бұл наноқұрылымдар сақина тәріздес болып келеді, олардың ішінде, саңылау, болмаса сфералық сегмент

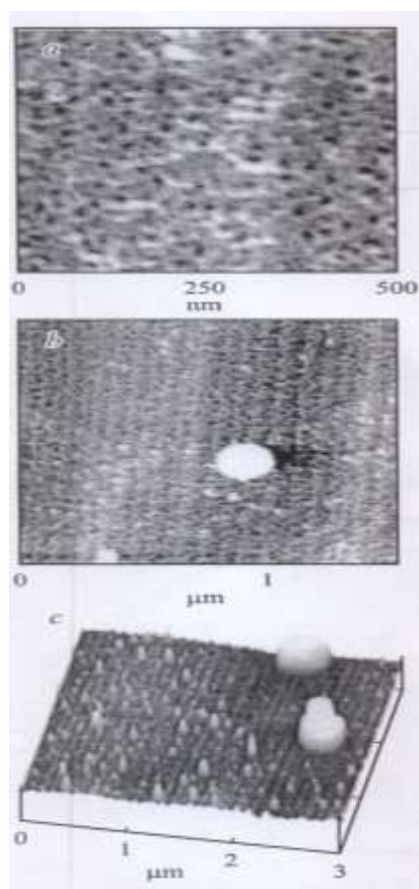
ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

формасы бар наноаралшалар қалыптасады.



3-сурет. АҚМ – $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ кристалл беткейі рельефінің кескіні:

- a – наноаралшалардың тізбегі ($x=0.5$);
- b – тұрақты күштік режимінде тіркелген нанокристалдардың екі модты жүйесі;
- c – сфера тәріздес нанокұрылымдар ($x=0.25$),
- d – беткейлік топография режимінде тіркелген нанокристалдардың екі модты жүйесі ($x=0.25$).



4-сурет. АҚМ – $\text{CdS}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ кристалл беткейінің кескіні:

- a, b – алты қырлы тізбектің сақинасы;
- c – монокристалдармен қапталған сатылардың екі жүйесі бар $\text{CdS}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ кристалл беткейінің үшөлшемді кескіні

Сфералық құрылымдарды, біздің пікірімізше, ($T_m^{(se)}=217^{\circ}\text{C}$, $T_m^{(s)}=119.3^{\circ}\text{C}$) нұсқасының сууы кезіндегі ҚЕ құрамына кіретін халькогенидтің балқыған компоненттерінің сыртқа шығуымен байланыстыруға болады.

Кейбір нұсқалардың беткейінде бөліктері жабық алтыбұрыштан тұратын тізбекті құрылымдар байқалған болатын (4, a,b). Құрылымның көлденең өлшемі 45 nm, құрылымды шектейтін барьердің биіктігі – 2 nm. Жабық тізбекті құрылымдар сатылардың шеттері арқылы тұрақтанады.

Оның беткейінде латералды өлшемі 500 nm-ге дейін жететін жеке нанокұрылымдарды байқауға болады (4 c-сурет). Бұл құрылымдар алтықырлы нанокұбырлардың өсуінің алғашқы сатысы болып табылады.

Жеке нанокұбырлардан (4c-сурет) басқа, беткейде хаосты орналасқан конус тәрізді құрылымдар байқалады. Осылайша, орналасудың бақыланған заңдылықтары *a* тобының нанообъектілері $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ ҚЕ симметриялы кристалдармен байланысты.

Еркін пішіндегі нанообъектілер (b тобы). Кристалл беткейінде дұрыс пішіні жоқ

және реттелмеген түрде орналасқан нанообъектілер де болады. Сатылар наноаралшалармен (1,а,с-сурет) немесе еркін пішіндегі саңылаулармен (1b-сурет) қапталады, олар сатылар қалыптастыратын потенциалды бұдырлықтың ерекшеліктеріне сәйкес орналасатындығын ескеру қажет. Нанообъектілердің тығыздығы сатылардың қабырғасының маңында максимал болып келеді. Наноаралшалар мен саңылаулардың латералды өлшемі ондаған нанометрден жүздеген нанометрге дейін жетеді.

Периоды 1200-3100 nm (2,b-сурет) аралығында болатын модуляция беткейінің тағы бір себебі $CdS_{1-x}Se_x$ ҚЕ болып табылады. Аталмыш нұсқаларға қаптау ақауларынан туындайтын құрылымдық ретсіздік тән, осы жағдайда $CdS_{1-x}Se_x$ кристалдары гексогоналды құрылымы бар блоктардан тұрады. Жұмыста беткей аналогты модуляция вициналды брэггтік айнарға GaAs/AlGaAS арнап қарастырылды. Бұл гетероқұрылымдарда қосалқы түрлерінің пайда болуын тежейтін үдерістер жүзеге асады, вициналды беткейлерге тән сатылармен қатар, периоды 1-4 nm болатын параллель жолақтар болады.

Лазерлы құрылымдардың Cd(Zn)Se жарықшаларын зерттеу барысында сатылардың кернеу орналасуының аймағында болатындығы туралы тұжырымға келдік. Периодты түрде модульденген беткей, сонымен қатар, квантты жүйелерде InGaAsP/InGaP де байқалды. Кейбір авторлар беткейдің бұл типін гетероқұрылымның көлемінде оң және теріс болып кезектесіп келетін кернеумен байланыстырады. Біздің жағдайымызда, жолақтар кристаллографиялық өске параллель орналасады, яғни $CdS_{1-x}Se_{x-1}$ кристалында кубты (ABC) және гексагоналды (ABAB) қабаттар кезектеседі. Дегенмен, рентгенқұрылымдық зерттеулердің деректері бойынша, $CdS_{1-x}Se_x$ ҚЕ ішкі блоктарында кернеу болмайды, сондықтан да кернеулердің орналасу аймағы блоктардың шекарасы болып келуі қажет.

Бұрынырақ, беткейлерде нанообъектілердің пайда болуы эпитаксиалды қабаттардың беткейіндегі A_2B_6 үлгілерін атмосфералық жағдайларда ұстаған кезде байқалған. Наноаралшалардың механикалық төзімділігі төмен және ол беткей бойында хаосты түрде орналасты. Осындай наноаралшалардың қалыптасуы беткейдегі 2-3 көп атом қабатын қозғайтын коррозия үдерісімен байланысты. Осыған ұқсас үдерістер ретінде сатылардығы наноаралшалар мен саңылаулардың пайда болуын айтуға болады (1, а-с-сурет).

Бақыланатын *a* тобының беткейде ретті орналасқан және гексогоналды симметриясы бар нанообъектілерінің пайда болуы атмосфералық жағдайда ұстағандағы кристалдардың коррозия үдерістерімен байланысты болуы міндетті емес. Осындай нанообъектілердің көпшілігі беткейлерде A_2B_6 және A_3B_5 вициналды кристалдық беткейлерінде өсірілген квантты нүктелермен таралып орналасады. Аталмыш жұмыста вициналды кристалдық беткейлерінде өсірілген және түрлі нұсқалармен бағытталған, өздігінен ұйымдастырылған ансамблді квантты нүктелер қарастырылды. Квантты нүктелердің өздігінен ұйымдастырылуы материалдың коалесценциясы арқылы жүзеге асты. Мөлшері бойынша таралуы және квантты нүктелердің орналасуы беткейдің кристаллографиялық өстеріне қатысты бағытына тәуелді. Нанообъектілердің орналасуы $CdS_{1-x}Se_x$ кристалының беткейінің потенциалды рельефінің ерекшеліктерімен байланысты. Наноаралшалар (1, а-с-сурет) және алтықырлы жабық құрылымдар (4, а, b-сурет) сатының шеткі жағын бойлай орналасады, ал сфералық наноқұрылымдар террасалардың ішінде болады (1,d және 3,с-суреттер). Екімодты құрылымда мөлшер бойынша таралу механикалық кернеулердің әсерінен модульденген беткейде таралған материал коалесценциясының ерекшеліктерімен түсіндіріледі.

Осылайша, $CdS_{1-x}Se_x$ ҚЕ кристалдарының табиғи қырларының кедір бұдырлығының ерекшелігін зерттеу беткейдің құрылымы мен жағдайы туралы маңызды мәліметтерді

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

алуға мүмкіндік береді. АҚМ зерттеу нәтижелері бойынша, беткей рельефінің үш негізгі ерекшеліктері бар екендігі анықталды: беткейдің модуляциясы; кристалдардың өсуінің соңғы сатысында пайда болған нанокристалдар; коррозия үдерісінің есебінен пайда болған наноралшалар мен саңылаулар.

1. Binning G., Quate F. and Gerber Ch., Atomic force microscope. Phys. Rev. Lett., (1986), 56, 930 - 933.
2. Magonov S.N., Whangbo M.-H., Surface analysis with STM and AFM: experimental and theoretical aspects of image analysis. WeinHeim; New York; Basel; Cambridge; Tokyo: VHC. 1996. 318 p.
3. Быков В.А., Приборы и методы сканирующей зондовой микроскопии для исследования и модификации поверхностей. Докторская диссертация. Москва. 2000. 393 с.
4. Бухараев А.А., Овчинников Д.В., Бухараева А.А., Диагностика поверхности с помощью сканирующей силовой микроскопии (обзор). Завод. лаб., (1997), 5. 10-27 .
5. Желудев И.С., Физика кристаллических диэлектриков. – М.: Наука. 1968. - 463 с.
6. Струков Б.А., Леванюк А.П., Физические основы сегнетоэлектрических явлений в кристаллах. М.: Наука. Физматлит. 1995. 304 с.

Аннотация. В статье изучена топография поверхности ионного кристалла $CdS_{1-x}Se_x$ использован метод атомно-силового микроскопа. Были обнаружены две неоднородности изучаемого кристалла удлиненные структуры и микро- и наноструктуры. По результатам исследования АСМ рельефа поверхности выяснилось, что есть три основные функции: модуляция поверхности, нанокристаллы возникающие в заключительных этапах роста кристаллов, а также связанные с процессами коррозии nanoостровки и пустоты.

Ключевые слова: ионные кристаллы, атомно-силовая микроскопия, наноструктуры, твердые растворы.

Abstract. In article studied the topography of the surface of the ion kristalla $CdS_{1-x}Se_x$ method used an atomic force microscope. It was discovered two elongated homogeneity of the studied crystal structure and micro- and nanostructures. According to a study of AFM surface topography it was found out that there are three main features: modulation of surface nanocrystals arise in the final stages of crystal growth and process-related corrosion nanoislands and emptiness.

Keywords: ionic crystals, atomic force microscopy, nanostructures, solid solutions.

ЭОЖ 521.1

Қ. Бисембаев, С. Тезекеев, Қ. Рахымбаева*

КВАНТТЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ШЕКТЕЛГЕН ОБЛЫСЫНДАҒЫ ҚОЗҒАЛЫСЫН МОДЕЛДЕУ

(Алматы қ., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, *-студент)

Аңдатпа. Элементар бөлшектердің шектеулі облысындағы финитті қозғалысының математикалық моделі жасалынған және оны тұрғызу алгоритмі көрсетілген. Элементар бөлшектердің потенциалдық шұңқырдағы қозғалысының энергетикалық деңгейлері тұрғызылды, толқындық функциясы анықталды. Бөлшектердің өрістегі қозғалысына визуализация жасау үшін алгоритм құрылды. Mathcad программалар пакеті арқылы бөлшектердің энергетикалық деңгейі есептелді. Потенциальдық шұңқырдың әрбір облыстарындағы бөлшектердің толқындық функцияларына талдау жасалынды және олардың гафиктері тұрғызылды.

Түйін сөздер: Потенциальдық шұңқыр, толқындық функция, математикалық модель, энергетикалық деңгей, Mathcad қолданбалы программалар пакеті.

1. Кіріспе.

«Математикалық модельдеу» түсінігі ғылыми әдебиеттерде, әсіресе жаратылыстану және техникалық ғылыми әдебиеттерінде кең тарады. [1], [2], [3], [4]. Қазіргі кезде өздерінің жұмыстарында математикалық модельдеуді қолданбайтын проектілік немесе конструкторлық мекемелерді кездестірмеу мүмкін емес. Математикалық моделдеуді қолдану ғылыми зерттеулерде кең және бұнда оның эффективтілігі байқалады. Математика моделдеу экономикада, басқаруда, тарихта, және білімнің басқада көптеген облыстарында интенсивті қолданып жатыр. Жаратылыс тану және инженер-техникалық бағыттағы мамандықтар бойынша авторлары белгілі диссертациялық жұмыстардың көпшілігі сәйкес математикалық модельдеуді жасау және пайдаланумен байланысты. Математикалық модельдеу соңғы жылда өзіндік объектілерді зерттеу әдістері бар білімнің жеке облыстарына айналып келе жатыр. Сондықтан, математикалық модельдеуді оқып үйрену, оны физика-механикалық процесстерді зерттеуге қолдана білу және мектеп оқушыларына оқыту актуальды проблемалардың бірі болады. [5, 6].

Бұл мақаланың мақсаты фититті қозғалыс жасайтын кванттық жүйені зерттеуді жүзеге асыратын математикалық модельді тұрғызу технологиясын жасау.

Моделдеу деп қандайдабір зерттелетін объектіні оның моделімен ауыстырып, объекті туралы қажетті информацияны алу мақсатында моделге зерттеу жүргізу процесін айтады.

Модел-обектінің, зерттеушіні қызықтыратын физикалық қасиеттері мен сипаттамаларын толық бейнелейтін және зерттеуді жүргізуге ыңғайлы болатын моделденетін объектінің физикалық немесе абстрактылік образы. Зерттеуді жүргізуге ыңғайлы болу мынадай әртүрлі факторлармен анықталады: информацияны алуға оңай және қол жетімді болу, зерттеу мерзімдерін қысқартып және материалдық шығынды азайту.

Моделдеу заттық және абстрактылі болып бөлінеді. Заттық моделдеуде моделденетін объектінің негізгі физикалық қасиеттері мен сипаттамаларын бейнелейтін моделін тұрғызады. Бұл жағыдайда, моделдің физикалық табиғаты объектіден өзгеше болуы мүмкін (мысалы, механикалық немесе гидравликалық жүйенің электрондық моделі). Егер моделдің және объектінің физикалық табиғаты бір болса, онда моделдеу

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

физикалық деп аталады. Абстрактылі моделдеуде, объектінің абстрактілі моделі жасалынады. Бұндай моделге математикалық қатыстар, графтар, схемалар, диаграммалар және т.б. жатады. Абстрактылі моделдеудің ең қуатты және әмбебап әдісі математикалық моделдеу болады. Ол ғылыми зерттеулерде кең қолданылады. Математикалық моделдеу, математикалық символдар мен тәуелділіктер арқылы қоршаған ортадағы физикалық объектілердің қызмет етуін сипаттауға, параметрлері мен сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік береді. Математикалық модель-бұл физикалық объектілердің физикалық қасиеттерін толық бейнелейтін математикалық объектілердің және олардың арасындағы қатыстардың жиыны. Математикалық объектілерге сандар, айнымалылар, жиындар, векторлар, матрицалар және т.б. жатады. Математикалық моделдерді тұрғызу процесі және оларды талдау мен синтездеу үшін қолдану математикалық моделдеу деп аталады.

2. Есептің мазмұнды қойылуы

Кванттық физикада атомды, ядроның Кулондық өрісінде электрондар қозғалыста болатын жүйе деп қарастырылады. Электрондар ядроның шектелген обласында, ал протондар мен нейтрондар ядролық өрісте қозғалыс жасайды, яғни олардың қозғалысы финитті болады. Электрондардың және протондар мен нейтрондардың кейбір қасиеттерін, олардың потенциалдық шұңқырдағы қозғалыстары арқылы моделдеумен түсіндіруге болады.

Сондықтан, электрондардың, протондардың және нейтрондардың негізгі қасиеттерін сақтайтындай етіп, потенциалдық өрістің моделін алу және осы өрістегі олардың қозғалысын зерттеу есептің қойылуы болады.

3. Есептің концептуальды қойылуы

Төмендегідей ұйғарымдар жасайық:

1. Бір қабырғасы өткізбейтін, шексіз биік потенциалдық шұңқырды қарастырайық. Бір өлшемді потенциалдық шұңқырдағы бөлшектің потенциалдық энергиясы мынадай түрде болсын.

$$U(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0 \\ 0, & 0 < x < a \\ U_0, & x > 0 \end{cases}$$

$x < 0$ болғанда, бөлшектің потенциалды энергиясы шексіз болады және оның $\psi(x)$ толқындық функциясы нөлге тең болады. Сондықтан негізгі назарды $x > 0$ облыстағы бөлшектің қозғалысын зерттеуге аударамыз.

I цифрмен $0 < x < a$ облысын, ал II цифрмен $x > a$ облысын белгілейік.

2. Массасы m_0 болатын бөлшектің толық энергиясы $E < U_0$ болатын жағдайды қарастырамыз. Энергиясы $E < U_0$ болатын бөлшектің күйі байланысқан күй деп аталады. Толық энергиясы осындай мәнді қабылдайтын классикалық бөлшек тек қана шұңқырдың ішінде қозғалады, себебі шұңқырдың сыртқы аймағы олар үшін аяқ баспайтын құз болады.

3. Енді $E > U_0$ жағдайды қарастырамыз.

4. Толқындық функция және оның бірінші туындысы үздіксіз болсын

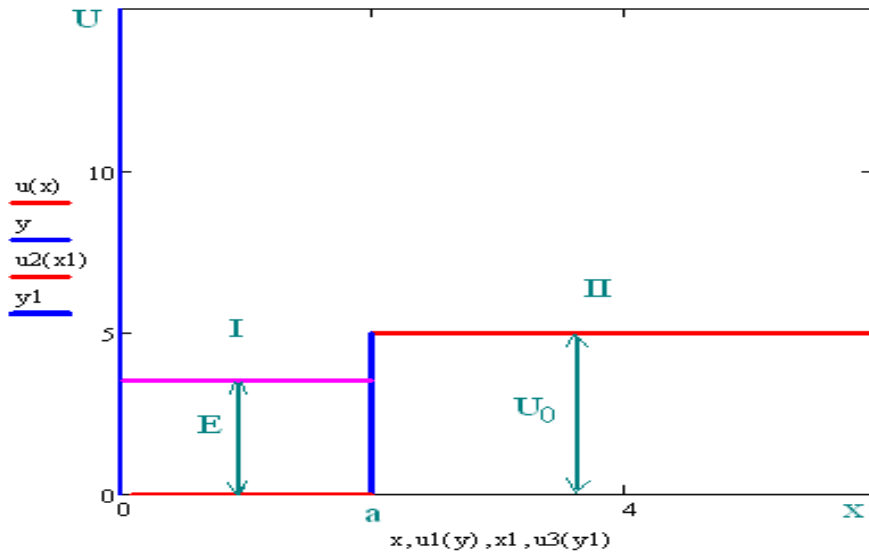
5. Бөлшектердің қозғалысы Шредингер теңдеуі арқылы сипатталсын

Потенциалдық шұңқырды MathCad программасының көмегімен тұрғызу (1-сурет)

$$a := 2 \quad U_0 := 5 \\ x := 2, 201..6 \quad y := 0.01, 0.02..5 \quad x1 := 0.1, 0.2..2 \quad y1 := 0, 0.1..15 \quad x2 := 0.01, 0.02..2$$

$$U(x) := \begin{cases} \infty, & x < 0 \\ 0, & 0 < x < a \\ U_0, & x > a \end{cases}$$

$$u(x) := U_0 \cdot \frac{x}{x} \quad u_1(y) := 2 \cdot \frac{y}{y} \quad u_2(x_1) := 0 \cdot \frac{x_1}{x_1} \quad u_3(y_1) := 0 \cdot \frac{y_1}{y_1} \quad E(x_2) := 3.5 \cdot \frac{x_2}{x_2}$$



1 сурет. Потенциальдық шұңқыр

4. Есептің математикалық қойылуы

4.1 $E < U_0$ болатын жағдай

I облыста Шредингер теңдеуі мынадай түрде болады.

$$\frac{d^2 \psi_1}{dx^2} + \frac{2m_0}{\hbar^2} E \psi_1 = 0 \quad (1)$$

ал II облыста

$$\frac{d^2 \psi_2}{dx^2} - \frac{2m_0}{\hbar^2} (U_0 - E) \psi_2 = 0 \quad (2)$$

Белгілеулер енгізейік

$$k_1 = \sqrt{\frac{2m_0}{\hbar^2} E} \quad \text{және} \quad k_2 = \sqrt{\frac{2m_0}{\hbar^2} (U_0 - E)} \quad (3)$$

(1) және (2) теңдеуді мынадай түрге келтіреміз

$$\frac{d^2 \psi_1}{dx^2} + k_1^2 \psi_1 = 0 \quad (4)$$

$$\frac{d^2 \psi_2}{dx^2} - k_2^2 \psi_2 = 0 \quad (5)$$

4.2 $E > U_0$ жағдай

I және II облыс үшін Шредингер теңдеуі мынадай болады

$$\frac{d^2 \psi_1}{dx^2} + k_1^2 \psi_1 = 0 \quad (6)$$

$$\frac{d^2 \psi_2}{dx^2} + k_2^2 \psi_2 = 0 \quad (7)$$

мұндағы

$$k_1 = \sqrt{\frac{2m_0}{\hbar^2} E}; \quad k_2 = \sqrt{\frac{2m_0}{\hbar^2} (E - U_0)} \quad (8)$$

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Толқындық функция төмендегідей шарттарды қанағаттандарады

$$\psi_1(0) = 0, \psi_2(\infty) = 0, \psi_1(a) = \psi_2(a), \left. \frac{d\psi_1(x)}{dx} \right|_{x=a} = \left. \frac{d\psi_2(x)}{dx} \right|_{x=a} \quad (9)$$

Осы есептердің шешімін табуды талап етеді

5. Есептің шешімі

5.1. $E < U_0$ болатын жағдай

(4) және (5) теңдеудің шешімі мынадай болады

$$\psi_1(x) = A \sin(k_1 x + \alpha) \quad (10)$$

$$\psi_2(x) = B e^{k_2 x} + C e^{-k_2 x} \quad (11)$$

мұндағы A, B, C және α – мәнін анықтауды қажет ететін тұрақтылар. Толқындық функцияларға қойылатын шарттарды пайдаланамыз. Толқындық функция шектелген болуы керек, ал (11) – дің бірінші қосылғышы $x \rightarrow \infty$ ұмтылғанда шексіз артады, сондықтан B коэффициенттің нөлге тең болуын талап ету қажет ($B = 0$), яғни

$$\psi_2(x) = C e^{-k_2 x}$$

Енді шекаралық шарттарға талдау жасауға кірісейік. Шұңқырдың бөлшекті өткізбейтін сол жақ шекарасында толқындық функция $\psi_1(x)$ – дің үздіксіздігінен $\psi_1(x) = 0$ болады, бұдан $\alpha = 0$.

$x = a$ болғанда, толқындық функцияның және оның туындысының үздіксіздігінен мынадай теңдеулер жүйесін аламыз

$$\begin{aligned} A \sin k_1 a &= e^{-k_2 a} \\ k_1 A \cos k_1 a &= -k_2 C e^{-k_2 a} \end{aligned} \quad (12)$$

Бірінші теңдеуді екіншіге бөліп, мынадай қатынас аламыз

$$\operatorname{tg} k_1 a = -\frac{k_1}{k_2} \quad (13)$$

Бұл шұңқырдағы бөлшектің энергетикалық спектрін анықтайды. (13) теңдеу трансцендентті болғандықтан, бөлшектің E энергиясын айқын түрде алуға мүмкін болмайды.

Бөлшектің, (13) теңдеумен анықталатын энергетикалық спектрі дискретті болатынын, яғни бөлшектің шұңқырдағы энергиясы квантталатынын графикалық әдістің көмегімен көрсетейік.

(3) өрнектің көмегімен (13) теңдеуді түрлендірейік.

$$\sin k_1 a = \pm \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 k_1 a}} = \pm \frac{k_1}{\sqrt{k_1^2 + k_2^2}}$$

(3) өрнек бойынша

$$k_1^2 + k_2^2 = \frac{2m_0}{\hbar^2} U_0,$$

онда

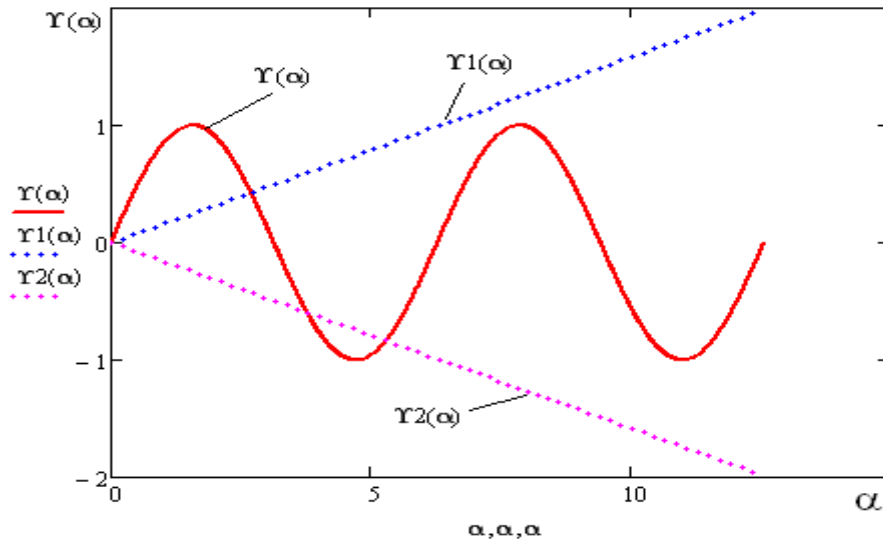
$$\sin k_1 a = \pm \sqrt{\frac{\hbar^2}{2m_0 a^2 U_0}} k_1 a \quad (14)$$

(14) теңдеудің сол және оң жағын $k_1 a$ параметр функциясы деп алып, оның графигін тұрғызамыз (2-сурет)

$$\sin(\alpha) = \sqrt{\frac{h^2}{2 \cdot m_0 \cdot a^2 \cdot U_0}} \cdot \alpha \quad \alpha = k_1 a$$

$$h := 1 \quad m_0 := 1 \quad \alpha := 0, 0.01..4\pi$$

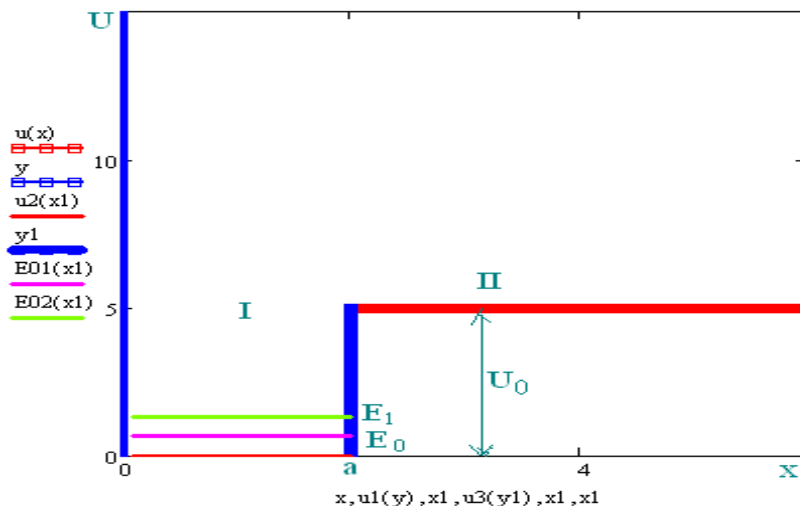
$$Y(\alpha) := \sin(\alpha) \quad Y1(\alpha) := \sqrt{\frac{h^2}{2 \cdot m_0 \cdot a^2 \cdot U_0}} \cdot \alpha \quad Y2(\alpha) := -\sqrt{\frac{h^2}{2 \cdot m_0 \cdot a^2 \cdot U_0}} \cdot \alpha$$



2 сурет. Дискретті меншікті мән туралы есептің графиктік шешімі

$$n=0 \quad k_{10} := \frac{2.7}{a}, \quad n=1 \quad k_{11} := \frac{5.29}{a}$$

$$E_0 := \frac{h^2 \cdot k_{10}^2}{2 \cdot m_0}, \quad E_1 := \frac{h^2 \cdot k_{11}^2}{2 \cdot m_0}, \quad E_{01}(x_1) := \frac{h^2 \cdot k_{10}^2}{2 \cdot m_0} \cdot x_1, \quad E_{02}(x_1) := \frac{h^2 \cdot k_{11}^2}{2 \cdot m_0} \cdot x_1$$



3 сурет. Потенциальдық шұңқырдағы энергетикалық деңгей

Синусоиданың түзумен қиылысқан нүктесі (14) теңдеудің түбірін анықтайды және ол бөлшектің іздеген E энергиясының мәнін береді. Сөйтіп (13) теңдеуге сәйкес $tg k_1 a = 0$, сондықтан тек қана төмендегі шартты қанағаттандыратын $k_1 a$ параметрінің мәндерін таңдаймыз.

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

$$\frac{\pi}{2} + m\pi < k_1 a < \pi + m\pi$$

мұндағы $m = 0, 1, 2, 3, \dots$.

5.2. Есепті сапалық түрде талдау

Көрсетілген график, бөлшектің энергетикалық спектрі дискретті екенін көрсетеді. Потенциалдық шұңқырдың тереңдігі k_0 және a үлкен болған сайын (14) теңдеудің оң жағындағы түзудің көлбеулігі төмен болады және түзудің синусойдамен қиылысу нүктесі соғұрлым көп болады. Сөйтіп, потенциалды шұңқырда соғұрлым көп энергетикалық деңгей орналасады.

Шұңқырда, кем дегенде бір энергетикалық деңгей орналасатын шартты табайық. Бұл жағдайда (14) теңдеудің оң жағындағы түзу сызықтың көлбеулігін анықтайтын коэффициент, мынадай теңсіздікті қанағаттандыруы керек.

$$\sqrt{\frac{\hbar^2}{2m_0 U_0 a^2}} < \frac{1}{\pi/2}$$

Осыдан мынаны аламыз

$$U_0 a^2 > \frac{\pi^2 \hbar^2}{8m_0} \quad (15)$$

Осы қатысты толық талдайық. Осы шарт орындалғанда ғана, шұңқыр ішіндегі бөлшек үшін Шредингер теңдеуінің шешімі болады, яғни шұңқырдың ішінде ең кем дегенде бір энергетикалық деңгей бар. Бұл жағдайда шұңқырдағы бөлшек байланысқан күйде болады. (15) теңсіздіктің сол жағына потенциалды шұңқырдың параметрлері – оның ені a және тереңдігі U_0 енеді, ал теңсіздіктің оң жағына тұрақтыны береді.

Потенциалды шұңқыр терең болмасын немесе оның ені үлкен болмасын, онда (15) теңсіздік орындалмайды. Бұл жағдайда, шұңқырдағы бөлшек үшін Шредингер теңдеуінің шешімі болмайды, яғни шұңқырда бірде бір энергетикалық деңгей орналаспайды. Физикада байланысқан күйдің болмайтын жағдайы өте жақсы белгілі. Мысалы екі нейтрондардың арасында немесе екі протондардың арасында ядролық тарту күші әсер етеді, бірақ екі нейтронның немесе екі протонның байланысқан күйі табиғатта жоқ. Бұл бөлшектердің өзара әсеріне сәйкес келетін потенциалдық күштер жеткілікті түрде енді және терең емес.

Протон мен нейтрон арасындағы өзара әсерлесу күші екі протонның арасындағы өзара әсер күшінен болар – болмас үлкен болады, бірақ осы айырмашылықтың өзі протон мен нейтронның арасында байланыс болуына жеткілікті. Нейтрон мен протонның байланысқан күйін – Дейтрон деп атайды. Протон мен нейтронның өзара әсерін сипаттайтын потенциалдық шұңқырда бір ғана энергетикалық шұңқыр бар. Бұл дейтрон әр уақытта негізгі күйде болатынын көрсетеді және оның қозу күйі болмайды.

5.3. Есептің шешімін, яғни толқындық функцияға талдау

Берілген есептің толқындық функциясына талдау жасайық $x < 0$, болғанда, $\psi(x) = 0$. I облыста, яғни потенциалдық шұңқырда толқындық функция мынадай түрде болады.

$$\psi_1(x) = A \sin k_1 x$$

бұл Шредингер теңдеуінің тербелмелі шешімі бар екенін көрсетеді.

II облыстағы толқындық функция ерекше қызығушылық тудырады

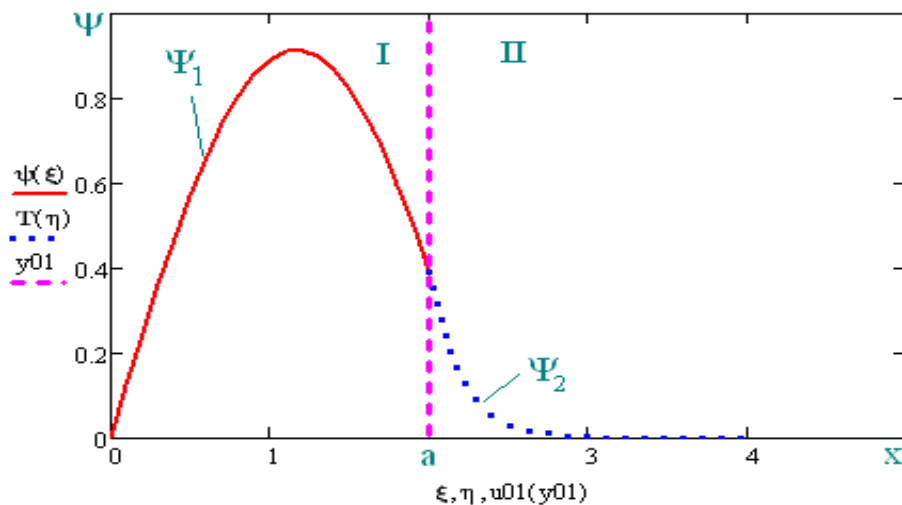
$$\psi_2(x) = C e^{-k_2 x}$$

Толқындық функция $\psi_2(x)$ потенциалдық шұңқырдың сыртында нөлден өзгеше болады және x өсуі бойынша экспоненциальды заң бойынша кемиді, ал бұл, байланысқан күйде

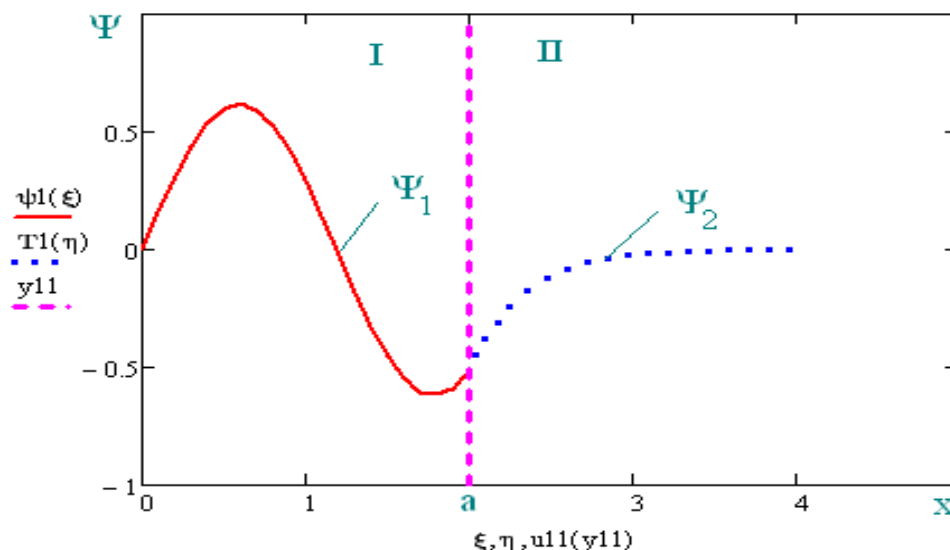
бөлшектердің потенциалдық шұңқырдың сыртында болу ықтималдылығы нөлден өзгеше болатынын көрсетеді.

А және С тұрақтыларының арасындағы қатыс толқындық функцияның нормальдану шарты арқылы табылады. Толқындық функцияның формасы берілген есеп үшін 4 және 5 суретте көрсетілген.

$$\begin{aligned} \psi_1(x) &= A \sin k_1 x & \psi_2(x) &= C e^{-k_2 x} \\ \Phi &:= \int_0^{k_{10} \cdot a} \sin(k_{10} \cdot z)^2 dz & \Phi 1 &:= \int_{k_{10} \cdot a}^{\infty} (e^{-k_{10} \cdot z})^2 dz \\ \Phi &= 1.193 & \Phi 1 &= 4.392 \times 10^{-7} \\ \Phi 2 &:= \int_0^{k_{11} \cdot a} \sin(k_{11} \cdot z)^2 dz & \Phi 12 &:= \int_{k_{11} \cdot a}^{\infty} (e^{-k_{11} \cdot z})^2 dz \\ \Phi 2 &= 2.618 & \Phi 12 &= 0 \\ A &:= \sqrt{\frac{1}{\Phi}} & C &:= \sqrt{\frac{1}{\Phi 1}} & A 2 &:= \sqrt{\frac{1}{\Phi 2}} & C 2 &:= \sqrt{\frac{1}{\Phi 12}} \\ k_{02} &:= \frac{-k_{10}}{\tan(k_{10} \cdot a)} & k_{12} &:= \frac{-k_{11}}{\tan(k_{11} \cdot a)} \\ k_{02} &= 2.856 & k_{12} &= 1.724 \\ A &= 0.915 & C &= 1.509 \times 10^3 & A 2 &= 0.618 \\ C 1 &:= A \cdot \sin(k_{10} \cdot a) \cdot e^{k_{02} \cdot a} & C 12 &:= A 2 \cdot \sin(k_{11} \cdot a) \cdot e^{k_{12} \cdot a} \\ \xi &:= 0, 0.1..a & \eta &:= 2, 2.1..4 \\ \psi(\xi) &:= A \cdot \sin(k_{10} \cdot \xi) & T(\eta) &:= C 1 \cdot e^{-k_{02} \cdot \eta} \\ y_{01} &:= 0.01, 0.02..1 & y_{11} &:= -1, -0.9..1 \\ u_{01}(y_{01}) &:= 2 \cdot \frac{y_{01}}{y_{01}} & u_{11}(y_{11}) &:= 2 \cdot \frac{y_{11}}{y_{11}} \\ \psi 1(\xi) &:= A 2 \cdot \sin(k_{11} \cdot \xi) & T 1(\eta) &:= C 12 \cdot e^{-k_{12} \cdot \eta} \\ \psi 1(a) &:= -0.518 & T 1(a) &:= -0.518 \end{aligned}$$



4 сурет. E_0 -энергиялық деңгейге сәйкес толқындық функция



5-сурет. E_1 -энергиялық деңгейге сәйкес толқындық функция

5.4. $E > U_0$ жағдай

(6) теңдеудің шешімін, шұңқыр шекарасындағы шарттарды ескеріп жазайық, $\psi_1(0) = 0$

$$\psi_1(x) = A' \sin k_1 x = \frac{A'}{2i} (e^{ik_1 x} - e^{-ik_2 x}) \quad (16)$$

(7) теңдеудің шешімін мынадай түрде бейнелейміз

$$\psi_2(x) = B' e^{ik_2 x} - C' e^{-ik_2 x} \quad (17)$$

Толқындық функцияларды және олардың туындыларын $x = a$ нүктеде тігу арқылы мынадай теңдеулер жүйесін аламыз

$$\frac{A'}{2i} (e^{ik_1 a} - e^{-ik_2 a}) = B' e^{ik_2 a} - C' e^{-ik_2 a}$$

$$\frac{A'}{2i} ik_1 (e^{ik_1 a} + e^{-ik_2 a}) = ik_2 (B' e^{ik_2 a} - C' e^{-ik_2 a})$$

Осы жүйені B' және C' қатысты шешіп, олардың A' амплитуда арқылы өрнектелген формуласын аламыз:

$$B' = \frac{A'}{4i} e^{-ik_2 a} \left[e^{ik_1 a} \left(\frac{k_1}{k_2} + 1 \right) + e^{-ik_1 a} \left(\frac{k_1}{k_2} - 1 \right) \right] \quad (18)$$

$$C' = \frac{A'}{4i} e^{-ik_2 a} \left[e^{ik_1 a} \left(\frac{k_1}{k_2} - 1 \right) + e^{-ik_1 a} \left(\frac{k_1}{k_2} + 1 \right) \right]$$

(18) қатынас k_1 және k_2 кез келген мәні үшін B' және C' амплитуданы анықтайды. Олай болса, $E > U_0$ болғанда бөлшектің энергетикалық спектрі үздіксіз болады.

(16) және (17) толқындық функцияның түрлеріне талдау жасайық. Бұлардың әрбіреуі екі де Бройл толқынының қосындысын береді: e^{-ikx} толқыны оң жақтан сол жаққа қарай қозғалады, ал e^{ikx} сол жақтан оң жаққа қарай таралады. Толқын $+\infty$ келіп (17) өрнектің екінші қосылғышы) шұңқырдың $x = a$ шекарасында бір бөлігі шағылады да кері жүреді (17 өрнектің бірінші қосылғышы) және екінші бөлігі сынады (16 өрнектің екінші қосылғышы). Ары қарай, толқын $x = 0$ қабырғадан толық шағылады (16 өрнектің

бірінші қосылғышы) және шұңқырдың $x = a$ шекарасында тағы да сынады да (17 өрнектің бірінші қосылғышы) шексізге кетеді.

1. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике: В 2 ч. – М.: Мир, 1990. Ч. 2. 400 с.
2. Глинский Б.А., Грязнов Б.С и др. Моделирование как метод научного исследования. – М.:Наука, 1969. 245 с.
3. Гортско А.Б. Познакомьтесь с математическим моделированием.–М.: Знание,1991, 160 с.
4. Бурсиан Э.В. Задачи по физике для компьютера. – М.: Просвещение, 1991. 256 с.
5. Гортско А.Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. – М.: Знание, 1991 160 с.
6. Ашимхан В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э., Наймарк О.Б., Столбов В.Ю., П.В. Трусов П.В., П.Г.Фрик П.Г., Введение в математическое моделирование; Учебное пособие/ Под. Ред. Трусова П.В.,-М.; Логос,2005.-440с.

Аннотация. Построены математические модели финитных движений элементарных частиц в ограниченных областях и показан алгоритм его построения. Построен энергетический уровень элементарных частиц в потенциальной яме, определены волновые функции. Рассмотрены основные понятия, определения, положения и подходы математического моделирования. Применяя пакет программ Mathcad вычислены энергетические уровни. Проведен анализ волновых функций элементарных частиц для каждой области потенциальной ямы.

Ключевые слова: Потенциальная яма, волновая функция, математические модели, энергетические уровни, пакет прикладных программ Mathcad.

Abstract. The mathematical models of finite motions of elementary particles in limited areas have been built and an algorithm for its construction have been shown. Energy level of the elementary particles in a potential well has been built, the wave functions are determined. The basic concepts, definitions, terms and mathematical modeling approaches have been analyzed. Using the software package Mathcad, the energy levels have been calculated. The wave functions of elementary particles were examined.

Keywords: The potential well, the wave function, mathematical models, energy levels, the application of package Mathcad.

УДК 621.01

Е.К. Жаменкеев, Р.К. Ергалиев*

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ JAVAFOIL ДЛЯ РАСЧЕТОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ

(г.Алматы, Казахский национальный педагогический университет им. Абая, *-магистрант)

Аннотация. Расчеты аэродинамических характеристик (коэффициента лобового сопротивления, коэффициента подъемной силы и коэффициента момента тангажа) с помощью программного обеспечения JavaFoil. JavaFoil является относительно простой программой, которая использует несколько традиционных методов анализа профилей в дозвуковом потоке. Основная цель JavaFoil является определение подъемной силы, лобовое сопротивление и моментные характеристики профиля крыла. Он решает набор

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

дифференциальных уравнений, чтобы найти различные параметры пограничного слоя. По сравнению с аналогичными программами, JavaFoil также может обрабатывать несколько элементов аэродинамических поверхностей, а также моделировать базовый эффект.

Ключевые слова: аэродинамический профиль, коэффициент лобового сопротивления, коэффициент подъемной силы, коэффициент момента тангажа, поляра профиля

JAVAFOIL является относительно простой программой, которая использует несколько традиционных методов анализа профилей в дозвуковом потоке. Основная цель JAVAFOIL является определение подъемной силы, лобовое сопротивление и моментные характеристики профиля крыла. Программа сначала вычисляет распределение скорости на профиле крыла. Для этого используется модуль анализа потенциального потока, который основан на использовании панельного метода высшего порядка (линейное различие распределения завихренности). Эти местная скорость и местное давление связаны с уравнением Бернулли. Чтобы найти подъемную силу и коэффициент момента тангажа, распределение давления может быть объединено вдоль поверхности. Далее JAVAFOIL рассчитает поведение слоя потока вблизи поверхности профиля (пограничный слой). Проводит анализ ходов пограничного слоя (так называемый интегральный метод) вдоль верхней и нижней поверхностей профиля, начиная с критической точки. Он решает набор дифференциальных уравнений, чтобы найти различные параметры пограничного слоя. Данные пограничного слоя затем используются для вычисления сопротивления аэродинамического профиля от его свойств по задней кромке.

Оба шага анализа повторяются для каждого угла атаки, что дает полную поляру для аэродинамического профиля в течение одного фиксированного числа Рейнольдса [1].

По сравнению с аналогичными программами, JAVAFOIL также может обрабатывать несколько элементов аэродинамических поверхностей, а также моделировать базовый эффект.

Пользовательский интерфейс JavaFoil делится на несколько вкладок.

Вкладка геометрии. Карта геометрии используется, чтобы подготовить и сохранить геометрию вашего профиля. Он содержит «текущий» или «рабочий» аэродинамический профиль. Геометрия описывается набором координатных точек, каждая из которых имеет значения x и y . Рабочее крыло используется и изменяется действиями, которые вы выполняете в JAVAFOIL показанным на рисунке 1.

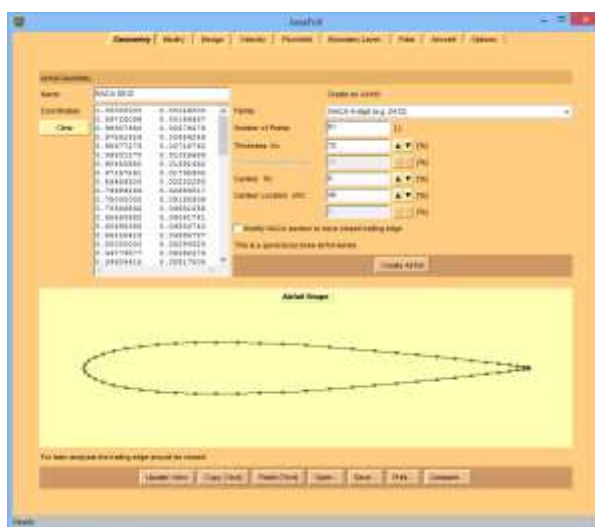


Рисунок 1. Представление о карте Геометрии JavaFoil

Карта геометрии показывает список пар x - и y -координат и чертеж получающейся формы крыла. Вы можете ввести или вставить произвольные координаты в эту область и нажать кнопку «Обновить», чтобы скопировать координаты в рабочее крыло.

Координаты должны быть заказаны так, чтобы они описали форму в непрерывной последовательности. Порядок должен быть такой: “задняя кромка” → “верхняя поверхность” → “нос” → “нижняя поверхность” → “задняя кромка”.

Для построения аэродинамических профилей применяются ряд параметров, которые определяют их геометрию.

Вычисление классических крыльев легко, потому что их форма и связанные линии изгиба определены довольно простыми формулами [3] и [4].

Данные о крыле были традиционно представлены в форме графиков и таблиц для постоянных чисел Рейнольдса. Эта форма следует из типичного способа, которым экспериментирует аэродинамическая труба, и проводятся числовые исследования. В аэродинамической трубе относительно легко поддержать постоянную скорость ветра и число Рейнольдса.

Теперь коэффициент подъемной силы реального самолета зависит от скорости, потому что нагрузка на крыло обычно фиксируется во время полета – летящий в низких содействующих результатах подъемной силы в высоких скоростях (и высокие числа Рейнольдса) и наоборот [5].

Возможно создать поляры более тесно связанный с условиями во время полета. Это потребовало бы наладки скорости ветра к каждому коэффициенту подъемной силы, который является тяжелым и дорогим в аэродинамической трубе, но выполнимым в числовом инструменте как JAVAFOIL. Здесь можно использовать профили самолета, чтобы вычислить поляры для данной нагрузки на крыло.

Определение коэффициента подъемной силы

$$C_y = \frac{m \cdot g}{\frac{\rho_\infty}{2} \cdot v_\infty^2 \cdot S}$$

Решение определения числа Рейнольдса

$$Re = \frac{v_\infty \cdot b}{\nu}$$

для скорости v_∞ выходит

$$v_\infty = \frac{Re \cdot \nu}{b}$$

Вставка этого результата в определение коэффициента подъемной силы производит

$$C_y = \frac{m \cdot g \cdot b^2}{\frac{\rho_\infty}{2} \cdot Re^2 \cdot \nu^2 \cdot S}$$

Решение для результатов числа Рейнольдса

$$Re = \frac{b}{\nu} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\rho_\infty \cdot C_y} \cdot \frac{m}{S}}$$

Обратите внимание на то, что это уравнение может также быть написано

$$Re \cdot \sqrt{C_y} = \frac{b}{\nu} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\rho_\infty} \cdot \frac{m}{S}}$$

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

что означает, что мы можем также вычислить полярные постоянные $Re \cdot \sqrt{C_y}$, чтобы соответствовать данному самолету.

Используя эти результаты можно вывести полярные для данной нагрузки крыла $\frac{m}{S}$ и получить значение длины хорды b . Из-за зависимости между коэффициентом подъемной силы и числа Рейнольдса повторяющаяся процедура вычисления используется:

- предписывают плотности условия окружающей среды ρ_∞ и кинематическую вязкость ν .

- предписывают нагрузке крыла $\frac{m}{S}$ и справочную длину хорды c .

- выполняют следующую последовательность вычисления:

Начальное значение $Re^* = 10^6$ для ($\alpha = \alpha_0$ до α_1 шагом $\Delta\alpha$) повторять

$$\left\{ Re = Re^*, C_y = f(\alpha, Re), Re^* = \sqrt{\frac{g}{\frac{\rho_\infty}{2} \cdot C_y \cdot \nu^2} \cdot \frac{m}{S} \cdot b^2} \right\}$$

когда

$$\left(\frac{|Re^* - Re|}{Re} > \varepsilon \right).$$

В таблице 1 приведены сокращения формул приведенных выше

Таблица 1. Сокращения

Масса самолета	m	kg
Гравитационная постоянная	g	m / S^2
Плотность окружающей среды	ρ_∞	m / S^2
Кинематическая вязкость	ν	m^2 / S
Скорость полета	ν_∞	m/s
Площадь крыла	S	m^2
Длина хорды	b	m
Число Рейнольдса	Re	-

Обратите внимание на то, что результат все еще является полярной профилем, даже если нагрузка на крыло и длина хорды включены. Только, когда вы дополнительно определяете удлинение на вкладке Опции, полярные включают вызванное сопротивление и приближают конечное крыло.

Предосторожность должна быть предпринята, чтобы обращаться со случаями где $C_y \rightarrow 0$. Здесь JAVAFOIL ограничивает число Рейнольдса значением, соответствующей маленькому коэффициенту подъемной силы, например, $C_y = 0.02$.

Примечание: можно также получить число Рейнольдса для постоянного отношения $\frac{m}{\lambda}$, устранение длины хорды b . Это не было осуществлено в JAVAFOIL, поскольку это

считали более абстрактным, чтобы думать с точки зрения $\frac{m}{\lambda}$, вместо параметров

конструкции самолета $\frac{m}{S}$ и b . Но поскольку отношение составляет $\frac{m}{S} \cdot b^2 = \frac{m}{\lambda}$ было бы достаточно использовать $\frac{m}{\lambda}$ вместо $\frac{m}{S}$ в JAVAFOIL, устанавливая $b = 1$.

Исправление подъемной силы для данного удлинение и числа Маха. Для данного угла атаки трехмерное крыло конечного удлинения производит меньше подъемной силы, чем двухмерной секция крыла, которая соответствует бесконечному удлинению. Другое исправление должно быть применено, когда число Маха больше, чем ноль. В дозвуковом полете произведено больше подъемной силы, когда число Маха увеличены.

Трехмерное исправление крыла применено, только если вы определяете значение для удлинения крыла $\lambda = l^2/S$ (размах l и площадь крыла S) на вкладке Опции.

Следующее исправление применено к коэффициенту подъемной силы двухмерного крыла C_y , чтобы приблизить коэффициент подъемной силы C_y в трехмерном крыле в сжимаемом потоке. Исправление разделено на два режима удлинения.

Для маленьких удлинении ($\lambda < 4$) используется следующая формула:

$$C_y = \frac{C_y}{\sqrt{1 - M_\infty^2 + \left(\frac{2 \cdot \pi}{\lambda \cdot \pi}\right)^2 + \frac{2 \cdot \pi}{\lambda \cdot \pi}}}$$

Если удлинение больше, ($\lambda \geq 4$), упрощенное приближение применено:

$$C_y = \frac{C_y}{\sqrt{1 - M_\infty^2 + \frac{2 \cdot \pi}{\lambda \cdot \pi}}}$$

Исправление момента для данных удлинения и числа Маха. Момент тангажа трехмерного крыла конечного удлинения уменьшен из-за потери перепада давлений к концам крыла. Снова, это трехмерное исправление крыла применено, только если вы определяете значение для удлинения крыла на вкладке Опции.

Следующее исправление применено к коэффициенту момента тангажа двухмерного крыла C_m , чтобы приблизить коэффициент момента C_m трехмерного крыла:

$$C_m = C_m \cdot \frac{\lambda}{\lambda + 4}$$

Это отношение было определено рядом исследований решетки вихря прямоугольных крыльев.

Исправление лобового сопротивления для данных удлинении и числа Маха. После коэффициента подъемной силы двухмерного крыла для данного угла атаки, исправленный к эффекту трехмерного крыла, приближение вызванного лобового сопротивления добавлено к сопротивлению крыла (для того же самого угла атаки). Как исправление подъемной силы только применено это исправление, если вы определяете значение для удлинения крыла $\lambda = l^2/S$ (размах l и площадь крыла S) на вкладке Опции.

Поскольку никакая информация о реальной форме крыла не доступна, предположение о наличии “хорошей” формы крыла в плане сделано. Поэтому вызванный компонент лобового сопротивления вычислен при помощи классической формулы, полученной в поднимающейся теории линии (Прандтля).

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

$$C_x = k \cdot \frac{C_y^2}{\pi \cdot \lambda}$$

В JAVAFOIL значение k, как предполагается, 1.0 (плоское крыло с эллиптическим распределением подъемной силы).

Обратите внимание на то, что идея этих простых исправлений состоит в том, чтобы дать вам, ощущение для относительной важности вызванного лобового сопротивления относительно крыла только тянется. Для реального дизайна крыла вы должны использовать более соответствующий трехмерный аэродинамический аналитический инструмент, например, решетку вихря или групповой метод [6].

Получаемый результат в виде графиков отношении коэффициентов лобового сопротивления и подъемной силы представлена на рисунке 2.

В качестве примера можно сравнить два профиля летательных аппаратов существующих на данный момент и используемые в сфере авиации. Итак, профили под названием профиль Жуковского (рисунок 3, а) и профиль института ЦАГИ серии «В» (рисунок 3, б).

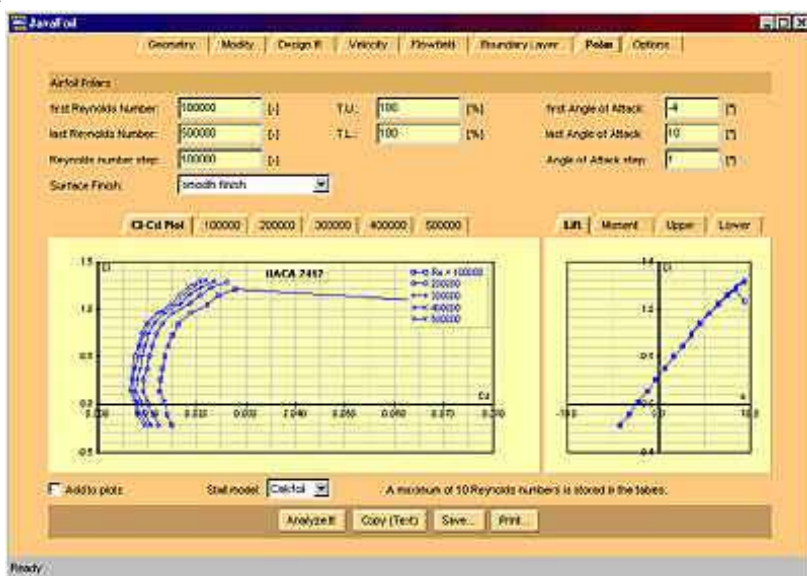
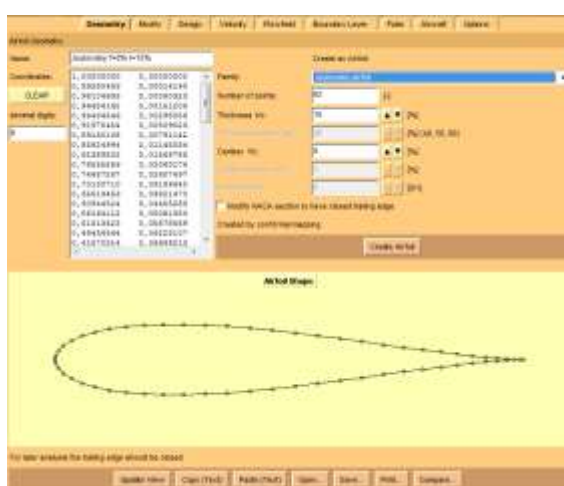
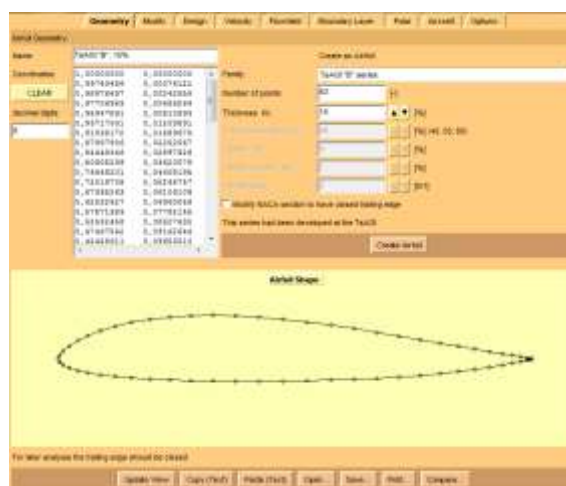


Рисунок 2. Поляра исследуемого профиля



а)



б)

Рисунок 3. Сравнение двух профилей

Используя программу JavaFoil воспроизведем графики с отношениями коэффициентов лобового сопротивления к подъемной силе и коэффициента подъемной

силы к углу атаки. Для профиля Жуковского получаем следующий результат поляры приведенный на рисунке 4,а, а для профиля института ЦАГИ серии «В» получаем другой результат поляры приведенный на рисунке 4, б.

Как видно из рисунков 4,а и 4,б, можно заметить, что по летно-техническим характеристикам профиль Жуковского показывает наиболее лучшие показателями, чем профиль института ЦАГИ серии «В».



Рисунок 4. а) Поляра профиля Жуковского; б) Поляра профиля института ЦАГИ серии «В»

ВЫВОД. Эта программа дает коллосальные возможности для авиационных конструкторов или любителей авиамodelей, делать расчеты для существующих уже в мире профилей или же для придуманных аэродинамических профилей. Программа также помогает сэкономить время, при расчетах аэродинамических характеристик.

1. Mark Drela, Michael B. Giles, “Viscous-Inviscid Analysis of Transonic and Low Reynolds Number Airfoils”, AIAA-86-1786-CP, 1986
2. Xiao-liang Wang, Xue-xiong Shan, “Shape Optimization of Stratosphere Airship”, Journal of Aircraft V43N1, 2006.
3. Ira Abbott and Albert Von Doenhoff, “Theory of Wing Sections”, Dover Publications, New York, 1959
4. Eastman N. Jacobs, Kenneth E. Ward, Robert M. Pinkerton, “The Characteristics of 78 Related Airfoil Sections from Tests in the Variable-Density Wind Tunnel”, NACA Rep. No. 460, 1933.
5. John Stack, “Tests of Airfoils Designed to Delay the Compressibility Burble”, NACA Rep. No. 763, 1943.

Аңдатпа. JavaFoil компьютерлік бағдарламасының көмегімен аэродинамикалық сипаттамаларды (аэродинамикалық кедергі коэффициенті, көтергіш күш коэффициенті және тангаж моментінің коэффициенті) есептеу. JavaFoil дәстүрлі әдіспен дыбысқа дейінгі толқында профильдерге талдау жасағанға көмектесетін қарапайым бағдарлама. Оның негізгі мақсаты ұшақ қанаты профильдерінің көтергіш күшін, аэродинамикалық кедергі күшін және момент сипаттамаларын анықтау. Ол шекаралық қабаттарының параметрлерін анықтау үшін дифференциалдық теңдеулер жиынтығын шешеді. Басқа ұқсас бағдарламалармен салыстырғанда, JavaFoil бірнеше аэродинамикалық бет элементтерін өңдейді, сонымен қатар базалық әсерлерін модельдейді.

Түйін сөздер: аэродинамикалық профиль, аэродинамикалық кедергі коэффициенті, көтергіш күш коэффициенті, тангаж моментінің коэффициенті, профильдің полярасы.

***Abstract.** Calculations of aerodynamics (coefficient of drag, lift parameter and pitching moment coefficient) using software JavaFoil. JavaFoil is a relatively simple program, which uses several traditional methods for the analysis of airfoils in subsonic flow. The main purpose of JavaFoil is to determine the lift, drag and moment characteristics of airfoils. It solves a set of differential equations to find the various boundary layer parameters. Compared with similar programs, JavaFoil can also handle multi-element airfoils and also simulate ground effect.*

***Keywords:** aerodynamical profile, coefficient of drag, lift parameter, pitching moment coefficient, polar of profile.*

УДК 621.01

Д.А. Кинжебаева

ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНОВ СКОРОСТЕЙ И УСКОРЕНИЙ МЕХАНИЗМА IV КЛАССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОСОБЫХ ТОЧЕК АССУРА

(г. Алматы, Казахский национальный педагогический университет им. Абая)

***Аннотация.** В статье рассматривается графоаналитический метод построения планов скоростей и ускорений механизма IV класса при помощи метода особых точек Ассура. Основной особенностью рассматриваемого механизма IV класса является замкнутый, изменяемый контур, построенный из его подвижных звеньев. Приведены геометрические параметры механизма IV класса. Построены планы скоростей и ускорений механизма IV класса.*

***Ключевые слова:** механизм высокого класса, метода особых точек Ассура, план скоростей, план ускорений.*

Введение. В Казахстане под руководством академика У. А. Джолдасбекова была создана школа по теории механизмов и машин. Им разработаны новые графоаналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов. Этот метод называется методом вспомогательных точек или методом ложных планов скоростей и ускорений. Благодаря структурным особенностям МВК обладают широкими функциональными возможностями.

В книге [1] академиком У.А. Джолдасбековым рассмотрен структурный, кинематический и кинетостатический анализ и синтез механизмов высоких классов, в частности приведен графоаналитический метод особых точек Ассура для построения планов скоростей и ускорений механизмов высоких классов. В механизмах высоких классов для исследования кинетостатики используют графоаналитический метод вспомогательных точек У. А. Джолдасбекова и мгновенных центров скоростей.

В работе [2] показан метод условных обобщенных координат, позволяющий сводить системы трансцендентных уравнений замкнутости многоугольников механизмов высоких классов к одному или двум функциям невязки. Также рассматривается матричный аналитический метод исследования кинетостатики двух- и трехпроводковых групп Ассура. Недостатком матричных методов является увеличение порядка системы линейных уравнений, хотя при современных вычислительных методах вычисление таких уравнений не представляет больших трудностей.

В книге [3] академиком У.А. Джолдасбековым приведены общие вопросы структуры, классификации, кинематики и кинетостатики механизмов.

В статье [4] рассмотрен трехповодковой механизм III класса с вращательными парами класса третьего порядка. Использован алгоритм решения задачи о положении характерных точек звеньев, предложенный Э. Е. Пейсахом.

Построение планов скоростей и ускорений для механизма IV класса. В данной статье рассматривается механизм IV класса (рис.1). Поставлена задача определения скоростей и ускорений рабочих точек звеньев механизма IV класса графоаналитическим методом.

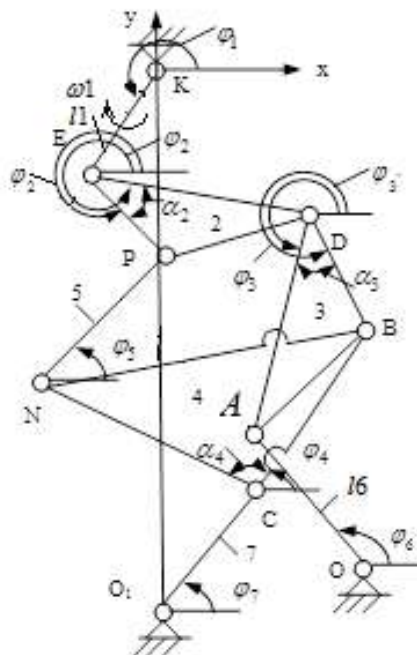


Рисунок 1. Кинематическая схема механизма IV класса

Решение задач о скорости и ускорениях используют метод геометрических мест или метод ложных построений планов скоростей и ускорений групп Ассур высоких классов [1]. Таблице 1 приведены геометрические параметры механизма IV класса.

Таблица 1. Геометрические параметры механизма IV класса

Звено	KE	OA	ED	EP	PD	BD	AD	AB
Длина звена l_{ij} , м	0,04	0,05	0,09	0,041	0,072	0,04	0,06	0,03
l_{S_i} , м	0,02	0,025	0,045	0,0205	0,036	0,02	0,03	0,015
Звено	CB	PN	NB	NC	O ₁ C	KO	KO ₁	OO ₁
Длина звена, l_{ij} , м	0,047	0,072	0,115	0,1	0,065	0,1425	0,1525	0,0875
l_{S_i} , м	0,024	0,036	0,0575	0,05	0,0325	0,0712	0,076	0,0437

Ведущее звено KE вращается с угловой скоростью

$$\omega_1 = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}. \quad (1)$$

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Вычислим скорость звена KE :

$$V_E = \omega_1 \cdot \ell_1. \quad (2)$$

Скорость звена V_E направлена перпендикулярно оси звена KE . Определим масштабный коэффициент для плана скоростей

$$\mu_V = V_{KE} / (pe). \quad (3)$$

Из произвольной точки p , называемой полюсом плана скоростей, отложим отрезок pe , равный известной скорости V_E в принятом масштабе μ_V (рис. 2).

При

$$\vec{V}_D^* = \vec{V}_E + \vec{V}_{ED}^*, \quad (4)$$

произвольно задаемся ложным значением относительной скорости V_{ED}^* и находим ложное значение скорости V_D^* (на плане скоростей изображена отрезком ed').

При

$$\vec{V}_A^* = \vec{V}_D^* + \vec{V}_{AD}^*, \quad (5)$$

определяем на плане точку a' , изображающую конец ложной скорости \vec{V}_A^* . Далее, путем построения на плане скоростей подобных и сходственно расположенных треугольников $\Delta ed'p_1' \sim \Delta EDP$ и $\Delta d'b'a' \sim \Delta DBA$ находим на плане точки p_1' и b' . Тогда ложные скорости

$$\vec{V}_{R_1}^* = \mu_V (\overrightarrow{ep_1'}), \quad \vec{V}_B^* = \mu_V (\overrightarrow{ab'}). \quad (6)$$

При

$$\vec{V}_N^* = \vec{V}_{R_1}^* + \vec{V}_C^*, \quad (7)$$

определяем точку n' , изображающую конец ложной скорости \vec{V}_N^* . Далее путем построения на плане скоростей подобных и сходственно расположенных треугольников $\Delta n'b'c' \sim \Delta NBC$ находим на плане точку c' . Приняв теперь другое ложное значение для скорости \vec{V}_{ED}^{**} , т.е. приняв произвольно задаваясь на плане скоростей отрезком ed'' , получим точки a'' , b'' , p_1'' , n'' , c'' . Прямая $p_1' - p_1''$ определяет геометрическое место точки p_1 , следовательно, учитывая, что

$$\vec{V}_{R_1} = \vec{V}_E + \vec{V}_{RE}, \quad (8)$$

находим на плане скоростей истинное положение точки p_1 :

$$\vec{V}_{R_1} = \mu_V (\overrightarrow{pp_1}). \quad (9)$$

Зная истинную скорость \vec{V}_{R_1} , легко установить истинные скорости шарнирных точек D , A , B , N , рассматриваемого механизма.

Проводим отрезок πe , равный ускорению точки E ведущего звена \vec{W}_E в принятом масштабе μ_W (рис. 3). Из точки e отложим в масштабе ускорение

$$\vec{W}_{DE}^n = \frac{V_{DE}^2}{\ell_{ED}} = \mu_W (en_1) \quad (10)$$

и получим точку n_1 . Задаемся ложным значением \vec{W}_{DE}^{r*} и, учитывая, что

$$\vec{W}_D^* = \vec{W}_E + \vec{W}_{DE}^n + \vec{W}_{DE}^{r*}, \quad (11)$$

находим точку d' на плане ускорений найдем конец ложного ускорения \vec{W}_B^* . Точку a' на плане ускорений найдем, если учтем, что

$$\vec{W}_{AO}^n + \vec{W}_{AO}^{\tau*} = \vec{W}_O + \vec{W}_{AB}^n + \vec{W}_{AB}^{\tau}. \quad (12)$$

Далее путем построения на плане ускорений подобных и сходственно расположенных треугольников $\Delta eb' p_1' \sim \Delta EDP$ и $\Delta d' b' a' \sim \Delta DBA$ находим точки p_1' и b' . Тогда ложные ускорения

$$\vec{W}_{p_1}^* = \mu_w(\overline{ep_1'}), \quad \vec{W}_B^* = \mu_w(\overline{ab'}). \quad (13)$$

Приняв теперь другое ложное значение для ускорения $W_{ED}^{\tau**}$, т.е. произвольно задаваясь отрезком $\overline{n_1e''}$, на плане ускорений находим точки a'' , b'' , p_1'' , n'' , c'' . Прямая $p_1' - p_1''$ определяет геометрическое место точки p_1 . Следовательно, учитывая, что

$$\vec{W}_{p_1} = \vec{W}_E + \vec{W}_{p_1E}^n + \vec{W}_{p_1}^{\tau}, \quad (14)$$

находим на плане ускорений истинное положение точки p_1 . Зная для шарнирной точки P механизма истинное ускорение

$$\vec{W}_P = \mu_w(\overline{ep_1}), \quad \vec{W}_B = \mu_w(\overline{ab}), \quad (15)$$

легко определить истинные ускорения \vec{W}_N , \vec{W}_C и \vec{W}_B шарнирных точек рассматриваемого механизма.

На рисунках 2 и 3 показаны планы скоростей и ускорений механизма IV класса, построенные графоаналитическим методом.

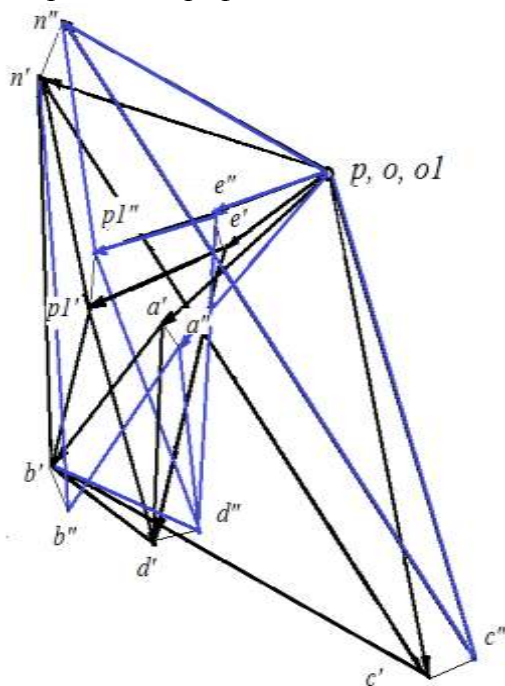


Рисунок 3. План скоростей механизма IV класса

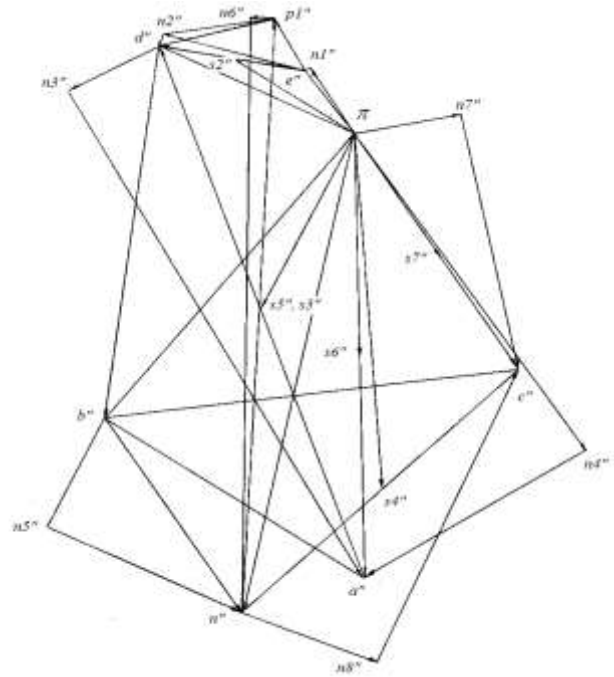


Рисунок 4. План ускорений механизма IV класса

1. Джолдасбеков У. А. Теория механизмов высоких классов. – Алматы: Ғылым, 2001. – 427 с.
2. Джолдасбеков У. А. Графо-аналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов. – Алма-Ата, Наука, 1983, 256 с.

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

3. Жолдасбеков О. А. Машиналар механизмдерінің теориясы. Алматы, Мектеп, 1979, 424 б.
4. Кинжебаева Д. А., Серикхалиев Е. С., Кинжебаева А. С. Кинематический анализ рычажного механизма III класса с использованием графоаналитического метода. Вестник КазНПУ им. Абая. Серия математика, механика, информатика. №2(34). 2011. – С. 100-104.

Аңдатпа. Мақалада IV класы механизмнің жылдамдықтар және үдеулерлер жоспарларын салудың, Ассурдың ерекше нүктелері әдісінің көмегімен жүргізілген графоаналитикалық әдісі қарастырылған. Қарастырылған IV класы механизмнің негізгі ерекшелігі қозғалмалы буындардан құрылған тұйықталған, өзгермелі контур болып саналады. IV класы механизмнің геометриялық параметрлері көрсетілген. IV класы механизм жылдамдықтарының және үдеулерінің жоспарлары тұрғызылған.

Түйін сөздер: жоғарғы класы механизм, Ассурдың ерекше нүктелер әдісі, жылдамдықтар жоспары, үдеулер жоспары.

Abstract. The article the graphical method for constructing plans velocities and accelerations of the mechanism of class IV by the method of singular points of Assur of discusses. The main feature of this mechanism is a closed class IV, modifiable circuit, built from his mobile units. Given of geometrical parameters of the mechanism of class IV. Are built plans velocities and accelerations of the mechanism of class IV.

Keywords: mechanism of of high class, the method of singular points of the Assyrians, terms of speed, acceleration plan.

ӘОЖ 536.24:66.015.23

М.Қ. Құлбекұлы, Д.М. Кулбеков, Е.А. Оспанбеков, Б. Ерженбек

ШАР ПІШІНДЕС КЕРАМИКАЛЫҚ ҮЛГІДЕРДЕГІ КРИСТАЛДЫҚ СУДЫҢ ҮДЫРАП ШЫҒУЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ЖҮРЕТІН ДИФФУЗИЯЛЫҚ ҮДЕРІСТЕР КИНЕТИКАСЫ

(Алматы қ., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті)

Аңдатпа. Жұмыста керамикалық үлгілерді қыздыру барысында белгілі температуралар аймағында олардың бойынанан кристалдық (химиялық) судың ыдырап шығуына байланысты жүретін диффузиялық үдерістер кинетикасын зерттеу нәтижелері келтірілген. Изотермиялық емес диффузиялық үдерістер диаметрлері әртүрлі шар пішіндес үлгілерді түрлі жылдамдықпен қыздыру жағдайларында қарастырылған. Зерттеу нысаны ретінде табиғи лай шикізатынан пластикалық тәсілмен дайындалған шар пішіндес үлгілер алынған. Осындай үлгілерді қыздыру барысындағы диффузиялық сипаттағы дегидратациялық үдерістер кинетикасы есептеу тәжірибелерін жүргізу арқылы зерттелген. Алынған компьютерлік сандық нәтижелер графиктер түрінде беріліп, олардың сипаттамалары салыстырыла отырып талданған.

Түйін сөздер: қылтүтіктіқуысты, сфера, диффузия, үдеріс, монотермит, кинетика, изотермиялық емес.

Қылтүтіктіқуысты, мысалы табиғи лай шикізаттарынан жасалатын керамикалық материалдарды қыздыру барысында кристалдық судың ыдырап шығуына байланысты жүретін диффузиялық үдерістердің механизміне қысқаша тоқталайық. Қазіргі кезде қалыптасқан қаттыфазалық үдерістер (реакциялар) теориясына [1] сәйкес олар аймақтық

(зоналық) механизм бойынша жүреді. Кристалдық судың ыдырап шығуына байланысты жүретін диффузиялық үдерістер белгілі бір қажетті шарттардың (мысалы температура, газды орта, қысым) қалыптасуына байланысты әуелі үлгілердің сыртқы бетінде басталып жіңішке реакциялық қабаттардың ішке қарай белгілі жылдамдықпен енуі арқылы жүзеге асады. Ал фазалық (химиялық) түрленулер нәтижесінде пайда болған газды заттар (су буы, көмір қышқыл газы т.б) үдеріс жүріп өткен қылтүтіктіқуысты қабат арқылы сыртқа диффузиялық жолмен шығарылып отырады. Сонымен бұл құбылыстардың жылдамдығы, яғни ұзақтығы негізінен диффузиялық үдерістердің сипатымен шектеледі.

Сфералық үлгілер үшін осындай кристалдық судың ыдырап шығуына байланысты жүретін диффузиялық үдерістердің математикалық моделі ретінде мынадай кинетикалық теңдеуді алуға болады [1-4]:

$$\frac{1}{2} \left[1 - \frac{2}{3}(1-U) - U^{\frac{2}{3}} \right] = \frac{D_{\text{эф}} \cdot \tau}{R^2} \quad (1)$$

мұндағы, $D_{\text{эф}}$ -эффektivті диффузиялық коэффициент; τ - уақыт; U - байланыстағы зат массасының салыстырмалы массасы; R - анықтаушы өлшем, цилиндр үшін оның диаметрінің жартысы.

Бұл теңдеудің оң жағындағы өрнек массатасымалдау үшін Фурье критеріі (Fo_m) болып табылады:

$$Fo_m = \frac{D_{\text{эф}} \cdot \tau}{R^2} \quad (2)$$

Сонда (1) теңдеуді мынадай критериалді түрде жазуға болады:

$$\frac{1}{2} \left[1 - \frac{2}{3}(1-U) - U^{\frac{2}{3}} \right] = Fo_m \quad (3)$$

Қарастырылып отырған сфералық үлгілердегі диффузиялық үдерістердің жүру ұзақтығына (аяқталуына), яғни $U=0$ жағдайына $Fo_m = \frac{1}{6}$ мәні сәйкес келеді.

Изотермиялық емес жағдайдың ерекшелігі бұл үдерістер жағдайында эффективті диффузиялық коэффициентінің температураға тәуелді өзгеретіндігінде. Бұл коэффициенттің температураға тәуелділігін мынадай белгілі өрнекпен сипаттауға болады:

$$D_{\text{эф}} = D_0 \cdot e^{-E/R,T} \quad (4)$$

мұндағы, D_0 -берілген үдеріс үшін тұрақты шама; E -активациялық энергия; R -газ тұрақтысы; T -температура.

Зерттелетін монотермитті лай үлгісі үшін тәжірибе жүзінде келесі шамалар анықталынып алынды: $D_0 = 2.51 \cdot 10^3 \text{ см}^2 / \text{мин}$; $E=90000$ Дж/моль.

Осы өрнекті ескеріп, (1) теңдеуден изотермиялық емес диффузиялық үдерістердің кинетикасын жуықтап сипаттауға мүмкіндік беретін мынадай кинетикалық теңдеу беруге болады:

$$\frac{1}{2} \left[1 - \frac{2}{3}(1-U) - U^{\frac{2}{3}} \right] = \frac{D_0 \cdot e^{-E/R,T} \cdot \tau}{R^2} \quad (5)$$

Сфера пішіндес керамикалық үлгілер сызқтық заңдылықпен қыздырылды:

$$T = \nu_T \tau + T_0 \quad (5)$$

мұндағы ν_T – тұрақты қыздыру жылдамдығы, T_0 -бастапқы температура.

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Осы айтқандарды ескере (5) теңдеуді былай жазуға болады:

$$\frac{1}{2} \left[1 - \frac{2}{3}(1-U) - U^{\frac{2}{3}} \right] = \frac{D_0 * e^{-E/R \cdot (10^3 + T_0)} \cdot \tau}{R^2}. \quad (6)$$

Сонымен, жоғарыда келтірілген (6) теңдеуді алгоритм ретінде қолданып, компьютер көмегімен монотермитті табиғи лай шикізатынан жасалған сфералық үлгілерді күйдіру барысында өтетін диффузиялық массатасымалдау үдерістерінің кинетикасы Origin тілінде бағдарламалар құрылып, есептеу тәжірибелерін жүргізу арқылы жан-жақты зерттелді.

Компьютерлік есептеу тәжірибелері мынадай нақтылық шарттар жағдайында жүргізілді.

Физикалық шарттар тобы. Зерттеу нысаны ретінде табиғи монотермитті лай шикізатынан пластикалық жолмен қалыптау арқылы дайындалған, сфералық үлгілер алынды. Үлгілер үш түрлі жылдамдық жағдайында ($\mathcal{Q}_1 = 3K/мин$, $\mathcal{Q}_2 = 5K/мин$, $\mathcal{Q}_3 = 7K/мин$) қыздырылды.

Қыздыру барысындағы эффективті диффузиялық коэффициенттің мәні (3) өрнекпен есептеліп отырды.

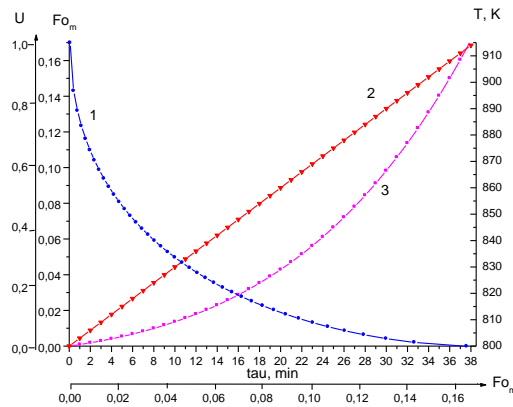
Геометриялық шарттар тобы. Зерттелген табиғи монотермитті лай шикізаты шар тәріздес, мынандай диаметрлерде: $d_1 = 2r_1 = 2см$, $d_2 = 2r_2 = 4см$, $d_3 = 2r_3 = 6см$ алынды.

Шеттік шарттар тобы. Бастапқы шарт бойынша ($\tau=0$) үлгі қабаттарындағы заттың салыстырмалы массасының мәндері бірдей болып, ол мынаған тең болды: $U(0, x) = 1 = const$. Зерттеу барысында массатасымалдаудың бірөлшемді симметриялы есебі қарастырылды. Диффузиялық массатасымалдаудың үдерісі бірінші текті шекаралық шарт жағдайында қарастырылды. Үдеріс басталған сәттен-ақ өте аз уақыт шамасында үлгі бетіндегі байланыстағы заттың салыстырмалы массасының мәні $U=0$ болып, тұрақты қалады.

Монотермитті шар тәріздес үлгілердегі диффузиялық үдерістер кинетикасы 800 К температурадан бастап қыздыру жағдайында, изотермиялық емес жағдайларда есептеу тәжірибелерін жүргізу арқылы зерттелді.

Есептеу тәжірибелерінің мысалы ретінде негізгі нәтижелер 1-5 суреттерде келтірілген.

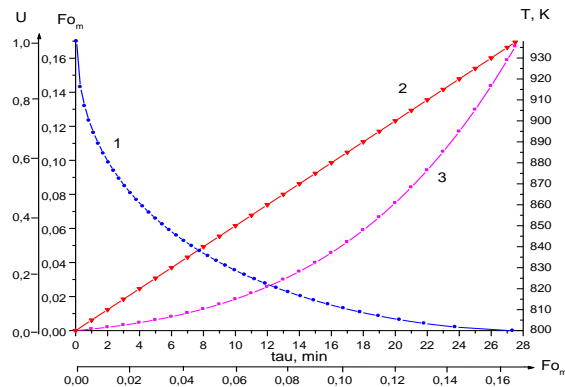
1-3 суреттерде монотермитті шар тәріздес диаметрі бірдей ($d = 2r = 4см$;) үлгіні үш түрлі жылдамдықтармен қыздыру барысындағы $\mathcal{Q}_1 = 3K/мин$, $\mathcal{Q}_2 = 5K/мин$, $\mathcal{Q}_3 = 7K/мин$ изотермиялық емес жағдайдағы кристалдық судың ыдырап шығуына байланысты жүретін диффузиялық үдерістердің кинетикалық қисықтары берілген. Мұнда үлгілердің қыздыру жылдамдықтарының жоғарылауына байланысты диффузиялық коэффициенттің мәні артып үдерістердің қарқынды түрде тез аяқталуын байқауға болады.



1-сурет. Шар тәрізді керамикалық үлгідегі изотермиялық емес жағдайдағы дегидратация кезіндегі диффузиялық үдерістердің кинетикалық қисықтары.

Температуралар аралығы: 800-914К; $d = 2r = 4\text{см}$; $\mathcal{G} = 3\text{К} / \text{мин}$.

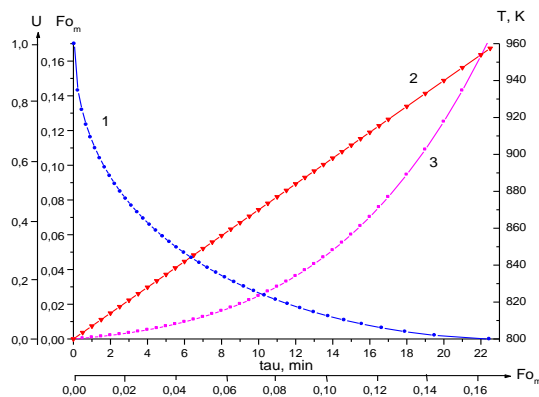
1 – қисық: $U = f(Fo_m)$; 2 – қисық: $T = f(\tau)$; 3 – қисық: $Fo_m = f(\tau)$.



2 – сурет. Шар тәрізді керамикалық үлгідегі изотермиялық емес жағдайдағы дегидратация кезіндегі диффузиялық үдерістердің кинетикалық қисықтары.

Температуралар аралығы: 800-940К; $d = 2r = 4\text{см}$; $\mathcal{G} = 5\text{К} / \text{мин}$.

1 – қисық: $U = f(\tau)$; 2 – қисық: $T = f(\tau)$; 3 – қисық: $Fo_m = f(\tau)$.



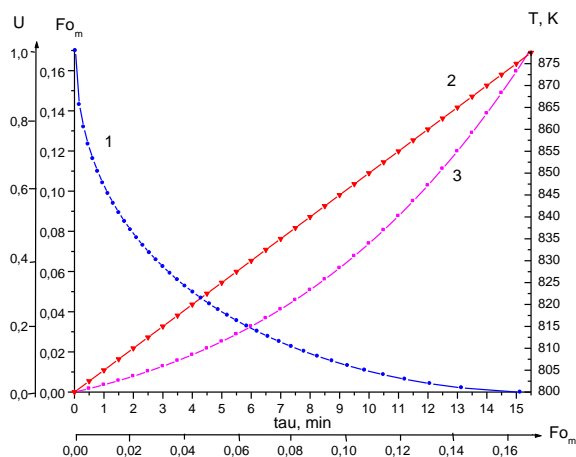
3 – сурет. Шар тәрізді керамикалық үлгідегі изотермиялық емес жағдайдағы дегидратация кезіндегі диффузиялық үдерістердің кинетикалық қисықтары.

Температуралар аралығы: 800-960К; $d = 2r = 4\text{см}$; $\mathcal{G} = 7\text{К} / \text{мин}$.

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

1 – қисық: $U = f(\tau)$; 2 – қисық: $T = f(\tau)$; 3 – қисық: $Fo_m = f(\tau)$.

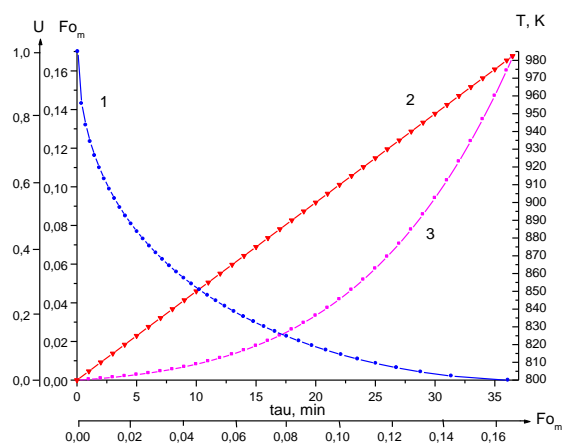
2,4 және 5-суреттерде диаметрлері әртүрлі $d_1 = 2r_1 = 2\text{см}$, $d_2 = 2r_2 = 4\text{см}$, $d_3 = 2r_3 = 6\text{см}$ шар пішіндес керамикалық үлгілерді бірдей жылдамдықпен $\mathcal{Q} = 5\text{K}/\text{мин}$ қыздыру барысындағы кристалдық судың ыдырап шығуына байланысты жүретін диффузиялық үдерістердің кинетикасы берілген. Мұнда кинетикалық қисықтардағы байқалатын айырмашылықтарды үлгі диаметрлерінің қалыңдауына байланысты оған сәйкес диффузиялық үдерістердің жүру ұзақтығының да өсе беретіндігімен түсіндіруге болады.



4 – сурет. Шар тәрізді керамикалық үлгідегі изотермиялық емес жағдайдағы дегидратация кезіндегі диффузиялық үдерістердің кинетикалық қисықтары.

Температуралар аралығы: 800-880K; $d = 2r = 2\text{см}$; $\mathcal{Q} = 5\text{K}/\text{мин}$.

1 – қисық: $U = f(Fo_m)$; 2 – қисық: $T = f(\tau)$; 3 – қисық: $Fo_m = f(\tau)$.



5 – сурет. Шар тәрізді керамикалық үлгідегі изотермиялық емес жағдайдағы дегидратация кезіндегі диффузиялық үдерістердің кинетикалық қисықтары.

Температуралар аралығы: 800-980K; $d = 2r = 6\text{см}$; $\mathcal{Q} = 5\text{K}/\text{мин}$.

1 – қисық: $U = f(Fo_m)$; 2 – қисық: $T = f(\tau)$; 3 – м $Fo_m = f(\tau)$.

Алынған нәтижелер бойынша кинетикалық қисықтарын сапалық тұрғыдан салыстырып қарасақ олардың арасындағы ұқсастықты байқауға болады. Бұл олардың бір

ортақ заңдылықпен сипатталып жоғарыда айтылған зоналық механизммен өтетіндігін көрсетеді.

Бұл есептеу тәжірибелерін жүргізу барысында алынған сандық нәтижелер қарастырылып отырған табиғи лай шикізатынан жасалған қылтүтіктіқуысты сфералық үлгілердің тиімді күйдіру режимдерін анықтау үшін қолданыс таба алады. Сонымен қатар, білім беру саласында осындай зертханалық практикумды қолданып компьютерлік техниканың көмегімен аз уақыт ішінде күрделі физикалық үдерістерді есептеу тәжірибелерін жүргізу арқылы жан-жақты зерттеуге мүмкіндік береді.

1. Бузников П.П., Гинстлинг А. Реакции в смесях твердых веществ.-М.: Стройиздат, 1971.-488с.,ил.
2. Кулбеков М.К Моделирование и исследование диффузионной кинетики горения углерода при обжиге топливосодержащей керамики в промышленных условиях. // Журнал прикладной химии.1992.т.65, №1. (с.126-130).
3. Кулбеков М.К К теории диффузионной кинетики параллельных твердофазных процессов при обжиге топливосодержащей керамики. // Журнал прикладной химии.1992.т.65. №12(с.2689-2694).
4. Кулбеков М.К О зональном механизме и кинетике диффузионных процессов при обжиге керамики из монтмориллонитовой глины.// В кн.: Наука в учебном процессе.- Сб.материалов научной конференции проф.-препод. состава и аспирантов. Часть 1. Алма-Ата,1990.

Аннотация. В работе приведены результаты исследования кинетики диффузионных процессов, связанных с удалением кристаллической (химической) воды из сферических (шар) керамических образцов при характерных интервалах температур. Неизотермические диффузионные процессы в сферических образцах различного размера изучались при разных скоростях нагрева. В качестве объекта исследования были использованы сферические образцы, изготовленные пластическим методом формования из природного сырья – глины. Диффузионные процессы, протекающие в этих образцах, связанные с их дегидратацией изучались путем проведения вычислительных экспериментов. Полученные компьютерные вычислительные данные представлены в виде графиков и дан сравнительный анализ их описания.

Ключевые слова: капиллярнопористый, сфера, диффузия, процесс, монотермит, кинетика, не изотермический.

Abstract. The results of research of kinetics of the diffusive processes connected with removal of crystal (chemical) water from spherical (sphere) of ceramic samples at characteristic intervals of temperatures are given in work. Not isothermal diffusive processes in spherical samples of various size were studied at different speeds of heating. As object of research the spherical samples made by a plastic method of formation of natural raw materials – clay were used. The diffusive processes proceeding in these samples, connected with their dehydration were studied by carrying out computing experiments. The obtained computer computing data are presented in the form of schedules and the comparative analysis of their description is given.

Keywords: capillaryporous, sphere, diffusion, process, monotermite, kinetics, not isothermal.

**КҮН ЖҮЙЕСІН ҚҰРАЙТЫН ПЛАНЕТАЛАРДЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН
САНДЫҚ ӘДІСТЕР НЕГІЗІНДЕ ЗЕРТТЕУ**

(Семей қ., Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университеті)

Аңдатпа. Мақала Күн жүйесін құрайтын аспан денелерінің қозғалысын зерттеуге арналған. Лагранж функциясын екі дене туралы есепті талдауда қолданған. Өзара тартылыстағы екі дененің қозғалысын сипаттайтын дифференциалдық теңдеулер қарастырылған. Осы теңдеулерге өлшемсіздену амалы қолданылған. MathCAD қолданбалы программалар пакеті көмегімен дифференциалдық теңдеулер графикалық түрде шешілген. Кеплердің бірінші заңына қатысты сандық мәліметтер қолданбалы программа көмегімен алынған.

Түйін сөздер: Лагранж функциясы, екі дене туралы есеп, өлшемсіздендіру, сандық әдістер, Mathcad қолданбалы программалар пакеті.

Кіріспе. Планеталардың Күннің тартылыс өрісіндегі қозғалысы, немесе планеталардың табиғи және жасанды серіктерінің сол планетаның айналасындағы қозғалысы центрлік симметриялық тартылыс өрісіндегі дене қозғалысының дербес жағдайлары болып табылады. Күн жүйесіне жататын денелердің (планеталар, табиғи серіктер, Жердің жасанды серіктері, кометалар және т.б.) қозғалысы жалпы алғанда өзара гравитациялық әсердегі *n* дене туралы есепке жатады. Дегенмен *n* дене туралы есепті жуықтай отырып екі дене туралы есепке келтіруге болады. Мысалы, теориялық тұрғыдан алғанда Жерді айнала қозғалып жүрген оның табиғи серігі Айға Күн және басқа планеталар ықпал етеді. Бірақ бұл ықпалдар Жердің гравитациялық ықпалынан мыңдаған есе аз екенін ескере отырып, Жер және Айдың өзара гравитациялық әсерін ғана қарастырамыз.

Күн жүйесін құрайтын аспан денелерінің қозғалысын сипаттайтын дифференциалдық теңдеулерді шешуде электрондық есептеу машиналарына негізделген сандық әдістер қолданылады. Сандық әдісті қолданбас бұрын физикалық құбылысты сипаттайтын шамаларды өлшемсіздендірудің қажеттілігі туады. Өлшемсіздену амалынан өткен дифференциалдық теңдеулерді кез-келген программалау тілін қолдана отырып, ықшамды түрде шешуге болады.

1 Планеталар қозғалысының теңдеулері. Бір-бірімен өзара әсерлесетін екі материалдық нүктенің қозғалысын қарастырайық. Мұндай жүйе үшін Лагранж функциясы былайша жазылады [1]:

$$L = \frac{m_1 \dot{r}_1^2}{2} + \frac{m_2 \dot{r}_2^2}{2} - U(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|) = \frac{m_1 \dot{r}_1^2}{2} + \frac{m_2 \dot{r}_2^2}{2} + \frac{\gamma m_1 m_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|} \quad (1)$$

мұндағы \vec{r}_1 , \vec{r}_2 – бірінші және екінші денелердің радиус векторлары, ал $U(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)$ – денелердің өзара әсерлерінің потенциалдық энергиясы, γ – гравитациялық тұрақты. Бірінші денеден екінші денеге бағытталған вектордың шамасы мынаған тең:

$$\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2 \quad (2)$$

Жүйенің масса центрін координата басы ретінде алсақ, мынандай теңдеу жаза аламыз:

$$m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 = 0 \quad (3)$$

(2) және (3) теңдеуден табамыз:

$$\vec{r}_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \vec{r} \quad (4)$$

$$\vec{r}_2 = \frac{m_1}{m_1+m_2} \vec{r} \quad (5)$$

(4) және (5) теңдеулерді (1) теңдеуге қойсақ мынандай теңдеу шығады:

$$L = \frac{m\dot{r}^2}{2} - U(|\vec{r}|) = \frac{m\dot{r}^2}{2} + \frac{\gamma m(m_1+m_2)}{|\vec{r}|} \quad (6)$$

Бұл теңдеуде төмендегідей шама енгізілді:

$$m = \frac{m_1 m_2}{m_1+m_2} \quad (7)$$

(7) теңдеудегі шаманы келтірілген масса деп атайды. (6) теңдеу потенциалдық өрістегі қозғалып бара жатқан массасы m материалдық нүкте үшін Лагранж функциясымен формальды түрде сәйкес келеді. Сонымен, өзара тартылыстағы екі материалдық нүктенің қозғалысы туралы есептің шешуі массасы $m_1 + m_2$ болатын қозғалмайтын нүктенің жасаған потенциалдық өрісінде қозғалатын m материалдық нүкте туралы есеп шешуімен бірдей болады. Егер осы өзара тартылыстағы екі дененің біреуінің массасы екіншісінің массасынан көп есе кіші болса, онда массасы үлкен дене тыныш тұрады, екінші дене оның тартылыс өрісінде қозғалады деп аламыз. Ал $\vec{r}(t)$ тәуелділік жеңіл дененің траекториясын сипаттайды. Ал олай болмаса, потенциалдық өрісінде қозғалатын m материалдық нүктенің траекториясы үшін $\vec{r}(t)$ тәуелділікті табамыз да (4) және (5) теңдеулерге сүйене отырып әрбір дене үшін $\vec{r}_1(t)$ және $\vec{r}_2(t)$ тәуелділіктерді табамыз.

Лагранж теңдеуін пайдаланамыз:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\vec{r}}} = - \frac{\partial L}{\partial \vec{r}} \quad (8)$$

Мұндағы жалпыланған координаталар - \vec{r} радиус-вектордың координаталары, жалпыланған жылдамдықтар - $\dot{\vec{r}}$ вектордың координаталары. Декарт координата жүйесі үшін дененің қозғалыс теңдеуі мынандай түрде болады:

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = - \frac{\gamma m(m_1+m_2)}{|\vec{r}|^3} \vec{r} \quad (9)$$

$m_1 \gg m_2$ жағдайында мынандай түрге келеді (Ньютонның бүкіл әлемдік тартылыс заңы):

$$m_2 \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = - \frac{\gamma m_1 m_2}{|\vec{r}|^3} \vec{r} \quad (10)$$

$$\vec{L} = [\vec{r} \times \vec{p}] \quad \text{мұндағы } \vec{p} = m\dot{\vec{r}} \quad (11)$$

Импульс моментінің сақталу заңынан центрлік күш өрісіндегі қозғалған дененің траектория жазықтығына \vec{L} вектор перпендикуляр болатынын білеміз. Сонымен қатар, дене қозғалысын механикалық энергияның сақталу заңының шарттары шектейді:

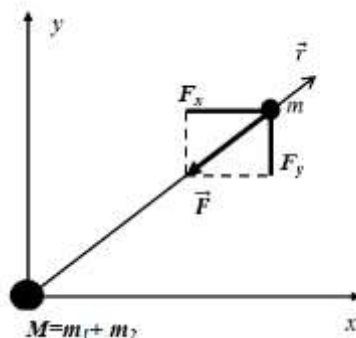
$$E = \frac{1}{2} m \dot{\vartheta}^2 - \frac{\gamma m(m_1+m_2)}{|\vec{r}|} \quad (12a)$$

немесе

$$[\dot{\vec{r}} \times \vec{p}] - \frac{\gamma m(m_1+m_2)}{|\vec{r}|} \vec{r} = const \quad (12b)$$

Қозғалыс теңдеулерін шешу үшін координата басында масса центрі орналасқан тік бұрышты координаталар жүйесін аламыз (Сурет 1).

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ



Сурет 1. Координата басында масса центрі орналасқан
тік бұрышты координаталар жүйесі

(9) қозғалыс теңдеулері таңдап алынған координаталар жүйесінде мынандай түрде болады:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = - \frac{\gamma m(m_1+m_2)}{|\vec{r}|^3} x \quad (13)$$

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = - \frac{\gamma m(m_1+m_2)}{|\vec{r}|^3} y \quad (14)$$

$M = m_1 + m_2$ белгілеуін енгізіп және бірдей мүшелерді қысқартып (13) және (14) теңдеулерді төмендегідей екінші ретті дифференциалдық теңдеулер түріне келтіреміз.

$$\frac{d^2x}{dt^2} = - \frac{\gamma M}{(x^2+y^2)^{\frac{3}{2}}} x \quad (15)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = - \frac{\gamma M}{(x^2+y^2)^{\frac{3}{2}}} y \quad (16)$$

(15) және (16) теңдеулерді сандық әдіспен шешеміз. Ол үшін алдымен өлшемсіздендіру (обезразмеривание) амалын жасаймыз [2,3]. Егер қашықтықтың және уақыттың өлшем бірлігі ретінде планетаның орбитасының радиусы мен оның Күнді айналу периодының алсақ, онда шеңбер бойымен қозғалаған дене үшін мынандай өлшемсіз айнымалыларды енгізе аламыз: $X = x/R$; $Y = y/R$; $\tau = t/T$. (15) және (16) теңдеулер үшін $x \rightarrow X$, $y \rightarrow Y$, $t \rightarrow \tau$ айнымалыларын жазамыз:

$$\frac{d^2X}{d\tau^2} = - \frac{\gamma M T^2}{R^3 (X^2+Y^2)^{\frac{3}{2}}} X \quad (17)$$

$$\frac{d^2Y}{d\tau^2} = - \frac{\gamma M T^2}{R^3 (X^2+Y^2)^{\frac{3}{2}}} Y \quad (18)$$

Дене шеңбер бойымен қозғалған кездегі центрге тартқыш үдеудің a шамасы орбитаның радиусы $|\vec{R}|$ және дене жылдамдығы $|\vec{v}|$ мен төмендегідей байланыста болады:

$$a = \frac{|\vec{v}|^2}{|\vec{R}|} \quad (19)$$

$$\frac{m|\vec{v}|^2}{|\vec{R}|} = \frac{\gamma m M}{|\vec{R}|^2} \quad (20)$$

Бұдан мынаны табамыз:

$$|\vec{v}| = \left(\frac{\gamma M}{|\vec{R}|} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (21)$$

(21) өрнек көмегімен дөңгелек орбита бойымен қозғалаған дененің периодының орбита радиусына тәуелділігін табуға болады. Қозғалыс периоды

$$T = \frac{2\pi|\vec{R}|}{|\vec{v}|} \quad (22)$$

(21) өрнекті (22) ге қойсақ:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2|\vec{R}|^3}{\gamma M}} \quad (23)$$

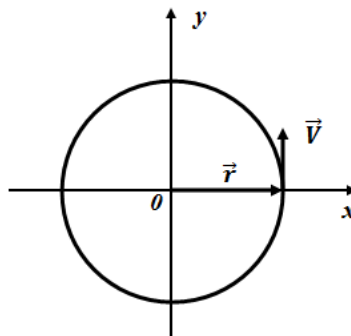
(23) өрнекті (17) және (18) ге қойып, толықтай өлшемсізденген теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\frac{d^2X}{d\tau^2} = -\frac{4\pi^2}{(X^2+Y^2)^{\frac{3}{2}}}X \quad (24)$$

$$\frac{d^2Y}{d\tau^2} = -\frac{4\pi^2}{(X^2+Y^2)^{\frac{3}{2}}}Y \quad (25)$$

(24) және (25) теңдеулерден олардың универсальдылығын көруге болады: теңдеулер дененің өріс центрін айнала қозғалысының периодына және орбитаның радиусына тәуелсіз. Демек, (17) және (18) теңдеулер құрамындағы T^2/R^3 шама гравитациялық өрістегі тұйық траекториямен қозғалған барлық денелер үшін ортақ болады. Бұл тұжырым Кеплердің үшінші заңының орындалатынын тағы да бекітіп тұр.

Дифференциалдық теңдеулерді шешу кезінде бастапқы уақыт моментінде дене радиус-векторы $\vec{r} = (R, 0)$ болатын нүктеде, ал дене жылдамдығы вертикаль жоғары бағытталған $\vec{v} = (0, v)$ болсын (Сурет 2).



Сурет 2.

(24) және (25) теңдеулер өлшемсіз болғандықтан, алғашқы шарттарды да өлшемсіздендіру керек. $\vec{r} = \vec{\rho} \cdot R$, $t = \tau \cdot T$ түріндегі алмастыруларды жасай отырып алғашқы шарттарды мына түрге келтіреміз:

$$\vec{\rho} = (1, 0) \quad (26)$$

$$\vec{V} = (0, v \frac{T}{R}) \quad (27)$$

мұндағы T (23) өрнекпен анықталады.

Еске сала кететін бір жағдай, Кеплер заңдарын тексеру үшін R , T , M шамалардың сандық мәнін білудің қажеті жоқ. Өйткені өлшемсізденген алғашқы шарттар да универсальды болады. (21) және (23) ті (27) ге қойсақ өлшемсізденген жылдамдықты табамыз:

$$\vec{V} = (0, 2\pi)$$

Демек, дөңгелек емес орбитаны алу үшін 2π дан өзгеше жылдамдық мәнін берсек жеткілікті.

2. Гравитациялық өрістің центрінің маңайында қозғалып жүрген дене қозғалысын Mathcad ортасында модельдеу

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

MathCAD қолданбалы программалар пакетін қолданып (24) және (25) дифференциалдық теңдеулерді шешеміз. Программа мынандай блоктардан тұрады [4].

1) Вектордың алғашқы шарттарының берілуі:

$$Z1 := \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \cdot \pi \cdot 1.2 \end{pmatrix}$$

2) Эллипс фокусының координаттарының берілуі: $X0 := 0$; $Y0 := 0$

3) Бірінші туындылардың мәндерін қайтаратын вектор-функцияның берілуі:

$$D(t, z) := \begin{bmatrix} z_1 \\ -4 \cdot \pi^2 \cdot z_0 \\ \frac{[(z_0)^2 + (z_2)^2]^{\frac{3}{2}}}{z_3} \\ -4 \cdot \pi^2 \cdot z_2 \\ \frac{[(z_0)^2 + (z_2)^2]^{\frac{3}{2}}}{z_3} \end{bmatrix}$$

4) Дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі ізделетін нүктелер саны:

$$N := 5000$$

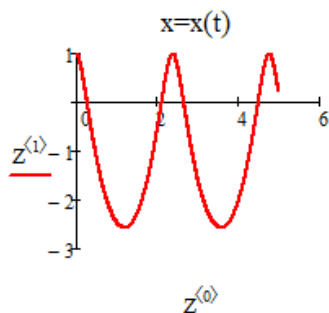
5) Дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі ізделетін уақыт интервалының оң жағының берілуі:

$$T_{\text{finish}} := 2.5$$

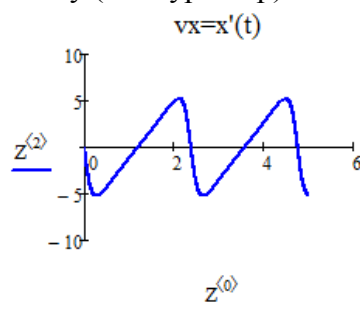
6) Дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі:

$$Z := \text{rkfixed}(Z1, 0, T_{\text{finish}}, N, D)$$

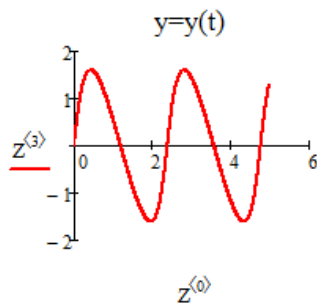
7) Қозғалыстың кинематикалық сипаттамаларын салу (3-7 суреттер):



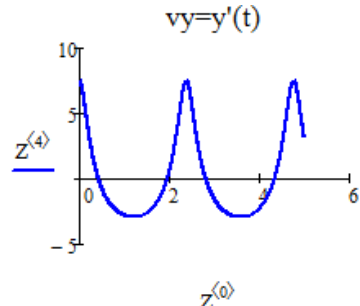
Сурет 3.



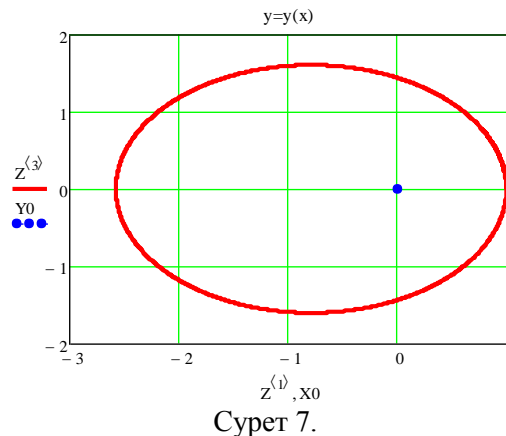
Сурет 4.



Сурет 5.



Сурет 6.



Сурет 7.

8) Орбитаның эксцентриситетін есептеу

а) $x(t)$ және $y(t)$ тәуелділіктер бар бағанды бөліп алу:

$$X := Z^{<1>} \quad Y := Z^{<3>} Y$$

б) X және Y массивтерінің минимум және максимум мәндерін анықтау:

$$\text{Min}_X := \min(X) \quad \text{Max}_X := \max(X)$$

$$\text{Min}_Y := \min(Y) \quad \text{Max}_Y := \max(Y)$$

в) Эллипстің жарты осьтерінің ұзындығын табу:

$$a := \frac{\text{Max}_X - \text{Min}_X}{2} \quad b := \frac{\text{Max}_Y - \text{Min}_Y}{2}$$

$$a := 1.786$$

$$b := 1.604$$

г) Эллипстің эксцентриситетін есептеу:

$$e := \begin{cases} \sqrt{1 - \left(\frac{b}{a}\right)^2} & \text{if } a \geq b \\ \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2} & \text{if } a < b \end{cases}$$

$$e = 0.44$$

1. Компанец А.С. Курс теоретической физики. Том 1.-М.:1972. – 512 с.
2. Кутателадзе С.С. Анализ подобия и физические модели.- Новосибирск: Наука, 1986.- 297 с.
3. Клепфиш Б.Р. Информационный подход к применению приема обезразмеривания при изучении компьютерного моделирования // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8 – С. 368-372
4. Очков В. MathCAD 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – Санкт-Петербург. – 2007.- 370 с.

Аннотация. Статья посвящена исследованию движения небесных тел Солнечной системы. Применена функция Лагранжа при анализе задачи двух тел. Рассмотрены дифференциальные уравнения, характеризующие движение двух взаимодействующих тел. Для этих уравнений был использован прием обезразмеривания. Дифференциальные уравнения были решены в графическом виде посредством пакета прикладных программ MathCAD. Численные данные, относящиеся к первому закону Кеплера, получены посредством пакета прикладных программ.

Ключевые слова: Функция Лагранжа, задача о двух тел, обезразмеривание, численные методы, пакет прикладных программ Mathcad.

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Abstract. The article investigates the movements of celestial bodies in the solar system. Applying the Lagrange function in the analysis of two-body problem. Consider the differential equation describing the motion of two interacting two bodies. For these equations, dimensionless reception was used. Differential equations are solved graphically by means of the application package MathCAD. These numerical data through application package, relating to the first Kepler's law.

Keywords: The Lagrangian, the problem of two bodies, dimensionless, numerical methods, software package MathCAD.

ӘОЖ 530.19

Б.А. Мукушев

СУДА ҚАЛҚИТЫН ДЕНЕЛЕРДІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ФИЗИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕР КӨМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ

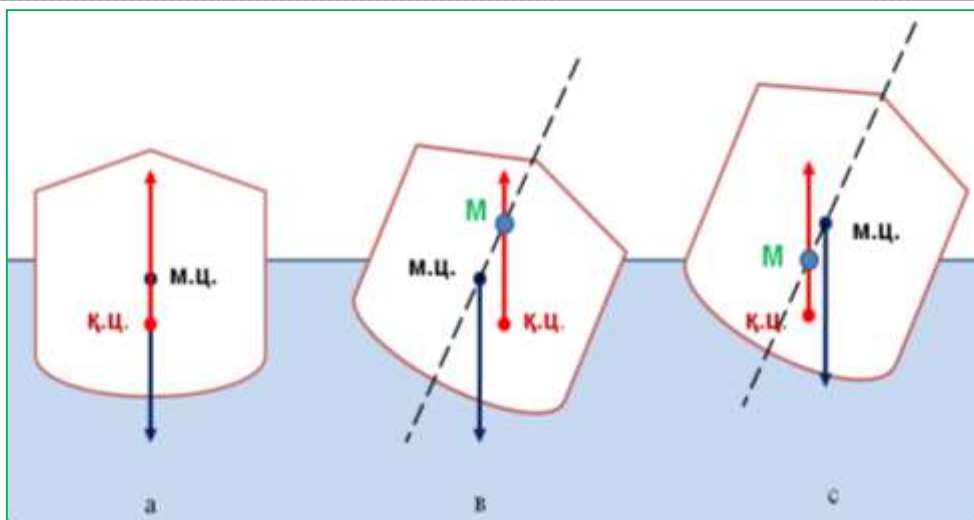
(Семей қ. Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университеті)

Аңдатпа. Мақалада суда қалқитын әр түрлі формадағы денелердің орнықтылығы қарастырылған. Судағы денелердің орнықтылығын сипаттайтын физикалық заңдар мен заңдылықтар суда жүзетін құралдарды құрастыру кезінде қолданылады. Кеменің қарапайым физикалық модельдері гидромеханика тұрғысынан зерттелген. Әр түрлі материалдардан жасалған білеушелердің су бетіндегі қалқу ерекшеліктері анықталған. Зерттеу кезінде математикалық әдістердің бірі инверсия қолданылған.

Түйін сөздер: Орнықтылық теориясы, орнықты және орнықсыз тепе-теңдіктер, орнықтылық шарттары, физикалық модель, инверсия.

1. Физикалық модель көмегімен сұйықта қалқитын денелердің орнықтылығын зерттеу. Жүзу құралдарының орнықтылығының физикалық негіздеріне тоқталып кетпекпіз. Суда қалқитын (кеме, сал және т.б.) және суда жүзетін (сүңгуір қайық) денелердің жағдайын «орнықтылық теориясы» (теория остойчивости) зерттейді. Аталмыш теорияның ұғымдарына сүйене отырып су бетінде қалқып жүрген денелердің (мысал үшін кеменің) орнықтылық шарттарын қарастырайық. Кеме вертикаль қалпынан ауытқығанда су ығыстырғыш көлемнің формасы өзгереді, демек Архимед күшінің түсу нүктесінің күйі де өзгеріске ұшырайды (Сурет 1а). Мысалы, кеме оң жаққа қисайған кезде су ығыстырғыш көлемнің көп бөлігі кеменің орта сызығының оң жағына орналасады. Демек, қысым центрі (Архимед күшінің түсі нүктесі) оңға қарай жылжыйды.

Суреттен көріп отырғанымыздай кеме қисайғаннан кейін оның орнықтылығы кеменің масса центрі мен қысым центрінің өзара орналасуына байланысты болады. Егер қысым центрі арқылы жүргізілген вертикальдың кеменің орта сызығымен қиылысу нүктесі М (метацентр) масса центрінен жоғары жатса, онда ауырлық күші және кері итеруші күштің жасаған қос күші кемені тік қалпына қайтадан әкеледі (Сурет 1, b). Демек бұл жағдайда кеме орнықты тепе-теңдікте болады.



Сурет 1 – Кеменің орнықты тепе-теңдікте болуы.
м.ц. – кеменің масса центрі, қ.ц.- қысым центрі, М – метацентр

Егер метацентр ауырлық центрінен төмен жатса (Сурет 1, с), онда кеме орнықсыз күйде болады және төңкеріліп түседі. Кеменің орнықтылығын метацентрдің орналасуы нүктесі анықтайды. Масса центрі қысым центрінен жоғары болып, метацентр ауырлық центрінен төмен орналасса кеме төңкеріліп қалады. Масса центрі және метацентр арасындағы қашықтықты метацентрлік биіктік деп атайды. Метацентрлік биіктік неғұрлым көп болса, кеме соғұрлым орнықты болады. Желкенді кемелердің орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатында, яғни оның метацентрлік биіктіктігін көбейту үшін кеменің төменгі бөлігін балласт көмегімен ауырлатады. Сонда желкенді кеменің ауырлық центрі төмендейді, ал метацентрі жоғарылайды. Ал бос жүзіп бара жатқан жүк кемелерінің орнықтылығын арттыру мақсатында олардың төменгі трюмдерін балластпен толтырады [1-3].

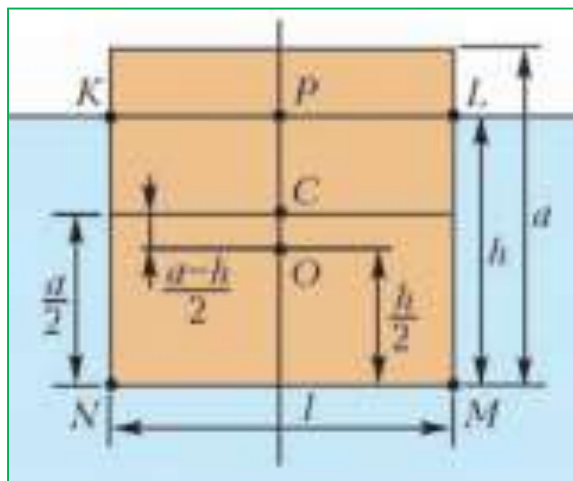
Осы жерде кеменің орнықтылығын қалай іске асыруға болады деген мәселе пайда болады. Осы мәселені шешу үшін біз нақты кеменің кейбір негізгі параметрлерін сипаттай алатын қарапайым модельді қарастырмақпыз.

Физикалық модельдеу кезінде негізінде нақты объектінің кішірейтілген немесе үлкейтілген көшірмесін қолданып, зертханалық жағдайда процесті қайталап, көптеген тәжірибелер жасалады және олардың нәтижелерін сол нақты объектіні құрастыруда қолданады. Біздің жағдайымызда кеменің бірнеше жүздеген есе кішірейтілген қарапайым моделі қарастырылады.

Модель ретінде көлденең қимасы (профилі) тік төртбұрыш болатын ұзын білеушені аламыз (Сурет 2).

Аталған білеушені кеменің корпусы деп қарастырайық. Осы денені зерттей отырып төмендегі сұрақтың шешімін табу керек: Қандай шарттар орындалғанда білеуше 2 - суреттегідей жағдайда суда қалқиды.

Білеушенің көлденең өлшемдерін l және a , ал суға батқан бөлігін h әріптерімен белгілейміз. Білеушенің масса центрін C және оның суға батқан бөлігінің масса центрін O нүктелерімен белгілейміз. C нүктесіне ауырлық күші, ал O нүктесіне су тарапынан Архимед күші әсер етеді.



Сурет 2 – Білеушенің суда қалқуы

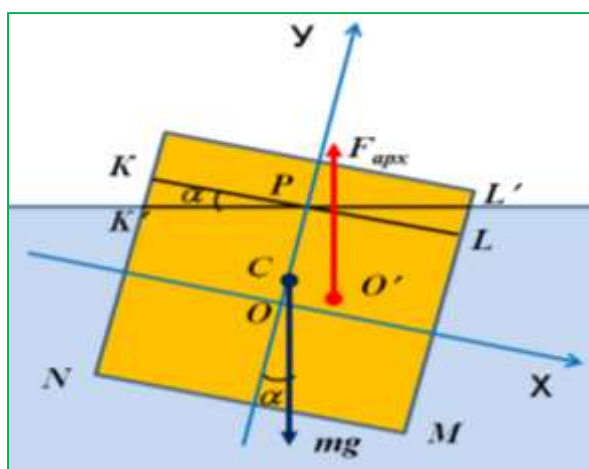
Білеуше – су жүйесінің тепе-теңдік шартынан мынандай теңдеу жазамыз.

$$h = \frac{a\rho_0}{\rho_0}$$

Мұндағы ρ_0 және ρ_0 – білеушенің және судың тығыздықтары. Әрине, білеушенің тығыздығы судың тығыздығынан кіші, өйткені $h < a$ (дененің қалқу шарты). Қарастырылып отырған тепе-теңдіктің орнықтылығын айқындау үшін, білеушені вертикаль жағдайдан α бұрышқа бұрамыз. Білеушенің су ішіндегі бөлігінің көлденең қимасы енді $NK'L'M$ трапеция болады. Трапецияның табандары $h+s$ және $h-s$, ал биіктігі l . $s = KK' = LL'$ шамасын, немесе «ватерлиняның» ығысуын α бұрышы мен KPK' бұрыштары көмегімен өрнектейміз:

$$s = \frac{l}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

Сөйтіп, осылайша білеушені тепе-теңдік қалпынан ауытқытқанда Архимед күшінің түсу нүктесі оңға қарай жаңа O' нүктеге, яғни трапецияның масса центріне жылжиды. Осы ығысуды есептеп шығарайық. Бас нүктесі O нүктесімен дәл келетіндей етіп XOY координаталар өсін саламыз (Сурет 3).



Сурет 3 – Білеушенің тепе-теңдіктен ауытқыған кезі

Трапецияны үш жай фигуралардың жиынтығы ретінде қарастырамыз. Атап айтқанда, RLMN тік төртбұрышы, PLL' және РКК' үшбұрыштары. Таңдап алынған координата жүйесінде бұл фигуралардың масса центрлері $(0,0)$, $(l/3, h/2 + s/3)$, $(-l/3, h/2 - s/3)$ нүктелерімен анықталады. Фигуралардың массасы оның аудандарына $(lh, ls/4$ және $ls/4)$ тура пропорциональ екенін еске ала отырып, O' нүктесінің координатасын (x,y) есептейміз:

$$x = \frac{sl}{6h}, \quad y = \frac{s^2}{6h}$$

Осындай ығысу жағдайында білеуге қос күш әсер етеді: төмен қарай C нүктесіне mg ауырлық күші, ал O' нүктесіне жоғары қарай бағытталған $F_{Арх}$ Архимед күші әсер етеді. O' нүктесі C нүктесі арқылы өтетін вертикальдың оң жағында болғандықтан қос күш сағат тіліне қарсы айналдырушы момент тудырады. $CO = (a - h)/2$ болғандықтан таңдап алынған координата жүйесінде аталған вертикаль арқылы өтетін түзудің графигі

$$y = \frac{a - h}{2} - x \operatorname{ctg} \alpha$$

Демек O' нүктесі осы түзудің оң жағында болу үшін оның координаталары мынандай шарттарды қанағаттандыруы қажет:

$$y + x \operatorname{ctg} \alpha > \frac{a - h}{2}$$

Осы теңдеуге O' нүктесінің координаталарын және $s = \frac{l}{2} \operatorname{tg} \alpha$ өрнегін қойсақ, орнықтылық шартын былайша жазамыз:

$$\frac{l^2}{12h} - \frac{a - h}{2} + \frac{s^2}{6h} > 0$$

«Ватерлинань» ығысу бұрышы α өте аз шама екенін ескерсек, s шама да өте аз

болады. Демек теңсіздіктегі s^2 шаманы алып тастауға болады. $h = \frac{a\rho_0}{\rho_0}$ екенін ескере отырып, соңғы теңсіздікті мынандай етіп жазамыз:

$$\rho^2 - \rho + \frac{1}{6} \left(\frac{l}{a} \right)^2 \geq 0 \quad (1)$$

Мұндағы $\rho = \frac{\rho_0}{\rho_0}$ - салыстырмалы тығыздық. Бұл теңсіздік білеушені тепе-теңдік жағдайындағы орнықтылығының біз іздеп отырған шарты болып табылады. Теңсіздік ρ және l/a параметрлеріне шектеу енгізеді.

Алдымен білеушенің тығыздығы ρ болатын сұйықтағы жүзу процесінің кейбір дербес жағдайларын қарастырайық.

l/a мәні белгілі болса теңсіздіктің оң жағындағы өрнектер ρ ға қатысты квадрат үш мүше болады. $l > a\sqrt{3}/2$ болғанда үшмүшенің дискриманты теріс болады, және теңсіздік ρ ның мүмкін барлық мәндері үшін орындалады. Демек l мен a ның арасында жоғырыдағыдай қатыс орнаса, онда білеуше ылғи да жалпақ жағымен және көлденең жағы сұйықтың бетіне параллель жағдайда болады. Бұл жағдайдағы білеу орнықты тепе-теңдікте болады.

$l/a \rightarrow 0$ шектілі жағдайында теңсіздік $\rho^2 - \rho \geq 0$ болады. Оның шешуі $\rho \leq 0, \rho \geq 1$ болады. Бірақ бұл шешімдер есеп шартына қайшы ($\rho \in (0;1)$). Демек вертикаль орнықты тепе-теңдік болмайды.

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

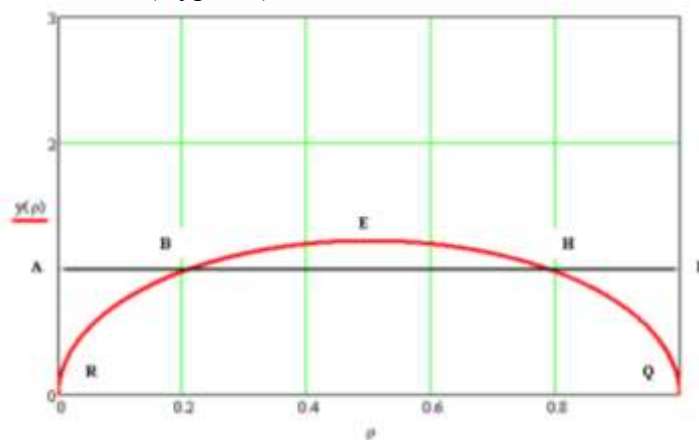
2 Суда қалқытын дененің орнықтылығын қамтамасыз ететін шарттарды анықтау. Қойылған есепті жалпы жағдайда шешу үшін құбылыстың математикалық моделін жасап, оны графикалық әдіспен зерттейміз. (1) теңсіздіктегі үшмүшені функция түрінде жазып аламыз да оның графигін l/a және ρ өсьтерінен құралған жазықтыққа саламыз.

$$\rho^2 - \rho + \frac{1}{6} \left(\frac{l}{a} \right)^2 = 0 \quad \text{теңдеуінен} \quad \frac{l}{a} = \pm \sqrt{6(\rho - \rho^2)} \quad \text{өрнегін табамыз. Теріс мәннің}$$

мағынасы жоқ болғандықтан

$$\frac{l}{a} = \sqrt{6(\rho - \rho^2)} \quad (2)$$

жазамыз. $\frac{l}{a} = y(\rho)$ белгілейміз де Mathcad 14 қолданбалы программалар пакетін пайдаланып графика саламыз (Сурет 4).



Сурет 4 – Білеушенің орнықтылығын сипаттайтын график

Бұл график эллипс түрінде және оның теңдеуі мынандай болады :

$$\left(\frac{l/a}{\sqrt{3/2}} \right)^2 + \left(\frac{\rho - 1/2}{1/2} \right)^2 = 1 \quad (3)$$

Бұл эллипстің жарты өстері сәйкесінше $(1/2, \sqrt{3/2})$ болады.

Эллипс сызығынан тыс облыстағы мәндер орнықты тепе-теңдікті сипаттайтын параметрлерге сәйкес келеді.

1. Төменгі жағынан АВЕНД контурымен шектелген облыс ($l > a$) білеуше «жалпағынан» (плашмя) жүзетін жағдайға жауап береді.

2. АВ және HD кесінділер және эллипс арасындағы облыс білеуше екі жағымен де жүзе алатын жағдайға жауап береді.

3. RVHQ контурымен шектелген эллипстің ішкі жағына жататын облыс білеушенің «тігінен» жүзу кезіндегі орнықсыздыққа сәйкес келеді.

4. Қисық қабырғалы үшбұрыш ВЕН білеуше «жалпағынан» жүзу кезіндегі орнықсыздыққа сәйкес келеді.

Дегенмен 4 суреттегі график қарастырып отырған білеушенің тепе-теңдік күйлерін толық сипаттай алмайды. Өйткені білеуше екі түрлі геометриялық шамалармен сипатталады: l/a – «негізгі» және оның кері шамасы - a/l . Бұлар графикте екі нүкте түрінде болады. (3) теңдеуде l/a шама функция болғандықтан, a/l шама функцияның кері шамасы болады. Осы кері функцияны 4-суреттегі координата жазықтығына енгізуіміз керек. Бұл функцияны «инверсиялық» функция деп атайды (5-сурет, көк график).

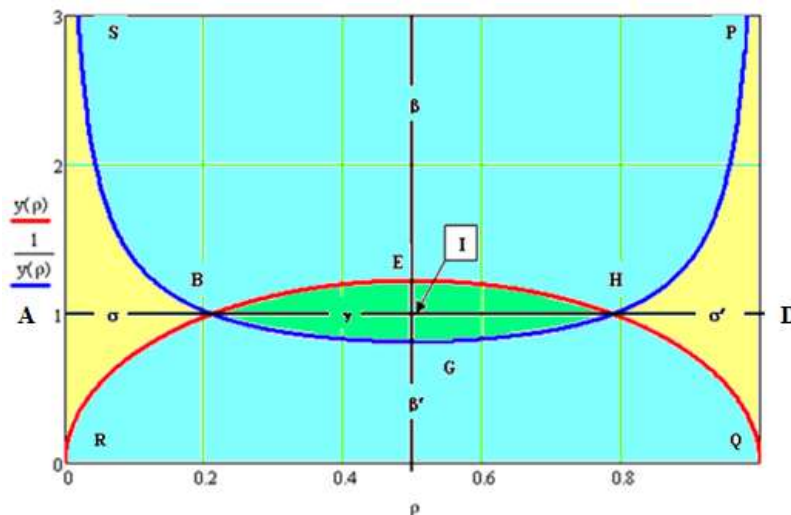
$$\frac{a}{l} = \frac{1}{y(\rho)} = \frac{1}{\sqrt{6(\rho - \rho^2)}} \quad (4)$$

Инверсиялық функция графигін SBGHP –мен белгілейміз (5-сурет). Осы екі график координаталар жазықтығын үш аймаққа бөледі. Графиктер үш аймақтың әр түрлі тепе-теңдік түрлерінің параметрлерін нақты анықтай алады.

Бірінші аймақ σ және σ' екі облыста (сары аймақ) білеуше екі орнықты жағдайда да бола алады: «жалпағынан» және «тігінен». «Инверсиялау» кезінде нүктелер осы аймақтың шекарасынан шығып кетпейді.

Екінші аймақ та екі бөліктен тұрады: β - облысы эллипс ішіндегі орнықты бөлікке, ал β' - орнықсыз бөлікке жатады (көгілдір аймақ). Басында біз β' облысында «тігінен» жүзу орнықсыз болатынын көрсеткеміз. Қазір көріп отырғанымыздай бұл орнықсыздықтың альтернативасы бар екен. Өйткені β' облыстың әрбір нүктесіне β облысында білеушенің «жалпағынан» жүзу жағдайын сипаттайтын «инверсиялық» нүкте сәйкес келеді. Демек білеушенің параметрлері осы аймақтың екі бөлігінде жатса білеуше орнықты түрде «жалпағынан» жүзеді.

ВЕНГ контурларымен шектелген үшінші аймақ (γ жасыл аймақ) білеуше орнықсыз тепе-теңдік жағдайында болатын эллипстің ішіндегі зонада орналасқан. Инверсия нүктелерді осы контурдан тысқары шығармайды. Демек білеушені «жалпағынан» немесе «тігінен» қойсақ, ол орнықсыз тепе-теңдік жағдайында болады.



Сурет 5 – Білеушенің орнықтылығын сипаттайтын графиктердің жазықтықты әр түрлі аудандарға бөлуі: σ және σ' – екі жағымен қалқиды; β және β' – жалпағынан қалқиды; γ – көлбеу қалқиды.

Қорытынды. Біз көлденең қимасы тік төртбұрыш болатын білеушенің сұйықта қалқуын зерттедік. Зерттеу нәтижесінде төмендегі нәтижелер алынды:

- Суда қалқитын дененің орнықтылығын қамтамасыз ететін шарттарды инверсия әдісімен анықтадық;

- Суда қалқитын тұтас денелердің орнықтылығын зерттеуге қажетті физикалық модельдер құрылды;

Қазіргі уақыттағы жүзу құралдарының негізгісі кемелердің құрылымы аса күрделі болғандықтан, олар техника ғылымының кемежасау саласына қатысты әдебиеттерде кең қарастырылған [4,5].

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

1. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Т.1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. - М.: Наука, 1985.-656 с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – Москва: Дрофа, 2003. -676 с.
3. Белевич М. Ю. Гидромеханика. Основы классической теории - Москва : Дрофа, 2009 . - 221 с.
4. Коваленко В.П. Основы остойчивости судна. Санкт-Петербург. – 2003. – 38 с.
5. Справочник по статике и динамике корабля. Под ред. д.т.н.,проф Я.И.Войткунского. Тт. 1-3. Л.: Судостроение. 1976. – 326 с.

Аннотация. В статье рассмотрена устойчивость плавающих тел с различной формой. В кораблестроении широко используются физические законы и закономерности, характеризующие устойчивость плавающих тел. С позиции гидромеханики исследованы простые модели корабля. Определены особенности плавания брусков, изготовленных из дерева, парафина и пенопласта. При исследовании был использован математический метод – метод инверсии. На основе экспериментов получены практические результаты, необходимые для кораблестроения.

Ключевые слова: Теория устойчивости, устойчивое и неустойчивое равновесия, условия равновесия, физическая модель, инверсия.

Abstract. The article deals with the stability of floating bodies of different shapes. In shipbuilding widely used physical laws and laws that characterize the stability of floating bodies. From the standpoint of fluid mechanics are studied simple model of the ship. The features navigation bars made of wood, foam and wax. In the study it was used a mathematical method - the method of inversion. On the basis of experiments produced practical results needed for shipbuilding.

Keywords. The theory of stability, stable and unstable equilibrium, equilibrium conditions, physical model, inversion.

ӘОЖ 621.01

З.Ф. Уәлиев¹, И.М. Уәлиева², Р.У. Бекмуратов*, Н. Оган*

СЕРПІМДІ ИТЕРГІШТІ ЖҰДЫРЫҚШАЛЫ МЕХАНИЗМНІҢ БІРМАССАЛЫ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

¹Алматы қ., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
²Алматы қ. әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, *магистрант)

Аңдатпа. Мақалада серпімді итергішті жұдырықшалы механизмдері қозғалысына қарастырылады. Жұдырықшалы механизмдердегі жетектегі звеноның қозғалысы типтік заңы анықталған. Итеру қозғалысы және жұдырықшалы бұрылу бұрышы арасындағы қарым-қатынастарды көрсететін графикті алынған, қозғалыс теңдеуілері құрастырылған. Серпімді итергішті жұдырықшалы механизмнің жылдамдығы мен үдеуі коэффициенттері анықталған. Серпімді итергішті жұдырықшалы механизмдер динамикалық қозғалыс дифференциалдық теңдеулері алынған.

Түйін сөздер: Серпімді итергішті, жұдырықшалы механизм, бұрыштық жылдамдығы, қозғалыс теңдеуі, өлшемсіз коэффициенттер.

Серпімді итергішті жұдырықшалы механизмдегі тербелісті зерттеу үшін бірмассалы динамикалық үлгіні қарастыру жеткілікті, себебі, әдетте жұдырықшалы біліктің қатаңдығы итергіш қатаңдығынан үлкен. Сонымен қатар, жұдырықшаның бұрыштық жылдамдығы $\omega = const$ тұрақты деп есептеледі.

Механизм қозғалысы бір нүктеге түсірілген деп есептелетін (итергіштің жоғарғы ұшында), массасы m итергіштің қозғалысының дифференциалдық теңдеуімен анықталады. Итергіштің серпімді күшінің әсері m массасы мен жұдырықша арасындағы серіппемен берілген. m массасына F сыртқы күші және итергіштің жоғарғы ұшының жылдамдығына пропорционал $F_{\text{үйк}}$ үйкеліс күші әсер етеді. Итергіштің төменгі (серіппе) ұшы жұдырықшамен бірге қозғалады, яғни өте төменгі орнынан бастап есептелетін итергіш ұшының S орын ауыстыруы жұдырықша кескінімен анықталады. Итергіштің жоғарғы ұшының y орын ауыстыруы S орын ауыстыруынан итергіштің серпімділігі салдарынан ерекшеленеді [1].

Серпімді түзу сызықты қозғалушы итергіші бар жұдырықшалы механизмнің қозғалыс теңдеуі. 1-суретте көрсетілген динамикалық үлгі үшін [2]

$$m\ddot{y} = c(s - y) - b\dot{y} - F, \quad (1)$$

мұндағы b – кедергі коэффициенті, c – итергіштің қатаңдық коэффициенті.

(1) теңдеуден мынаны аламыз

$$m\ddot{y} + b\dot{y} + cy = cs - F, \quad (2)$$

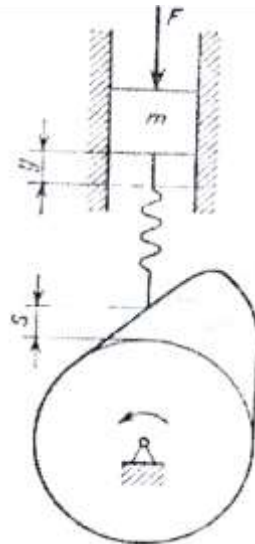
(2) қозғалыс теңдеуінің оң жағына кіретін s шамасы толығымен жұдырықша кескінімен анықталады және берілген уақыт функциясы болып табылады.

$s(t)$ функциясын *кинематикалық өршіту* деп атайды, себебі серпімді тербеліс сипаты оның түріне тәуелді.

s және y орын ауыстырулары модулі жағынан аз ерекшеленеді, және сондықтан да серпімді білікті механизм тербелісін қарастырғандағыдай, жалпыланған координата ретінде

$$q = y - s \quad (3)$$

айырымын алған ыңғайлы.



1-сурет. Серпімді түзу сызықты қозғалушы итергіші бар жұдырықшалы механизм

Онда серпімді итергішті жұдырықшалы механизмнің қозғалыс теңдеуі мына түрде жазылады [3]

$$m\ddot{q} + b\dot{q} + cq = -m\ddot{s} - b\dot{s} - F, \quad (4)$$

немесе

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

$$\ddot{q} + 2\gamma\dot{q} + \lambda^2 q = -\ddot{s} - 2\gamma\dot{s} - \frac{F}{m}, \quad (5)$$

мұндағы $\gamma = b/(2m)$ – демпферлеу коэффициенті, $\lambda = \sqrt{c/m}$ – механизмнің меншікті жиілігі.

$\gamma < \lambda$ болғанда (5) теңдеуі, шешімі оның оң бөлігіне тәуелді болатын, яғни F күшінің өзгеру заңынан және жұдырықша кескінімен анықталатын \dot{s} және \ddot{s} туындыларынан тәуелді тербелмелі түрдегі қозғалыстың сызықты теңдеуі болып табылады. Бұл туындылар жұдырықшаның ω бұрыштық жылдамдығымен

$$\dot{s} = \omega \frac{ds}{d\varphi}, \quad \ddot{s} = \omega^2 \frac{d^2s}{d\varphi^2}, \quad (6)$$

қатынастары арқылы байланысады, мұндағы φ – жұдырықшаның бұрылу бұрышы.

Итергіштің төменгі жақ қозғалысының $s(t)$ типтік заңы жағдайында алынатын, итергіштің серпімді тербелісі сипаттамаларын салыстыру кезінде, әдетте $F = 0$ (таза инерциялық жүктеме) және $\gamma = 0$ (үйкелістің болмауы) деп қабылдайды. Онда (5) қозғалыс теңдеуі

$$\ddot{q} + \lambda^2 q = -\ddot{s} \quad (7)$$

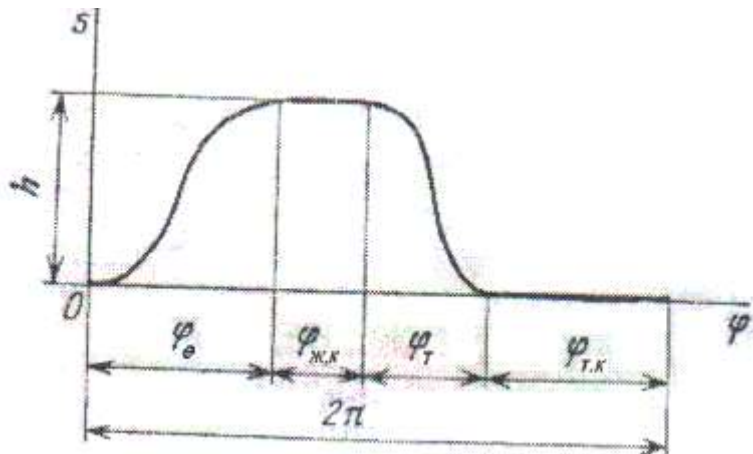
Серпімді айналмалы итергіші (күйентесі) бар жұдырықшалы механизм қозғалысының теңдеуі. Айналмалы итергіш жағдайында q жалпыланған координатасы $q = \psi_y - \psi$ өрнегімен анықталады, мұндағы ψ_y – серпімді итергіштің бұрылу бұрышы, ψ – жұдырықшаның кескініне ғана тәуелді болып келетін қатаң итергіштің бұрылу бұрышы. Бұл жағдайда (7) қозғалыс теңдеуі мынадай болып түрленеді:

$$\ddot{q} + \lambda^2 q = -\ddot{\psi},$$

мұндағы $\lambda^2 = c/J$, c – итергіш білігінің бұралу қатандығы, J – айналу өсіне қарағандағы итергіштің инерция моменті.

Жұдырықшалы механизмдердегі шығыс звеносы қозғалысының типтік заңы.

Жұдырықшалы механизмдердегі шығыс звеносы қозғалысының фазасы. 2-суретте машина-автоматтар үшін итергіштің s орын ауыстыруы мен жұдырықшаның φ бұрылу бұрышы арасындағы типтік тәуелділік көрсетілген. $s(\varphi)$ графигінің түріне сәйкес φ_0 бұрышындағы бөлігі - өрлеу фазасы деп, ал φ_T бұрышындағы бөлігі – түсу фазасы деп аталады. Олардың арасында кідіріс фазасы болуы мүмкін: $\varphi_{ж.к}$ – жоғарғы кідіріс, $\varphi_{т.к}$ – төменгі кідіріс.



2-сурет. Жұдырықшалы механизмдердегі шығыс звеносы қозғалысының фазасы

Жұдырықшаның бірқалыпты айналуы кезінде $s(\varphi)$ графигі басқа масштабта $s(t)$ графигін береді. Бұл жағдайда өрлеу фазасының өту уақыты - t_θ , түсу фазасыныкі - t_m , жоғарғы кідіріс фазасыныкі - $t_{жк}$, төменгі кідіріс фазасыныкі - t_{mk} .

Көптеген жұдырықшалы механизмдер үшін технологиялық процесстерді орындау шарты тек жұдырықшаның фазалық бұрылу бұрышын анықтайды. Әрбір өрлеу және түсу фазасының ішінде шығыс звеносының жұдырықшаның бұрылу бұрышынан немесе уақыттан тәуелділігі сәйкесінше әр түрлі қосымша шарттармен алынуы мүмкін.

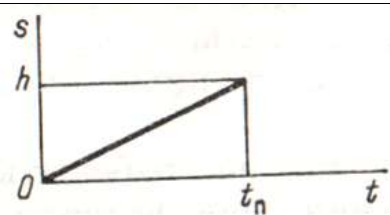
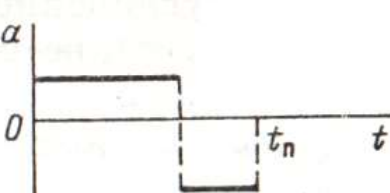
Жұдырықшалы механизмдердегі шығыс звеносы қозғалысының типтік заңының өлшемсіз коэффициенттері. Бірдей жиектемелік шарттарды қанағаттандыратын шығыс звенолардың қозғалыс заңдарын механизмнің кинематикалық және динамикалық сипаттамаларын өрнектейтін өлшемсіз коэффициенттер көмегімен салыстырады. Мысалы, жұдырықшалы механизмнің итергішінің $s = s(t)$ қозғалыс заңы үшін мына жиектемелік шарттар берілген: өрлеу фазасының басында $t = 0$ және $s = 0$, соңында $t = t_\theta$ және $s = h$. Онда итергіштің максимал v_{max} жылдамдығы мен a_{max} үдеуі өлшемсіз коэффициенттермен сипатталады.

$$\delta_{max} = \frac{v_{max}}{h/t_\theta}, \quad \xi_{max} = \frac{a_{max}}{h/t_\theta^2}.$$

1-кестеде итергіштің серпімділігін ескермей алынған δ_{max} және ξ_{max} коэффициенттерімен кейбір қолданушы қозғалыс заңдары келтірілген. Жұдырықшалы-күйентелі механизмдер үшін s және h орнында күйентенің ψ және ψ_{max} бұрылу бұрыштары болуы қажет. Өлшемсіз коэффициенттер дәл сондай мәнге ие болады және күйентенің максимал бұрыштық жылдамдығы мен максимал үдеуін сипаттайды.

Қозғалыстың қарапайым заңы ретінде тұрақты жылдамдық заңы алынады (бірқалыпты қозғалыс), бұл кезде итергіштің максимал жылдамдығы ең кіші мәніне ие болады. Бірақ қозғалыстың басы мен соңында қатаң соққы болады.

1 – кесте.

Қозғалыс заңы	Графигі	Өлшемсіз коэффициенттер	
		δ_{max}	ξ_{max}
Тұрақты жылдамдық		1	∞
Тұрақты үдеу		2	4

Тұрақты үдеулер заңын қолданып, қатаң соққыны болдырмауға болады, бұл кезде итергіш алдымен бірқалыпты үдемелі, содан кейін бірқалыпты кемімелі қозғалыс

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

жасайды. Бірақ та бірқалыпты үдемелі қозғалыстан бірқалыпты кемімелі қозғалысқа көшу барысында үдеудің бағыты лезде өзгереді, және де сәйкесінше, инерция күші де (жұмсақ соққы) өзгереді, ал бұл серпімді тербеліске және динамикалық жүктеменің өсуіне әкеп соғады.

1. Уалиев Ф.У., Бисембаев К., Өміржанова Ж.М. Тербелістер теориясы. -Алматы: Абай атындағы ҚазҰПУ баспасы, 2009.
2. Жолдасбеков Ө.А., Машиналар механизмдерінің теориясы. -Алматы: «Мектеп» баспасы, 1972.
3. Вульфсон И.И. Типовые задачи динамики с учетом упругости звеньев. Л.: Ленингр. политехн. ин-т, 1977.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы движения кулачковых механизмов с упругим толкателем. Составлены уравнения движения, получен график зависимости между перемещением толкателя и углом поворота кулачка. Определены коэффициенты скоростей и ускорений толкателя для кулачковых механизмов с упругими толкателями. Определен закон движения выходного звена кулачкового механизма. Получены дифференциальные уравнения, описывающие движения кулачковых механизмов с упругим толкателем.

Ключевые слова: кулачковый механизм, упругий толкатель, уравнения движения, угловая скорость, безразмерные коэффициенты.

Abstract. In article it is considered questions about cam mechanisms with elastic pushers. The movement equations are worked out, the dependence schedule between moving of a pusher and a cam angle of rotation is received. The equations factors of speeds and accelerations of a pusher for cam mechanisms with elastic pushers are defined.

Keywords: elastic pushers, movement equations, cam mechanisms, angular speed, dimension coefficients.

ӘОЖ 621.01

З.Ғ. Уәлиев¹, И.М. Уәлиева², Р.У. Бекмуратов*, Н. Оган*

ЖҰДЫРЫҚШАЛЫ МЕХАНИЗМНІҢ ЖЕТЕКТЕГІ ЗВЕНОВАРЫНЫҢ ТЕРБЕЛІСТЕРІ

(¹Алматы қ., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
²Алматы қ. әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, * - магистрант)

Аңдатпа. Мақалада жұдырықшалы механизм жетектегі звеносының тербелісі қарастырылған. Серпімді қалақшаларды нүктелердің жылдамдығы және олардың динамикалық коэффициенттерін өзгерістер графиктері анықталған. Қозғалыс теңдеулері бойынша тербелістер коэффициенттері мен параметрлері қарастырылған. Жұдырықшалы механизмдердің жетектегі звенолары қозғалыс теңдеулері алынған. Жетектегі звенолардың дифференциялды сызықты теңдеулері және оның шешімдері алынған.

Түйін сөздер: Серпімді итергішті, жұдырықшалы механизм, бұрыштық жылдамдығы, қозғалыс теңдеуі, өлшемсіз коэффициенттер.

Голономды, идеал, стационар байланысқа тәуелді болатын орнықты тепе-теңдік орнының маңайындағы қалпына келтіруші \vec{P}_i күштің механикалық қозғалысын қарастырайық. Осы күштердің бар болуынан жүйенің еркін тербелісі пайда болады. Қалпына келтіруші \vec{P}_i күші потенциалы бар (консервативті күш) деп ұйғарып, осы

тербелістің дифференциалдық теңдеулерін құрайық. Кинетикалық энергия T және потенциалдық энергия Π келесі өрнектермен анықталады:

$$T = \frac{1}{2} a \dot{q}^2; \quad \Pi = \frac{1}{2} c q^2. \quad (1)$$

Демек, $T > 0$ және $\Pi > 0$ онда $a > 0$ және $c > 0$. Бұл өрнектерді Лагранж теңдеулеріне қойып және

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} = a \dot{q}; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) = a \ddot{q},$$

$$\frac{\partial T}{\partial q} = 0; \quad \frac{\partial \Pi}{\partial q} = c q,$$

ескеріп,

$$a \ddot{q} + c q = 0$$

теңдеуін аламыз. Белгілеу енгізейік

$$\frac{c}{a} = k^2$$

мұндағы k - оң заттық сан. Онда

$$\ddot{q} + k^2 q = 0 \quad (2)$$

(2) өрнегі бірлік еркіндік дәрежелі жүйенің еркін тербелісінің дифференциалдық теңдеуі болады.

$z^2 + k^2 = 0$ сипаттамалық теңдеуінің түбірлерін табайық:

$$z_1 = ik; \quad z_2 = -ik.$$

(2) дифференциалдық теңдеуінің жалпы шешімі мына түрде болады:

$$q = C_1 \cos kt + C_2 \sin kt \quad (3)$$

бұдан

$$\dot{q} = -k C_1 \sin kt + k C_2 \cos kt.$$

C_1 және C_2 интегралдау тұрақтыларын бастапқы шарттар арқылы табамыз.

$$q(t)_{t=0} = q_0; \quad \dot{q}(t)_{t=0} = \dot{q}_0;$$

$$C_1 = q_0; \quad k C_2 = \dot{q}_0; \quad C_2 = \frac{\dot{q}_0}{k}$$

C_1 және C_2 мәнін (1.2.3) қойсақ,

$$q = q_0 \cos kt + \frac{\dot{q}_0}{k} \sin kt \quad (4)$$

аламыз.

Қозғалыстан шығу бөлігі үшін механизмнің қозғалыс теңдеуін мына түрде жазамыз

$$\ddot{q} + \lambda^2 q = a_T \quad (5)$$

мұнда, q - жалпылама координата.

Бұл механизмнің қозғалысқа келу бөлігіндегі $\ddot{q} + \lambda^2 q = -a_T$ теңдеуінен тек оң жағының таңбасымен ерекшеленеді және сәйкесінше оның шешімі мына түрде болады

$$q = C_1 \cos \lambda t + C_2 \sin \lambda t + \frac{a_T}{\lambda^2}$$

Интегралдау тұрақтыларын анықтау үшін қозғалыстан шығу бөлігінің басында $t = 0; q = q_0; \dot{q} = \dot{q}_0$ деп аламыз. Онда

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

$$q_0 = C_1 + \frac{a_T}{\lambda^2} \text{ және } \dot{q} = \lambda C_2 \text{ немесе } C_1 = q_0 - \frac{a_T}{\lambda^2} \text{ және } C_2 = \frac{\dot{q}_0}{\lambda}$$

Қозғалыс уақытының алдыңғы санағына келетін болсақ,

$$q = q_0 \cos \lambda(t - 0,5t_\theta) + \frac{\dot{q}_0}{\lambda} \sin \lambda(t - 0,5t_\theta) + \frac{a_T}{\lambda^2} [1 - \cos \lambda(t - 0,5t_\theta)],$$

$$\dot{q} = -\lambda q_0 \sin \lambda(t - 0,5t_\theta) + \dot{q}_0 \cos \lambda(t - 0,5t_\theta) + \frac{a_T}{\lambda^2} \sin \lambda(t - 0,5t_\theta),$$

$$\ddot{q} = (a_T - \lambda^2 q_0) \cos \lambda(t - 0,5t_\theta) - \lambda \dot{q}_0 \sin \lambda(t - 0,5t_\theta).$$

Қозғалыстан шығу бөлігіндегі динамикалық коэффициент (6) формуладан шығатыны, \ddot{q} – н максимал мәні, сәйкесінше, қозғалысқа келу бөлігіндегі үдеу бойынша динамикалық коэффициенті қозғалысқа келудің басындағы q және \dot{q} мәндерінен тәуелді [1]. Мысалы, егер қозғалысқа келу бөлігіндегі серпімді тербелістер үйкеліс әсерінен $t = 0,5t_\theta$ уақыт мезетіне дейін өшіп үлгеретін болса, $q_0 = 0$; $\dot{q}_0 = 0$ болады және итергіштің серпімділігін ескерген кездегі қозғалысқа келу бөлігіндегі үдеуі

$$\ddot{y} = -a_T + a_T \cos \lambda(t - 0,5t_\theta) \quad (7)$$

Бұл үдеудің модулінің максимал мәні $|\ddot{y}|_{\max} = 2a_T$ және үдеу бойынша динамикалық коэффициент [2]

$$K_{\text{үдеу}} = \frac{|\ddot{y}|_{\max}}{a_T} = 2 \quad (8)$$

Егер тербеліс өшпелілігі жоқ болса, онда қозғалысқа келу бөлігінің басында q және \dot{q} мәндері

$$q = \frac{a_T}{\lambda^2} (\cos \lambda t - 1), \quad \dot{q} = -\frac{a_T}{\lambda} \sin \lambda t, \quad \ddot{q} = -a_T \cos \lambda t \quad (9)$$

формуласынан анықталады, бұл жерде

$$0,5t_\theta = mt_c + \alpha t_c$$

мұндағы m – меншікті λ жиілікті тербелістердің t_c периоды санына тең $t = 0$ ден $t = 0,5t_\theta$ аралығындағы бүтін сан.

Бұдан мына қатынастар шығады:

$$t_c = \frac{t_\theta}{2(m + \alpha)} \text{ немесе } \lambda = \frac{4\pi}{t_\theta} (m + \alpha). \quad (10)$$

$\alpha = 0$ болғанда, яғни $\lambda \cdot 0,5t_\theta = 2\pi n$, онда (9) теңдеулерінен: $q_0 = 0$ және $\dot{q}_0 = 0$. Бұл жағдайда $K_{\text{үдеу}} = 2$. 1-суретте \ddot{s} және \ddot{y} – нің сәйкес жиектері көрсетілген.

$\alpha = 0,5$ болғанда, яғни $\lambda \cdot 0,5t_\theta = 2\pi n + \pi$, онда

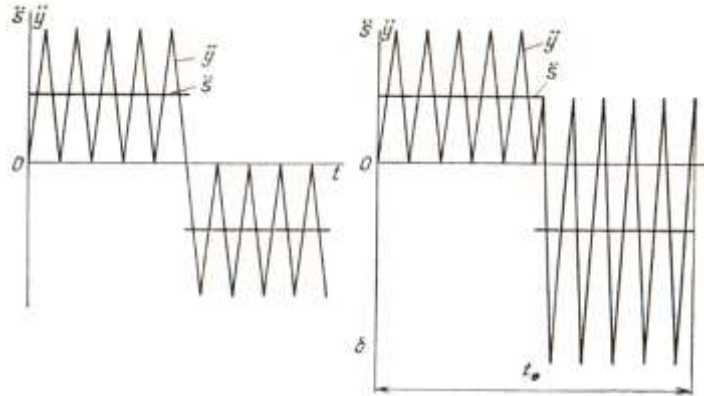
$$q_0 = -2 \frac{a_T}{\lambda^2}; \quad \dot{q}_0 = 0; \quad \ddot{q} = 3a_T \cos \lambda(t - 0,5t_\theta),$$

$$\ddot{y} = -a_T + 3a_T \cos \lambda(t - 0,5t_\theta).$$

Бұл жағдайда үдеу бойынша динамикалық коэффициент ең үлкен мәнге ие болады [3]

$$K_{удеу} = \frac{|\ddot{y}|_{\max}}{a_T} = 4 \quad (11)$$

яғни, a_T -дан 0-ге дейінгі және 0-ден $-a_T$ -ға дейінгі $\ddot{s}(t)$ үдеуінің секірмелі әсері қосылады.



1-сурет. \ddot{s} және \ddot{y} – нің сәйкес жиектері

Аралық жағдайында, мысалы $\alpha = 0,25$ болғанда:

$$q_0 = -\frac{a_T}{\lambda^2}; \quad \dot{q}_0 = -\frac{a_T}{\lambda};$$

$$\ddot{q} = -a_T + a_T \cos \lambda(t - 0,5t_0) + a_T \sin \lambda(t - 0,5t_0),$$

және үдеу бойынша динамикалық коэффициент аралық мән қабылдайды

$$K_{удеу} = \frac{|\ddot{y}|_{\max}}{a_T} = 3.$$

1, б-суретте осы жағдай үшін \ddot{s} және \ddot{y} графигі көрсетілген.

1. Уалиев Ғ.У., Бисембаев К., Өміржанова Ж.М. Тербелістер теориясы. -Алматы: Абай атындағы ҚазҰПУ баспасы, 2009.
2. Жолдасбеков Ө.А., Машиналар механизмдерінің теориясы. -Алматы: «Мектеп» баспасы, 1972.
3. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. «Наука», 1964.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы колебаний выходного звена кулачкового механизма. Составлены уравнения движения для выходного звена. Получены графики скоростей и динамические коэффициенты выходного звена для кулачковых механизмов с упругим толкателем. Решениями линейных дифференциальных уравнений показаны законы движения и параметрические характеристики колебательных систем.

Ключевые слова: кулачковый механизм, упругий толкатель, уравнения движения, угловая скорость, безразмерные коэффициенты.

Abstract. In article cam mechanism's output level's fluctuation questions are considered. The equations of the movement for output level are compiled. The speed's graphics and dynamic coefficients of the output level for cam mechanisms with an elastic pusher. Laws of movement and parametric oscillation systems are showing using solutions of the linear differential equations.

Keywords: elastic pushers, movement equations, cam mechanisms, angular speed, dimension coefficients.

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

УДК 004.912 + 811.512.122-322

Е.С. Алимжанов, М.Е. Мансурова

**ПОСТРОЕНИЕ ТЕЗАУРУСОВ И ОНТОЛОГИЙ ПО ОБЛАСТЯМ
МАТЕМАТИЧЕСКИХ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК**

(г. Алматы, Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

***Аннотация.** В данной работе рассмотрены подходы по созданию и разработке мультязычных информационно-поисковых тезаурусов, и представлены тезаурусы по компьютерным и математическим наукам на казахском языке. Также представлены онтологии по компьютерным и математическим наукам, построенные с помощью языка сетевых онтологий OWL. В работе описана схема интеграции репозитория, созданного с помощью системы DSpace, с электронной библиотекой КазНУ. Построенные тезаурусы и онтологии по областям математических и компьютерных наук будут использованы для семантического поиска и извлечения знаний из различных неструктурированных данных.*

***Ключевые слова:** информационно-поисковый тезаурус, онтология, репозиторий, метаданные.*

1 Введение. Семантическая паутина является расширением современной Всемирной паутины (WWW), в котором при автоматической обработке информации поисковая машина на основе анализа смысловых связей между объектами и понятиями должна отбирать лишь ту информацию, которая будет действительно полезна пользователям. Так как во Всемирной паутине информация в большей степени представлена в виде неструктурированных или слабоструктурированных данных, разработка эффективных технологий и алгоритмов машинной обработки таких данных является областью активных исследований во всем мире [1, 2]. "Неструктурированной" информация называется, потому что не содержит явную семантику ("структуру"), необходимую для приложений, чтобы интерпретировать информацию как предполагалось человеком [3].

Пользователь современных веб и иных систем должен быть способен получать необходимые данные из нескольких источников с потенциально огромными объемами неструктурированных или слабоструктурированных данных. При этом скорость обработки запросов не должна превышать сроков, заданных обладателями бизнес процессов.

Для анализа неструктурированных данных крайне важно понятие онтологии – совокупности схемы описания предметной области и правил отнесения данных к этой предметной области. Как схема она состоит из структуры данных, содержащей все релевантные классы объектов, их атрибуты, связи и правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области [4]. При этом связи должны быть нагруженными, то есть

содержать также атрибуты, которые позволяют отразить служебную информацию: эмоциональный оттенок отношения, предмет связи, способ связи и т. д. Для классов или понятий, атрибутов, связей определяются критерии – правила отбора данных, удовлетворение которым позволяет отнести данные из неструктурированного потока информации к той или иной предметной области. Способы обработки неструктурированных данных более подробно описаны в [5-7].

Важнейшими предварительными задачами при структуризации данных являются построение онтологии и формирование тезаурусов по предметным областям.

2 Построение тезаурусов по областям математических и компьютерных наук на казахском языке. Информационно-поисковый тезаурус (в соответствии с определениями стандартов) – это нормативный (контролируемый) словарь ключевых терминов на естественном языке с явно указанными семантическими отношениями между терминами, предназначенный для описания содержания документов и поисковых запросов [8, 9]. Тезаурус предназначен для описания конкретной предметной области, каждый термин которого обозначает или описывает какое-либо понятие из данной предметной области.

Для систем обработки неструктурированных текстовых данных важным составляющим являются автоматические информационно-поисковые тезаурусы. Информационно-поисковый тезаурус – это контролируемый словарь терминов предметной области, отображающий семантические отношения между лексическими единицами языка и предназначенный для поиска слов по их смысловому содержанию, создаваемый для улучшения качества информационного поиска в этой предметной области. В рамках исследований предметной областью были выбраны математические и компьютерные науки.

Предполагается, что актуальные источники неструктурированных данных могут быть на трех языках – казахском, русском и английском. Существуют различные подходы для создания многоязычных предметных тезаурусов:

1. Создание нового тезауруса снизу-вверх.
 - а) начать с создания тезауруса на одном языке и затем добавлять тезаурусы на других языках;
 - б) одновременно начать создавать тезаурусы на нескольких языках.
2. Объединение существующих тезаурусов.
 - а) объединение двух или более существующих тезаурусов в один новый (многоязычный) тезаурус, который будет использоваться в индексации и поиске;
 - б) связывание существующих тезаурусов и предметных рубрик друг с другом, используя существующие тезаурусы и/или предметные рубрики как в индексировании, так и в поиске.

Мы выбрали первый способ, потому что на сегодняшний день существует большое количество информационно-поисковых тезаурусов по областям математических и компьютерных наук, созданных на английском и русском языках, доступных в сети Интернет. Тезаурус, созданный сотрудниками Института вычислительных технологий СО РАН [10, 11], послужил основой для создания тезауруса на казахском языке по информатике (рис. 1).

Разработка тезаурусов без использования компьютерных технологий – достаточно длительный и трудоемкий процесс. Большинство автоматизированных методов создания тезаурусов основано на автоматическом подсчете частоты слов, содержащихся в документах, считающихся типичными для данной предметной области. Результаты такой обработки обычно представляются в виде матрицы «документ-термин». Элемент матрицы на пересечении строки и столбца, трактуется как вес слова в документе. На

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

основе полученной матрицы вычисляются коэффициенты подобия между словами, определяемые в зависимости от частоты, с которой слова совместно встречаются в анализируемых документах, и формируется структура тезауруса. Автоматизированный способ построения тезаурусов может быть выполнен на основе построения концепт-карт [12].

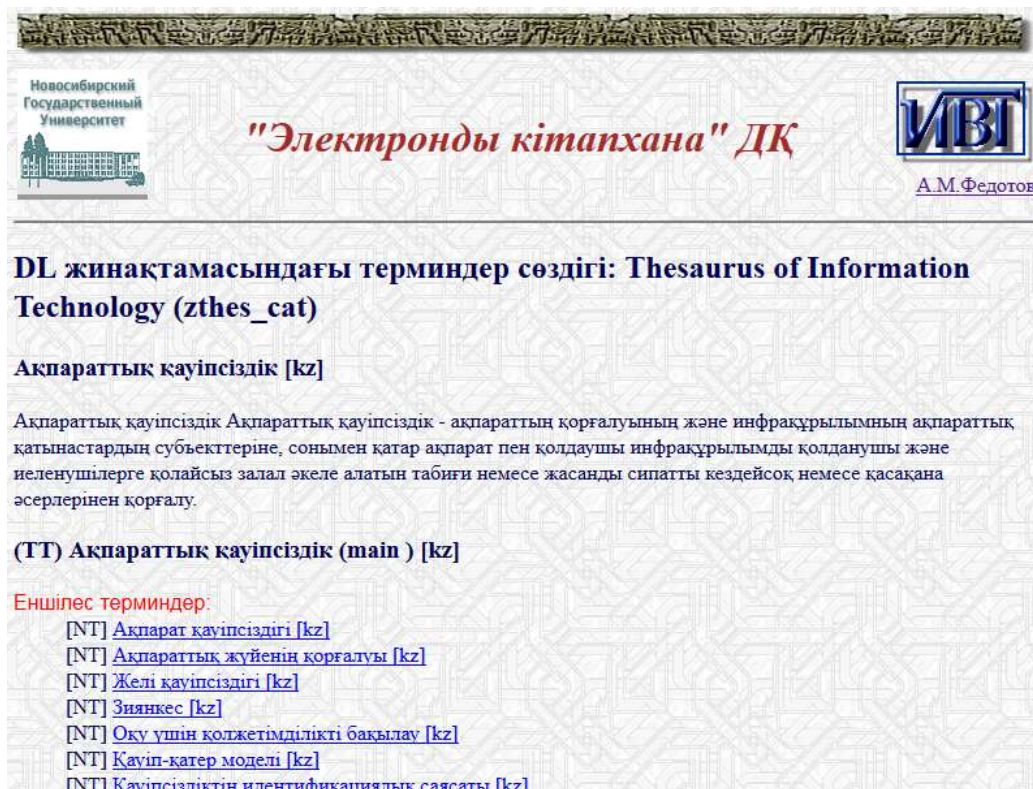


Рисунок 1 – Тезаурус по информатике на казахском языке

3 Создание репозитория на базе научных статей. В качестве одного из источников данных для создания тезаурусов может служить база проиндексированных документов. В рамках исследований для создания архива электронных ресурсов или цифрового репозитория для хранения документов была использована система DSpace [13]. На данный момент произведена установка и настройка системы DSpace в Лаборатории компьютерных наук КазНУ им. Аль-Фараби, в которую загружены публикации сотрудников университета из системы «Наука» (<http://nauka.kaznu.kz>). Выполнены предварительные работы для интеграции данных с библиотечно-информационной системой «Ирбис» в КазНУ. В дальнейшем планируется произвести импорт пользовательских данных из каталога LDAP университета, а также пополнить репозиторий мета-описаниями из различных открытых репозиториев в сети Интернет, например, ArXiv [14], PubMed, DOI и т.д. Кроме того имеется возможность обмена метаданными и с другими научными центрами, в том числе с Сибирским отделением Российской академии наук. На рисунке 2 представлена схема использования репозитория DSpace.



Рисунок 2 – Схема использования репозитория DSpace 5

4 Построение онтологий по областям математических и компьютерных наук с помощью языка сетевых онтологий OWL

Онтология формально описывает полный набор понятий, их атрибутов и связей, которые используются для того, чтобы представить предметную область в машинно-интерпретируемом виде. Она используется для совместной обработки информации из определенной предметной области (например, медицина, производство автомобилей, недвижимость, ремонт бытовой техники, управление финансами, и т.д.), и связывания знаний из одной предметной области со знаниями из смежных предметных областей.

Формально можно обозначить онтологию как систему

$$O = \{C, R, P, A, V\},$$

где C – множество концептов или классов, R – множество связей, P – множество свойств или атрибутов, A – аксиомы или правила (ограничения), V – значения или экземпляры классов. Концептами или классами могут быть определенные понятия, напр., город, персона, статья и т.д. Связи это вид отношения между понятиями, напр., персона C_i является автором статьи R_i или персона C_i живет в городе C_j , а также класс "автор" это подкласс "персона". Свойства описывают атрибуты понятий, напр., статья имеет атрибуты название, автор, ключевые слова, аннотация и т.д. Между тем, мы можем задавать такие общие правила, как если персона C_k тоже является автором статьи R_i , тогда C_i и C_k являются соавторами. Также мы можем вносить в онтологии конкретные экземпляры понятий, например для понятия "город" экземпляром является "Алматы", это дополняет онтологию как знания о каком-то конкретном объекте.

Обычно онтологии выражаются на логическом описательном языке, которая детализирована, точна, непротиворечива, обоснована, и явно могла бы разделять классы, свойства и отношения. Некоторые средства для работы с онтологиями могут выполнять автоматические рассуждения, и тем самым обеспечить продвинутые сервисы для интеллектуальных приложений таких как: семантический поиск (см. рис. 3), программные агенты, поддержка решений, распознавание речи и естественного языка, управление знаниями, интеллектуальные базы данных и электронная коммерция. Во многих дисциплинах сейчас разрабатываются стандартные онтологии, которые могут использоваться экспертами по предметным областям для совместного использования и аннотирования информации в своей области.

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

Из существующих языков описания онтологий OWL рекомендован как стандарт W3C для Семантической паутины [15].

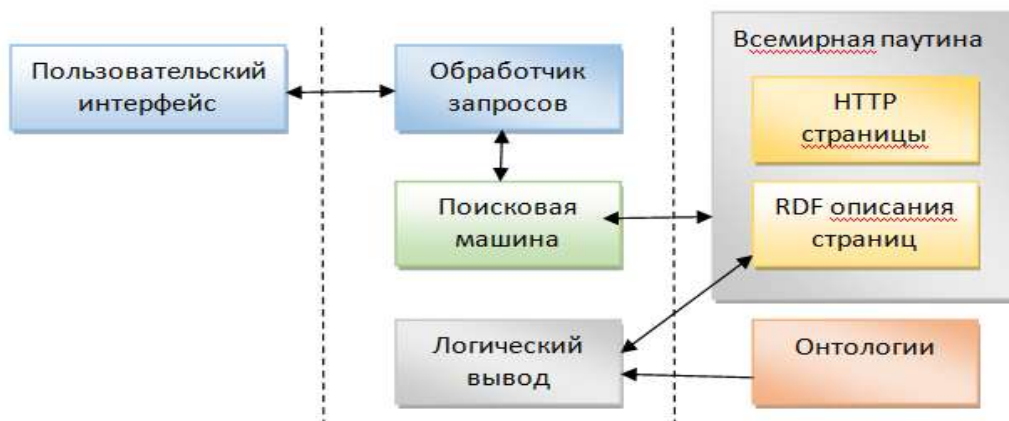


Рисунок 3 – Архитектура поисковой системы с использованием онтологий

На практике разработка онтологии включает следующие этапы:

- определение классов в онтологии;
- расположение классов в таксономическую иерархию (подкласс – надкласс), т.е. классификация;
- определение свойств и описание допускаемых значений этих свойств, если это возможно;
- определение связей и правил или ограничений для классов;
- заполнение значений экземпляров классов.

Для построения онтологии из-за простоты и хорошей документированности был использован редактор Protégé (см. рис. 4) [16].

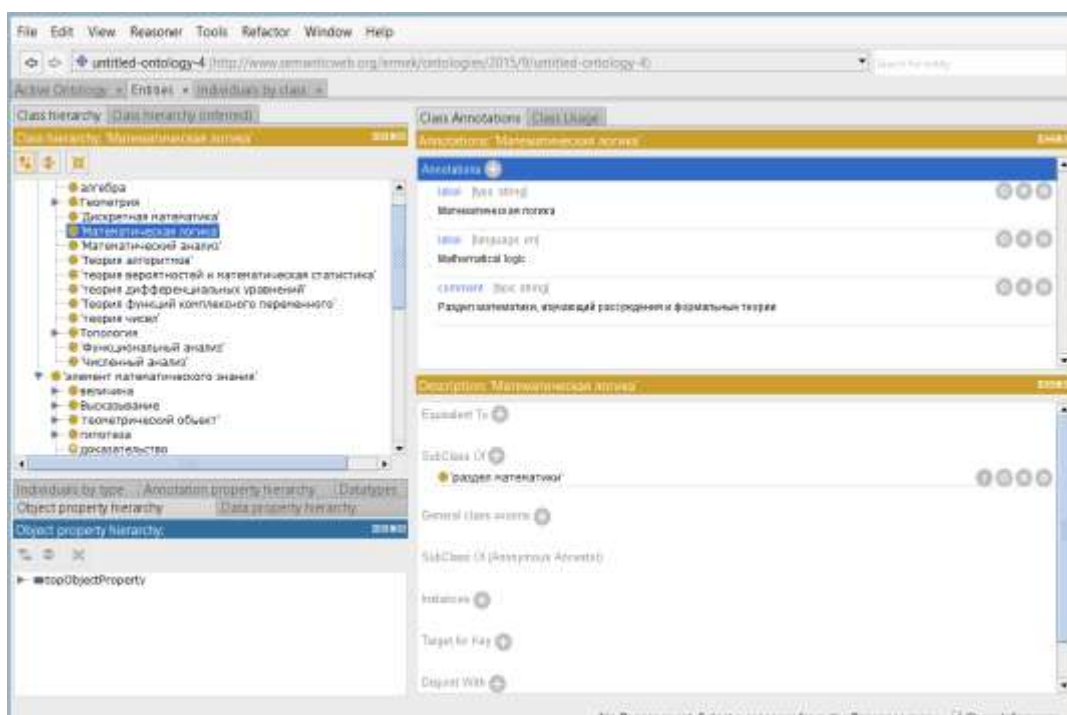


Рисунок 4 – Онтология по математике в OWL редакторе Protégé

На данный момент на основе проекта OntoMathPro [17] создана онтология по математике, а на основе проекта OpenCyc [15] – онтология по разделам компьютерных наук. Так как создание онтологии это итерационный процесс, работа над совершенствованием и пополнением данных онтологий будет продолжаться.

5 Заключение. В данной работе рассмотрены различные подходы по созданию и представлению мультязычных тезаурусов, представлены результаты разработки информационно-поисковых тезаурусов по компьютерным и математическим наукам на казахском языке. Построенные онтологии и тезаурусы по областям математических и компьютерных наук будут расширяться и в дальнейшем использоваться для семантического поиска и извлечения знаний из различных неструктурированных данных.

1. Документация W3C Semantic Web Activity на официальном сайте <http://www.w3.org/2001/sw/> [дата посещения 14.04.2015]
2. Hitzler P., Krötzsch M., Rudolph S. Foundations of Semantic Web Technologies, Chapman & Hall/CRC, 2009. - 560 p.
3. Шокин Ю.И., Федотов А.М., Барахнин В.Б. Проблемы поиска информации. Новосибирск: Наука, 2010. - 245с.
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Ontology_\(information_science\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ontology_(information_science)) [дата обращения 15.08.2015]
5. Abiteboul S., Buneman P., Suci D. Data on the Web: From Relations to Semistructured Data and XML. Morgan Kaufmann, 1999. - 425p.
6. Buneman P., Davidson S., Fernandez M., Suci D. Adding Structure to Unstructured Data // In Proceedings of the International Conference on Database Theory, 1997. - P. 234-240.
7. Sint R., Stroka S., Schaffert S., Ferstl R. Combining Unstructured, Fully Structured and Semi-Structured Information in Semantic Wikis // Proceedings of the Forth Semantic Wiki Workshop, Heraklion, Crete, Greece, June 1st, 2009. -P. 56-60.
8. ISO 25964-1:2011 Information and documentation – Thesauri and interoperability with other vocabularies – Part 1: Thesauri for information retrieval, 2011.
9. ISO 25964-2:2013 Information and documentation – Thesauri and interoperability with other vocabularies – Part 2: Interoperability with other vocabularies, 2013.
10. http://www.sbras.ru/win/elbib/data/show_page.dhtml?77+5
11. Федотов А. М., Идрисова И. А., Самбетбаева М. А., Федотова О. А. Использование тезауруса в научно-образовательной информационной системе // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Информационные технологии. 2015. Т. 13, вып. 2. С. 86-102.
12. Nugumanova A., Mansurova M., Alimzhanov E., Zyryanov D., Arayev K. Automatic Generation of Concept Maps based on Collection of Teaching Materials // DATA2015: 4th International Conference on Data Management Technologies and Applications, 2015. - P.248-254.
13. <http://www.dspace.org/> [дата обращения 01.10.2015]
14. <http://arxiv.org/> [дата обращения 01.10.2015]
15. <http://www.opencyc.org> [дата обращения 05.05.2015]
16. <http://protege.stanford.edu/> [дата обращения 02.10.2015]
17. <http://ontomathpro.org/> [дата обращения 15.08.2015]

Аңдатпа. Бұл жұмыста ақпараттық-іздеу тезаурустарын құру және құрастыру жолдары қарастырылған, компьютерлік және математикалық ғылымдар бойынша қазақ тілінде құрастырылған тезаурус ұсынылған. Сонымен қатар, OWL желілік онтология тілінің көмегімен құрылған компьютерлік және математикалық ғылымдар бойынша онтологиялар

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

келтірілген. DSpace жүйесін пайдаланып құрылған репозиторийді ҚазҰУ-нің электронды кітапханасымен біріктіру сұлбасы сипатталған. Компьютерлік және математикалық ғылымдар бойынша құрастырылған тезаурустар мен онтологиялар семантикалық іздеу және әртүрлі құрылымдалмаған деректерден білім алу үшін пайдаланылатын болады.

***Түйін сөздер:** ақпараттық-іздеу тезаурусы, онтология, репозиторий, метадеректер.*

***Abstract.** This paper discusses approaches to establish and develop of multilingual information retrieval thesauri, and presents of developed thesauri for computer and mathematical sciences in the Kazakh language. Also the paper presents ontology in computer and mathematical sciences, is built with the help of OWL web ontology language. The paper also describes the integration scheme of repository created by DSpace and the digital library. Built thesauri and ontologies for computer and mathematical sciences will be used in semantic search and retrieval of knowledge from various unstructured data.*

***Keywords:** Information Retrieval Thesaurus, Ontology, Repository, Metadata.*

УДК 004.05

Д.И. Дадашев-Юсупов, А.Ю. Пыркова

**РАЗРАБОТКА АНТИВИРУСНОЙ ОБОЛОЧКИ
ДЛЯ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

(г. Алматы Казахский национальный университет имени аль-Фараби)

***Аннотация.** Клиент-серверные приложения по количеству использования в наше время занимают лидирующую позицию во всем мире. В Казахстане повсеместно разрабатываются такие приложения во всех сферах работы, как в государственных предприятиях, так и в частных. Такие приложения хранят в себе огромное количество информации, которые подвержены риску заражения вирусом, вследствие чего могут быть повреждены, либо заражены вредоносным кодом. На сегодняшний день накоплены огромные базы компьютерных вирусов, насчитывающие сотни тысяч различных вредоносных программ. Каждый день появляется несколько сотен новых вирусов, поэтому одним из главных факторов успешной антивирусной защиты является актуальность антивирусного программного обеспечения.*

В статье предлагается описание разработанной антивирусной программы, цель которой обеспечение безопасности в целом и проверка клиент-серверных приложений на предмет зараженности вредоносными программами и их уязвимости. Антивирусная оболочка разработанной программы состоит из антивирусного сканнера, базы данных вирусов и пользовательского интерфейса.

***Ключевые слова:** Антивирус, защита информации, вирусы, клиент-серверные приложения.*

Эволюция вирусов. Существует несколько подходов к классификации компьютерных вирусов по их характерным особенностям [1]:

- 1) по среде обитания вируса
- 2) по способу заражения
- 3) по деструктивным возможностям
- 4) по особенностям алгоритма работ

По среде обитания вирусы подразделяются на [1]:

• Файловые вирусы – вирусы поражающие исполняемые файлы, написанные в различных форматах. Соответственно в зависимости от формата, в котором написана программа это будут EXE или COM вирусы.

• Загрузочные вирусы – вирусы поражающие загрузочные сектора (Boot сектора) дисков или сектор, содержащий системный загрузчик (Master Boot Record) винчестера.

• Сетевые вирусы – вирусы, распространяющиеся в различных компьютерных сетях и системах.

• Макро вирусы – вирусы, поражающие файлы Microsoft Office.

• Flash-вирусы – вирусы, поражающие микросхемы FLASH памяти BIOS.

По способу заражения вирусы делятся на [1]:

• Резидентные вирусы – вирусы, которые при инфицировании компьютера оставляют свою резидентную часть в памяти. Они могут перехватывать прерывания операционной системы, а также обращения к инфицированным файлам со стороны программ и операционной системы. Эти вирусы могут оставаться активными вплоть до выключения или перезагрузки компьютера.

• Нерезидентные вирусы – вирусы не оставляющие своих резидентных частей в оперативной памяти компьютера. Некоторые вирусы оставляют в памяти некоторые свои фрагменты не способные к дальнейшему размножению такие вирусы считаются не резидентными.

По деструктивным возможностям вирусы подразделяются на [2]:

• Безвредные вирусы – это вирусы ни как не влияющие на работу компьютера за исключение, быть может, уменьшения свободного места на диске и объема оперативной памяти.

• Неопасные вирусы – вирусы, которые проявляют себя в выводе различных графических, звуковых эффектов и прочих безвредных действий.

• Опасные вирусы – это вирусы, которые могут привести к различным сбоям в работе компьютеров, а также их систем и сетей.

• Очень опасные вирусы – это вирусы, приводящие к потере, уничтожению информации, потере работоспособности программ и системы в целом.

По особенностям алгоритма работы вирусы можно подразделить на [3]:

• Вирусы спутники (companion) – вирусы, которые поражают EXE-файлы путем создания COM-файла двойника, и по этому при запуске программы запустится сначала COM-файл с вирусом, после выполнения своей работы вирус запустит EXE-файл. При таком способе заражения "инфицированная" программа не изменяется.

• Вирусы "черви" (Worms) – вирусы, которые распространяются в компьютерных сетях. Они проникают в память компьютера из компьютерной сети, вычисляют адреса других компьютеров и пересылают на эти адреса свои копии. Иногда они оставляют временные файлы на компьютере, но некоторые могут и не затрагивать ресурсы компьютера за исключением оперативной памяти и процессора.

• "Паразитические" – все вирусы, которые модифицируют содержимое файлов или секторов на диске. К этой категории относятся все вирусы, которые не являются вирусами-спутниками и вирусами червями.

• "Стелс-вирусы" (вирусы-невидимки, stealth) – вирусы, представляющие собой весьма совершенные программы, которые перехватывают обращения DOS к пораженным файлам или секторам дисков и подставляют вместо себя незараженные участки информации. Кроме этого, такие вирусы при обращении к файлам используют достаточно оригинальные алгоритмы, позволяющие "обманывать" резидентные антивирусные мониторы[4].

• "Полиморфные" (самошифрующиеся или вирусы-призраки, polymorphic) – достаточно трудно обнаруживаемые вирусы, не имеющие сигнатур, т.е. не содержащие

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

ни одного постоянного участка кода. В большинстве случаев два образца одного и того же полиморфного вируса не будут иметь ни одного совпадения. Это достигается шифрованием основного тела вируса и модификациями программы-расшифровщика.

• "Макро-вирусы" – вирусы этого семейства используют возможности макроязыков, встроенных в системы обработки данных (текстовые редакторы, электронные таблицы и т.д.). В настоящее время наиболее распространены макро-вирусы, заражающие текстовые документы редактора Microsoft Word.

Приведенная выше классификация не может считаться полной, так как прогресс не стоит на месте, появляются всё новые и новые интеллектуальные устройства и соответственно вирусы, работающие на них, например уже появились вирусы поражающие мобильные телефоны [5].

Схема работы Антивируса. Антивирусный сканер действует по принципу сигнатурного анализа. Сигнатурой вируса будет считаться совокупность черт, позволяющих однозначно идентифицировать наличие вируса в файле (включая случаи, когда файл целиком является вирусом). Все вместе сигнатуры известных вирусов составляют антивирусную базу (Рис. 1). Задачу выделения сигнатур, как правило, решают люди – эксперты в области компьютерной вирусологии, способные выделить код вируса из кода программы и сформулировать его характерные черты в форме, наиболее удобной для поиска.

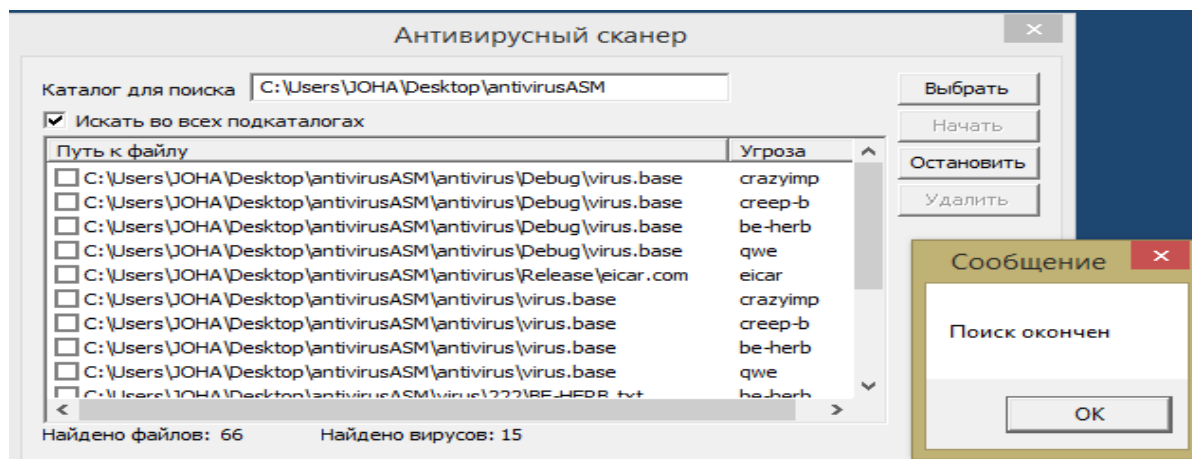


Рис. 1. Антивирусный сканер

В антивирусе реализована технология “Handle mapping”, когда каждый файл с помощью функции HANDLE mapfile «маппируется» на участок памяти, то есть файл представляет собой массив из байт в памяти. После этого участок проверяется на совпадения с сигнатурами вируса и если совпадения есть – выводит список вирусов. Код сравнения с сигнатурой реализован ассемблерной вставкой для оптимизации работы вируса. В результате получился очень быстрый антивирусный сканер. Схема сравнения по времени на разном количестве показателей на рисунке 2.

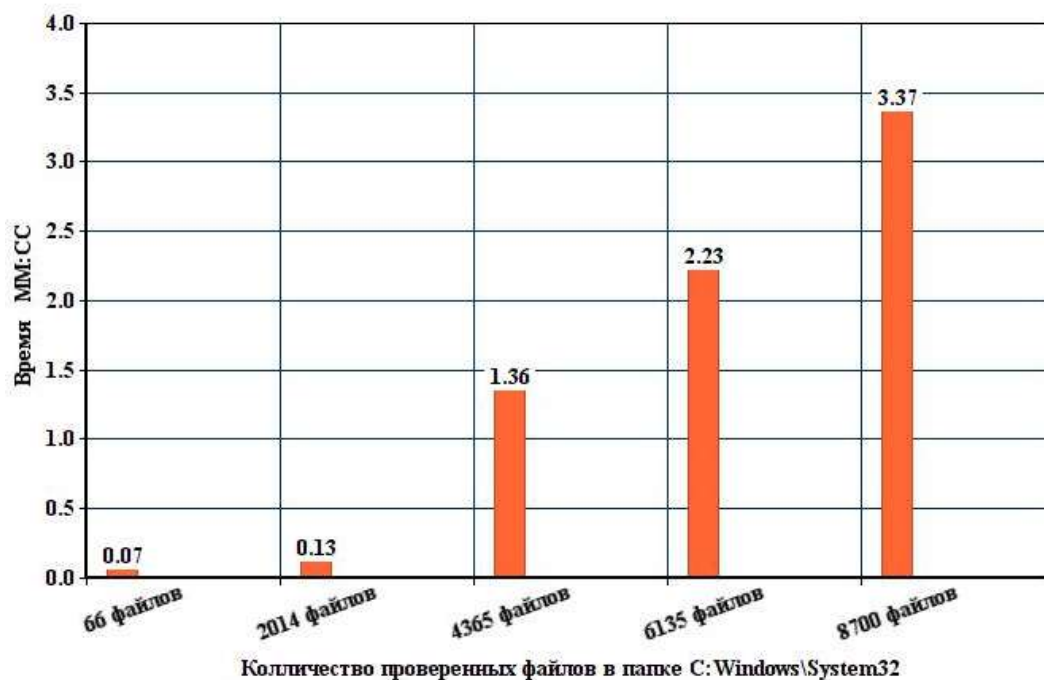


Рис. 2. Схема сравнения по времени на разном количестве показателей

Антивирусная база данных. Все сигнатуры в базе располагаются последовательно, по принципу линейного списка. Каждая сигнатура имеет следующий формат:

1) DWORD next - смещение следующей сигнатуры в файле. Последняя будет содержать смещение конца файла.

2) DWORD sigsize - размер сигнатуры.

3) DWORD namesize - размер имени вируса в символах. Каждый символ в UNICODE, занимает два байта.

4) WCHAR name[namesize] - имя вируса, по размеру это поле =2*namesize байт.

5) BYTE sig[sigsize] - сама сигнатура по размеру это поле =sigsize байт.

Наглядно можно увидеть содержание базы данных в файле virus.base на рисунке 3.

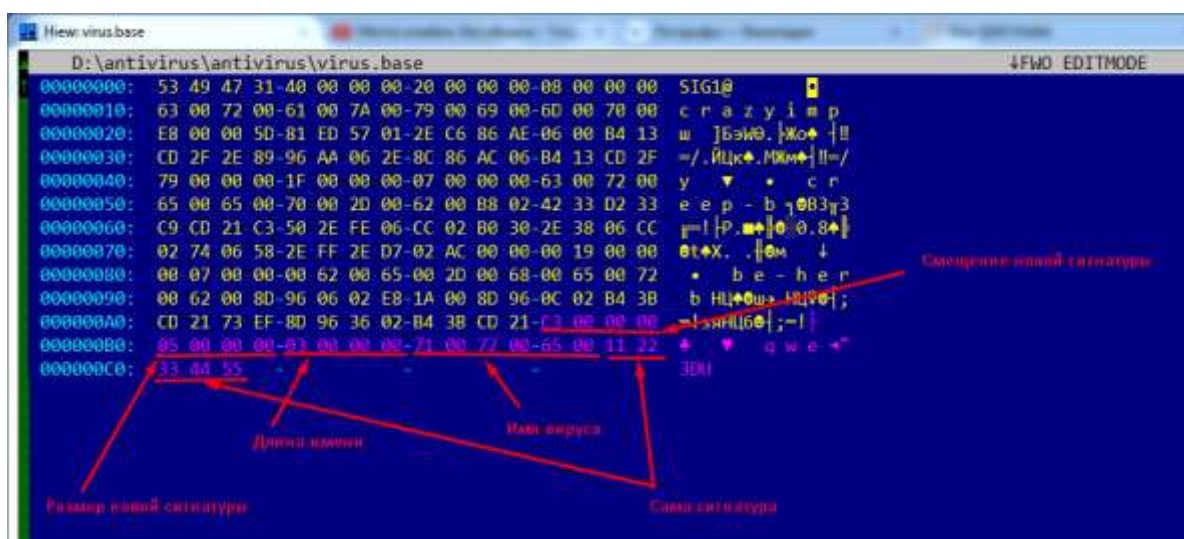


Рис. 3. Антивирусная база

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

Успех обнаружения вируса, прежде всего, лежит на программисте, который будет составлять антивирусные базы. В нашем исследовании используется программа Niew [6], база содержится в 16-ричном формате. Также используются программы дизассемблирования Ida Pro, Win32Dasm и др. [7]. Таким образом, достигается вторая оптимизация программы. Сама антивирусная база шифруется с помощью команды XOR для того чтобы антивирус не детектировал свою базу “угрозой”.

Описание алгоритма антивируса (Рис. 4).

- A) Пользователь задает директорию для проверки через интерфейс.
- B) Сканер проверяет есть ли там файлы и поддиректории.
- C) Если ошибок нет, начинает сканирование.
- D) Выгружает битовую карту файла и сравнивает с сигнатурой в базе данных (Рис. 5).
- E) Если обнаружено совпадение, отправка данных по сигнатуре (название вируса, директория файла) на пользовательский интерфейс.

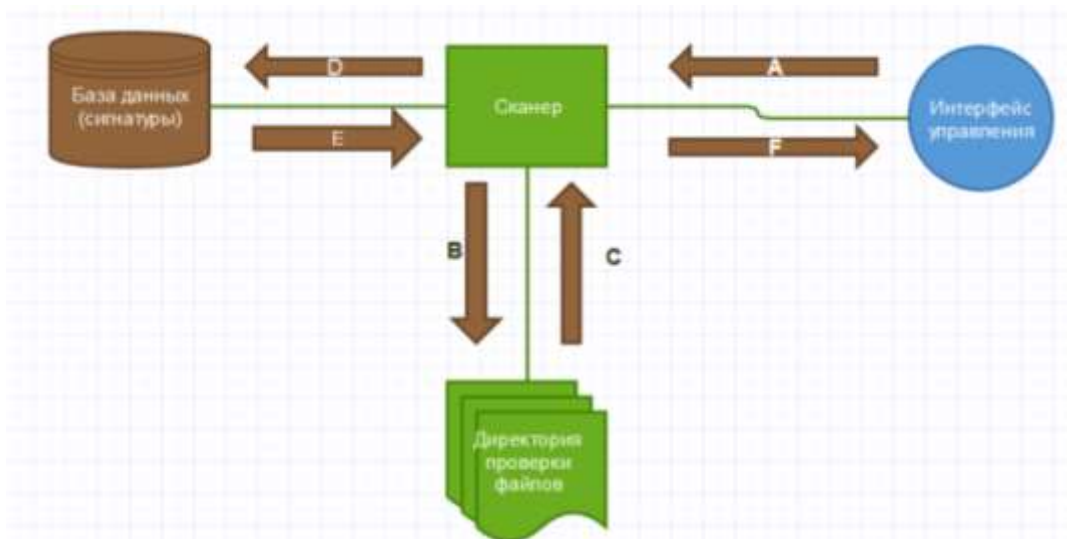


Рис. 4. Пошаговая схема алгоритма антивируса

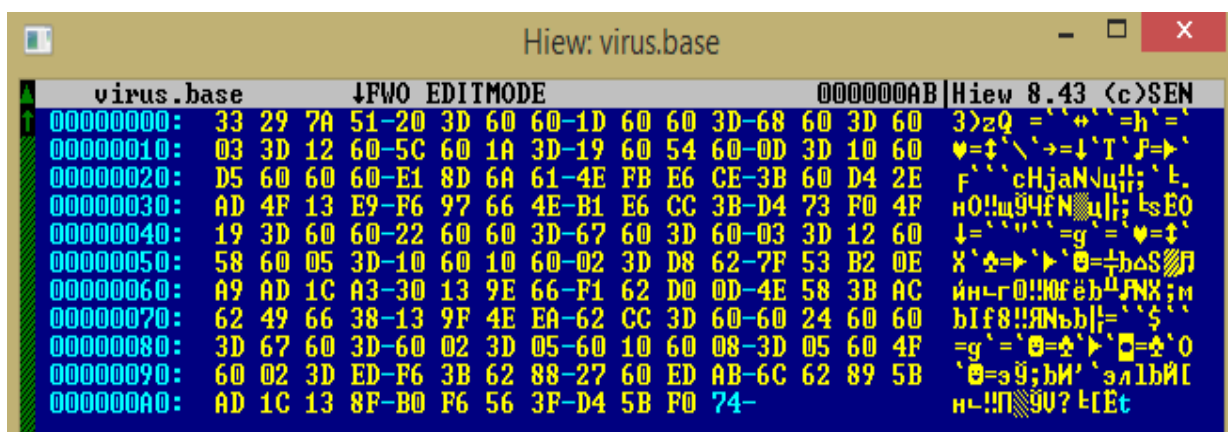


Рис. 5. Зашифрованная антивирусная база

Заключение. В настоящее время проделана большая работа по созданию сигнатурного анализа антивируса и его оптимизации в целом. Однако наше исследование нацелено на обеспечении безопасности в сфере клиент-серверных приложений. В

перспективе будут реализованы такие возможности антивируса, как “контроль сетевых портов”, “проактивная защита”. Также будут изучены вирусы, попавшие в пространство компьютеров механико-математического факультета с целью их классификации и анализа, что даст нам направление для более углубленного развития безопасности.

1. Климентьев К.Е. Компьютерные вирусы и антивирусы: взгляд программиста. - М.: Книжный мир, 2013. - 658 с.
2. Филдс Б. Найп Д. Вирусология в 3 томах. - М.: Мир, 1989. - 492 с.
3. Касперски К. Фундаментальные основы хакерства. Искусство дизассемблирования. - М.: СОЛОН-Р, 2009. - 448 с.
4. Касперски К. Записки исследователя компьютерных вирусов. - СПб.: Питер, 2005. - 316 с.
5. Безруков Н.Н. Компьютерная вирусология. - Киев: УРЕ, 1991. - 416 с.
6. Касперски К. Рокко Е. Искусство дизассемблирования. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 896 с.
7. Панов А.С. Реверсинг и защита программ от взлома. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 256 с.

***Аңдатпа.** Қазіргі уақытта бүкіл әлем бойынша клиент серверлік бағдарлама көп қолданысқа ие. Қазақстанда күнделікті мемлекеттік кәсіпорындармен қатар жеке кәсіпорындарда да осындай бағдарламалар жасалады. Мұндай бағдарламаларда көп ақпарат сақталады және де оларға вируспен зақымдану қаупі туады. Қазіргі таңда компьютерлік мыңдаған әр түрлі вирустардың үлкен жүйесі жинақталған. Әр күнде бірнеше жүздеген жаңа вирустар пайда болады. Сондықтан да сәтті антивирустық қорғаныстың басты факторы антивирустық бағдарламалық қамтамасыздандырудың актуалдылығы болып табылады. Мақалада құрастырылған антивирустық бағдарламаның сипаттамасы ұсынылады. Бұл бағдарламаның мақсаты толық қауіпсіздікті қамтамасыз ету және клиент серверлік бағдарламаларды зиян бағдарламалармен зақымдалу құралына және әлсіздікке тексеру. Жасалған бағдарламаның антивирустық бөлігі антивирустық сканнер, вирустар қоры және қолданушы интерфейсінен тұрады.*

***Түйін сөздер:** Антивирус, ақпараттық қорғау, вирустар, клиент-серверлік бағдарлама.*

***Abstract.** Client-server applications for use in a number of our time occupied a leading position worldwide. Kazakhstan has developed throughout these applications in all areas of work, both in state-owned enterprises, and private. Such applications store a huge amount of information that is at risk of infection, in consequence of which may be damaged or infected by malicious code. Today a huge base of computer viruses, numbering hundreds of thousands of malicious programs, has been accumulated. Every day there are hundreds of new viruses, so one of the main factors of successful anti-virus protection is topical anti-virus software. In the article the description of the developed anti-virus program, which aims to provide security as a whole, and check client-server applications for malware infections and their vulnerability. An antivirus program is designed shell of the virus scanner, virus database and user interface.*

***Keywords:** Antivirus, information security, virus, client-server applications.*

Е. В. Дудышева, Л. А. Романова

ПРИМЕНЕНИЕ «ПЕРЕВЕРНУТОГО КЛАССА» КАК ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТНОГО СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ

(Российская Федерация, Бийск, Алтайская государственная академия образования имени
В.М. Шукшина)

***Аннотация.** В статье анализируются идеи образовательных технологий перевернутого класса как способа активизации продуктивной, творческой инновационной деятельности студентов в условиях смешанного обучения. Обсуждаются возможности применения социальных сетей в таких технологиях на примере организации студенческих проектов. Приводятся этапы разработки инновационных студенческих проектов в Алтайской государственной академии образования имени В.М. Шукшина с описанием непосредственных и дистанционных коммуникаций участников.*

***Ключевые слова:** смешанное обучение; образовательные технологии перевернутого класса; инновационные студенческие проекты.*

Студентам высших учебных заведений предоставляется все меньший объем аудиторной работы, наряду с увеличением нагрузки в процессе самостоятельной работы. Преподавателям приходится использовать различные способы активизации продуктивной, творческой, инновационной деятельности студентов в отсутствие непосредственной (face-to-face) коммуникации. К одному из таких способов относится применение технологии перевернутого класса (flipped classroom) или в нашем случае, скорее, «перевернутой аудитории», когда для выполнения учебных заданий и проектов производится предварительная самостоятельная подготовка, и далее задания обсуждаются и завершаются студентами в аудиторном режиме с более высокой интенсивностью, глубиной понимания и темпом работы.

Наиболее часто в практике вузов встречаются задания по предварительному просмотру учебного материала, частей видео-лекций, прослушивания подкастов, что действительно экономит время для совместной с группой и преподавателем деятельности и позволяет обучающимся работать в своем индивидуальном темпе. Но область применения технологий перевернутого класса намного шире. Любая образовательная деятельность студентов в аудитории, предварительно испробованная ими самостоятельно, может служить основой рассматриваемого вида образовательных технологий. При этом наиболее важной, на наш взгляд, составляющей, которая может быть утеряна в процессе самостоятельной работы – это коммуникация, взаимодействие студентов друг с другом при выполнении общих заданий, создания совместного образовательного продукта, выполнения инновационного проекта.

Ведущая идея – продолжение следования психолого-педагогическим механизмам, определяющим социальный конструктивизм в образовательном процессе – в условиях применения дистанционных образовательных технологий вновь становится актуальной. С применением облачных технологий, сетевого взаимодействия в создании студентами образовательных, творческих, инновационных продуктов происходит трансформация социального конструктивизма в коммунальный конструктивизм. Студенты фактически вместе с преподавателями становятся партнерами создания и изменения собственного образовательного процесса [1].

Использование современных средств информационно-коммуникационных

технологий и электронного обучения позволяет избежать такой опасности, при этом для молодежи восприятие социальных медиа, использование компьютерных социальных сетей не создает барьера, а является естественным процессом социального общения [2]. По данным социологических опросов 86% россиян пользуются социальной сетью «В контакте». Так, в социальной сети «В контакте» создано сетевое сообщество студентов ФГБОУ ВПО «АГАО», и целевая аудитория уже имеет опыт сетевого общения, что облегчает появление новых групп в сообществе. Это позволяет осуществить интегрирование разновозрастных, разноуровневых и различных по направлению профессиональной подготовки студентов, привлечь модераторов, экспертов.

Для работы над учебными проектами преподавателем как модератором ФГБОУ ВПО «АГАО» обычно создается группа в соцсети «В контакте»; группа имеет тематику проектной деятельности, в группе выкладываются проектные документы для общего доступа. Преподаватель-модератор приглашает студентов группы, обучающейся по предмету. Это дает возможность в удобном для всех участников группы формате обсуждать возникающие по ходу выполнения проекта вопросы. Наше предложение заключается в том, что к студентам очной формы обучения мы приглашаем в группу студентов заочной формы обучения по той же дисциплине. За счет этого группа становится разновозрастной. Также к группе присоединяются в качестве консультантов студенты старших курсов, которые уже выполнили и успешно защитили свои проекты. Это позволяет осуществить разноуровневость в дистанционном взаимодействии. Некоторые дисциплины читаются потоком на курс, что позволяет также объединить студентов разных профилей по направлениям подготовки.

Важно отметить, что при применении технологий перевернутого класса нельзя сосредотачиваться только на предварительном, дистанционном этапе, крайне важным является и аудиторный этап, который необходимо тщательно планировать. Последующая аудиторная работа включает совместные презентации команд студентов, обсуждения, взаимное и само-оценивание. С точки зрения коммуникаций также существенную роль играет сочетание как непосредственного, так и дистанционного общения, что и определяет, в конечном итоге, эффективность технологий смешанного обучения в целом [3]. Примером успешного применения является организация проектных студенческих команд, где образовательные цели направлены на активизацию продуктивной, творческой, инновационной деятельности студентов [4], а социальные сети становятся средством реализации поддержки смешанного обучения, когда происходит общение, поиск информационных материалов, он-лайн консультации экспертов.

Работа над проектом делится на этапы, на каждом из которых как непосредственное, так и дистанционное взаимодействие необходимо для доработки проекта. Например, на этапе поиска и оформление проектной идеи необходимы консультации у старшекурсников об успешных проектах прошлых лет, возможность посмотреть проектную документацию этих проектов, о тематике уже защищенных проектов, чтобы избежать плагиата. Студенты-заочники, которые, как правило, уже работают по профессии, могут направить студентов на сайты, где они могут ознакомиться с современными актуальными вопросами их профессиональной деятельности. А проектная документация, выложенная в сети, поможет в оформлении идеи. Также удобно консультирование с преподавателем по поводу выбора темы. При этом каждый из участников дистанционного взаимодействия продвигается по индивидуальной траектории, в комфортном временном режиме консультирования.

На этапе поиска путей реализации проекта необходимо консультирование со специалистами, чтобы избежать возможности «изобрести колесо». Решение не исключает возможности разработки уже существующей идеи, однако авторский вклад разработчика должен предлагать наиболее оптимальный вариант решения

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

рассматриваемых задач. Именно на данном этапе уместен поиск, просмотр и дальнейшее обсуждение видеоматериалов, совершенно в классической форме применения идей перевернутого класса.

На этапе реализации проекта дистанционное взаимодействие необходимо, в первую очередь, участникам проектной группы. Полезными будут такие формы как сетевой дневник и планировщик задач, чтобы четко выдерживать сроки выполнения проекта и при необходимости перераспределить обязанности.

Этап презентации проекта позволяет пригласить участников группы и экспертов на вебинар для оценки результатов проектной деятельности, реализовать сетевое продвижение проекта. Тематики проектов при этом могут быть разноплановыми и требовать консультации специалистов в различных областях, непосредственная встреча с которыми была бы затруднительна. Однако именно личное участие студенческих команд в форумах, конференциях, конкурсах позволяет осуществить полноценную рефлексивную составляющую проекта, оценить его инновационность. В конечном итоге, именно из образовательных проектов вырастают идеи, выходящие на доработку в бизнес-инкубаторы, идеи научно-исследовательских грантов.

В настоящее время на кафедре физики и информатики ФГБОУ ВПО «АГАО» проходит апробация учебных курсов, построенных на основе смешанного обучения, таких как курсы «Организация дистанционных конференций», «Современные средства оценивания» для студентов направления подготовки «Педагогическое образование» профиля «Математика и Информатика», курс «Компьютерные технологии в проектировании среды» для студентов направления «Дизайн», курс «Управление IT-проектом» для студентов направления подготовки «Менеджмент» профиля «Информационный менеджмент». В рамках образовательного процесса предусмотрено сопровождение студентов электронными методическими материалами (видеолекции, видеоинструктажи, методические рекомендации по выполнению практических заданий) с применением технологий перевернутого класса и консультированием в социальных сетях. Студенты выполняют проекты, поэтапно описывая свои действия в электронных отчетах, делают самооценку и взаимооценку проектов, готовят пакет документов для защиты и продумывают пути продвижения проекта.

Диагностика производится на основе тестирования профессиональных личностных характеристик (активность, свобода выбора и ответственность за него, способность к рефлексии, саморазвитие [5]) с визуализацией в виде графиков на входном, промежуточном и выходном контроле, что позволяет обучающимся не только самостоятельно отслеживать траекторию саморазвития, но и проводить анализ уровня собственных возможностей в на начальном этапе, а также динамику изменения своих профессиональных качеств на дальнейших этапах проектов.

На наш взгляд, использование технологий смешанного обучения студентов вузов, таких как, перевернутый класс, с поддержкой в социальных сетях, позволит подвести под единичную практику формирования студенческих инновационных проектов технологическую основу.

1. Healey M., Flint A., Harrington K. Engagement through partnership: Students as partners in learning and teaching in higher education. Hestington: The Higher Education Academy Publication, 2014.
2. Горбунова О. Н., Гегамян М. А. Проблемы и перспективы использования возможностей сети интернет студентами. Социально-экономические явления и

процессы. 2011. № 8. С. 53-59. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-ispolzovaniya-vozmozhnostey-seti-internet-studentami>.

- Galway et al. A novel integration of online and flipped classroom instructional models in public health higher education. BMC Medical Education, 2014. Pp. 14-181.
- Мокрецова Л.А. и др. Подготовка к инновационному предпринимательству в гуманитарном вузе в региональных социально-экономических условиях: коллективная монография. Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015.
- Мокрецова Л.А., Дудышева Е.В., Романова Л.А. Подготовка студентов к инновационной проектной деятельности в условиях регионального информационного образовательного пространства. Наука и школа. 2015. № 2. С. 196-203.

Аңдатпа. Мақалада аралас оқу жағдайындағы студенттердің өнімділік, шығармашылық инновациялық қызметтерін белсендіру тәсілі ретінде төңкерілген кластың білім беру технологиясына талдау жүргізіледі. Студенттік жобаларды ұйымдастыру мысалында осындай технологияларға әлеуметтік желілерді қолдану мүмкіндіктері талқыланады. В.М. Шукшин атындағы Алтай мемлекеттік білім беру академиясында қатысушылардың тікелей және қашықтан коммуникациялық сипаттаумен инновациялық студенттік жобаларды дайындау кезеңдері келтірілген.

Түйін сөздер: аралас оқу, төңкерілген кластың білім беру технологиясы, инновациялық студенттік жобалар

Abstract. The article analyzes the idea of educational “flipped classroom” technologies as ways of activating productive, creative innovative detail of students in blended learning. The possibility of the use of social networking technologies on the example of the organization of students’ projects discusses. We present the stages of development of innovative students’ projects in the Shukshin Altai State Academy of Education describing the immediate and distance communication participants.

Keywords: blended learning; flipped classroom educational technology; innovative student projects.

УДК 004.05

С.С. Ихсанов, А.Ю. Пыркова

АНАЛИЗ РАБОТЫ РАСПАРАЛЛЕЛЕННЫХ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ

(г. Алматы, Казахский национальный университет имени аль-Фараби)

Аннотация. Защита информации всегда была актуальна. Высочайшая степень автоматизации, к которой стремится современное общество, ставит его в зависимость от уровня безопасности используемых информационных технологий. Массовое применение компьютерных систем, позволившее решить задачу автоматизации процессов обработки постоянно нарастающих объемов информации, сделало эти процессы чрезвычайно уязвимыми по отношению к агрессивным воздействиям и поставило перед потребителями информационных технологий новую проблему, - проблему информационной безопасности. Проблема информационной безопасности уже длительное время решается для стационарных компьютеров, но с появлением мобильных приложений со своими специфическими особенностями возникла потребность в новых решениях в области криптозащиты.

В данной статье рассматривается реализация и сравнительный анализ работы двух алгоритмов криптозащиты на различных устройствах: Blowfish и AES128, которые были

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

распараллелены.

Ключевые слова: защита информации, Blowfish и AES128, шифрование, параллельные алгоритмы, анализ.

Описание алгоритма Blowfish.

Blowfish это 64-битовый блочный шифр с ключом переменной длины. Алгоритм состоит из двух этапов [1]:

- 1) Расширение ключа
- 2) Шифрование/ дешифрование данных

На первом этапе исходный ключ преобразуется в матрицу раундовых ключей и матрицу подстановки с объемом 4168 байт.

Второй этап происходит путём использования сети Фейстеля, которая состоит из 16 раундов. Создание раундовых ключей и подстановки также используют сеть Фейстеля.

Шифрование данных [1] состоит из простой функции, последовательно выполняемой 16 раз. Каждый этап состоит из зависимой от ключа перестановки и зависимой от ключа и данных подстановки (Рис. 1). Используются только сложения и XOR 32-битовых слов. Единственными дополнительными операциями на каждом этапе являются четыре извлечения данных из индексированного массива. В Blowfish используется много подключей. Эти подключи должны быть рассчитаны до начала шифрования или дешифрирования данных.

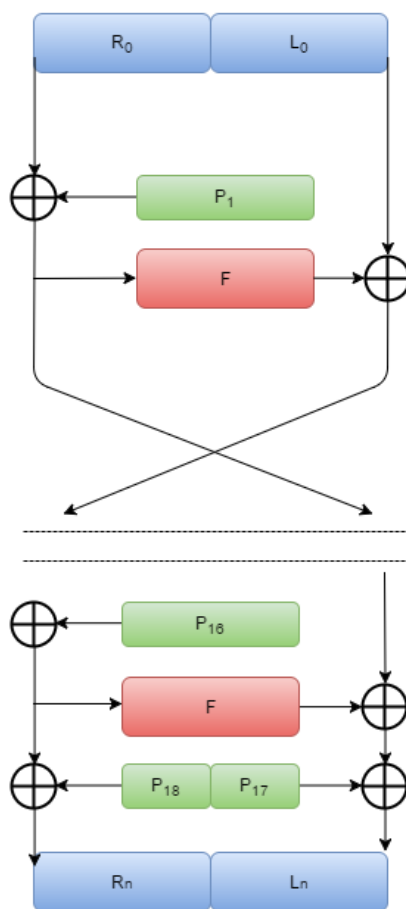


Рис. 1. Структура алгоритма Blowfish

В алгоритме Blowfish при шифрации выполняется 16 раундов (внутри сети

Фейстеля), а 17-й и 18-й ключи складываются с левым и правым выходным блоком последнего раунда. Такое количество раундов было выбрано, поскольку именно оно определяет длину возможного ключа.

$$F(X_1, X_2, X_3, X_4) = \left(\left((S_1[X_1] + S_2[X_2]) \bmod 2^{32} \right) \oplus S_3[X_3] \right) + S_4[X_4] \bmod 2^{32} \quad (1)$$

Функция использует матрицы подстановок S_1 — S_4 для того, чтобы линейно преобразовать входящие 32 бита данных в значение из матрицы подстановки [2].

Описание алгоритма AES128. Алгоритм AES [3, 4] состоит из часто повторяющихся раундов шифрования, как видно из рисунка 2. Сначала на основе 128-битового ключа получают одиннадцать ключей раундов, каждый из которых имеет размер 128 бит. Каждый раунд включает в себя преобразование с использованием соответствующего криптографического ключа, для того чтобы обеспечить секретность шифрования (Рис. 2).

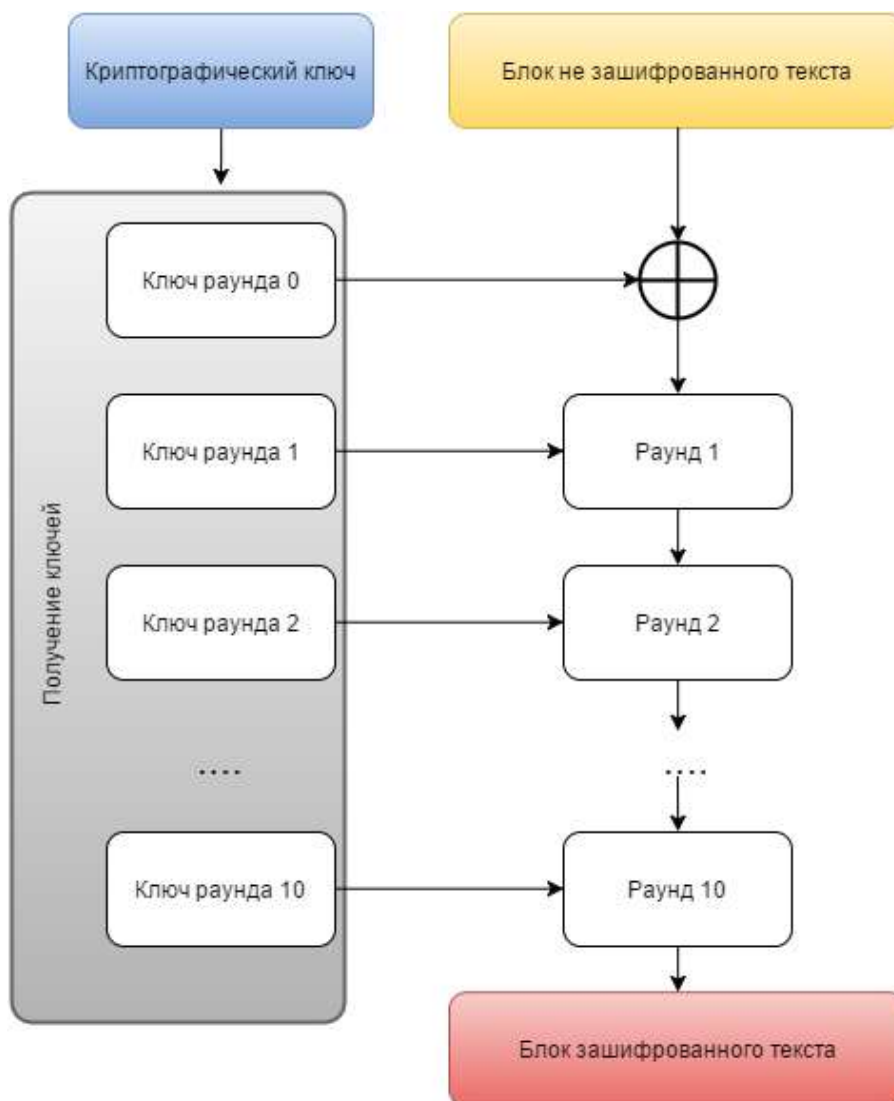


Рис. 2. Структура алгоритма AES

После начального раунда, во время которого осуществляется логическая операция исключающего или первого ключа раунда и незашифрованного текста (операция «Addroundkey»), следуют девять одинаково структурированных раундов. Каждый раунд

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

состоит из следующих операций:

- замещение байтов;
- сдвиг строк;
- перемешивание столбцов;
- добавление ключа раунда.

Десятый раунд подобен раундам с первого по девятый, но без операции перемешивания столбцов.

Распараллеливание алгоритма. Распараллеливание происходит следующим образом (Рис. 3):

- 1) Данные разделяются на блоки между потоками.
- 2) Каждый поток запускает алгоритмом шифрования.
- 3) Далее результаты шифрования записываются в отдельный блок каждого потока.
- 4) В итоге происходит сбор всех данных в один общий блок.

Алгоритм дешифрование происходит аналогично.



Рис. 3 Распараллеливание алгоритма

Работа алгоритмов на различных устройствах.

В процессе работы алгоритмы были запущены на следующих устройствах.

- 1) ПК 4 GB q9400 266 gHZ, ОС Windows 7.
- 2) ноутбук dell 4GB core i7 255gHZ, ОС Windows 8.
- 3) планшет Nexus 7, 2GB четырехъядерный процессор Nvidia Tegra 3 1.5ГГц под ОС Android 5.0 lolipop.

Алгоритмы были реализованы на языке Java с использованием многопоточности. На рисунках 4 и 5 демонстрируется время выполнения алгоритмов шифрования с различным количеством потоков. По горизонтали - количество потоков, по вертикали – время выполнения задачи. Как видно из гистограмм с увеличением количества потоков время выполнения становится меньше.



Рис. 4. Гистограмма работы параллельного алгоритма AES128 с 10 МБ данных

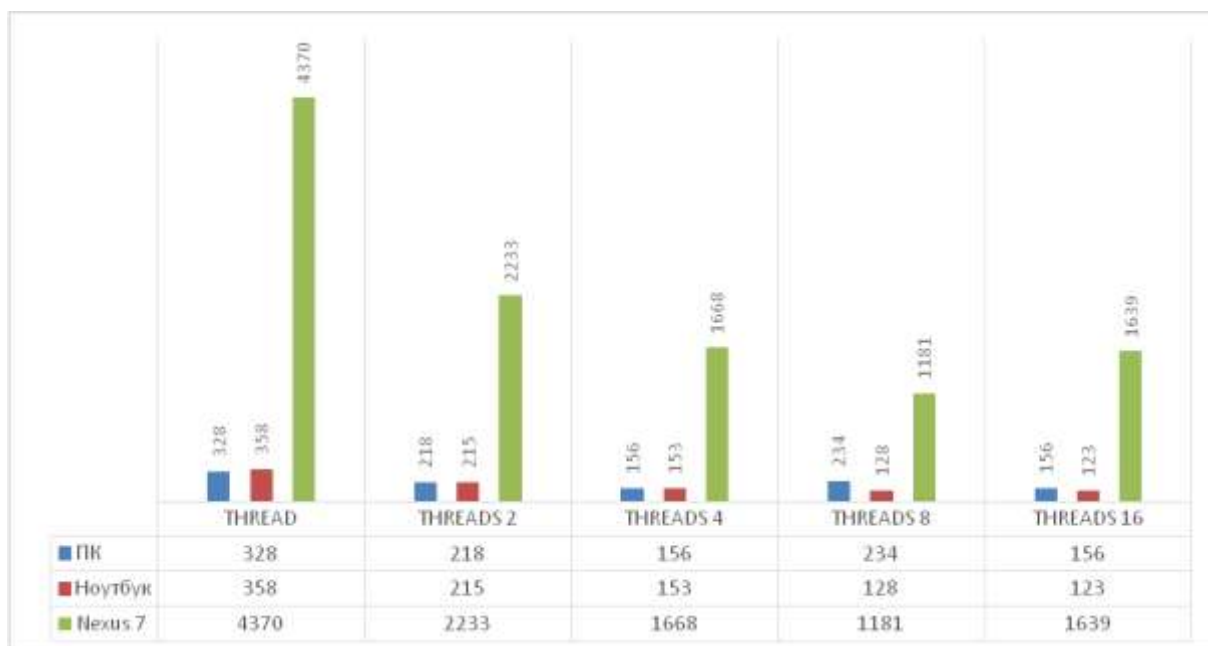


Рис. 5. Гистограмма работы параллельного алгоритма Blowfish с 10 МБ данных

На стационарных устройствах с ОС Windows 8 и 7 никаких проблем в реализации не возникло. На Android устройствах были проблемы следующего характера:

1) В процессе реализации алгоритмов возникла проблема нехватки памяти на Nexus 7. Поток не мог полностью работать с цельным блоком данных, вследствие чего пришлось разделить блок на подблоки в каждом потоке, что уменьшило производительность алгоритма, но обеспечило устойчивую работу при небольших объемах памяти.

2) Исходя из гистограмм 4 и 5 видно, что AES128 проигрывает по скорости алгоритму Blowfish. Это связано с использованием памяти и множественным

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

дублированием данных в алгоритме AES128. С решением данной проблемы возможно не только ускорение алгоритма, но и оптимизация данного алгоритма для Android системы.

В результате проведенного исследования и анализа возникших проблем было установлено, что одним из способов увеличения производительности является использование технологии Intel Threading Building Blocks, которая позволяет оптимизировать алгоритм и упрощает некоторые процессы, однако требует переноса алгоритма на язык программирования C++.

Заключение. В процессе работы были рассмотрены проблемы реализации алгоритмов шифрования Blowfish и AES128, проблемы работы с Android устройствами и пути их решения, а также сделаны предположения по применению методов, которые увеличат производительность алгоритма на Android устройствах.

В результате было разработано программное приложение для персональных и мобильных устройств. Версия для персонального компьютера была реализована в среде разработки NetBeans на языке Java. Приложение способно шифровать и расшифровывать данные в текстовом варианте, используя алгоритмы шифрования Blowfish и AES128.

Приложение для мобильных устройств было разработано в среде Android studio. Мобильная версия выполняет аналогичные функции, что и версия для персональных компьютеров. Приложение совместимо со всеми системами Android 4.0 и выше.

1. Breeze A. Blowfish, ресурс для IT-специалистов. // <http://habrahabr.ru/post/140394>
2. Костюхин К. AES-128. Детали и реализация на Python, ресурс для IT-специалистов. // <http://habrahabr.ru/post/212235>
3. Fundamentals of Cryptology. // A Professional Reference and Interactive Tutorial by Henk C.A. van Tilborg Eindhoven University of Technology The Netherlands. - Boston/Dordrecht/London: KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, 2006. - 503с.
4. Фороузан Б.А. Криптография и безопасность сетей. – М.: Бином, Лаборатория знаний, 2010. - 784с.

Аңдатпа. Ақпаратты қорғау мәселесі әрқашан маңызды. Қазіргі қоғамның жоғары деңгейдегі автоматтандыруы ақпаратты қорғау, қауыпсыздық мәселесінің маңыздылығын арттыра түседі. Компьютерлік жүйені жаппай қолдану ақпараттың өңделуін ұлғайтты, бірақ ақпаратты қорғау мәселесінің өзектілігін арттыра түсуде. Бұл мәселе стационарлы компьютерлер бойынша шешіліп келе жатыр. Ал мобильді құрылғылардың қолданысқа енгені криптографиялық қорғауда жаңа шешімдерді талап етеді.

Бұл мақалада екі түрлі криптографиялық алгоритмдердің салыстырмалы талдау құрылғыларда жұмыс істеу, жүзеге асыру мәселелері талқыланды : Blowfish және AES128, параллельденген.

Түйін сөздер: Ақпараттық қорғау, Blowfish және AES128, шифрлану, параллельді алгоритмдер, талдау.

Abstract. Information security has always been relevant. Highest degree of automation, sought by modern society, puts it in dependence on the level of security in information technology. The massive use of computer systems, would allow solving the problem of automating the processing of ever-increasing volumes of information, made these processes are extremely vulnerable to aggressive and put in front of consumers of information technologies a new problem - the problem of information security. The problem of information security has long been solved for desktop computers, but with the advent of mobile applications with their own specific features created a need for new solutions in the field of encryption.

This article discusses the implementation and comparative analysis of cryptographic algorithms work on two different devices: Blowfish and AES128, which have been parallelized.

Keywords: information security, Blowfish and AES128, encryption, parallel algorithms, analysis.

Ж. Kultan, Н. Керимбаев

LMS MOODLE В МЕЖДУНАРОДНОМ ОБРАЗОВАНИИ

(г. Братислава, Экономический университет в Братиславе, Словакия,
г. Алматы, КазНПУ им. Абая, Казахстан)

***Аннотация.** Некоторые недостатки международного сотрудничества заключаются в экономических проблемах, в необходимости преодолевать большие расстояния, что связано с большими издержками времени. Эти препятствия на пути к сотрудничеству можно частично устранить, используя информационные технологии в виде вебинаров, видеоконференций и систем управления учебными материалами.*

В статье приведен пример практического использования электронных средств в процессе реального обучения с участием иностранных преподавателей. В ней описан процесс обучения с помощью системы LMS MOODLE, начиная с подготовки учебных материалов, проведения лекций, практических заданий и заканчивая сдачей экзамена.

Обучение проходило со студентами дневной формы обучения с применением (LMS) метода дистанционного обучения.

***Ключевые слова:** дистанционное международное обучение, LMS Moodle, экзамен дистанционным методом, международное сотрудничество в обучении, виртуальная среда обучения*

1. Введение. Одной из форм международного сотрудничества является международный обмен студентами, обмен преподавателями, краткосрочные стажировки преподавателей с целью обмена опытом. Данное сотрудничество может быть ограничено из-за недостаточного финансирования зарубежных поездок студентов и преподавателей [1].

Решение данной проблемы возможно путем использования информационных технологий (ИТ), позволяющих реализовать долгосрочное обучение студентов с привлечением иностранных преподавателей или участие студентов в процессе обучения в другой стране. Большим достоинством применения ИТ в процессе обучения является и возможность взаимного общения больших по численности групп студентов разных стран. Применение систем управления обучением (LMS Moodle), видеосистем и видеолекций или практических заданий с использованием ИТ для коммуникации позволяет создать виртуальную среду, близкую реальной обстановке [2,3].

Статья направлена на ознакомление читателей с процессом обучения, в котором принимают участие UIB (Университет международного бизнеса, Республика Казахстан) Экономический университет Братислава (Словацкая Республика) и Дагестанский государственный институт народного хозяйства (г. Махачкала). Организация совместного обучения этих высших учебных заведений показывает, что расстояние, разница во времени и языковые различия не являются помехой для установления взаимосотрудничества, обмена опытом с целью повышения качества учебного процесса.

2. Возможности учебных материалов в системе LMS MOODLE. При обучении курсу «Системы баз данных» был создан электронный курс (

3. Рисунок) в системе LMS MOODLE. Цель данного курса - ознакомить студентов с основными понятиями, научить их создавать базу данных, применять команды языка SQL, формировать навыки решения задач, связанных с применением данных, хранимых в базе.

Электронный курс был реализован на серверах kultan.euba.sk/modle (или

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

193.87.20.2/moodle, <http://virtualedu.kz>). Данные сервера содержат несколько курсов на казахском, словацком, русском и английском языках. Они применяются в процессе обучения партнерских университетов.



Рисунок 1. Список курсов, размещенных на сайте kultan.euba.sk/moodle

Учебные материалы созданы в процессе сотрудничества преподавателей университетов UIB Алматы (<http://uib.kz/>), ЭУ Братислава (<http://euba.sk/>) ЕНУ Астана (<http://enu.kz/>), КазНПУ им.Абая Алматы (<http://kaznpu.kz/>), ИСГЗ Казань (<http://isgz.ru/>) и ДГИНХ Махачкала (<http://dginh.ru/>).

Кроме основного учебного материала, представленного в электронной форме, был создан учебный текст данного курса на русском и на словацком языках. Применение электронной формы учебника позволяет непрерывно вносить изменения в данный учебник силами всех компетентных преподавателей. Таким образом, студенты имеют постоянно актуальную версию. Создание печатной формы учебника позволяет студентам использовать его в местах без доступа Интернет [4].

Вводная страница электронных учебных материалов содержит основную информацию о данном курсе, цели данного курса. На лекциях студенты получают задания, которые необходимо выслать не позднее заданного срока. Указание на уже решенные задания некоторыми студентами являются стимулом и примером для тех, кому это дается трудно. Естественно, решения, не содержащие новизны и сделанные лишь по образцу, не могут получить высший бал. Это должны помнить преподаватели при оценке отдельных заданий. Подготовку основных учебных материалов необходимо провести до начала учебных занятий. Также надо помнить, что данные материалы можно дополнить в любое время в течение курса. Дополнение материалов позволяет реагировать на недостатки, которые были выявлены в течение обучения при выполнении отдельных заданий.

4. График проведения занятий. График обучения был создан в соответствии с требованиями UIB и возможностями зарубежного преподавателя. Лекции в ДГИНХ с использованием системы LMS MOODLE были внесены в расписание занятий.

4.1. График проведения обучения в Алматы. При проведении обучения в г. Алматы основная часть лекций была реализована в течение месяца (время проживания зарубежного преподавателя). Для этого был создан вспомогательный график лекций и практических занятий. Для дополнительных лекций было использовано свободное время студентов с тем, что они будут иметь свободное время после отъезда преподавателя.

Возможен вариант использования рабочего времени других преподавателей, которые смогут наверстать упущенное также после отъезда преподавателя-иностранца. Однако данный вариант не считаем оптимальным, так как лекции на других курсах отстают от практических занятий.

Практические занятия были использованы для обучения в режиме удаленного доступа преподавателя. Студенты также отработали режим сдачи задания, режим проведения консультаций, режим удаленного доступа и работы с системой управления базами данных.

Дальнейшее обучение проходило методом дистанционного обучения на дневной форме обучения. Один раз в неделю, в соответствии с расписанием проходили практические занятия. Целью данных занятий было объяснение некоторых заданий, указанных в системе дистанционного обучения, проверка сделанных заданий и реализация примеров для объяснения новых заданий. На данных консультациях было возможно проверить подготовку студентов созданием коротких задач, которые решали в режиме прямого присоединения на выбранный сервер.

Самой простой формой присоединения – Skype с применением камеры (Рис.). Всех студентов можно было увидеть и услышать, запросы можно было проверить в чате, результаты запросов можно было проверить прямо на сервере системы базы данных. В случае необходимости можно было применить программу Teamviewer для просмотра содержания экрана компьютера данного студента [5,6].

Все задания студенты решали на сервере Oracle, который был установлен на сервере kultan.euba.sk:8080/apex или на сервере MySQL установленный на сайте hostinger.ru (Рис.3). Было принято совместное решение о применении на занятиях сервера MySQL. Это удобнее для студентов, так как язык коммуникации был русский. На рисунке 2 показано начало занятий. Преподаватель имел представление, о том кто присутствует на практических занятиях. На рисунке 3 показано содержание выбранного сервера и созданные результаты работы студентов. Преподаватель имеет возможность в реальном времени увидеть результаты работы каждого студента [7,8].

Таким способом занятия могут проходить в течении 50-100 мин. Не всегда необходимо быть присоединенным, так как студенты приходят на занятия более подготовленными. Как правило, уже знают, что у них не получилось, в чем заключаются проблемы. Но считаем, что присоединение камеры в течение всего рабочего времени /практическое занятие/ дает возможность студентом чувствовать, что они находятся в интерактивной форме обучения.



Рис. 2 Начало занятий



Рис.3 Рабочее поле сервера Hostinger.ru

С 2013 года появилась возможность использовать новую систему разработки (www.virtualedu.kz) профессора Керимбаева Н., позволяющая организовать виртуальное (он-лайн) обучение [9,10].

Портал «Виртуального обучения» представляет собой развитую виртуальную инфраструктуру, включающую электронную библиотеку и предоставляющую

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

возможность участия в видеоконференциях в режиме он-лайн. Специфика данного портала заключается в предоставлении образовательных ресурсов для обучающихся «на расстоянии», открывает дополнительные возможности в изучении предметов учебных программ вуза, представленных в Виртуальном центре, оригинальных авторских курсов и учебных материалов (Рис. 4).



Рис. 4 Ресурсы оригинальных авторских курсов

Портал представлен текстовым чатом, с помощью которого можно общаться с другими посетителями в ходе конференции. Участники с помощью чата обмениваются текстовыми сообщениями, имея возможность высказать своё мнение, задать вопросы.

Для контроля и самоконтроля уровня знаний обучающихся, проводится «on-line test». Выполнение on-line тестов помогает студентам не только определить уровень знаний, но и направление, в котором нужно двигаться для успешного самостоятельного усвоения дисциплины [11,12].

Как было сказано, семинарские занятия проходят в течение одного семестра. Студенты постепенно привыкают к данной методике обучения, лучше используют средства взаимной коммуникации. Результаты их работы лучше, чем при использовании классического метода обучения. Электронная проверка и регистрация работы студента не дает возможности формально присутствовать на занятиях.

4.2. График проведения обучения в ДГИНХ. Обучение в данном университете проходит прямо в соответствии с графиком обучения студентов дневной формы бакалавриата. Обучение также проходит по системе Скайп. Студенты имеют возможность видеть преподавателя и учебный материал. Преподаватель одновременно наблюдает за деятельностью в аудитории.

Заключительный экзамен.

В конце семестра проходит общая оценка работы студентов. Экзамен и выставление заключительной оценки имеет несколько слагаемых. Часть оценки – это сданные задания и полученные результаты в процентном соотношении (Рис. 5). Процентное соотношение выбрано с той целью, что в начале семестра нельзя точно определить количество заданий. На основе результата, достигнутых студентами в течение семестра, можно уменьшить или увеличить количество заданий.

Экзамен имеет как теоретическую часть, так и практическую. Преподаватель знакомит на сайте LMS (Рис.6) студентов с условиями экзамена, сроками и способом реализации. Так как студенты не находятся в одном помещении с преподавателем, то задания экзамена должны быть сформулированы таким образом, чтобы их невозможно было решать методом CtrlC, CtrlV. Студенты получают короткое содержание ответа. В первой части необходимо грамотно работать с системами поиска информации. Во второй части, направленной на анализ полученных данных, он должен продемонстрировать понимание данной проблематики. В третьей части он должен применить и показать, что

умеет работать с данным инструментом – реализовать определенную часть на своем проекте.

The screenshot shows a web-based database interface with a table of student assignments and results. The table has multiple columns, likely representing student names, assignment dates, and scores. The interface includes a sidebar with navigation options and a main data grid.

Рис. 5 Сданные задания и полученные результаты в течение семестра

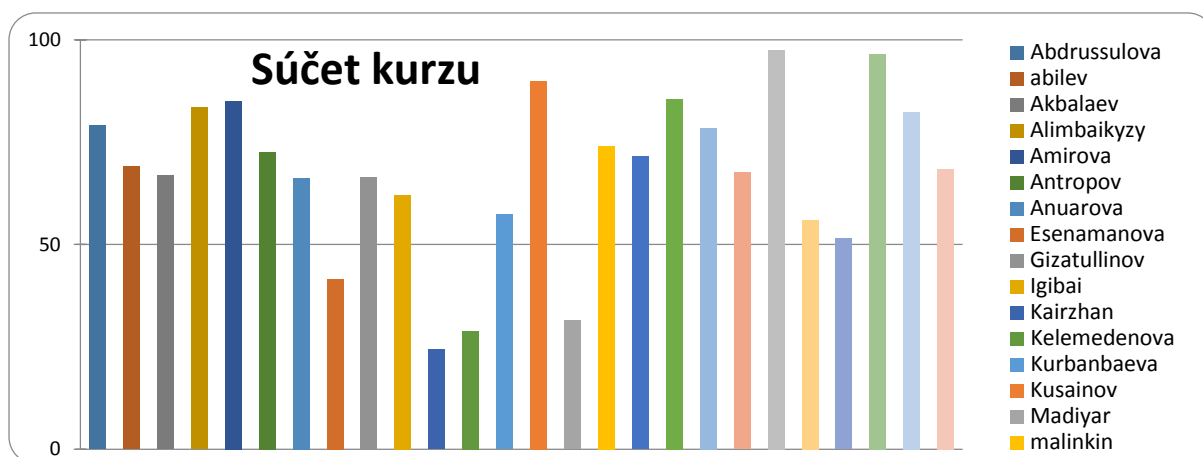


Рис.6 Общая успеваемость студентов

Тему, которую необходимо разработать, студенты получают непосредственно на экзамене. Для каждого студента приготовлена одна тема. Есть тенденция задавать одну и ту же тему двум студентом с целью сравнения результатов.

Практическая часть экзамена проходит в режиме прямого присоединения на сервер выбранной системы. Студенты могут выбирать сервер, на котором им лучше работать. Задания у студентов может быть одинаковым, но сформулировано таким образом, чтобы прямо не подсказывало команды языка SQL. Например, «Напишите команды, которые показывают доход от продажи каждой группы продуктов /услуг/». Данные команды студенты должны применить к своей базе данных. Учитывая, что у каждого свой проект, свои названия и своя система связей, то вероятность создания одинаковой команды очень низка. Тем не менее, преподаватель имеет возможность проверить работу каждого студента методами прямого доступа на рабочий стол компьютера.

Весь экзамен проходит под наблюдением камеры и студенты знают, что данный экзамен записывается. Значит, если в классическом экзамене преподаватель может отвлечься или смотреть в другую часть аудитории, то камера этого не сделает.

Экзамен проходит дистанционным методом, преподаватель может следить за деятельностью всех студентов. В некоторых случаях можно подключать компьютеры по разработке различных систем с помощью прямого контроля. Предположим, однако, что это не является необходимым. Учитель может проверить все задания на реальном

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

сервере.

5. **Заключение.** Указанный способ использования электронных систем в процессе обучения позволяет осуществить активное участие преподавателей в международной системе обучения. Таким способом, созданные электронные курсы и методика их реализации могут быть использованы в международном сотрудничестве. Можно проводить совместные курсы в университетах одной страны с целью повышения общего уровня обучения и снижения расходов.

На основе полученных результатов было принято решение о снижении присутствия зарубежного преподавателя в данном университете и снятия ограничений на расписание.

В начале учебного года достаточно присутствие преподавателя в течении двух недель. За это время он прочитает вводные лекции и проведет вводные практические задания. Также в это время будут созданы все пароли для доступа в систему LMS. Возможен вариант, что он сможет использовать время лекций и практических заданий коллеги, например, по курсу «Алгоритмы и их сложность». Курсы будут проходить в режиме дневного обучения и также на практических занятиях. Во внимание будем брать лишь временной сдвиг между странами и расписание преподавателей университета UIB на случай сбоя связи.

Опыт работы в системе LMS MOODLE дает лучшие результаты, нежели при традиционном способе обучения. При этом данный метод организует как студента, так и преподавателя.

Электронное обучение – это не только желание показать, что знаем. Это уже мировая необходимость. Все зависит от нас, когда мы станем участниками международных лекционных стажировок, которые поднимут не только уровень наших лекций, но и позволят распространить хорошее имя нашего университета.

1. Kultan J., Serik, M., Alzhanov, A., Informacionnyje tehnologii objekt sredstvo i instrument obučenija. In Information technology applications = aplikácie informačných technológií. - Bratislava: Paneurópska vysoká škola: Občianske združenie VZDELÁVANIE - VEDA - VÝSKUM, 2012. - ISSN 1338-6468. - Č. 1 (2012), s. 55-69.
2. Kultan J., Использование информационных технологий для обратной связи в образовательном процессеж Викладання психолого-педагогічних дисциплін у технічному університеті, методологія, досвід, перспективи. VI. Міжнародная науково-методична конференція, 13-14 жовтня 2009, Kyjev, Ukrajin, ISBN 978- 966-8405-93-8 /recenzovany/
3. Kultan, J. Zvýšenie kvality vzdelávania využitím spätnej väzby realizovanej pomocou LMS, Zborník príspevkov z medzinárodnej konferencie Inovačný proces v e-learningu 2009, Ekonomická univerzita v Bratislave, 24.03.2009 - 24.03. 2009,
4. Kultan, J., Goloborod'ko, A., Čurikov M., Kolosov, D., Rol' sovremennykh multimedijnykh tehnologij v meždunarodnom sotrudničestve vuzov . In Vserossijskij konkurs naučno-issledovatel'skich rabot v oblasti tehnologij elektronnoho obučenija v obrazovatel'nom processe: sbornik naučnyh rabot, 6 oktjabrja - 10 oktjabrja 2010 g. Belgorod. tom 2. - Belgorod: Belgorodskij gosudarstvennyj universitet, 2010. - S. 104-111.
5. Kultan, J., 2005 Videokonferencie - ďalšia forma dištančného vzdelávania. In Inovačný proces v e-learningu: workshop Ekonomickej univerzity : zborník abstraktov konferenčných príspevkov : Bratislava, 22. novembra 2005 / editor: Daniela Chudá. - Bratislava : [Vydavateľstvo EKONÓM], 2005. - ISBN 80-225-2104-3. - S. 36.
6. Kultan, J., Metodika využívania videokonferencií vo vzdelávaní In Inovačný proces v e-learningu: workshop Ekonomickej univerzity: Bratislava, 22. novembra 2006 : zborník abstraktov konferenčných príspevkov / editor: Hana Trochanová. - Bratislava: [Vydavateľstvo EKONÓM], 2006. - ISBN 80-225-2253-8. - S. 28.

7. Kultan, J., Ispol'zovaniye videokonferencij pri organizacii obuchenija na russkom jazyke v Ekonomičeskom universitete v Bratislave. In Modernizacija kazachstanskoj ekonomiki: aktual'nyje problemy postkrizisnogo razvitija : sbornik materialov, XIV meždunarodnaja naučno-praktičeskaja konferencija, Almaty, 2-3 dekabrja, 2010. čast' I. - Almaty : Universitet Meždunarodnogo Biznesa, Izdatel'stvo Ekonomika, 2010. - ISBN 978-601-225-237-8. - S. 16-21.
8. Genči Ján: Some consideration about knowledge assessment, 8th Intenational Conference Virtual University VU'07, Bratislava, 13.-14. 12.2007, Bratislava, E-ACADEMIA SLOVACA, 2007, pp. 237-240, ISBN 978-80-89316-09-0
9. Kerimbayev N., Akramova A., Suleimenova J. E-learning for ungraded schools of Kazakhstan: Experience, implementation, and innovation //Education and Information Technologies. – 2014. pp. 1-9. Springer.
10. Kerimbayev N. "Virtual learning: Possibilities and realization." Education and Information Technologies (2015): 1-13. Springer.
11. Н.Керимбаев Виртуальное обучение как компонент электронной образовательной среды ВУЗа. Материалы международной конференции "Дистанционное обучение: Взгляд из настоящего в будущее", 01 по 04 июля 2013. -С.56-60, г. Санкт-Петербург.
12. Kultan, J. Анализ использования тестирующих систем, V Міжнародна науково-методична конференція “Викладання психолого-педагогічних дисциплін у технічному університеті: методологія, досвід, перспективи” 24–27 жовтня 2007 НГУУ «КПІ», Кувейт.

Аңдатпа. Халықаралық ынтымақтастықты дамытудың басты міндеттерінің бірі білім беру саласында байланыстарды жүзеге асыру болып табылады. Бұл халықаралық тәжірибеге негізделген өзара білім алмасу жолы болып табылады. Практикалық оқыту қызметінде оқу-әдістемелік іс-шаралар бойынша кең ауқымды тәжірибе алмасу халықтар арасындағы түсіністікке, ғылыми ынтымақтастықты арттыруға, оқыту үдерісінің сапасын жақсартуға жетелуі мүмкін. Кейбір кең ауқымды ынтымақтастық мәселелері – экономикалық жағынан алып қарағанда қашықтық пен уақыт шығындарын еңсеруді қажет етеді. Бұндай кемшіліктерді ішінара ақпараттық технологияларды қолданп оқу материалдарын басқару жүйелері түрінде, вебинарлар, және бейнеконференция өткізу арқылы азайтуға болады.

Мақалада электрондық құралдарды пайдаланып оқу үдерісіне шетелдік оқытушыларды қатынастыра отырып нақты білім беру мысалдары келтірілген. Сондай-ақ, оқу материалдарынан бастап, дәрістер, практикалық, емтихан тапсырмаларын даярлау әдістері ұсынылады. Оқыту күндізгі бөлім студенттерімен қашықтықтан оқыту (LMS) арқылы жүзеге асырылды.

Түйін сөздер: халықаралық қашықтықтан оқыту, LMS Moodle, қашықтықтан емтихан қабылдау әдісі, оқытудағы халықаралық ынтымақтастық, виртуалды оқыту ортасы

Abstract. Development of international cooperation is not possible without the cooperation in the field of education. This is the path of mutual exchange of knowledge based on international experience. A broad exchange of experience in the field of practical teaching activities may lead to improving the quality of the learning process, increase scientific cooperation and understanding between nations. Some of the problems of wide cooperation - economic side, the need to overcome the long distances and high costs of time. These disadvantages can be partially eliminated the use of information technology in the form of webinars, video conferencing, and control systems training materials.

The article presents an example of practical use of electronic means in the process of real learning with foreign teachers. It shows the process of learning, starting with the preparation of training materials, lectures, case studies exam.

Significant contribution of this work is that the examination was conducted and the correct assignment of written work of students. All of this training has been implemented with the use of LMS Moodle. Education held full-time education by the method of distance learning.

Keywords: international distance learning, LMS Moodle, exam remote method, international cooperation in training, virtual learning environment

Р.Н. Курманалиева

УПРАВЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ ПО ПЕРЕДАТОЧНЫМ ФУНКЦИЯМ

(г.Бишкек., Кыргызский государственный университет строительства,
транспорта и архитектуры им. Н.Исанова)

Аннотация. Рассматривается проблема синтеза регулятора для многомерного объекта, математическая модель которого задана матричной передаточной функцией. Предлагается метод синтеза закона управления для рассматриваемого объекта управления, обеспечивающего заданные динамические свойства проектируемой системы управления.

Ключевые слова: модель матричной передаточной функции, синтез регулятора для многомерного объекта, математическая модель, система автоматического управления (САУ), проектируемая система управления, принцип гарантируемой динамики, метод синтеза закона управления.

Эффективность системы автоматического управления (САУ) во многом определяются инженерными решениями, принимаемыми на этапе динамического проектирования управляющей подсистемы (регулятора). Для этой цели в настоящее время наряду с методами пространства состояний [1-3] широко применяются и частотные методы [4,5], основанные на передаточных функциях. При этом, как известно, установление связей между передаточными функциями и соответствующими переходными процессами сложных систем, представляет определенные трудности. В связи с этим, использование частотных методов для синтеза САУ, особенно многомерных систем, приводит многократному повторению процедур синтеза с целью достижения заданных динамических свойств проектируемых систем управления. В работе вырабатывается метод синтеза регулятора для многомерного объекта управления, описываемого матрицей передаточных функций, на основе принципа гарантируемой динамики [6,7]. При этом оценка качества процессов давления осуществляется непосредственно по параметрам переходных процессов синтезируемой САУ.

Постановка задачи. Рассмотрим линейный многомерный объект управления (рис.1), который описывается матрицей передаточных функций:

$$W(s) = \begin{bmatrix} w_{11}(s) & w_{12}(s) & \dots & w_{1m}(s) \\ w_{21}(s) & w_{22}(s) & \dots & w_{2m}(s) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{n1}(s) & w_{n2}(s) & \dots & w_{nm}(s) \end{bmatrix}. \quad (1)$$

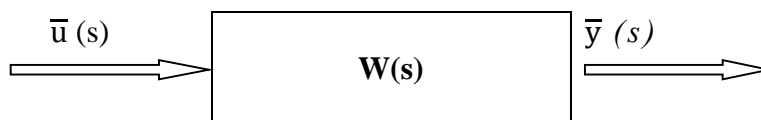


Рис. 1. Модель многомерного объекта управления.

Функциональная связь между изображениями выхода объекта $\bar{y}(s)$ и его ходом $\bar{u}(s)$ определяется соотношением

$$\bar{y}(s) = W(s) \bar{u}(s), \quad (2)$$

где $\bar{y}(s) = L[y(t)]$; $\bar{u}(s) = L[u(t)]$; $y(t) = [y_1(t), y_2(t), \dots, y_N(t)]^T$;
 $u(t) = [u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)]^T$; L – оператор Лапласа;
 $t \in [t_0, t_k]$; t_0, t_k – начальный и конечный моменты управления.

Задача синтеза состоит в определении вектора управления $u(t)$ для объекта (1), обеспечивающего гарантированное выполнение критериального (целевого) соотношения

$$|y_i(t)| \leq \bar{b}_i(t), \quad t \in [t_0, t_k], \quad i = \overline{1, N} \quad (3)$$

где $\bar{b}_i(t)$ – положительные функции, задающие границы допустимых областей $Y_i(t)$ для управляемых переменных $y_i(t)$ (рис. 2):

$$Y_i(t) = \{ y_i \in R^1 : |y_i(t)| \leq \bar{b}_i(t) \}, \quad i = \overline{1, N}.$$

Допустимое множество для вектора выхода объекта

$$Y(t) = \{ y \in R^n : y_i(t) \in Y_i(t) \}, \quad i = \overline{1, N}.$$

Функции $\bar{b}_i(t)$ определяются так, чтобы обеспечивались требования к динамической точности, быстродействию и устойчивости проектируемой замкнутой САУ.

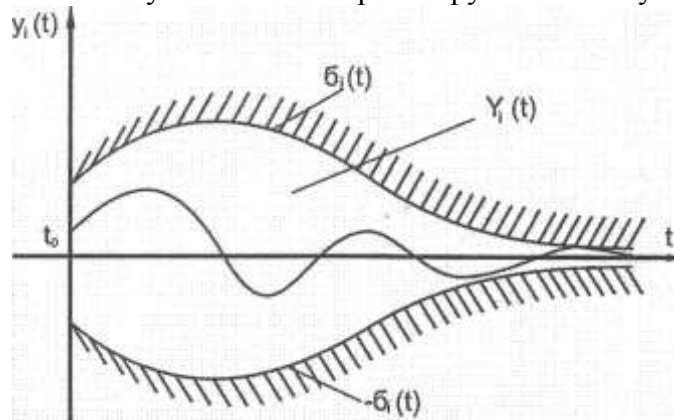


Рис. 2. Допустимая область для $y_i(t)$.

Синтез регулятора. Для решения поставленной задачи синтеза будем использовать принцип гарантируемой динамики [6,7]. Основу этого принципа составляет следующая теорема.

Теорема. Пусть $y(t_0) \in Y(t_0)$. Тогда $y(t) \in Y(t)$ для всех $t \in [t_0, t_k]$, если выполняются соотношения

$$\int_{t_0}^t y_i(\tau) \dot{y}_i(\tau) d\tau \leq \int_{t_0}^t \bar{b}_i(\tau) \dot{\bar{b}}_i(\tau) d\tau, \quad i = \overline{1, N}. \quad (4)$$

Отсюда видно, что соотношения (4) содержат производные $\dot{y}_i(t)$ управляемых переменных. Поэтому вначале рассмотрим вопрос об определении $\dot{y}_i(t)$, $i = \overline{1, N}$.

Далее предположим, что передаточные функции $W_{ij}(s)$, входящие в матрицу $W(s)$, являются дробно-рациональными функциями

$$W_{ij}(s) = \frac{b_{ij}(s)}{a_{ij}(s)}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (5)$$

где степени n_{ij} полиномов $a_{ij}(s)$ больше чем степени m_{ij} полиномов $b_{ij}(s)$, т.е. $n_{ij} > m_{ij}$.

Допустим, что корни λ_{ij}^k , $k = \overline{1, n_{ij}}$, полиномов $a_{ij}(s)$ являются простыми и разными. Здесь для удобства символ k используется в качестве индекса, а не для степени. Тогда передаточные функции $W_{ij}(s)$ можно представить в виде

$$W_{ij}(s) = \sum_{k=1}^{n_{ij}} \frac{c_{ij}^k}{(s - \lambda_{ij}^k)}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (6)$$

Теперь запишем выражения для изображений управляемых переменных:

$$\bar{y}_1(s) = W_{11}(s) \bar{u}_1(s) + W_{12}(s) \bar{u}_2(s) + \dots + W_{1m}(s) \bar{u}_m(s),$$

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

$$\begin{aligned}\bar{y}_2(s) &= W_{21}(s) \bar{u}_1(s) + W_{22}(s) \bar{u}_2(s) + \dots + W_{2m}(s) \bar{u}_m(s), \\ \bar{y}_N(s) &= W_{N1}(s) \bar{u}_1(s) + W_{N2}(s) \bar{u}_2(s) + \dots + W_{Nm}(s) \bar{u}_m(s).\end{aligned}\quad (7)$$

С учетом (6) соотношения имеют вид

$$\begin{aligned}\bar{y}_1(s) &= \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{1j}} \frac{c_{1j}^k}{s-\lambda_{1j}^k} \bar{u}_j(s), \\ \bar{y}_2(s) &= \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{2j}} \frac{c_{2j}^k}{s-\lambda_{2j}^k} \bar{u}_j(s), \\ \bar{y}_N(s) &= \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{Nj}} \frac{c_{Nj}^k}{s-\lambda_{Nj}^k} \bar{u}_j(s).\end{aligned}\quad (8)$$

Введем переменные

$$\bar{z}_{ij}^k(s) = \frac{c_{ij}^k}{(s-\lambda_{ij}^k)} u_j(s), \quad (9)$$

$$i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, n_{ij}}.$$

Теперь с учетом (9) соотношения (8) можно записать в виде

$$\bar{y}_i(s) = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_i} \bar{z}_{ij}^k(s), \quad i = \overline{1, N}. \quad (10)$$

Переходя в область оригиналов на основе (10) имеем, что

$$y_i(t) = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_i} z_{ij}^k(t) \quad i = \overline{1, N}, \quad (11)$$

где $z_{ij}^k(t) = L^{-1} [\bar{z}_{ij}^k(s)]$; L^{-1} – обратный оператор Лапласа.

Соотношения (9) во временной области эквивалентны следующим дифференциальным уравнениям:

$$\begin{aligned}\dot{z}_{ij}^k(t) &= \lambda_{ij}^k z_{ij}^k(t) + c_{ij}^k u_j(t), \\ i &= \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, n_{ij}}.\end{aligned}\quad (12)$$

Путем дифференцирования левых и правых частей соотношений (11) имеем, что

$$\dot{y}_i(t) = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{ij}} \dot{z}_{ij}^k(t), \quad i = \overline{1, N}, \quad (13)$$

С учетом (12) производные $\dot{y}_i(t)$ запишутся в виде

$$\dot{y}_i(t) = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{ij}} [\lambda_{ij}^k z_{ij}^k(t) + c_{ij}^k u_j(t)], \quad i = \overline{1, N}. \quad (14)$$

Теперь для определения компонентов вектора управления $u(t) = [u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)]^T$ будем использовать критериальные соотношения (4), которые с учетом (14) имеют вид

$$\int_{t_0}^t y_i(\tau) [\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{ij}} \lambda_{ij}^k(\tau) z_{ij}^k(\tau) + c_{ij}^k u_j(\tau)] d\tau \leq \int_{t_0}^t \delta_i(\tau) \check{\delta}_i(\tau) d\tau, \quad i = \overline{1, N}. \quad (15)$$

Пусть

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{ij}} [\lambda_{ij}^k z_{ij}^k(t) + c_{ij}^k u_j(t)] = \gamma_i y_i(t), \quad i = \overline{1, N}. \quad (16)$$

где γ_i – вещественные параметры, которые должны определяться из условия обеспечения соотношений (4).

Соотношения (16) представим в виде

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{ij}} c_{ij}^k u_j(t) = \gamma_i y_i(t) - \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{ij}} \lambda_{ij}^k z_{ij}^k(t) \quad (17)$$

Из коэффициентов c_{ij}^k и правых частей (17) составим матрицу $D = \{d_{ij}\}_{N \times m}$ и вектор $b = [b_1, b_2, \dots, b_N]^T$, элементы которых определяются выражениями

$$\begin{aligned}d_{ij} &= \sum_{k=1}^{n_{ij}} c_{ij}^k; \\ b_i &= \gamma_i y_i(t) - \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n_{ij}} \lambda_{ij}^k z_{ij}^k(t), \quad i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, m}\end{aligned}\quad (18)$$

В результате для определения искомого закона управления $u(t)$ получаем векторно-матричное уравнение

$$Du(t) = b. \quad (19)$$

В случае, когда $n = m$ и существует обратная матрица D^{-1} вектор управления можно определить в явной форме:

$$u(t) = D^{-1}b. \quad (20)$$

Когда $n \neq m$, но существует обобщенное обращение D^+ матрицы D квазирешение уравнения (19) имеет вид [8]

$$u(t) = D^+b, \quad (21)$$

где $D^+ = [D^T D]^{-1} D^T$.

Теперь вернемся к вопросу об определении параметров γ_i , $i = \overline{1, N}$.

С учетом соотношений (16) условия (15) запишутся в виде

$$\gamma_i \int_{t_0}^t y_i^2(\tau) d\tau \leq \int_{t_0}^t b_i(\tau) \dot{b}_i(\tau) d\tau, \quad i = \overline{1, N}. \quad (22)$$

Очевидно, что условия (22) выполняются, если соблюдаются функциональные неравенства

$$\gamma_i y_i^2(t) \leq b_i(t) \dot{b}_i(t), \quad i = \overline{1, N}. \quad (23)$$

Рассмотрим случаи, когда в некоторый момент времени t управляемая переменная $y_i(t)$ попадает на верхнюю и нижнюю границы допустимой области $Y_i(t)$, т.е. когда $y_i(t) = b_i(t)$ и $y_i(t) = -b_i(t)$. При этом условия (23) запишутся в виде

$$\gamma_i b_i^2(t) \leq b_i(t) \dot{b}_i(t), \quad i = \overline{1, N}. \quad (24)$$

Поскольку $b_i(t) > 0$ последние соотношения имеют вид

$$\gamma_i b_i(t) \leq \dot{b}_i(t), \quad i = \overline{1, N}. \quad (25)$$

В целях упрощения выбора параметров γ_i задание граничных функций $b_i(t)$ далее будем осуществлять в классе экспоненциальных функций, описание которых дается следующим дифференциальным уравнением:

$$\dot{b}_i(t) = \alpha_i b_i(t), \quad i = \overline{1, N}. \quad (26)$$

При этом с помощью параметров $\alpha_i < 0$ обеспечиваются устойчивость проектируемой замкнутой САУ и необходимое быстродействие системы при отработке начальных рассогласований $y_i(t_0)$ удовлетворяющих условиям

$$|y_i(t)| \leq b_i(t_0), \quad i = \overline{1, N}. \quad (27)$$

При заданных времен регулирования T_i выбор параметров α_i можно осуществить на основе соотношения

$$\alpha_i \leq \frac{1}{T_i} \ln \left[\frac{\Delta_i}{b_i(t_0)} \right], \quad i = \overline{1, N}. \quad (28)$$

где Δ_i – малые положительные числа, определяющие время окончания T_i переходных процессов для управляемых переменных $y_i(t)$:

$$\Delta_i \leq 0,05 |y_i(t_0)|, \quad i = \overline{1, N}. \quad (29)$$

Далее с учетом (26) условия (25) принимают вид

$$\gamma_i b_i(t) \leq \alpha_i b_i(t), \quad i = \overline{1, N}, \quad (30)$$

Это эквивалентно следующим параметрическим неравенствам

$$\gamma_i \leq \alpha_i, \quad i = \overline{1, N}, \quad (31)$$

В результате выбор параметров γ_i должен удовлетворять условиям (31).

Таким образом, на основе критериальных соотношений (4), определяющих условия достижения заданных инженерных требований к проектируемой САУ, синтезирован закон управления $u(t)$ многомерным линейным объектом, математическая модель которого представлена матричной передаточной функцией (1). Процедура синтеза направлена на гарантированное обеспечение желаемых характеристик переходных процессов системы управления.

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

1. Летов А.М. Математическая теория процессов управления. – М.: Наука, 1981. – 255 с.
2. Пупков К.А. Методы классической и современной теории автоматического управления. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. Т.1. – 656 с.
3. Porter, V. ModalControl. – London: Taylor&Francis, 1972. – 270 p.
4. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования /Под ред. В.В.Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1967 – 1969. Кн.1. 1967. – 768 с; Кн.2. 1967. – 679 с.
5. Doyle, J.C. State – space solution to standard H_2 and H_∞ control problems/ IEEE Trans. Automat. Control. 1989. – Vol.34, № 8. P. 831-847.
6. Оморов Т.Т. Принцип гарантируемой динамики в теории систем управления. – Бишкек: Илим, 2001. Кн.1: Синтез линейных автоматических систем. – 150 с.
7. Оморов Т.Т., Курманалиева Р.Н. Многокритериальный синтез систем управления по показателям качества и сложности. Б.: Илим, 2007. – 136 с.
8. Анджело Т.Д. Линейные системы с переменными параметрами. – М.: Машиностроение. 1974 г. – 288 с.

***Аңдатпа.** Матрицалық табыстама қызметімен тапсырылған математикалық моделі, көп өлшемді нысан үшін реттегішті синтездеу мәселесі қарастырылған. Басқарудың жобалық жүйесінің динамикалық қасиеттерін қамсыздандыратын басқарудың қарастырылатын нысаны үшін басқару заңын синтездеу әдісі ұсынылған.*

***Түйін сөздер:** басқару заңының синтездеу әдісі, басқарудың жобалық жүйесі, автоматтық басқару жүйесі (АБЖ), математикалық модель, көп өлшемді нысан үшін реттегішті синтездеу, матрицалық табыстама қызметінің моделі.*

***Abstract.** The problem of synthesis of control for multi-dimensional object, a mathematical model that sets the matrix transfer function. A method for the synthesis of the control law for the management of the object to provide the desired dynamic properties of the designed control system.*

***Keywords:** model of the transfer function matrix synthesis controller for a multi-dimensional object, a mathematical model, the automatic control system (ACS), the designed control system, the principle of guaranteed dynamics method for the synthesis of the control law.*

УДК 612.087.1:004.056.523

Т.Ж. Мазаков¹, С.А. Нугманова², Г.С.Байрбекова*

**О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ
ИНФОРМАЦИИ РАИС «ДЕМОГРАФИЯ»**

(г. Алматы, ¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая,

*- докторант РНД)

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы организации защиты информации РАИС (распределенная автоматизированная информационная система) в виде подсистемы аутентификации и разграничения доступа. Изучены основные алгоритмы шифрования. Выявлены особенности и недостатки каждого из них и был предложен самый безопасный и устойчивый алгоритм. Для испытания подсистемы аутентификации и разграничения доступа были разработаны требования как к администратору и пользователям системы, так и к самому механизму аутентификации, основанной на паролях. На базе полученных*

теоретических исследований разработана подсистема аутентификации и разграничения доступа РАИС «Демография». Созданная подсистема представляет собой веб сервер с необходимым набором функций для безопасной авторизации и передачи данных по незащищённым каналам. Программа является достаточно безопасной, так как использует современные алгоритмы шифрования.

Ключевые слова: защита информации, аутентификация, разграничения доступа, алгоритмы шифрования, система, администратор, пользователь, подсистема.

Проблема защиты информации и информационной безопасности является одним из важнейших аспектов развития современного общества. В настоящее время решение этой проблемы в области разработки и эксплуатации информационных систем различного назначения (военных, технических, экономических, медицинских, социальных и др.) связано с разработкой всевозможных требований к обеспечению их безопасности и созданием программно-аппаратных средств от несанкционированного доступа.

В Послании Президента страны народу Казахстана "Казахстан - 2030. Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев" в качестве долгосрочного приоритета определена национальная безопасность, одной из составляющих которой является информационная безопасность.

Разработками методов и средств защиты информации занимаются многие российские и зарубежные организации. Теоретическому исследованию рассматриваемых проблем посвящены работы [1-6]. Известны многие практические разработки. В частности, комплекс DeviceLock осуществляет контроль и протоколирование доступа пользователей к периферийным устройствам, портам ввода-вывода и сетевым протоколам [7]. Российский комплекс «Секрет» исключает возможность работы с USB-флешкой на нежелательных компьютерах [8].

Для разработки реальной системы автоматизированного прогнозирования демографической ситуации определен перечень социально-экономических параметров (показателей) $x = (x_1, \dots, x_n)$ (по каждому региону Республики Казахстан – 14 областям и двум городам: Алматы и Астана).

В данный перечень включены 40 демографических показателей, 174 социально-экономических показателей. Демографические показатели характеризуют численность городского и сельского населения региона, количество эмигрировавших и иммигрировавших, смертность, ожидаемую продолжительность жизни.

Для обеспечения автоматизированного мониторинга демографической ситуации и классификации регионов указанные показатели агрегируются в ряд индексов $y = (y_1, \dots, y_m)$:

- природно-экологический потенциал,
- промышленный потенциал,
- сельскохозяйственный потенциал,
- трудовой потенциал,
- уровень и условия жизни,
- индекс стоимости жизни,
- индекс развития человеческого потенциала,
- уровень образования,
- уровень криминогенности,
- уровень медицинского обеспечения,
- индекс скрытой социальной напряженности,

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

- индекс открытой социальной напряженности.

Численные данные параметров за предыдущие годы взяты из статистических сборников и ежегодников Агентства Республики Казахстан по статистике.

Рассмотрена задача классификация – отнесение объекта к группе. Методы классификации могут быть разбиты на две группы: классификация с обучением и классификация без обучения. Классификация с обучением означает, что категории установлены до отнесения объектов к классам.

Для прогнозирования ожидаемого значения параметра предложено использовать три подхода: а) основанный на авторегрессионных моделях, учитывающих возможный сезонный характер временных рядов; б) основанный на линейных регрессионных моделях, учитывающих взаимосвязи между различными товарами (корреляцию); в) основанный на самоорганизующихся нелинейных моделях, учитывающих возможный нелинейный характер обрабатываемых временных рядов.

Для выбора и оценки наилучшей альтернативы использован метод анализа иерархий, разработанный американским математиком Т. Саати, основанный на обработке экспертной информации, получаемый из попарного сравнения элементов рассматриваемой проблемы и последующего иерархического синтеза результатов.

Рассмотрена модель в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{dx}{dt} = f(x, u, p, t) \quad (1)$$

где u – внешние факторы, p – параметры привязки (настройки) математической модели к реальным данным.

Для системы (1) рассмотрены следующие задачи:

1. (Задача идентификации) С помощью методов математической теории идентификации на основе ретроспективных знаний значений параметров вычислить значения параметров p . Только после решения этого этапа можно говорить, что модель настроена на конкретный регион. Оценить адекватность модели, для этого на проверочной выборке оценивается разница между модельными и реальными данными. Если степень различия удовлетворительная, то считается, что модель адекватно описывает моделируемый процесс.

2. (Задача прогнозирования) Зная значения параметров x в настоящий момент времени, который обозначим через t_0 :

$$x(t_0) = x_0; \quad (2)$$

и решая полученную задачу Коши (1)-(2) численными методами (в частности методом Рунге-Кутты) при заданных внешних воздействиях u , найти значение параметров x в момент времени t_1 , т.е. решить задачу прогнозирования на период $[t_0, t_1]$.

Решая последовательность задач Коши (1)-(2) при различных (специальным образом заданных) заданных внешних воздействиях u_1, \dots, u_k спрогнозировать соответствующее поведение параметров x к моменту времени t_1 , т.е. дать возможность получить ответ на вопрос (проиграть ситуацию), что может произойти, если будет выбрана стратегия u_1 в отличие от стратегии u_2 и т.п.

3. (Задача управляемости) При необходимости перевода параметров x, u в момент времени t_1 к требуемым значениям

$$x(t_1) = x_1; \quad (3)$$

то с помощью модели (1) ответить на вопрос: возможно ли это, при ограниченных

внешних воздействиях

$$u \in U \quad (4)$$

4. (Задача оптимального управления) Если же задача управляемости имеет положительное решение (т.е. существует хотя бы одно управление $u \in U$, обеспечивающее перевод системы (1) из состояния (2) в состояние (3)), то целесообразно выбрать такое управление, которое кроме решения поставленной задачи доставляло бы минимум некоторому критерию (это могут быть затраты энергии, быстродействие или др.)

$$J(u) \rightarrow \min_{u \in U} \quad (5)$$

Доказано существование и единственность решения задачи Коши (1)-(2).

Для решения задачи идентификации предложено несколько подходов:

- 1) подход, основанный на методе квазилинеаризации Беллмана,
- 2) подход, основанный на методе функции Лагранжа,
- 3) подход, основанный на методе проекции градиента.

Для всех трех подходов проведены исследования, на основе которых сформулированы условия сходимости (в виде теорем).

Для решения задачи прогнозирования применены численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений Рунге-Кутты. Для решения задачи управляемости на основе интервального анализа получен эффективно проверяемый критерий.

На основе метода штрафных функций предложен численный алгоритм решения задачи оптимального управления с закрепленными концами, фазовыми ограничениями и ограничениями на управление.

Для разработки подсистемы аутентификации и разграничения доступа для распределенной автоматизированной информационной системы (РАИС) мониторинга демографической ситуации в регионах Казахстана рассмотрены различные *протокола проверки подлинности* (Наиболее популярные MS-CHAP v2, NTLMv2, Kerberos 5). Изучены основные алгоритмы шифрования. Выявлены особенности и недостатки каждого из них и был предложен самый безопасный и устойчивый алгоритм.

Для испытания подсистемы аутентификации и разграничения доступа были разработаны требования как к администратору и пользователям системы, так и к самому механизму аутентификации, основанной на паролях [9].

1. Требования к администратору системы: Инициализация парольной системы, многие системы поставляются с несколькими встроенными учетными записями (system, test), администратор должен заменить пароли для всех встроенных в систему учетных записей.

Администратор должен сгенерировать пароли для всех новых учетных записей и проинформировать об этом пользователей. Пользователь может забывать пароль или администратор может обнаружить, что пароль скомпрометирован. Для решения подобных проблем администратор должен иметь возможность изменять пароли пользователей. Ни в один момент функционирования системы два пользователя не могут иметь одинаковые идентификаторы.

Администратор отвечает за своевременное удаление учетных записей из системы.

2. Требования к пользователям системы: Пользователи должны понимать ответственность за тайну пароля, а также докладывать обо всех изменениях статуса нарушения безопасности.

Пароли должны меняться периодически для уменьшения вероятности использования скомпрометированного пароля. Пользователи должны запоминать

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

пароли.

3. Требования к механизму аутентификации: Внутреннее хранение паролей: база данных паролей должна быть защищена с помощью механизма и записи за исключением проверенных процессов (для процедуры входа в систему – разрешение чтения паролей, для процедуры смены пароля – процедуры чтения и записи в файл пароля) при этом вне зависимости от применения механизма контроля доступа пароли должны быть зашифрованы.

При проверке целесообразности нужно расшифровывать пароли, а сравнивать значения зашифрованных как значения хэш-функций. Система не должна отображать пароли вводимые пользователем. Количество попыток неуспешного входа в систему должно быть ограничено. Система должна регистрировать использование и смену пароля, при этом сами пароли или неверно введенные значения регистрироваться не должны, должен регистрироваться только результат процедуры. При входе в систему с некоторой учетной записью пользователю должно быть оповещено:

- время последнего входа в систему с этой учетной записью,
- место последнего входа с этой учетной записью,
- результат последнего входа в систему с этой учетной записью.

Одно из требований к подсистеме аутентификации и разграничения доступа было сформулировано как соответствие следующим документам:

- Указ Президента Республики Казахстан от 10 октября 2006 года N 199 «О Концепции информационной безопасности Республики Казахстан» ;
- Закон Республики Казахстан от 11.01.2007 No217 –III «Об информатизации»;
- Закон Республики Казахстан от 7 января 2003 года No 370- II « Об электронном документе и электронной цифровой подписи»;
- Закон Республики Казахстан от 21 мая 2013 года 94 V «Закон о персональных данных и защите информации»;
- Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 июля 1998 года № 715 «О Концепции единого информационного пространства Республики Казахстан и мерах по ее реализации»;
- Постановление Правительства Республики Казахстан от 17 апреля 2004 года N 430 «Об Утверждении Правил электронного документооборота государственных органов Республики Казахстан»;
- Постановление Правительства Республики Казахстан от 14 сентября 2004 года N 965 «О некоторых мерах по обеспечению информационной безопасности в Республике Казахстан»;
- Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 сентября 2010 года № 983 «Об утверждении Программы по развитию информационных и коммуникационных технологий в Республике Казахстан на 2010-2014 годы»;
- СТ РК ИСО/МЭК 27002-2009 – Информационные технологии. Средства обеспечения. Свод правил по управлению защитой информации;
- СТ РК ИСО/МЭК 27001-2008 – Информационная технология. Методы и средства обеспечения. Системы управления информационной безопасностью. Требования;
- СТ РК 34.005–2002 –Информационная технология. Основные термины и определения;
- СТ РК 34.006–2002 –Информационная технология. Базы данных. Основные термины и определения;
- СТ РК 34.007–2002 –Информационная технология. Телекоммуникационные сети. Основные термины и определения.

- Руководящий документ «Концепция защиты средств вычислительной техники и автоматизированных систем от несанкционированного доступа к информации», утвержденный решением Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации от 30 марта 1992 г.

- Руководящий документ «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации», утвержденный решением председателя Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации от 30 марта 1992 г.

Созданная подсистема аутентификации и разграничения доступа представляет собой веб сервер с необходимым набором функций для безопасной авторизации и передачи данных по незащищенным каналам. Авторизация пользователей проходит, используя предложенный алгоритм. Программа является достаточно безопасной, так как использует современные алгоритмы шифрования [10].

На базе полученных теоретических исследований разработана подсистема аутентификации и разграничения доступа РАИС «Демография».

Особенностью РАИС «Демография» является его разработка на базе Web-сервера Apache, СУБД MySQL и на языке программирования PHP.

Безопасность в РАИС «Демография» обеспечивается следующим образом:

1) определены четыре уровня пользователей – системный оператор, региональный оператор, региональное руководство, высшее руководство;

2) реализована парольная аутентификация пользователей. Только системный оператор имеет право просматривать список пользователей, вводить новых пользователей, определять их полномочия, вносить изменения в данные пользователей. При вводе или корректировке данных справочников запоминается код системного оператора и дата внесения изменений.

3) остальные справочники доступны всем пользователям только в режиме просмотра. Правами вносить новые данные, изменять их в справочниках наделен только системный администратор.

4) региональному оператору доступны только данные относящиеся к его региону, которые он может корректировать. При вводе или корректировке данных запоминается код оператора и дата внесения изменений.

5) выходные данные (отчеты) доступны региональному и высшему руководству.

6) в целях недопущения распространения программного комплекса системным оператором осуществляется дополнительно привязка пользователя к конкретному персональному компьютеру.

Защита от несанкционированного доступа обеспечивается парольной защитой. После ввода логина и пароля появляется окно, информирующее о возможности дальнейшей работы с РАИС «Демография». В случае неправильного ввода логина и пароля дается возможность повтора. После трехкратного неправильного набора завершается работа программы с выдачей соответствующего сообщения.

Для хранения информации о пользователях системы создана таблица Users. С таблицей Users имеют право работать (просматривать, вносить изменения) только системные операторы. О каждом пользователе заносится следующая информация: уровень доступа, код региона (для региональных операторов и руководства), логин, пароль, Фамилия Имя Отчество. Для привязки пользователя к конкретному персональному компьютеру системный оператор запускает специально разработанный модуль, который запоминает следующие характеристики – тип процессора, дату, записанную в BIOS. Вся информация, относящаяся к пользователю РАИС «Демография», хранится в таблице в зашифрованном виде. Т.к. хранение

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

паролей в виде простого текста сопряжено с неоправданным риском, то предусмотрена ее криптографическая защита. При шифровании реализован гибридный метод, учитывающий возможности RSA-алгоритма. Для повышения ответственности системного оператора в случае изменения информации о пользователе в соответствующей записи таблицы Users запоминается логин системного оператора и дата корректировки.

После подтверждения правильности аутентификации пользователя РАИС «Демография» переходит в режимы: «справочники», «входные БД» и «отчеты».

При выборе режима «справочники» обеспечивается доступ к следующим справочникам: «регионы», «население», «экономика», «инвестиции». Для организации синхронной работы РАИС «Демография» независимо от регионов возможность ввода и внесения изменений закреплена только за системными операторами. Остальным пользователям все справочники доступны только в режиме просмотра. Для повышения ответственности системного оператора в случае изменения информации в справочниках запоминается логин системного оператора и дата корректировки.

При выборе режима «входные БД» обеспечивается доступ к следующим входным таблицам: «население», «экономика», «инвестиции». Возможность ввода и внесения изменений во входные таблицы закреплена за региональными операторами соответствующих регионов. Для повышения ответственности регионального оператора в случае изменения информации во входных таблицах запоминается логин регионального оператора и дата корректировки.

Основные результаты в распределенной автоматизированной информационной системе (РАИС) «Демография» представлены в виде отчетов.

При выборе режима «отчеты» появляется окно, позволяющее выбрать вид следующих расчетных данных: «классификация», «временной ряд (прогноз)», «МГУА (прогноз)», «идентификация», «управляемость», «прогноз-модель», «оптимальное управление», «МАИ-метод анализа иерархии». Работа РАИС «Демография» в режиме «отчеты» доступна региональному и высшему руководству.

Первый пункт – это классификация по одному или нескольким параметрам. В программе введены 220 различных параметра. В данном случае задача классификации состоит в упрощении матрицы данных, слишком обширной для непосредственного анализа человеком. Не существует единственно «правильной» классификации какого-либо набора данных. Различные численные стратегии обычно приводят к совершенно разным результатам. Следовательно, необходима помощь консультанта по численным методам для характеристики имеющихся типов классификации, и дело специалиста – выбрать тип, который ему подходит.

В режиме «классификация» пользователь может провести группировку регионов по одному или нескольким параметрам. В РАИС реализована агломеративная классификация. В качестве конкретных стратегий объединения могут быть выбраны: 1) гибкая стратегия, 2) стратегия ближайшего соседа, 3) стратегия дальнего соседа, 4) стратегия группового среднего; 5) центроидная стратегия; 6) стратегия, основанная на приращении суммы квадратов. Пользователь РАИС в интерактивном режиме выбирает параметры, по которым будет производиться классификация, и способ учета их значений: 1) в абсолютном значении; 2) на одного человека региона; 3) на единицу площади региона.

Результаты классификации выдаются в графическом виде (в виде окрашивания региона определенным цветом на карте Республики Казахстан) и в табличном виде.

В режиме «корреляция» можно оценить взаимосвязь между различными

параметрами. ИАС позволяет с помощью методов корреляционного анализа найти степень зависимости (корреляцию) между параметрами (при этом имеется возможность учитывать эффект запаздывания). Например, можно найти корреляцию между: уровнем безработицы и числом преступлений, среднемесячной заработной платой и числом преступлений.

Режим прогнозирования позволяют оценить ожидаемое значение показателя на предыдущий момент времени. Результаты прогнозирования выдаются в виде графика функции и табличных численных данных.

В режиме «идентификация» осуществляется настройка модели (описываемой уравнениями (1)) на реальные (ретроспективные статистические), т.е. уточняется вид и вычисляются коэффициенты функции $f(x, u, p, t)$.

В режиме «управляемость» оценивается возможность обеспечения требуемого социально-экономического состояния региона имеющимися ресурсами.

В режиме «прогноз-модель» имеется возможность спрогнозировать ожидаемое социально-экономическое состояние региона при выбранной стратегии (управления).

В режиме «оптимальное управление» определяется стратегия управления регионом, обеспечивающая минимальные затраты (квадратичный критерий качества).

В случае нескольких критериев выбора оптимальных управляющих воздействий многокритериальная задача с $J_i, i = \overline{1, n}$ функционалами сводится к

однокритериальной задаче оптимального управления с функционалом $J = \sum_{i=1}^n \alpha_i J_i$, где

$\alpha_i, i = \overline{1, n}$ - глобальные весовые коэффициенты, определяются на основе метода анализа иерархии (МАИ)».

Сочетание режимов «классификация» и «прогноз-модель» позволяет руководству оценить эффективность деятельности регионального управления.

В результате испытания подсистемы аутентификации и разграничения доступа РАИС «Демография» показали эффективность использования технологии аутентификации пользователей и метода разграничения доступа в распределенных сетях.

Мобильность РАИС «Демография» обеспечивается применением свободного программного обеспечения (СПО), что не требует получения специальных разрешительных лицензий и усиливает защищенность программного обеспечения.

В целях повышения надежности предусмотрены «Регламент резервного копирования информации», «Положение о закреплении и разграничений функций и полномочий системным оператором» и «Правила регистрации пользователей».

Таким образом, в данной статье для разработки подсистемы аутентификации и разграничения доступа для распределенной автоматизированной информационной системы мониторинга демографической ситуации в регионах Казахстана, рассмотрены задачи классификации, для прогнозирования ожидаемого значения параметра предложены необходимые подходы, также для выбора и оценки наилучшей альтернативы использован метод анализа иерархий, рассмотрена модель в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений, рассмотрены различные протокола проверки подлинности.

Для испытания подсистемы аутентификации и разграничения доступа были разработаны требования как к администратору и пользователям системы, так и к самому механизму аутентификации, основанной на паролях.

В результате, на базе полученных теоретических исследований разработана подсистема аутентификации и разграничения доступа и проведена опытная

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

эксплуатация РАИС «Демография». Созданная подсистема аутентификации и разграничения доступа представляет собой веб сервер с необходимым набором функций для безопасной авторизации и передачи данных по незащищенным каналам. Авторизация пользователей проходит, используя предложенный алгоритм.

Необходимо отметить, что разработанная подсистема аутентификации и разграничения доступа является достаточно безопасной, так как использует современные алгоритмы шифрования. Изучены основные алгоритмы шифрования. Выявлены особенности и недостатки каждого из них и был предложен самый безопасный и устойчивый алгоритм.

1. Бузов Г.А. Практическое руководство по выявлению специальных технических средств несанкционированного получения информации. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. -240с.
2. Грибунин В.Г. Комплексная система защиты информации на предприятии. – М.: Изд-во «Академия», 2009. – 416с.
3. Каторин Ю.Ф., Разумовский А.В., Спивак А.И. Защита информации техническими средствами. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. – 416 с.
4. Шаньгин В.Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах. – М.: ИД «Форум», 20120. – 592 с.
5. Соколов А.В. Шпионские штучки. Новое и лучшее. – Санкт-Петербург. Изд-во «Полигон», 2000. – 256 с.
6. Технические средства и методы защиты информации /Под ред. Зайцева А.П. – М.: Изд-во «Машиностроение», 2009. – 508 с.
7. DeviceLock Endpoint DLP Suite. Руководство пользователя. – ЗАО «Смарт Лайн Инк», 2013. -633с.
8. Программно-аппаратный комплекс «Секрет» //www.okbsap.ru
9. Хамидуллин Р.Р. Методы и средства защиты компьютерной информации / Р.Р. Хамидуллин, И.А. Бригаднов, А.В. Мороз – СПб.: СЗТУ, 2005. – 178 с.
10. Кухарев Г.А., Каменская Е.И., Матвеев Ю.Н., Щеголева Н.Л. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии. – М.: Политехника, 2013. – 416 с.

***Аңдатпа.** Мақалада ҰААЖ (үлестірілген автоматтандырылған ақпараттық жүйе) жүйесінде ақпараттарды қорғауды аутентификациялау мен қол жеткізуді шектеуді ішкі жүйе түрінде ұйымдастыру мәселелері қарастырылған. Шифрлаудың негізгі алгоритмдері зерттелген. Олардың әрқайсысының ерекшеліктері мен кемшіліктері анықталып, ең қауіпсіз және тұрақты алгоритм ұсынылды. Аутентификациялау мен қол жеткізуді шектеу ішкі жүйесін сынақтан өткізу үшін администратор мен жүйе қолданушыларына, және сондай-ақ аутентификациялау механизмінің өзінеде қойылатын парольдерге негізделген талаптар жасалды. Алынған теориялық зерттеулер негізінде ҰААЖ «Демография» жүйесінің аутентификациялау және қол жеткізуді шектеу ішкі жүйесі жасалды. Жасалған ішкі жүйе қауіпсіз авторизациялау мен қорғалмаған арналар бойынша деректерді беру үшін қажетті қызметтер топтамасы бар веб сервер түрінде жүзеге асырылған. Программа жеткілікті түрде қауіпсіз, себебі шифрлаудың заманауи алгоритмдері пайдаланылған.*

***Түйін сөздер:** ақпаратты қорғау, аутентификация, қолжеткізуді шектеу, шифрлау алгоритмдері, жүйе, администратор, қолданушы, ішкі жүйе.*

***Abstract.** In this paper we considered problems of the organization of information security of DAIS (distributed automated information system) in the form of a subsystem of authentication and differentiation of access. The main algorithms of enciphering are studied. Features and shortcomings of each of them are revealed and the safest and steady algorithm was offered.*

Requirements both to the administrator and users of system, and to the mechanism of the authentication based on passwords were developed for test of a subsystem of authentication and differentiation of access. On the basis of the received theoretical researches the subsystem of authentication and differentiation of access of DAIS "Demography" is developed. The created subsystem represents a web the server with a necessary set of functions for safe authorization and data transmission on the unprotected channels. The program is rather safe as uses modern algorithms of enciphering.

Keywords: *information security, authentication, access differentiations, algorithms of enciphering, system, administrator, user, subsystem.*

УДК 004.942

Г.С. Муханова

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ ПРОЕКТА

(г. Алматы, Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И.Сатпаева)

Аннотация. *В статье рассмотрено применение метода имитационного моделирования Монте-Карло для управления рисками проекта. Моделирование по Монте-Карло включает этапы анализ чувствительности и имитационные эксперименты. В работе дано краткое описание этапов метода Монте-Карло. На примере инвестиционного проекта по строительству офисного здания проводится моделирование параметров с применением пакета MS Excel с использованием надстроек «EVA – анализ рисков». Проведен анализ результатов имитационных экспериментов.*

Ключевые слова: *Оценка риска проекта, метод Монте-Карло, имитационное моделирование.*

Существуют количественные и качественные методы оценки рисков инвестиционных проектов. Качественная оценка представляет собой более простой метод, но менее точный и надежный. Количественные методы применяются при наличии объема информации и показателей достаточного для определения вероятности или влияния рисков [1]. На практике применяют оба метода. Имитационное моделирование по методу Монте-Карло является одной из разновидностей количественного метода.

Рассмотрим применение метода Монте-Карло на примере инвестиционного проекта «Строительство административного бизнес-здания» ТОО «ЛюксГарант». В проекте предполагается строительство офисного здания для предоставления в последующем в аренду с целью возврата инвестиций, вложенных в этот проект. Стоимость проекта составляет 290 247тыс.тг. Срок проекта составляет девять месяцев. Задача состоит в оценке рисков проекта.

Реализация метода Монте-Карло проведена в среде MS Excel с использованием надстроек «EVA – анализ рисков» – продукта ООО «ЭДС Плюс». Данное приложение необходимо для проведения имитационных расчетов прибыльности инвестиционного проекта, которое необходимо по следующим причинам: осуществление многократного повторения имитационных экспериментов, значительное упрощение обработки результатов имитаций, графическое представление результатов [2, 3].

На первом этапе проводится анализ чувствительности. На рисунках 1 и 2 показаны

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

первые шаги при анализе чувствительности посредством приложения EVA – ввод исходных данных и выбор параметров.

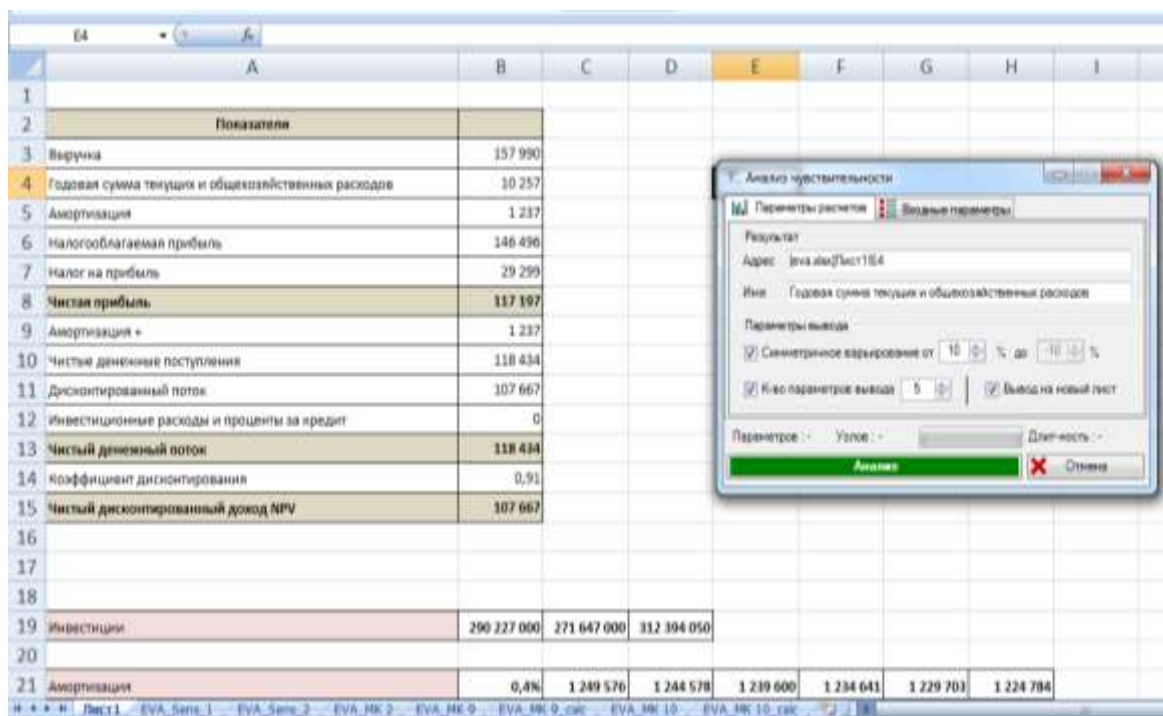


Рисунок 1 – Ввод исходных данных

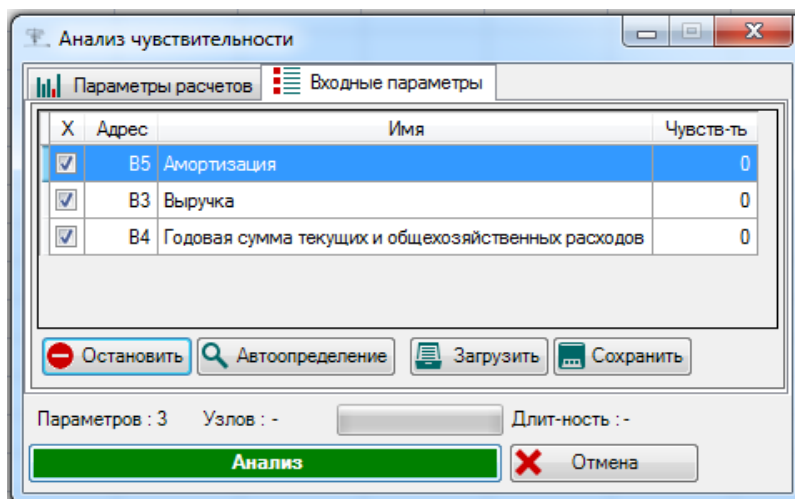


Рисунок 2 – Ввод параметров

В качестве исходных данных приняты:

- рассчитанная точка безубыточности проекта, в виде показателя чистого приведенного показателя (NPV), на уровне 107 млн.тг. в год;
- основные компоненты, влияющие на NPV, – среднегодовые объем выручки, объем текущих и общехозяйственных расходов, объем амортизационных отчислений;
- другие компоненты – ставка дисконта, налоговые ставки на имущество, землю и прибыль – оставлены константой.

Цель анализа чувствительности – определение степени влияния изменения исходных данных модели (проекта) на итоговый результат (рентабельность, доход, срок окупаемости - любой выбранный показатель). Анализ чувствительности заключается в определении критических границ изменения факторов. Например, насколько максимально можно снизить объемы продаж или цены на продукцию, работы или услуги, при которых чистый приведенный доход (NPV) будет положительным. Чем шире диапазон параметров, в котором показатели эффективности остаются в пределах приемлемых значений, тем выше запас прочности проекта, тем лучше он защищен от колебаний различных факторов, оказывающих влияние на результаты реализации проекта.

Алгоритм проведения анализа чувствительности:

- выбираются интересующие нас параметры (автоматически или вручную);
- меняя поочередно выбранные параметры: уменьшают их, например, на 10%, а затем увеличивают на ту же величину, производится перерасчет итогового показателя с отображением на диаграмме "торнадо";
- если менять параметры последовательно от -30% до +30% с шагом 10%, то итоговый график будет иметь тип "паук".

Здесь приведены два сценария для анализа чувствительности проекта. В первом случае диапазон изменения входных параметров -10% - +10%. Во втором случае диапазон будет находиться в пределах -30% - +30%. Задав необходимые параметры, получаем следующие данные, указанные на рисунках 3 и 4.

Каждая полоса показывает, как изменяется итоговый параметр, когда соответствующий входной параметр варьируется в пределах своего диапазона (в данном случае плюс или минус 10% и 30%), а другие входные параметры остаются равными базовому значению. Более длинные полосы соответствуют параметрам с наибольшим влиянием на итоговый результат и всегда расположены сверху.



Рисунок 3 – Результаты анализа чувствительности в приложении EVA. Сценарий №1

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

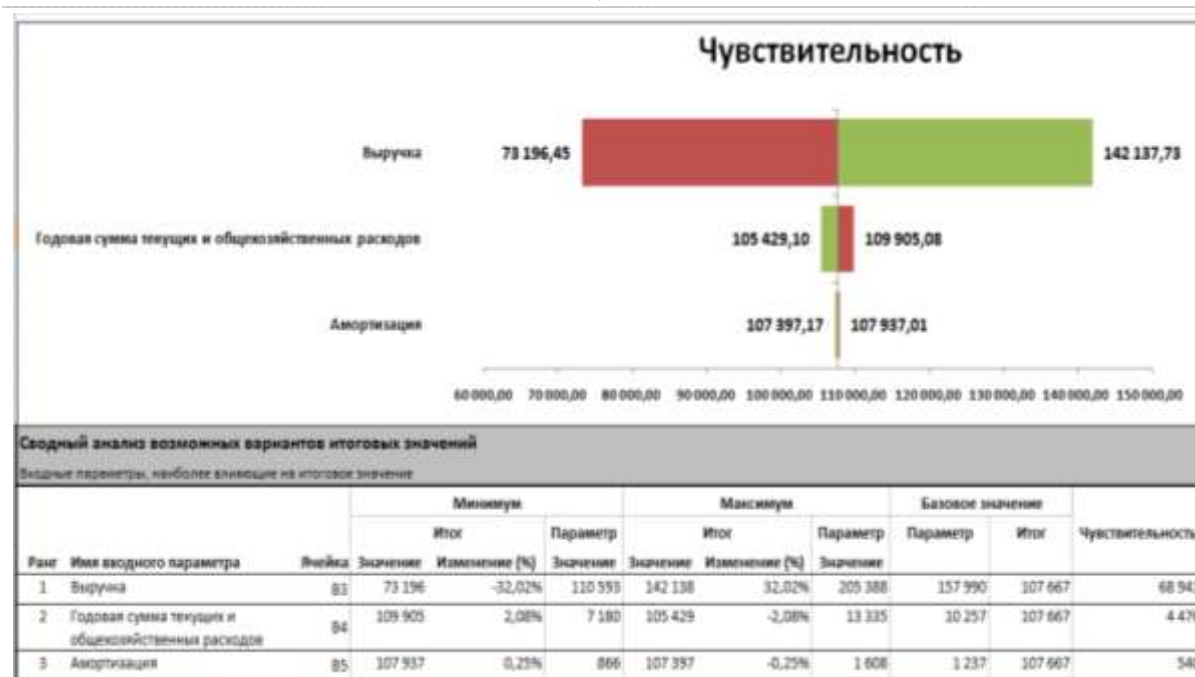


Рисунок 4 – Результаты анализа чувствительности в приложении EVA.Сценарий №2

Из расчетов и графика видно, какое именно изменение исходных параметров выдерживает проект, оставаясь при этом рентабельным. Если это достаточно широкий диапазон, то чувствительность проекта можно считать невысокой, а бизнес-план - исполнимым.

Из анализа заключаем, что $NPV > 0$ при любых вариациях входных изменяемых параметров, таких как среднегодовые объем выручки, объем текущих и общехозяйственных расходов, объем амортизационных отчислений в пределах -10%/+10%. При этом объем выручки является наиболее влияющим на NPV компонентом.

Следующий шаг – моделирование Монте-Карло. В моделировании Монте-Карло участвуют, как правило, найденные при анализе чувствительности, наиболее влияющие на результат параметры модели.

Алгоритм метода Монте-Карло:

- выбирается набор изменяемых параметров (факторы риска);
- задается границы изменения и законы распределения каждого из факторов;
- уточняется матрица корреляции для зависимых между собой факторов;
- выполняются расчеты на желаемое количество экспериментов (обычно не менее 1000).

В рамках моделирования проводится большое количество реализаций модели при совместном случайном изменении выбранных параметров. Определение закона распределения, по возможности, основывают на исторических данных выбранной величины. Пользователь задает число реализаций метода, а для каждого выбранного параметра пределы его изменения и закон распределения соответствующей случайной величины. Если выбранные параметры зависят друг от друга, то необходимо задать коэффициент корреляции между ними. Анализ по методу Монте-Карло позволяет понять степень неопределенности анализируемой итоговой величины (характеризуется, например заданием 90% доверительным интервалом). Также пользователь может сфокусироваться только на интересующих его значениях, задавая их при определении интервала вместо вероятности.

На рисунке 5 виден первый шаг при моделировании методом Монте-Карло – ввод параметров, то есть возможных рисков. В данном случае это возможность снижения объема продаж, снижение стоимости квадратного метра, заданы границы изменений, доверительный интервал определен на уровне 90%, выбраны законы распределения для каждого из факторов риска – нормальный, треугольный.

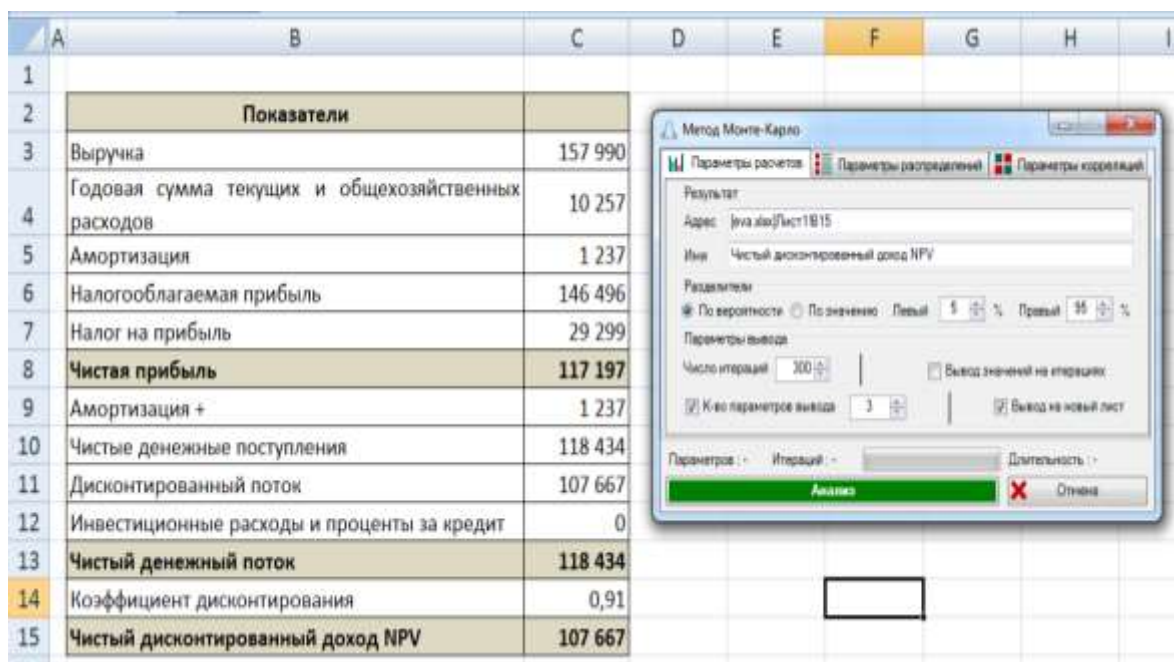


Рисунок 5 – Ввод параметров для моделирования методом Монте-Карло

На рисунках 6 и 7 можно увидеть результаты программного моделирования.

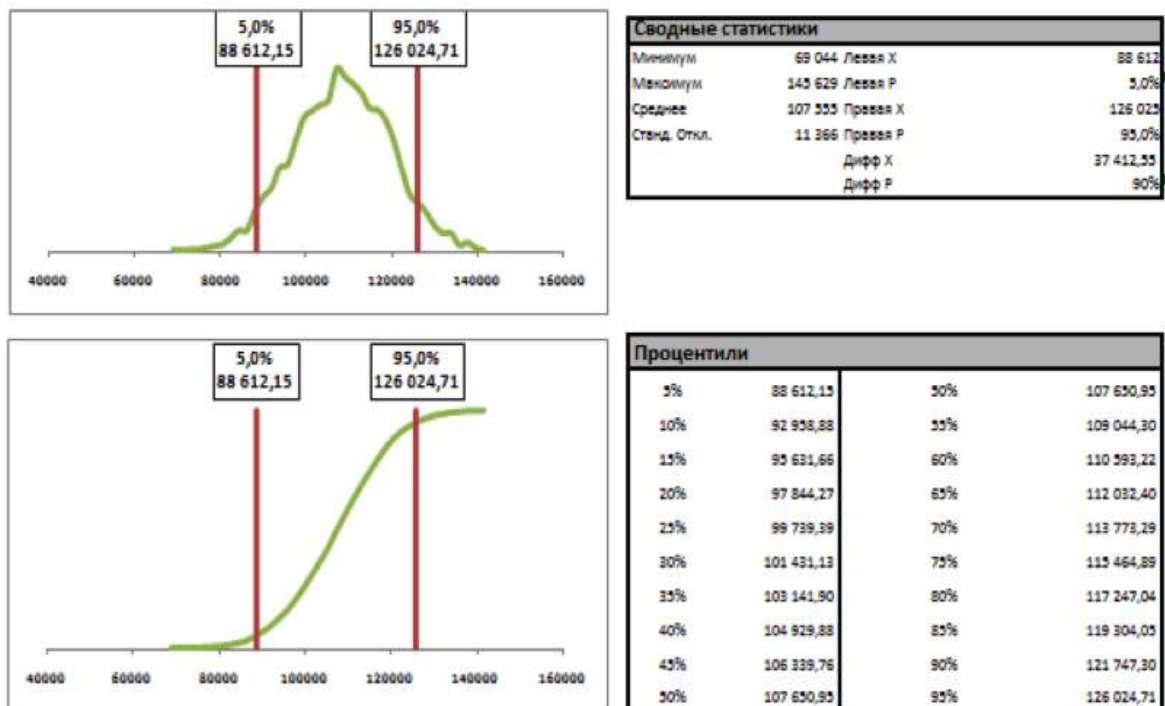


Рисунок 6 – Результаты оценки рисков методом Монте-Карло. Сценарий №1

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



Рисунок 7 – Результаты оценки рисков методом Монте-Карло. Сценарий №1

В таблице результатов отображена информации в процентилях – в процентном выражении вероятности того, что значение прогноза будет меньше или равно значению для данного перцентиля.

Далее попробуем другой сценарий – как изменится NPV к концу срока окупаемости, если его компоненты объем и стоимость сдаваемой в аренду площади будут меняться в пределах доверительного интервала 5%-95%. Рассмотрим ситуацию при которой максимальный объем сдаваемой площади задан на уровне 1 281 м², стоимость за один квадратный метр на уровне 54,6 долларов США, метод распределения – равномерный. Результат анализа представлены на рисунках 8 и 9.

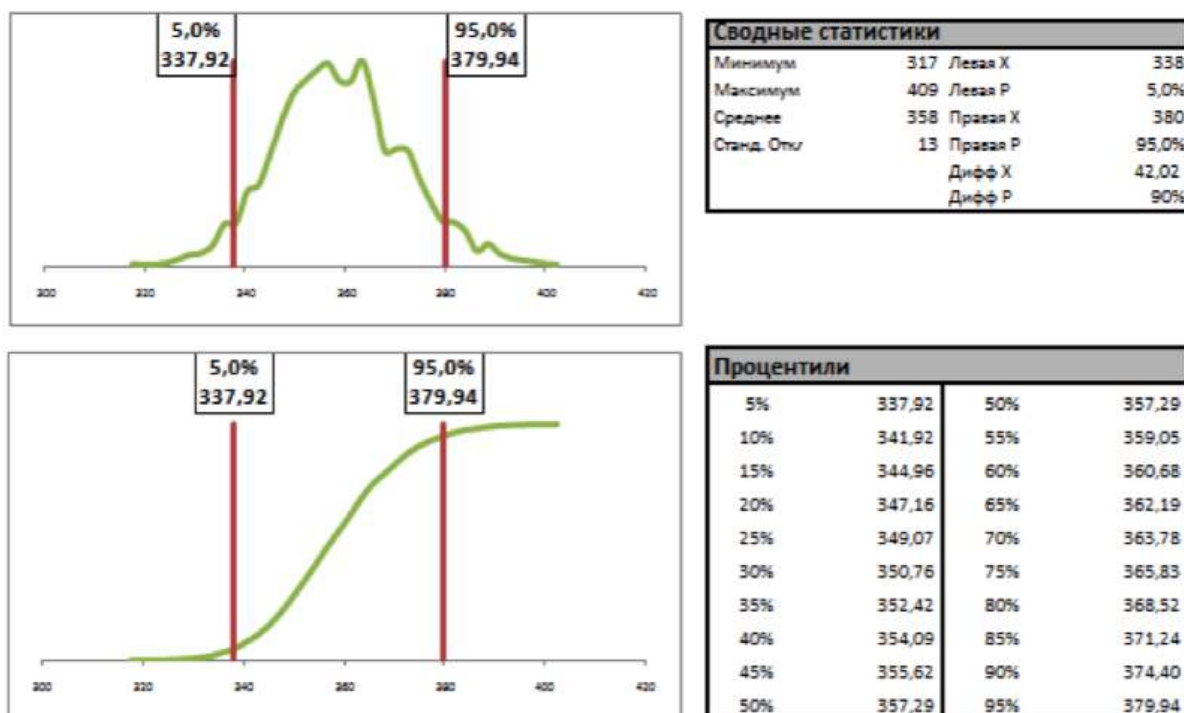


Рисунок 8 – Результаты оценки рисков методом Монте-Карло. Сценарий №2

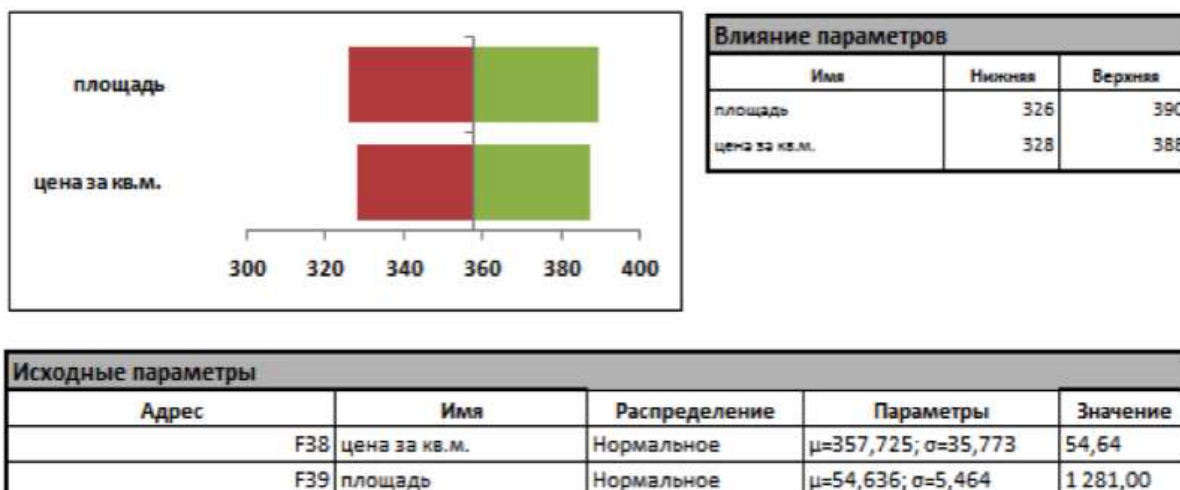


Рисунок 9 – Результаты оценки рисков методом Монте-Карло. Сценарий №2

Анализ по методу Монте-Карло показывает: вероятность того, что NPV проекта будет отрицательной минимальна. Такое возможно только при ухудшении всех факторов риска одновременно. Согласно гистограмме распределения, практически отсутствует вероятность того, что NPV проекта окажется отрицательным.

Таким образом, с помощью метода имитационного моделирования Монте-Карло проведена оценка рисков инвестиционного проекта по строительству бизнес-здания при различных комбинациях факторов. Как показывают результаты исследования, проект оказался прибыльным и руководству компании рекомендуется построить бизнес-здание.

При корректности модели метод Монте-Карло дает весьма надежные результаты, позволяющие судить как о доходности проекта, так и о его устойчивости (чувствительности).

1. Газеев М.Х. Показатели эффективности инвестиций в условиях рынка. - М.: Экономика, 2006. – 125 с.
2. Тарасов И.В., Котлярова Е.Н. Управление рисками инвестиционного проекта. Профессиональный журнал, 04(65), апрель 2009. <http://www.e-m.ru/er/2009-04/23714/05.11.2015>.
3. Дуглас У. Хаббард. Как измерить всё, что угодно. Оценка стоимости нематериального в бизнесе. Пер. Пестеревой Е. –М.: – Олимп-Бизнес, 2009 г. – 298 с.

Аңдатпа. Мақалада жоба тәуекелдерді басқару үшін Монте-Карло имитациялық модельдеу әдісі қарастырылған. Монте-Карло әдісі тәуекелдерді талдау және имитациялық эксперименттер жүргізу қадамдарынан тұрады. Қадамдардың қысқа сипаттамасы берілген. Ғимарат салу инвестициялық жоба мысалында параметрлерді модельдеу «EVA – тәуекелдерді талдау» бағдарламалық пакетінде жүзеге асырылған. Имитациялық эксперименттердің нәтижелері бойынша талдау жүргізілген.

Түйін сөздер: Жоба тәуекелдерін бағалау, Монте-Карло әдісі, имитациялық модельдеу.

Abstract. The article is considered the Monte-Carlo simulation method for project risk management. Monte-Carlo modelling consists from sensitivity analysis and simulation experiments. The short description of Monte-Carlo method is done in paper. On example of investment project for an office building construction the parameters simulation is performed by using of the software the MS Excel with subsystem «EVA - a risk analysis». Simulation experiments results is analyzed.

Keywords: Project risk assessment, Monte-Carlo method, Simulation modeling.

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

ӘОЖ 373.5.026.091.26 - 047.36:004(574)

А.Е. Сағымбаева, А.Т. Дүйсек

**МОНИТОРИНГ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ОҚУ ЖЕТІСТІКТЕРІНІҢ
НӘТИЖЕСІ РЕТІНДЕ**

(Алматы қ., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті)

Аңдатпа. Мақалада оқу-тәрбие сапасына жасалатын жүйелі бағалаудың бірден-бір көзі – мониторинг екені баяндалған. Білім сапасын көтеруде қолданылатын белгілі ғалымдардың теориялары мен білім таксономиясы қарастырылған. Оқушылардың білім сапасын көтеруде қолданылатын педагогтардың белгілі оқу іс-әрекетінің түрлері келтірілген. Іс-әрекет деңгейлерінде қолданылуға қолайлы жалпы ортақ тапсырмалар түрлері келтірілген. Оқушылардың оқу жетістіктерінің деңгейін анықтаудағы диагностика шаралары оқу іс-әрекетінің түрлеріне негізделген таксономиялар арқылы құрылуы қарастырылған. Ол тиісті түзету шараларын жобалауға, оқытудағы қиындықтардың себептері мен оқушылардың оқу жетістіктерін анықтауға мүмкіндік беретіндігі баяндалған.

Түйін сөздер: білім беру сапасы, мониторинг, диагностика, оқу үрдісі, оқу іс-әрекеті деңгейлері, білім таксономиясы

Әлем тәжірибесі көрсеткеніндей, кез-келген мемлекеттің әлеуметтік экономикалық дамуы сол елдің білім беру жүйесі мен азаматтарының білім дәрежесіне байланысты. Осы орайда Қазақстанды әлемдегі бәсекеге барынша қабілетті елдердің қатарына енгізуде білім беру ісі басты құрал болып табылады. Ол үшін отандық білім жүйесін халықаралық білім кеңістігінде және еңбек нарығы бәсекелестігін қамтамасыз ететін білім сапасының дәрежесіне жеткізу шарт. Білім беру сапасы ұғымы көп қырлы болып табылады, себебі стандарт талаптарын көрсететін сапа көрсеткіштерін таңдау күрделі ғылыми мәселеге айналған. Қазіргі заманғы белсенді көзқарас тұрғысынан ең маңызды көрсеткіштердің бірі, бұл оқушылар оқыту нәтижесінде игерген іс-әрекет түрі, сондай-ақ оларды игеру деңгейі болып табылады. Осылайша пәнді оқу кезінде меңгерген іс-әрекет түрін сол білім беру саласындағы білім беру сапасының көрсеткіштерінің бірі ретінде, бұл көрсеткішті нәтижелік деп есептеуге болады.

Оқытудың басты мақсаты өздігімен білім алып дами алатын жеке тұлғаны қалыптастыру болғандықтан, оқулықтағы теориялық материалдардың берілу жолы осы мақсатты қанағаттандыра алатындай болып, оқушылардың өз бетімен білім ала алуына бейімделіп құрылуы керек.

Оқу іс-әрекеті түрлерін таңдау дәстүрлі педагогикалық және психологиялық идеяларға негізделген оқыту іс-шараларын репродуктивті және шығармашылық деп екі түрге ажыратып С.Выготскийдің ұсынған зерттеулерінен бастау алады. Бұл идеяны дамыту (В.П.Беспалько, В.В.Гузеев, В.А.Кальней, Г.С.Ковалева В.Г.Королева, А.Н.Майоров, В.П.Симонов, С.Е. Шишов және т.б.) зерттеушілерді оқу іс-әрекетін репродуктивті, реконструктивті және вариативті деген үш түрге бөлу қажет деген қорытындыға әкелді. В.В.Гузееваның түсіндіруінше бұл іс-әрекет түрлері фактілерді еске түсіруге, қызметтің белгілі тәсілін жаңғырту мен өз бетінше ойлаудың логикалық операцияларын пайдалануға сәйкес келеді. Соңғы деңгей жеке тұлғаға кез келген ақпаратпен оның негізгі мазмұнына қарамастан табысты жұмыс істеуіне мүмкіндік береді [1].

Білім беру сапасын басқарудың оқу үрдісіндегі негізгі тетіктері: бақылау, талдау, бағалау, бағдарлау және нәтижелердің динамикалық үрдістерін салыстыру болып

табылады. Бұл үрдісте оқу-тәрбие сапасына жасалатын жүйелі бағалаудың бірден-бір көзі мониторинг болып табылады. Оқушылардың білім сапасы мониторингі аса қажет, егер оқу іс-әрекеттерінің тиімділігін қарапайым және нақты қадағалау механизмі болмаса, онда қазіргі қоғамда ешқандай кәсіби, әсіресе педагогикалық іс-әрекет мұндай қажет болып саналмайды. Біз бір орында тұрмыз ба, әлде алдыға қарай жылжудың, өсудің бар жоқ екендігін білу оқу үрдісін түзетуде сауатты жұмыс жүргізуге мүмкіндік береді. Оқушылардың оқу іс-әрекетінің мониторингі оқу пәндерін оқып білу кезінде оқушылардың оқу материалдарын меңгеру үрдісі туралы мәліметтерді өңдеу мен жинау жүйесі, әрбір оқушының меңгеруде жеткен деңгейін кез келген уақытта жорамалдауға және оның ары қарай даму жолын болжауға мүмкіндік береді. Ол меңгеру үрдісінің динамикасын көрсететін, жүйенің белгілі бір мақсаттарға қол жеткізуге бағытталған шешім қабылдауға қажетті ақпараттық негіз береді [2].

Мониторинг - бұл білім беру жүйесі немесе оның жеке элементтері туралы мәліметтерді жинау, өңдеу және тарату жүйесі, кез келген уақытта объектінің жағдайы туралы талдауға және оның ары қарай дамуын болжауға мүмкіндік береді.

Білім мониторингі – көп деңгейлік жүйе. 1-деңгей – жеке дара және дербес, оны мұғалім жүзеге асырады (сынып оқушыларының даму динамикасын белгілі бір бағытта белгілеу). 2-деңгей – мектепшілік. Оқушы білімінің дамуын мекеменің әкімшілігі жүзеге асырады (сыныптардың даму динамикасын бақылау). Тоқсан, жарты жылдық, жыл бойында анықталған критерий бойынша бақылау. 3-деңгей – білім мекемелерінің даму динамикасын байқау [3].

Оқыту ісіндегі маңызды жұмыстардың бірі – оқушылардың пәндер бойынша алған білім деңгейлерін тиісті дәрежеде бақылау.

Оқушының сабаққа тиянақты қатысып отыруы, өз оқуына жауапкершілікпен қарауы, алған теориялық білімін болашақта пайдалана білуі осы кезеңнің дұрыс өткізілуіне көп байланысты.

Мазмұндық мониторингті қамтамасыз ету үшін оқытудың болжанған түпкілікті мақсаттарын беруді оқушылардан күтілетін іс-әрекеттері арқылы білдіру жеткіліксіз болып табылады. Сондай-ақ, меңгеру үрдісінің динамикасын көрсететін, мақсаттарға нақты таксономия таңдау керек, шәкірт неғұрлым күрделі іс-әрекет жүйелерін меңгеруі керек.

Оқу іс-әрекетін қалыптастыру мен дамытуда педагогикалық мониторингті қолдану қажеттілігін Е.В. Заика, В.В. Репкин, Г.В. Репкина атап көрсетті. Мұнда оқу іс-әрекетін құру үрдісін басқару тұтастай сыныптың, сондай-ақ, жеке оқушының оқу іс-әрекетін жобалау туралы шешім қабылдауға негіз болатын оқытудың ағымдағы нәтижелері туралы ақпарат талап етіледі. Оқушылардың оқу іс-әрекетінің неғұрлым өнімді түрлерін меңгеру үрдісін басқару мақсатында, яғни «мұғалім-оқушы» ішкі жүйесінде оқушылардың оқу жетістіктерінің мониторинг жүйесін құруда нәтижені үздіксіз байқау қажеттілігі туындайды [3]. Зерттелген таксономияларды талдай келе, оқу іс-әрекетінің репродуктивті, реконструктивті, вариативті түрлерін анықтау негізінде білім беру мақсатында таксономияны пайдалану қажеттілігі анықталды. Оның көмегімен оқу жетістіктерінің деңгейін анықтау үшін объективті диагностикалық құралдарды дайындауға болады.

Сондықтан да, оқушылардың бақылау тапсырмаларын орындау нәтижесі жайлы мәліметтер оқушылардың білімі мен біліктіліктерін мониторинг жасауға мүмкіндік береді, сонымен қатар оқу үрдісінде оқушылардың білімінде кеткен олқылықтарды дер кезінде анықтап, олардың болашақтағы оқу іс-әрекеттерін басқарудың ықтимал бағыттары болжанады.

Бұл жағдайдың тағы бір психологиялық негізі болып табылатын теория Л.С.Выготскийдің «оқыту үрдісінде оқытушының ақыл-ойының дамуы «өзекті даму»

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

аймағынан «жақын арадағы даму» аймағына ауысу» жайлы теориясы. Бұл ауысу тапсырмаларды қайталап орындауға ғана арналған бірінші деңгейден өнімді іс-әрекет арқылы жүзеге асады. Осындай төрт іс-әрекет деңгейлердің тапсырмаларын басынан бастап бірінен соң бірін орындау арқылы оқушы оқу материалының әр түрлі деңгейіне көтеріледі.

Ресей ғалымы В.П. Беспалько бұл деңгейлерді:

бірінші деңгей - «міндетті, оқушылық»

екінші деңгей - алгоритмдік

үшінші деңгей - эвристикалық

төртінші деңгей - шығармашылық деңгейлердегі қабылдау деп атайды.

Арнайы пән бойынша деңгейлік тапсырмаларға төмендегідей талаптар қойылады:

Бірінші деңгейдегі тапсырмаларға:

1. Жаттап алуға лайықталған болуы керек.

2. Алдыңғы сабақта жаңадан меңгерілген білімнің өзін өзгертпей қайталап, пысықтауына мүмкіндік беруі тиіс.

3. Тапсырмалар жаңа тақырып үшін типті және өмірмен байланысты болуы керек.

Жалпы техникалық пәндерде мұндай талаптар жаңа тақырыпты игеру соңында шығарған есептерге ұқсас тапсырмалар құру арқылы орындалады және олар оқушының өзі шығарған ереже, анықтама, заңдарын бекітуге арналады. Мұндай тапсырмаларды құрастырған кезде олардың танымдылығы мен қызықтыру жақтарына ерекше көңіл аударған жөн.

Екінші деңгейдегі тапсырмаларға:

1. Өтіп кеткен материалдарды реттеуге және жүйелеуге берілген тапсырмалар. Бұлар өзгертілген жағдайлардағы тапсырмалар, яғни бұрынғы тапсырмаларға ұқсас, бірақ оларды орындау үшін алғашқы алған білімдерін түрлендіріп пайдалану қажет болады.

Мұндай іс-әрекетке келтіретін тапсырмалар: мәтінмен берілген кері есептер, кері байланыс функциясын атқаратын тексеру тапсырмалары, т.с.с.

2. Оқушылардың ойлау қабілетін жетілдіруге берілетін тапсырмалар.

Оларда біздің ұлттық ерекшеліктеріміз ескеріліп, танымдық және үйретімділік маңызы болуы қажет болады. Бұлар: логикалық есептер, ребустар мен сөзжұмбақтар.

Үшінші деңгейдегі тапсырмаларға:

Үшінші эвристикалық деңгейдегі тапсырмалар түрлері мыналар:

- танымдық іздену (эвристикалық) түрдегі тапсырмаларды орындау барысында оқушылар жаңа тақырып бойынша меңгерген алғашқы қарапайым білімдерін (заңдылықтар шығару, анықтамалар, анықтамалар, формулаларды жаттау, т.с.с.) жетілдіріп, тереңдетумен қатар, ол тағы да жаңа білімді меңгеріп, өзі үшін жаңалық ашуы тиіс. Эврика! Мұндай жұмыс - талдау бен синтез және салыстыру арқылы негізін анықтау, қорытындылау сияқты ой жұмыстарын қажет етеді. Мұндай есептерді шешу барысында оқушылар жаңа есептерге тап болады да, проблемалық жағдай туындайды. Оны шешу үшін оқушы жаңа әдістер іздеуі керек.

- әртүрлі әдіс, тәсілдермен шешілетін есептер құрастыру және оны өздігімен шығару, өмірден алынған мәліметтер негізінде диаграмма, графиктер салу, жергілікті жағдайда өлшеу жұмыстарын жүргізу, көрнекі құралдар дайындауға берілетін тапсырмалар. Ой қорытуға арналған, дағды қалыптастыратын тапсырмалар.

Төртінші шығармашылық деңгей тапсырмалары:

Оқушылардың жинаған өмірлік тәжірибесі мен қалыптастырған ұғым, түсініктерінің, қиялы мен белсенді ой еңбегінің нәтижесінде жаңаша, бұған дейін болмаған, белгілі бір дәрежеде олардың жеке басының икемділігін байқататын дүние

жасап шығуына негізделген (теорема дәлелдеу, заңдылықтарды оқулыққа сүйенбей мұғалімнің көмегінсіз қорытып шығару) [4].

Сонымен, бұлар 3 кезеңнің бірінші деңгейі үшін - 1,2 кезеңдерде игерілген теориялық материалды пысықтау мен қайталауға, ережелер мен анықтамаларды, формулаларды жаттауға арналған тапсырмалар және олар сынақ арқылы бағаланады.

Жоғары деңгейлер үшін - алған білімдерін өз бетімен қорыту мен жүйелеуге, оларды тереңдетіп дамытуға және тәжірибеде қолдануға арналған тапсырмалар.

Жаратылыстану ғылымы және математика бағытындағы пәндерді үйренуде оқушылардың оқу жетістіктерінің деңгейін анықтаудағы диагностика шаралары тиісті түзету шараларын жобалауға әсер ететін, оқытудағы қиындықтардың себептері мен оқушылардың оқу жетістіктерін анықтауға мүмкіндік беретін оқу іс-әрекетінің репродуктивті, реконструктивті, вариативті түрлеріне негізделген таксономиялар арқылы құрылуы мүмкін.

Диагностикалық тәсілдер жүйесі оқу мәліметтерін игерудің кіріс, ағымдағы, шығыс диагностикаларынан тұруы қажет. Диагностика тәсілдері келесі талаптарға сай болуы қажет: объективтілік, уақытында орындалуы, жеткіліктілік, нақтылық, толықтық, қол жетімділік. Диагностика тәсілін таңдау диагностика құралы мен сабақ кезеңдерінен, диагностика мақсатынан тұратын үшөлшемді сәйкестік матрицасы негізінде жүзеге асырылады [5].

Кіріс мониторингі жаңа ақпаратты меңгеру үшін, қажет жаңдайда деңгейін түзету үшін оқушылардың білімі мен дағдыларын жаңғырту мен жаңартуға мүмкіндік береді.

Кіріс мониторингі үшін оқушыларды жаңа материалды меңгеруге дайындауға, сабақта тапсырмаларды шешуге, өткенді жалпылауға, бақылау мен түзетуде оқыту үрдісіне диагностика жүргізу құралы ретінде жаңа тақырыпты меңгеруді бастамас бұрын диктант немесе тест қолданған қолайлы.

Диктант мұғалімге оқушының жаңа оқу материалын игеруге дайындық дәрежесі туралы жүйелі мағлұмат алуына мүмкіндік береді. Тиісті ақпаратты алғаннан кейін мұғалім тез арада оқу үрдісіне араласа және оқушылардың білім алуында туындайтын қиындықтарды шеше алады, одан әрі олқылықтарды болдырмау үшін жұмыс істейді.

Диктант тапсырмаларының түрлері жаңа материалды меңгеруде қойылатын оқу мақсатына байланысты болады.

Ағымдағы мониторингке оқушылардың жоспарланған нәтижелерден ауытқулары мен қиындықтарының себептерін анықтауға арналған білімді игеру мен қабілеттерін қалыптастыру үрдісі нәтижелерінің диагностикасы жатады, ол жаңа ақпаратты оқытудан кейін пайдаланылады [6].

Оқушылардың жаңа ақпаратты түсінгенін диагностикалау үшін мониторингінің келесі әдістері белгіленді: тест, жауапты толықтыру, қалдырылған түйінді сөздерді қою, дұрыс тізбек құру, аналогтар, артығын табу, сәйкестікті анықтау, «Жетіспейтін сөзді қою» тапсырмасы.

Оқушылардың репродуктивті, реконструктивті, вариативті деңгейлердің алгоритмдерін білуін диагностикалау үшін алгоритмді қолдану әрекетін ұйымдастыру тапсырмалары қолданылады

Тақырыпты, бөлімді, курсты меңгергеннен кейін оқу материалын игеру деңгейі мен оның жоспарланған нәтижелерге сәйкестігін анықтауда оқушылардың қалыптасқан білімі мен дағдылары шығыс мониторингі болып табылады.

Қорытынды диагностика тапсырмасы үшін көптеген тапсырмаларды қамтитын келесі қатардан құрастыруға болады. Олар: тестік тапсырмалар, сандық ғана емес, сонымен қатар сапалық жаттығуларды да шешу қабілетін тексеруге тапсырмалар, эксперименттік және практикалық жаттығулар, сызбалар және сызбалық суреттер, кестелер, графиктер, оқушыларға анықтамалық әдебиеттермен жұмыс істеу ұсынылатын

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

түрлі көздерден ақпарат іздеуге байланысты тапсырмалар[5].

Іс жүзінде, бақылау тапсырмасын таңдау қорытынды диагностикалауға қойылатын оқу мақсатына байланысты болады.

Қорыта айтқанда, мониторингтің көмегімен оқушының білімді меңгеру деңгейін ғана емес, анықтайтын білім сапасы мен қалыптасқанын біліктілік пен дағдыны бақылауға болады, сондықтан да мониторингті білім өнімділігін арттыратын фактор ретінде қарастыруға болады деп тұжырымдауға болады.

1. Бершадский М.Е., Гузеев В.В. Дидактические и психологические основания образовательной технологии. «Педагогический поиск» журналы, №3. 2003. 256 бет.
2. Оноприенко О.В. Проверка знаний, умений и навыков учащихся в средней школе. «Практически помощь учителю» журналы, №4. 2004, Алматы.
3. Бершадский М.Е., Гузеев В.А. Мониторинг учебного процесса. Измерительные инструменты: Тестирование как метод проверки знаний. «Химия в школе» журналы. 2002. №10. 15-28 бет
4. Беспалько В.П. Опыт разработки и использования критериев качества усвоения знаний. Советская педагогика. 1990. №4. 52-69 бет
5. Митина О.А. Мониторинг учебных достижений школьников как фактор повышения результативности естественнонаучного и математического образования. Автореферат. 2009.12-18 бет
6. Болотов В.А., Исаев Е.И., Слободчиков В.И. Проектирование профессионального педагогического образования. Педагогика. 2007. №4. 66-72 бет

***Аннотация.** В статье говорится, что одним из наиболее актуальных способов выявления качества знаний учащихся является мониторинг. Для улучшения качества образования, рассматриваются действующие теории и таксономия знаний известных ученых. Для улучшения качества образования учащихся используются различные виды деятельности педагогов. Для использования этих действий на каждом уровне приведены различные виды заданий. Определить уровень достижений учащихся можно через построение таксономии, используя диагностику. В этой работе даны соответствующие меры по исправлению положения, выявлены причины трудностей в обучении и определения научных достижений учащихся.*

***Ключевые слова:** качество образования, мониторинг, диагностика, учебная деятельность, уровни учебных достижений, таксономии знания*

***Abstract.** The article deals with one of the most pressing problems in education, it is a way to identify the quality of students' knowledge. The most optimal form of knowledge control is monitored. To improve the quality of education provided in accordance with current scientific theories and knowledge in taxonomy. Used to improve the quality of education of students in certain types of training activities for teachers. The action is applied at the level of the common tasks. Measures of academic achievement of students in determining the diagnosis provided by the creation of a taxonomy based on the type of activity. It is the development of appropriate remedial measures to determine the causes of the difficulties in teaching and scientific achievements of pupils set out in this.*

***Keywords:** quality of education, monitoring, diagnostics, educational activity, levels of educational achievement, taxonomy knowledge*

М.А. Скиба, А.Р. Турганбаева

ОЦЕНКА Е-ПОРТФОЛИО ВЫПУСКНИКА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТАКСОНОВ БЛУМА

(г.Алматы, Новый экономический университет им. Т.Рыскулова,
Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

***Аннотация.** В статье описаны подходы к оценке е-портфолио выпускника на основе применения таксономии Блума. Авторами уточнено понимание процесса оценки е-портфолио как сложного структурированного фрактального объекта, отражающего уровень сформированности компетенций. Также показано возможное содержание образовательного е-портфолио обучающегося в контексте таксономии Блума. Сделан вывод об аналогичности структуры таксономии Блума и профессиональной компетентности графу «дерево».*

***Ключевые слова:** е-портфолио, оценка, таксономия Блума, результаты обучения, компетенции, профессиональная компетентность, образовательный процесс.*

Казахстан участвует в конкурентных процессах международного образовательного пространства на равных условиях. Преимущество в конкуренции теперь основывается на интеллекте людей и информационных ресурсах. Из всех социальных институтов именно образование определяет положение и государства в современном мире, и человека в обществе, так как оно является основой социально-экономического и культурного развития любого общества. Одним из важных аспектов модернизации образования и в целом современной жизни и культуры становится процесс информатизации, предполагающий использование возможностей новых информационных технологий, методов и средств информатизации для реализации идей обучения, направленного на удовлетворение потребностей студента и его профессиональное развитие, в том числе посредством обеспечения прозрачности процессов формирования профессиональных компетенций.

Формирование компетенций в вузе становится приоритетом студентоориентированного процесса обучения, гарантирующего его качество. От того насколько четко модель компетенций выпускника, разработанная на основе профессиональных стандартов, будет отражаться в уровне сформированности профессиональной компетентности студента как раз и будет зависеть их востребованность на рынке труда. Поэтому проблема поиска приемов и методов, позволяющих оценить сформированность компетенций у обучающегося является актуальной. Один из возможных способов оценки компетенций это применение таксонов Блума.

Таксономия заключается в выявлении связей и отношений между объектами. Применяя ее как подход для оценки компетентности, можно представить профессиональную компетентность как корневой таксон, а результаты обучения как взаимосвязанные таксоны, соответствующие разным уровням обучения. При этом отдельная ветвь может характеризовать отдельную компетенцию. Профессиональная компетенция, таким образом, на языке теории графов, является деревом.

На основе таксонов Блума, которые включают несколько когнитивных уровней знаний, умений, навыков и компетенций, можно определить основные виды предлагаемых обучающемуся действий (таблица 1), выполняемых при работе с е-портфолио и направленных на формирование профессиональной компетентности.

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

Таблица 11 - Основные виды предлагаемых обучающемуся действий, выполняемых при работе с е-портфолио

Уровень	Определение	Виды предлагаемых обучающемуся действий
Знание	Уровень запоминания. Студент вспоминает методы, процессы, примеры, классификации, структуры и т.д.	Определите, перечислите, опишите, постройте, сделайте выводы, укажите, перечислите, покажите, расскажите, вспомните, найдите отличия
Понимание	Низший уровень понимания. Студент осваивает материал и использует его без увязки с другими темами	Сравните, найдите различия, объясните, найдите связь, продемонстрируйте, приведите пример, сделайте вывод, перефразируйте
Применение	Уровень возможности использования информации и идей в конкретной ситуации	Примените, разработайте, выразите согласие/несогласие, спланируйте, решите, подтвердите, защитите
Анализ	Уровень умения объединять информацию и использовать взаимосвязи по отдельным темам для объяснения как она действует, каким образом ею можно управлять и какое она оказывает воздействие	Разделите, перечислите, постройте, сделайте выводы, найдите отличия, проанализируйте, классифицируйте, сравните, проранжируйте, подчеркните, выберите, отделите
Синтез	Уровень построения взаимосвязей, на котором студент объединяет информацию в единое целое.	Обсудите, проиллюстрируйте, выделите, проследите, создайте, сформулируйте решение, предложите план, предложите гипотезу, объедините, постройте, установите взаимосвязь, выработайте
Оценка	Уровень построения суждений о точности и надежности информации или методов, на основе обоснованных расчетов и критериев.	Оцените, защитите, покритикуйте, интерпретируйте, выберите, примите решение

Покажем в таблице 2 возможное содержание образовательного е-портфолио обучающегося (уровень учебной дисциплины), коррелирующего с критериями профессиональной компетентности будущего учителя информатики, на примере дисциплины «Менеджмент информационных систем».

Таблица 22 – Отражение профессиональной компетентности в е-портфолио обучающегося на примере дисциплины «Менеджмент информационных систем»

Индикаторы сформированности профессиональной компетентности	Элементы, составляющие е-портфолио студента
Понимание роли ИКТ в развитии общества	Эссе на тему «Роль ИКТ в дальнейшем преобразовании общества»
Влияние ИКТ на систему образования	Эссе на тему «Возможности использования ИКТ в образовательном процессе»; Доклад «Положительные и отрицательные стороны использования ИКТ в образовании»; Обзор существующих ИКТ их характеристик. Сравнительный анализ возможностей ИТ и ИКТ
Понимание негативных сторон информатизации	Рефераты: Безопасное размещение компьютеров Профилактическая гимнастика Компьютер и зрение Тесты: Требования СанПИН Эргонометрические нормы для ИОР
Применение программного обеспечения для планирования образовательного процесса	Варианты планов, составленных в приложениях Microsoft Office
Систематизация педагогических программных средств	Каталог педагогических программных средств
Отбор и систематизация материала для учебно-методического обеспечения	Логико-дидактический анализ темы Глоссарий Графы связей основных понятий темы Учебно-методический комплекс Каталог дополнительного материала (программных средств, баз данных, баз знаний, Интернет-ресурсов)
Выявление возможностей использования ИКТ в ходе изучения темы	План-конспект урока Презентация
Логический анализ адекватности использования ИКТ на уроке	Анализ урока
Мониторинг учебного процесса	Электронный журнал
Выявление и отбор заданий, соответствующих целям изучения темы, для контроля знаний	Отбор заданий для тестовой проверки, контрольных работ и т.д.
Организация контроля знаний обучающихся	Тестирование Текущий е-контроль по темам (в удобное время) Интерактивный контроль знаний
Осуществление обратной связи с родителями	Открытые е-уроки (трансляция уроков в Интернет) Почтовая рассылка Родительское Интернет-собрание Интернет-конференции
Понимание сущности	Эссе

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

компьютерной и Интернет зависимостей	Рекомендации Тезисы выступлений
Понимание специфики общения в Интернет	Эссе Презентации
Понимание специфики проявления качеств личности в общении посредством ИКТ	Анализ названий электронных адресов Образцы деловой переписки Сайты Презентации
Использование невербальной коммуникации	Презентации Видео-ролики Выступление на диспуте
Использование закономерностей организационного управления, работа в команде	Проект, как результат совместной работы
Самооценка личности	Методики самооценки Тесты и их интерпретация Личностный план развития
Подбор программного обеспечения для решения задач	Каталог информационных образовательных ресурсов
Применение языков программирования	Разработка обучающих программ
Применение и разработка программных оболочек, предназначенных для контроля знаний обучающихся	Разработка контролирующих программ Программирование тестов в определенной программной среде
Оттачивание навыков, знаний и умений пользователя ПК	Результаты (динамика заработанных баллов и пройденных уровней) использования клавиатурного тренажера на уроках Построение графиков и диаграмм в Excell Разработка презентаций Разработка баз данных в Access Каталог СУБД Каталог программных средств
Работа с оргтехникой (принтер, сканер, ксерокс и т.д.)	Каталог периферийных устройств ПК
Управление использованием ИКТ в образовательном процессе	Проверка аппаратного и программного обеспечения кабинета.
Управление коллективом	Изучение основ менеджмента
Управление информационными системами	Стандарты управления проектами Системный анализ Системное проектирование
Участие в научно-исследовательской работе	Научные проекты Статьи Защита курсовых работ Защита дипломной работы
Применений знаний иностранного языка для обзора	Перевод с английского языка статей с описанием ситуаций, описывающих проблемы в работе

зарубежной научной литературы	определенных фирм и пути их решения.
Моделирование профессиональной среды	Разработка ситуационных игр
Обеспечение полной информации по изучаемому предмету (теме)	Сбор информационно-справочного материала по определенной теме. Глоссарий Электронные словари Электронные энциклопедии Каталог ссылок на сайты, связанные по изучаемой теме База данных по ИКТ База данных по ИТ

Содержание «Портфолио», способы и темп его заполнения позволяют оценить степень сформированности профессиональной компетентности, в том числе оценить сформированность компетенций, таких как: развитость научных, аналитических компетенций (прогностических, проективных, рефлексивных); сформированность исследовательских навыков (умение определить проблему, сформулировать исследовательскую задачу, наметить пути ее решения и т.д.); наличие коммуникативных решений (работать в команде, выступать, четко и аргументировано излагать свои мысли); сформированность навыков самоконтроля и самооценки (самокритичность, умение работать над ошибками и т.д.).

Таким образом, применение таксонов Блума позволяет адекватно оценить степень сформированности профессиональной компетентности, также являющейся иерархическим, связанным объектом, т.е. в терминологии графов - деревом, не содержащим циклов и петель. То есть, для оценки профессиональной компетенции используется аналогичный по структуре древообразный граф, содержащий таксоны Блума.

Аңдатпа. Мақалада Блума таксономиясын қолдану негізінде білім алушылардың е-портфолиосын бағалау тәсілі сипатталады. Авторлар құзырлылықтың қалыптасу деңгейін бейнелейтін күрделі құрылымдалған фракталдық нысан ретінде е-портфолионы бағалау үрдісін түсіну айқындалған. Сонымен қатар, Блума таксономиясы мәнмәтінінде білім алушылардың е-портфолиосының білім берудің мүмкін болатын мазмұны көрсетілген. Блума таксономиясы мен «ағаш» графының кәсіби құзырлылықтарының құрылымдарының ұқсастығы туралы қорытынды жасалынды.

Түйін сөздер: е-портфолио, баға, Блума таксономиясы, оқыту нәтижелері, құзырлылық, кәсіби құзырлылық, білім беру үрдісі.

Abstract. The article describes the approach to the assessment of student's e-portfolio based on the application of Bloom's taxonomy. The authors have refined understanding of the evaluation process of e-portfolios as a complex structured fractal object, which reflects the level of development of competencies. Also there is shown the possible content of the educational student's e-portfolio in the context of Bloom's taxonomy. It is concluded that similar structures Bloom's taxonomy and professional competence of the graph "tree."

Keywords: e-portfolio assessment, Bloom's taxonomy, learning outcomes, competence, professional competence, the educational process.

Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научно-технических программ и проектов Комитетом науки МОН РК, грант №3639/ГФ4.

В.Б. Тарасов¹, Б.С. Карабеков, М.А. Нуркаманова

УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ НА БАЗЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИНЖИНИРИНГЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

(¹Москва, Московский государственный технологический университет им. Н.Э. Баумана,
Алматы, Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК)

***Аннотация.** Работа, выполняемая совместным российско-казахским коллективом специалистов в области искусственного интеллекта, посвящена развитию онтологического подхода к Инжинирингу Предприятий. Даны ключевые определения, идеи и представления Enterprise Engineering, рассмотрена общая структура его дисциплин и выделены базовые междисциплинарные понятия, формирующие эту неоднородную научно-практическую область. Проведено обсуждение различных концепций и методологий инжиниринга предприятий.*

Изложены основы управления знаниями как ключевого аспекта интеллектуального управления в русле инжиниринга предприятий. Построена трехуровневая иерархическая система онтологий, включающая метаонтологию, онтологии верхнего и нижнего уровней. Проведен сравнительный анализ известных онтологий верхнего уровня для предприятий, разработанных в зарубежных проектах TOVE, EnterpriseOntology и методологии DEMO.

***Ключевые слова:** Инжиниринг Предприятий, управления знаниями, онтологический инжиниринг, метаонтология.*

1. Введение. В настоящее время в России и Казахстане, как и в других странах, начинает развиваться новый междисциплинарный научно-практический комплекс *«инжиниринг предприятий»* (Enterprise Engineering) (ИП), который опирается на методы и подходы теории систем, системной инженерии, теории организаций, стратегического менеджмента, теории коммуникации, информатики и направлен на разработку и создание предприятий как целостных, открытых, сетевых, динамических систем. Это развитие обусловлено объективными тенденциями современного перехода от «искусства создания предприятий» к разработке предприятий нового поколения как инженерной деятельности.

В этом направлении уже более 10 лет успешно функционирует постоянно расширяющаяся международная сеть CIAONetwork [1], которая включает университеты, исследовательские институты, предприятия и организации, заинтересованные в развитии общей теории и методов *проектирования предприятий*. При этом понятие «предприятие» трактуется очень широко: от классических форм предприятий (корпораций и партнерств) до всевозможных объединений, альянсов, сетей предприятий, цепочек поставок и т.п. Здесь аббревиатура CIAO, образованная из слов Cooperation, Interoperability, Architecture, Ontology, характеризует их тесные взаимосвязи: *кооперация* предприятий предполагает *интероперабельность* их информационных систем, а *архитектура* предприятий понимается как стандарт разработки – нормативное ограничение на свободу проектантов предприятия, причем в основе их совместной деятельности лежат общие *онтологии*.

По аналогии с подзаголовком знаменитой монографии М. Хаммера и Д. Чампи «Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе» [2], Я. Дитцем и др. в 2010г. был написан «Enterprise Engineering Manifesto» [3], в котором указаны мотивы, задачи и постулаты парадигмы инжиниринга предприятий. Варианты системного подхода к инжинирингу предприятий изложены в монографиях Я. Дитца [4] и Р. Джиачетти [5].

В российском научном сообществе инициатива перехода от традиционной методологии реинжиниринга бизнеса к парадигме инжиниринга предприятий принадлежит Ю.Ф. Тельнову [6], который отмечает, что рассмотрение предприятия только как множества бизнес-процессов может привести к нарушению его системной целостности. Сегодня все более актуальным становится развитие методологии инжиниринга предприятия как интеграционного направления, что подразумевает синтез знаний, относящихся к различным дисциплинам. Здесь требуется сочетание методов математического моделирования и интеллектуальных технологий для стратегического и оперативного управления предприятиями со средствами виртуализации и интеллектуализации организационных структур. Методологическая база инжиниринга предприятий, возможные пути формирования и развития этого комплексного научного направления рассмотрены в [6-8].

Настоящая статья посвящена развитию онтологического подхода к инжинирингу предприятий. Предварительно введены ключевые определения, идеи и представления Enterprise Engineering, а также указаны дисциплины, формирующие эту неоднородную научно-практическую область. Рассмотрены основные аспекты управления знаниями применительно к ИП.

2. Что такое инжиниринг предприятий? Новое научное направление «инжиниринг предприятий» охватывает знания, принципы и практические рекомендации, связанные с анализом, проектированием, созданием и функционированием предприятий. При этом оно опирается на метафору изменчивой органической природы предприятия. Так Международная организация стандартов ISO определяет инжиниринг предприятий как комплексную дисциплину, объединяющую усилия людей в области организации, изменения и реорганизации предприятий [9]. Специалисты в области ИП стремятся ответить на фундаментальный вопрос, как спроектировать и улучшить различные элементы, свойства, процессы, структуры и, наконец, целостную деятельность предприятия, находящегося в постоянно изменяющейся и непредсказуемой конкурентной среде, с помощью методов анализа, синтеза, принятия решений, а также передовых информационно-коммуникационных технологий, включая инструментарий искусственного интеллекта?

В основу инжиниринга предприятий можно положить, по крайней мере, три важных допущения: 1) предприятие есть сложная, открытая, социотехническая система, функционирующая в неоднородной среде; 2) эта система, будучи динамической, выступает как совокупность процессов, которые должны быть спроектированы для достижения организационных целей; 3) следует использовать инженерные подходы к задачам создания и преобразования (трансформации) предприятия.

Хотя идеи ИП стали по-настоящему востребованными и популярными в 2000-2010-е годы, первые фундаментальные работы по этой проблематике (и с этим названием) были опубликованы еще в 1990-е годы. В первую очередь, речь идет о работах Д. Лайлса [10], Дж. Мартина [11], Ф. Вернада [12], Э.В. Попова [13].

Так Э.В. Попов отмечал, что инжиниринг бизнеса, направленный на организацию предпринимательства на конкурентоспособной основе, предусматривает новый способ мышления – взгляд на построение компании как на инженерную деятельность [13, с.14]. В свою очередь, Ф. Вернада понимал инжиниринг предприятий как новый этап развития компьютерно интегрированных производств, связанный с определением, анализом и реализацией различных бизнес-процессов на протяжении всего жизненного цикла предприятия [12]. У него двумя главными аспектами ИП являются компьютерное моделирование и компьютерная интеграция предприятий. Весьма оригинальную трактовку ИП предложил Дж. Мартин, который рассматривал его как семейство различных методов проведения изменений [11].

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

Затем в 2000-е годы Я. Дитц [4] выделил «три волны», характеризующие развитие инжиниринга предприятий в русле перехода от данных к знаниям о предприятиях: 1) инжиниринг систем данных (Data Systems Engineering); 2) инжиниринг информационных систем (Information Systems Engineering); 3) онтологический инжиниринг предприятий (Enterprise Ontological Engineering). Наконец, Дж. Барджис [14] отметил, что ядро инжиниринга предприятий включает три области: а) онтология предприятия; б) архитектура предприятия; в) управление предприятием.

3. Комплекс дисциплин, формирующих «Инжиниринг Предприятий». Междисциплинарная область «инжиниринг предприятий» – это симбиоз наук о системах, организации и управлении с современными информационными и коммуникационными технологиями. В [3,4] этот симбиоз рассмотрен в контексте преодоления различий между функциональной и инженерной методологией. В то время как традиционный менеджмент и теория организаций опираются на функциональную парадигму, инженерные науки, в том числе, науки об информационных системах (Information Systems Sciences) и компьютерных системах (Computer Science), носят конструктивный (проектный) характер. Речь идет о реализации инженерных подходов в науках о предприятиях, развитии методов системной инженерии, промышленной инженерии, проектирования бизнеса и организационного проектирования. Соответственно, в [11] указаны следующие 6 дисциплин (уровней) ИП: системная инженерия; промышленная инженерия; реинжиниринг бизнес-процессов; информационные системы; информационные технологии; организационное проектирование и гуманистические системы. Среди антропоцентрических проблем ИП в [15] отмечены онтологические, логические, семиотические, этические, эпистемологические проблемы.

Дж. Мартин в [11] выделил 7 базовых дисциплин инжиниринга предприятий, сгруппированных вокруг понятия *ценности*: 5 дисциплин, относящихся к проектированию изменений в бизнесе (здесь можно проследить аналогии с концепцией обучающегося предприятия П. Сенге [16]) и 2 дисциплины, относящиеся к инфраструктурным изменениям. В числе первых пяти дисциплин находятся: стратегический менеджмент; перепроектирование предприятий; реинжиниринг процессов; создание общих ценностей; всеобщее управление качеством, а двумя другими дисциплинами являются проектирование организационных изменений и лежащие в его основе информационные технологии.

В [6] Ю.Ф. Тельнов вынес на обсуждение 3 ключевые дисциплины ИП: стратегический менеджмент предприятий; архитектуры предприятий (а в первую очередь, архитектуры, основанные на сетевых технологиях); онтологический инжиниринг предприятий, который обеспечивает единство представления предприятия на разных уровнях управления.

Затем в [7] Д.В. Кудрявцев рассмотрел 3 класса дисциплин, образующих методологическое ядро ИП: *общие* (системная инженерия; теория организаций; науки об искусственном, включая общую теорию проектирования), *базовые специальные* (стратегический менеджмент; управление качеством; управление бизнес-процессами; проектирование информационных систем; архитектура предприятий) и *технологические дисциплины* (методы и технологии моделирования, в особенности, имитационного моделирования; методы принятия решений; средства управления знаниями и онтологического инжиниринга; интеллектуальные технологии).

Наконец, в [8] нами была построена треугольная «пирамида дисциплин» ИП (рисунок 1). Здесь одна боковая грань содержит иерархию 6 базовых дисциплин ИП, а на другой грани отражены важнейшие междисциплинарные и метасистемные понятия,

подходы и технологии: система систем; информационно-коммуникационные технологии; система онтологий, организационные цели и стратегии; ресурсы, агенты и процессы; жизненные циклы; многоагентные системы.



Рисунок 1 - Пирамида дисциплин инжиниринга предприятий и базовых междисциплинарных понятий

Остановимся подробнее на третьем уровне структуры, изображенной на рисунке 1, связанном с проблемами управления знаниями и онтологического инжиниринга.

4. Управление знаниями в инжиниринге предприятий. Управление организационными знаниями, в особенности, знаниями о жизненном цикле продукции, выступает как ключевой аспект интеллектуального управления в русле инжиниринга предприятий. Его можно рассматривать как процесс, с помощью которого организация извлекает прибыль из того объема знаний, который находится в ее распоряжении. Основой этого процесса является формирование и предоставление требуемых знаний в нужной форме, в нужном количестве, в нужном месте, в нужное время и по приемлемой цене.

В экономическом плане управление знаниями выступает как новая конкурентная стратегия предприятия, связанная с формированием и освоением новых рынков (рынки знаний), накоплением интеллектуального капитала и созданием интеллектуальных активов. Воплощение в жизнь концепции «компания – создатель знания» [17] означает смещение акцентов в деятельности предприятия на информационный метауровень, когда его конкурентоспособность определяется не только (и не столько) возможностями производства и продажи продукции, сколько способностью к порождению, накоплению и использованию соответствующих знаний.

В социально-психологическом ракурсе знания являются одновременно основой и продуктом формирования человеческих (социальных) отношений между сотрудниками предприятия. С позиции теории организаций, знания выступают как главный ресурс функционирования и развития предприятия, а также как объект управления при наличии различного рода неопределенностей. В случае сетевых (виртуальных) предприятий управление знаниями призвано обеспечить совместную проектную работу специалистов и коллективов, расположенных в различных местах [18].

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

Управление знаниями – это сравнительно новая стратегия развития предприятия, основанная на передовых информационно-коммуникационных технологиях, которая предполагает обмен знаниями как ресурсами, получение новых и обновление существующих знаний, что позволяет сотрудникам своевременно решать их профессиональные задачи. Она обеспечивает интегрированный подход к созданию, сбору, хранению, передаче и использованию информационных ресурсов предприятия. Эти ресурсы включают структурированные базы данных, документы, индивидуальные (подчас неявные) знания сотрудников. Знания, в отличие от других расходуемых ресурсов организации, представляют собой активный ресурс, поскольку при их расходовании могут порождаться новые знания.

Инициатива «*управление знаниями*» зародилась в середине 1990-х годов в крупных корпорациях, для которых проблемы обработки информации приобрели особую остроту и стали критическими [19]. Обычно информации на предприятии имеется даже больше, чем оно может оперативно обработать. При этом один отдел предприятия часто дублирует работу другого просто потому, что невозможно найти и использовать знания, находящиеся в соседних подразделениях.

Кроме того, стало очевидным, что узким местом является именно работа трудно передаваемыми, неявными, «горячими» знаниями, накопленными специалистами в ходе их практической деятельности. Соответственно, важнейшими процессами преобразования знаний на предприятии являются: экстернализация (превращение неявных, неформализованных знаний в явные и формализованные) и интернализация (применение этих формализованных знаний для углубления и увеличения базы неформализованных знаний) [17]. В целом, речь идет о создании большой корпоративной базы знаний сетевого предприятия.

Далее рассмотрим онтологический подход к управлению знаниями на предприятии.

5. Онтологический инжиниринг. Термин «Онтологический инжиниринг», охватывающий стадии разработки и применения онтологий, включает все вопросы теории, технологий и практики создания онтологий. В информатике и искусственном интеллекте под онтологией понимают явное, наглядное и формализованное описание структуры некоторой проблемной области. Подобное описание всегда опирается на концептуализацию этой области, выраженную на естественном языке, и содержит основные понятия, атрибуты, связи между ними. При онтологическом моделировании предприятий будем опираться на два классических определения онтологии. Следуя Т. Груберу [20], будем определять онтологию предприятия как спецификацию разделяемой разными сотрудниками и подразделениями концептуализации предприятия. Здесь под концептуализацией понимается пара $CON_1 = \langle D, R \rangle$, где D – предметная область, а R – множество основных отношений на D .

В то же время, по Н. Гуарино [21], онтологию надо строить как логическую теорию, которая состоит из словаря терминов, образующих таксономию, их определений и атрибутов, а также связанных с ними аксиом и правил вывода. При этом важную роль играет переход от экстенциональных к интенциональным представлениям. Обычный вариант представления интенциональных (концептуальных) отношений – это определение функций из множества возможных миров на предметную область. В то время как обычные отношения задаются в предметной области, концептуальные отношения определяются в пространстве $\langle D, W \rangle$, где D – предметная область, а W – множество возможных миров. Здесь n -арное концептуальное отношение на $\langle D, W \rangle$ есть функция из W во множество всех n -арных отношений на D , $\rho^n: W \rightarrow 2^{D^n}$. Тогда концептуализация определяется упорядоченной тройкой $CON_2 = \langle D, W, P \rangle$, где P –

множество всех концептуальных отношений в $\langle D, W \rangle$.

Существуют различные классификации онтологий: легкие и весомые, простые и многоуровневые, статические и динамические, онтологии верхнего уровня, общие для многих областей, и онтологии нижнего уровня, зависящие от предметной области, и пр.

Ввиду большой сложности предприятия как «системы систем», построение единственной понятной и согласованной предметной онтологии оказывается невозможным, поэтому требуется разработка системы онтологий предприятия (рисунок 2). В ней на нижнем уровне строятся предметная онтология предприятия, онтология его функций (задач) и онтология приложений (например, машиностроительное предприятие, транспортное предприятие), а на верхнем уровне – онтологии базовых категорий, встречающихся в разных дисциплинах (науках о предприятии), например, онтология деятельности, организационная онтология, онтология ресурсов и пр. Согласно Дж. Сова [22], онтологии верхнего уровня описывают наиболее общие, парадигматические концептуализации, независимые от предметной области и ее задач, которые характеризуют состояние некоторого профессионального сообщества. В отличие от этого онтологии нижнего уровня носят локальный, специфический характер и непосредственно зависят от типа и ролей агентов предприятия, для которых они используются.

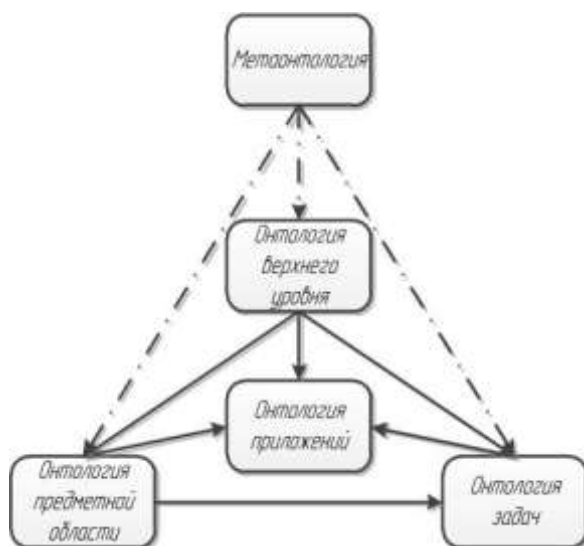


Рисунок 2 - Система онтологий предприятия

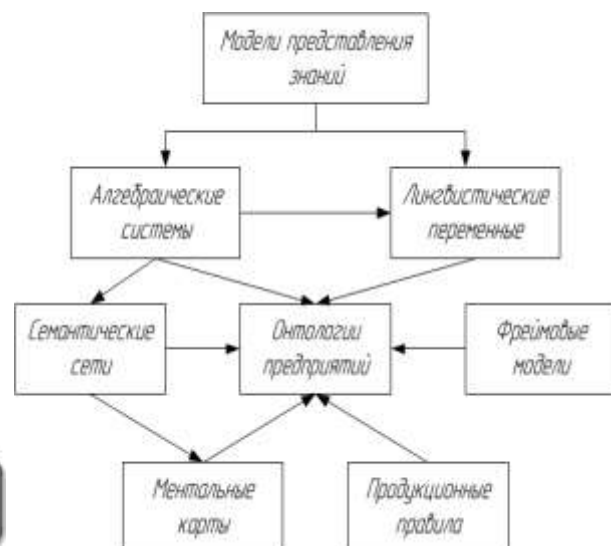


Рисунок 3 - Формальные модели для построения онтологий предприятий

Термин «метаонтология» (т.е. онтология над онтологиями) понимается как основа представления, слияния и интеграции онтологий. Метаонтология обеспечивает как точную математическую спецификацию онтологий, так и формальный анализ их свойств. С ее помощью устанавливают соответствие между типом имеющейся информации (уровнем неопределенности) и выбираемым языком описания предприятия.

Из рисунка 2 видно, что выбор той или иной метаонтологии непосредственно определяет состав онтологий, взаимосвязи между ними, выбор формальных моделей (см. рисунок 3) и языков для представления онтологий как верхнего, так и нижнего уровня. Так выбор сингулярных метаонтологий означает использование точечных примитивов онтологий, например, ориентированных графов и деревьев, а переход к гранулярным метаонтологиям связан с интервальными примитивами и гиперграфами. На практике метаонтология нередко сводится к формальной структуре для описания онтологий. В

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

качестве базовой формальной модели метаонтологии можно рассматривать *алгебраическую систему*

$$MONT = \langle C, R, O \rangle,$$

где C – непустое множество понятий, R – множество отношений на C , а O – множество операций над понятиями и/ или отношениями.

Помимо моделей представления знаний, показанных на рисунке 4, в онтологическом моделировании широко используются: единый язык моделирования предприятий UEML (Unified Enterprise Modeling Language), язык моделирования процессов EPML (Enterprise Process Modelling Language), язык RML (Referent Model Language), и др.

Авторами проведен сравнительный анализ результатов трех крупных международных проектов в области онтологического инжиниринга предприятий: проекта TOVE (TOronto Virtual Enterprise) [23], посвященного формализации знаний в области инжиниринга предприятий, эдинбургского Enterprise Project [24] и проекта DEMO (Design and Engineering Methodology for Organisations), направленного на создание методологии онтологического проектирования организаций [4]. Наиболее фундаментальные результаты были получены в рамках проекта TOVE: предложена общая методология онтологического инжиниринга, известная ныне как методология Грюнингера-Фокса; построена система онтологий предприятия, в которой онтологии верхнего уровня подразделяются на базовые (онтология деятельности, онтология организации, онтология ресурсов, онтология продукции) и специальные (онтология стоимости, онтология качества, онтология стимулов и др.); разработана среда проектирования предприятий (Enterprise Design Workbench) и организована цепочка снабжения в виде сети взаимодействующих интеллектуальных агентов (Agent Based Integrated Supply Chain), каждый из которых, выполняя в ней одну или несколько функций, должен координировать свои действия с другими агентами.

Основные сущности в модели TOVE представлены объектами с их свойствами и отношениями. Объекты объединяются в таксономии. Объекты, атрибуты и отношения специфицируются, где это возможно, в исчислении предикатов первого порядка. В нем определяется множество аксиом, фиксирующих ограничения на объекты и предикаты в онтологии. Построенное множество аксиом формирует микротеорию (в смысле Д.Лената).

Онтология деятельности опирается на ситуационное исчисление Р. Рейтера, в котором имеются три сорта объектов: действия, ситуации и флюенты (формулы, которые становятся истинными или ложными в определенных временных точках). Онтология времени основана на темпоральных отношениях логики Аллена.

6. Заключение В работе проведено обсуждение различных концепций инжиниринга предприятий. Построена пирамида отдельных дисциплин ИП и определен набор его базовых междисциплинарных понятий. Предложена методология ИП на основе управления знаниями, циркулирующими на предприятии, в русле онтологического подхода. Разработана иерархическая система онтологий, ориентированная на нисходящее проектирование предприятий. Проведен сравнительный анализ методов, моделей и инструментальных средств онтологического инжиниринга предприятий, разработанных в проектах TOVE, Enterprise Project и DEMO. По его результатам были уточнены задачи и предполагаемые результаты совместного казахско-российского проекта «Разработка и исследование методов, алгоритмов и программ для поддержки онтологического моделирования». В рамках этого проекта планируется разработать методы грануляции информации для онтологического моделирования и построить гранулярные метаонтологии для сетевого предприятия. Будет также

предложен новый метод формирования ресурсных онтологий предприятий с использованием формализмов ресурсно-целевых сетей.

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК: грант №0115 РК 00532.

1. ciaonetwork.org/
2. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе: Пер. с англ. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2006.
3. Dietz J.L.G. et al. Enterprise Engineering Manifesto// Advances in Enterprise Engineering I. Lecture Notes in Business Information Processing Vol.10. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. См. также www.ciaonetwork.org
4. Dietz J.L.G. Enterprise Ontology. Theory and Methodology. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2006.
5. Giachetti R. Design of Enterprise Systems: Theory, Architecture and Methods. – Boca Raton FL: CRC Press, 2010.
6. Тельнов Ю.Ф. Инжиниринг предприятий на основе интеллектуальных технологий// Информационно-измерительные и управляющие системы.–2013.–№11,ч.2.–С.55-60.
7. Кудрявцев Д.В. Методологическая база бизнес-инжиниринга// Инжиниринг предприятий и управление знаниями. Сборник научных трудов XVII-й научно-практической конференции (ИП&УЗ-2014, Москва. МЭСИ, 24-25 апреля 2014 г.). – М.: МЭСИ, 2014. – С.151-161.
8. Тарасов В.Б. Управление жизненными циклами продукции и предприятия–ключевой аспект инжиниринга сетевых предприятий// Инжиниринг предприятий и управление знаниями. Сборник научных трудов XVII-й научно-практической конференции (ИП&УЗ-2014, Москва. МЭСИ, 24-25 апреля 2014 г.). – М.: МЭСИ, 2014. – С.245-255.
9. ISO Concepts and Rules for Enterprise Models. International Standard 14258. –1999. [online] www.mel.nist.gov/sc5wg1/std-dft.htm.
10. Liles D., Johnson M.E., Meade L., Ryan D. Enterprise Engineering: a Discipline?// Proceedings of Society for Enterprise Engineering Conference. – 1995. – Vol.6.
11. Martin J. The Great Transition: Using the Seven Principles of Enterprise Engineering to Align People, Technology and Strategy. – New York: American Management Association, 1995.
12. Vernadat F. Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications. – London: Chapman and Hall, 1996.
13. Ойхман Е.Г., Попов Э.В. Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг организаций и информационные технологии. – М.: Финансы и статистика, 1997.
14. Barjis J. Enterprise Modeling and Simulation within Enterprise Engineering// Journal of Enterprise Transformation. – 2011. – Vol.1, №3. – P.185-207.
15. Dietz J., Hoogervorst J. et al.: The Discipline of Enterprise Engineering// International Journal of Organizational Design and Engineering. – 2013. – Vol.3, №1. – P.86-114.
16. Сенге П. Пятая дисциплина. Искусство и практика обучающейся организации: Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 1999.
17. Нонака И., Такеучи Х. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах: Пер. с англ. – М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2011.
18. Тарасов В.Б. Интеллектуальные предприятия и управление знаниями: на пути к синергетическому искусственному интеллекту// Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Труды IV-й международной конференции (Самара, 17-23 июня 2002 г.). – Самара: Самарский научный центр РАН, 2002. – С.166-176.
19. Гаврилова Т.А. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных информационных систем// Новости искусственного интеллекта. – 2003. – №2. – С.24-29.

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

- 20.Gruber T.R. A Translation Approach to Portable Ontologies// Knowledge Acquisition. – 1993. – Vol.5, №2. – P.199-220.
- 21.Guarino N. Formal Ontology and Information Systems// Proceedings of the 1stInternational Conference on Formal Ontologies in Information Systems(FOIS'98, Trento, Italy, June 6-8,1998)/Ed. byN.Guarino.– Amsterdam: IOS Press, 1998. – P.3-15.
- 22.Sowa J.F. Top-Level Ontological Categories//International Journal of Human-Computer Studies. – 1995. –Vol.43, №5-6. –P.669-685.
- 23.TOVE Ontology Project 2010. <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/tove/>.
- 24.The Enterprise Ontology/ M.Uschold,M.King, S.Morales, Y.Zorgios//The Knowledge Engineering Review. – 1998. – Vol.13, №1. – P.31-89.

***Аңдатпа.** Жасанды интеллект саласындағы ресей және қазақстандық мамандар ұжымы бірлесіп орындаған, бұл жұмыс, мекеме инжинирингі онтологиялық тәсілдерінің дамуына арналған. Мекеме инжинирингінің негізгі анықтамалары, идеялары мен түсініктері келтірілген, оның жалпы пәндік құрылымы қарастырылған және осы әртекті ғылыми-практикалық саланы құратын базалық пәнаралық түсініктер ерекшеліп көрсетілген. Мекеме инжинирингінің түрлі тұжырымдамалары мен әдіснамалары талқыланды.*

Мекеме инжинирингі арнасындағы интеллектуалды басқарудың кілттік көрінісі ретіндегі білімдерді басқару негіздері баяндалған. Метаонтологиядан, жоғарғы және төменгі деңгей онтологияларынан тұратын, онтологияның үшдеңгейлік иерархиялық жүйесі құрылған. Шетелдің TOVE, EnterpriseOntology жобаларында дайындалған, мекеме үшін арналған жоғарғы деңгей онтологияларына және DEMO әдіснамасына салыстырмалы талдау жасалған.

***Түйін сөздер:** Мекеме инжинирингі, білімдерді басқару, онтологиялық инжиниринг, метаонтология*

***Abstract.** The work performed by the joint Russian-Kazakh team of specialists in the field of artificial intellect, is dedicated to the development of ontological approach to enterprise engineering. Given the key definitions, ideas and concepts Enterprise Engineering, discussed the general structure of its disciplines and highlighted the basic interdisciplinary concepts that form the heterogeneous scientific and practical fields. A discussion of the various concepts and methodologies of engineering companies.*

The foundations of knowledge management as a key aspect of intelligent control in line with engineering companies. Built a three-level hierarchy of ontologies, including metaontologies, ontologies upper and lower levels. Conducted comparative analysis of known top-level ontologies for companies developed in overseas projects TOVE, Enterprise Ontology and Methodology DEMO.

***Keywords:** Enterprise Engineering, knowledge management, ontological engineering, metaontologies*

Г.И. Тлеубердиева *

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ БИБЛИОТЕКИ INFORMATION TECHNOLOGY INFRASTRUCTURE LIBRARY В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С КЛИЕНТАМИ

(г.Алматы, Новый экономический университет, *- докторант)

Аннотация. Для развития конкурентоспособности предприятия необходимо формировать перспективы развития, обозначить миссию предприятия, конкретизируя смысл существования предприятия и полезность ее деятельности для общества. Целью данной работы является описание управления предприятием в контексте повышения конкурентоспособности предприятия, а также вопрос о возможности интегрирования системы управления взаимоотношениями с клиентами с рекомендациями библиотеки Information Technology Infrastructure Library. В статье представлены уровни планирования, которые в совокупности обеспечивают системный вид всей деятельности предприятия. Приведены стратегии взаимоотношений с клиентами предприятия. Рассмотрены предложения компаний, присутствующих на казахстанском рынке в качестве разработчика программного обеспечения класса CRM-систем. Показана реализация таких процессов как Управление знаниями, Управление проблемами, Управление релизами, Управление изменениями в программном продукте Bpm'online, поставляемом компанией Terrasoft.

Ключевые слова: стратегия, CRM система, конкурентоспособность предприятия, библиотека ITIL, анализ данных.

Для успешного развития предприятия необходимо формировать долгосрочные цели, перспективы развития, определить миссию предприятия, смысл существования предприятия и полезность ее деятельности для общества. Формулирование миссии предприятия должно быть основано на терминах бизнес-достижений и может отражать положение на рынке, отношения с потребителями. На предприятии должны быть выработаны основные стратегии, которые необходимо применять в условиях происходящих в обществе динамических процессов. Для достижения поставленной цели необходима функция планирования, с которой начинается процесс управления и от качества которой зависит конкурентоспособность предприятия. Постановка задачи планирования реализуется путем всестороннего анализа во всех подсистемах предприятия таких как управление финансами, маркетинг, управление персоналом, логистикой и т. д. Совершенствование систем управления на практике часто порождает проблему разрыва между стратегией компании и механизмами ее реализации. В книге «The Strategy Gap: Leveraging Technology to Execute Winning Strategies» коллективом авторов [1] описаны этапы процесса эффективной реализации стратегии, путем использования методов управления эффективностью бизнеса Business Performance Management (BPM). Стратегическое планирование основано на методологии сбалансированных показателей BalancedScorecard (BSC), относящейся к BPM. С помощью технологии BSC создается механизм управления предприятием, при котором стратегические показатели эффективности его деятельности связаны с конкретными мероприятиями по выполнению намеченной стратегии.

Уровень тактического планирования характеризуется преобразованием общих планов стратегического уровня в четко определенные показатели, связанных с конкретными ресурсами. Упор делается на оценку и планирование информационных, интеллектуальных, человеческих и прочих ресурсов. Основное внимание уделяется

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

грамотному использованию финансовых ресурсов. На уровне оперативного планирования, основанном на конкретных действиях, проводятся определение сроков, нормирование, обозначение объемов работ и затрат, выбор контрольных точек для анализа текущих результатов на соответствие плану и прочее. На данном уровне бюджет является основным инструментом, поэтому необходимы мониторинг и контроль исполнения бюджетных планов. Для сравнения ключевых, индикативных показателей эффективности Key Performance Indicators KPI и фактических бюджетных показателей используются аналитические инструменты на основе технологии OLAP. Имея полученные результаты сравнения, а также используя инструменты прогнозирования и моделирования составляются планы корректировки стратегии предприятия. В целом, совокупность приведенных действий составляет описание цикла управления предприятием от выбора стратегии и до ее практической реализации. Все уровни планирования – стратегический, тактический и оперативный, тесно связаны между собой и обеспечивают системный вид всей деятельности предприятия [2].

Внедрение BPM системы с четко продуманным механизмом сбалансированных показателей BSC, использование Customer Relationship Management (CRM) системы как инструмента стратегического планирования, своевременный аудит и грамотное бюджетирование на этапе тактического планирования, а также внедрение рекомендаций ITIL в работе IT-подразделения на операционном этапе, в целом, приведут к осязаемому экономическому эффекту и к повышению конкурентоспособности предприятия. Управляемость бизнес-процессов даст возможность оптимизации времени выполнения задач, оптимизации издержек, и улучшит взаимодействие различных подразделений предприятия.

CRM — инструмент стратегического планирования, при котором потребности клиента имеют наибольший приоритет для предприятия. Причем такая ориентированность на клиента прослеживается не только в корпоративной культуре, но и в бизнес-процессах. Целью внедрения CRM-стратегии является создание механизма привлечения новых клиентов, развитие отношений с имеющимися клиентами, повышение удовлетворённости клиентов путем анализа накопленной информации о клиентском поведении, ведение продуманной тарифной политики, проведение оптимизации маркетинга. CRM система позволяет значительно снизить расходы трудовых ресурсов за счет оптимизации отношений внутри предприятия и между его партнерами.

Основные стратегии взаимоотношений с клиентом были выделены и описаны зарубежными экспертами CRM-систем Фрэнсисом Батлом и Стэном Макланом [3]:

- **Начало отношений** (Start a relationship). Необходимо обдумать детали начала отношений с клиентом, потому что первое впечатление клиента должно быть позитивным для возможности продолжения отношений.
- **Защита взаимоотношений** (Protect the relationship) – поддержание крепких отношений с клиентом одна из основных задач бизнеса.
- **Реинжиниринг отношений** (Reengineer the relationship) – изменение отношений с клиентом путём уменьшения затрат на его обслуживание.
- **Повысить качество отношений** (Enhance the relationship) – реорганизация отношений с клиентом, направленная на повышение выручки от него. Это достигается за счёт применения таких техник продаж как Cross-sell (перекрестные продажи), Upsell (продажа расширенной версии), Downsell (продажи с уменьшенной версией).

- **Максимальная прибыль от отношений** (Harvest the relationship) – если денежный поток от клиента стабильный и от новых усилий не изменяется, то его следует сохранить на текущем уровне для получения возможно большей прибыли, особенно, если есть большая вероятность, что клиенту станут не нужны услуги компании или он может перейти к конкурентам.
- **Борьба за потерянного клиента** (Win back the customer) – если клиент является стратегически важным и перешел к конкурентам, то желательно выяснить причину его ухода и попытаться вернуть клиента.
- **Прекращение отношений** (End the relationship) – казалось бы, правильнее сохранить клиента в любом случае, но если клиент не проявляет никакой заинтересованности и вряд ли что-то изменится, а на его обслуживание требуются определенные затраты, то прекращение отношений обоснованно.

Рассмотрим предложения российской компании Terrasoft, которая является разработчиком программного обеспечения класса CRM-систем и Service Desk. По данным 2014 года клиентами этой компании стали более 4000 предприятий. Компания работает на рынках СНГ и Прибалтики, а также есть клиенты из США, Канады, Мексики, Ирландии, Великобритании, Франции, Бельгии. С 2007 года Terrasoft присутствует на казахстанском рынке (Группа компаний «Terrasoft», «Sanatel Consulting»). Активное развитие бизнеса и как результат, сформированная потребность в качественных программных решениях, профессиональных консалтинговых услугах, связанных с системой взаимоотношений с клиентами, являются характеристиками рынка Казахстана. Представители тех секторов рынка, в которых прослеживается конкуренция, серьезно задумываются о применении CRM-систем. К примерам таких отраслей можно отнести страховые компании, туристический бизнес, сектор торговых услуг, банковская сфера и другие [4].

Приложения Terrasoft [5] могут быть развернуты на одном из наиболее распространенных серверов баз данных: MS SQL Server, Oracle или Firebird. Безопасность работы клиента в интернете организована с помощью криптографического протокола SSL. Платформа предоставляет гибкий инструментарий для неограниченной адаптации основанных на ней систем. Конфигурация Terrasoft 3.X является открытой и позволяет настраивать корпоративные системы для работы в компаниях любой отрасли и любых масштабов бизнеса. Благодаря пользовательским механизмам, конструкторам и шаблонам в интегрированной среде разработки IDE (Integrated Development Environment) существенно увеличивается скорость разработки модулей и логики приложений Terrasoft. IDE Terrasoft 3.X содержит удобные средства конфигурирования – различные конструкторы (отчеты, запросы, дополнительные справочники), визуальные средства разработки. Работа с конструктором запросов к базе данных не требует знаний в области программирования. Настройку конфигурации системы может провести любой сотрудник, имеющий на это доступ и права. Разграничение прав пользователей в системе обеспечивает защиту данных от несанкционированного доступа. Благодаря современным средствам криптозащиты и протоколирования CRM-системы [6] надежно защищены от перехвата информации, гарантируют безопасность удаленной работы с использованием web-сервисов.

Используя собственные шаблоны MS WORD и пользовательские механизмы, можно создавать документы любого вида. Отчеты получаются как в графическом представлении, в виде аналитических таблиц, так и в виде web-страниц. Сформированные отчеты могут быть представлены в pdf, rtf, xls, doc, html форматах. При создании расширенных отчетов применяется редактор Fast Report. Многомерный анализ данных реализован интегрированием с OLAP-серверами. Для массовых рассылок

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

сообщений применяется MS Outlook со стандартными или собственными макросами. Пользовательские интерфейсы, вся бизнес-логика и метаданные составляют конфигурацию системы. Они находятся в СУБД, для пользователя загружают только мета-данные. При изменениях в данных, пользователю передается измененная часть мета-данных. Оптимальная структура базы данных, постраничная загрузка данных обеспечивают высокую производительность CRM-систем на платформе Terrasoft 3.X, а также масштабируемость систем. В системе предложен инструмент для поиска и выборки необходимых данных в виде быстрого поиска по любым параметрам, по вхождению символов, по нескольким критериям поиска. Платформа Terrasoft 3.X предусматривает и дифференцированные способы интеграции с различными приложениями на уровне данных и на уровне программ, например, с MS Office, 1С, с офисной телефонией, для этого используются внешние библиотеки, Web-сервисы и т.д. CRM-системы на данной платформе эффективны за счет использования современных сетевых технологий, оптимизации нагрузки сетей и методов сжатия информации. Кроме того, CRM системы включают в себя специальный модуль управления процессами с визуальным строителем бизнес-процессов [7,8].

Комплекс программ Bpm'online, поставляемый компанией Terrasoft, содержит в себе блок Bpm'online ITIL Service с пакетами Transitions и Operations. Процессы обслуживания в продукте Bpm'online представляют собой бизнес-процессы, соответствующие методологии ITIL [9]. Так, например, реализованы процессы Управление знаниями, Управление проблемами, Управление релизами, Управление изменениями и др. Методология ITIL - это совокупность лучших моделей и решений, представленных в виде типовых процессов. В данный момент сертификация на соответствие международному стандарту ISO/IEC 20000 является актуальной. В Казахстане только несколько компаний имеют подобные сертификаты. Поскольку применение рекомендаций ITIL приводит к возможности сертификации, то их использование можно назвать необходимой мерой для эффективности предприятия.

Приведенный ниже рисунок 1 показывает фрагмент работы программы, которая позволяет вести реестр имеющихся проблем, причем каждой из них назначено ответственное лицо. Что означает, в случае затягивания сроков решения проблемы, есть с кого спросить. Можно проводить мониторинг процесса решения проблемы, а также экспортировать список проблем в некоторый файл для дальнейшей обработки. Например, список нерешенных проблем или список проблем, решенных в течении последнего месяца, для отчетов руководству.

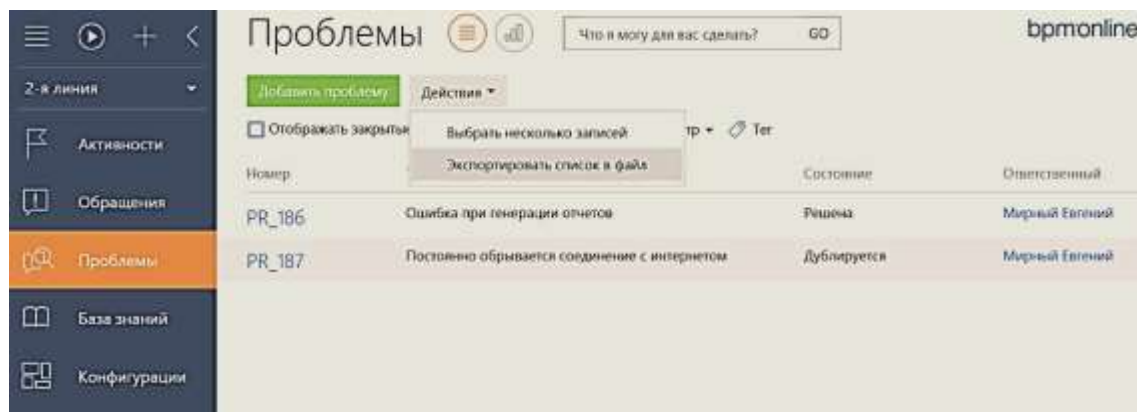


Рисунок 1 – Фрагмент работы процесса «Управление проблемами» в Bpm'online

Все имевшиеся на практике проблемы заносятся в Базу знаний (рисунок 2) с указанием

даты и времени появления. Предназначением Базы знаний является накопление различных статей, что дает возможность проводить анализ, например, какие типы проблем возникают чаще и как можно их предотвратить. Можно найти рекомендации и комментарии по решению проблемы, если подобный случай описан в базе знаний, то есть происходит экономия времени и усилий специалиста на решение проблемы.



Рисунок 2 – Фрагмент работы Базы знаний в bpm'online

Процесс «Управление конфигурациями» (рисунок 3) позволяет вести учет конфигурационных единиц ИТ-инфраструктуры компании. Данные учета можно использовать для периодической инвентаризации, для составления списанных единиц за отчетный период. Благодаря списку конфигурационных единиц можно прогнозировать появление проблем и предварительно их устранить.

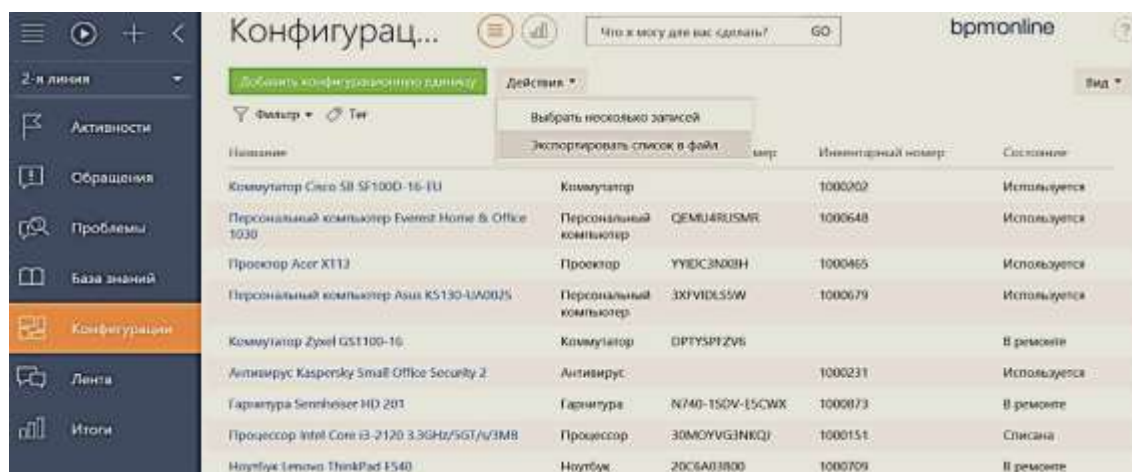


Рисунок 3 – Процесс «Управление конфигурациями» в bpm'online

На рисунке 4 показан фрагмент аналитических данных, сведенных из различных подсистем. На основе этих данных можно проанализировать работу компании за период, провести корректировку текущих и стратегических планов. Система помогает выделить наиболее эффективно работавших сотрудников для применения бонусов. Также имеется возможность анализа в разрезе KPI каждого сотрудника. Наконец, менеджеры располагают информацией о текущем состоянии дел, к примеру загруженность по линиям или отделам, количество обращений, требующих обработки или количество обращений клиентов, оставшихся без внимания.

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



Рисунок 4 – Представление аналитических данных в Vpm'online

Общим для всех процессов данного приложения является понятный и функциональный интерфейс, использование фильтров, наглядность результатов.

В настоящей работе приведены полное описание цикла управления предприятием от выбора стратегии и до ее практической реализации, возможности обеспечения достижения целей и решение задач путем внедрения CRM систем. Рассмотрены основные стратегии взаимоотношений с клиентами. Положительно решен вопрос о возможности интегрирования CRM системы с рекомендациями библиотеки ITIL на примере использования приложения Vpm'online.

1. Coveney M., Ganster D., Hartlen B., King D. The Strategy Gap: Leveraging Technology to Execute Winning Strategies, Publisher: Wiley, 2004 г., 240 p.
2. Основные виды планирования предпринимательской деятельности, 2011, Информационный сайт по экономике, эл. ресурс - www.ekportal.ru/page-id-1824.html
3. Buttle F., Maclan S. Customer Relationship Management: Concepts and technologies, 2008, Publisher – Routledge, 528 p.
4. Антропов С., Фриланс как бизнес, 2015, эл. ресурс - www.kadrof.ru/articles/cat25
5. IT компания «Terrasoft», Россия, Москва, эл. ресурс - www.terrasoft.ru
6. Константинов М. Ключевые условия для успешного внедрения CRM-системы, 2015, эл. ресурс - www.crm-practice.ru/crm-systems/
7. Ибрагимов А. Внедрение CRM – шаг к повышению конкурентоспособности, но не весь путь, 2014, эл. ресурс - <http://megaobzor.com/vnedrenie-CRM---shag-k-rovuysheniyu-konkurentosposobnosti-no-ne-ves-put.html>
8. Иванова О. Система CRM в IaaS, PaaS или SaaS: что выбрать?, 2015, эл. ресурс - www.crm-practice.ru/articles/4744/
9. Ербаев Т. Terrasoft: мы идем навстречу клиентам. Computer Club Magazin, №1 январь, 2007, эл. ресурс - www.ccm.kz/

Аңдатпа. Кәсіпорынның бәсекеге қабілеттілігін дамыту үшін даму келешегін құрып, кәсіпорынның міндетін белгілеп, өмір сүру мәні мен қоғамға деген тіршілігінің пайдасын анықтау керек. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігін арттыру тұрғысында кәсіпорын басқаруын сипаттау, сондай-ақ клиенттермен қарым-қатынас басқару жүйесі мен InformationTechnologyInfrastructureLibrary кітапханасының сипаттамаларымен біріктіру мүмкіншілігін қарастыру. Мақалада кәсіпорынның бүкіл әрекетінің жүйелі түрін қамтамасыз ететін жоспарлау деңгейлері берілген. Кәсіпорын клиенттерінің қарым-қатынас стратегиялары көрсетілген. Қазақстан нарығында CRM жүйесінің бағдарламалық жасақтама жасаушының ұсынысы қарастырылған. Білім басқару,

баққару мәселесі, реліздерді баққару, және де Terrasoft компаниясының Bpm'online бағдарламалық өнімінің өзгерістерін баққару процесстерінің жүзеге асыруы көрсетілген.

Түйін сөздер: стратегия, CRM жүйесі, компанияның бәсекеге қабілеттілігі, ITIL кітапханасы, деректерді талдау

Abstract. For the successful development of the company there is a need to generate prospects, indicate the mission of the enterprise, specifying the meaning of the company's existence and usefulness of its activities for the society. The purpose of this paper is to describe the full cycle of enterprise management as well as the possibility of integrating the Customer Relationship Management system with the recommendations of the Information Technology Infrastructure Library. The article presents the planning levels, which together provide a systematic view of the entire enterprise. The most frequently used strategies of relations with customers of the enterprise are observed. Applications of companies', working in the Kazakhstan market as a software developer- CRM-systems class, were examined. It is shown that the implementation of processes such as Knowledge Management, Problem Management, Release Management, Change Management in software product Bpm'online, supplied by Terrasoft company.

Keywords: strategy, CRM system, the company's competitiveness, library ITIL, data analysis

УДК 378

А.Р. Турганбаева, М.А. Скиба

ТИПОВАЯ СТРУКТУРА Е-ПОРТФОЛИО: ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И НАПОЛНЕНИЯ

(г.Алматы, Казахский национальный университет им.аль-Фараби,
Новый экономический университет им.Т.Рыскулова)

Аннотация. В статье описана типовая структура е-портфолио. Авторами уточнены понимания е-портфолио как информационно-коммуникационной технологии и как сложно структурированного фрактального объекта, отражающего результаты образовательного процесса. Описаны характеристические особенности структуры е-портфолио с позиции структурного фрактального объекта. Построено отображение двух фрактальных объектов: е-портфолио, как синергетического объекта, содержащего артефакты, позволяющие продемонстрировать результаты обучения, и профессиональной компетентности, состоящей из специальных и общих компетенций и личностных качеств.

Ключевые слова: е-портфолио, фрактальный объект, информационно-коммуникационная технология, результаты обучения, компетенции, профессиональная компетентность, образовательный процесс.

В настоящее время образовательный процесс стал ориентироваться на результат. Произошло изменение парадигмы его организации: от ориентации на процесс и жесткой регламентаций условий и всеобщей выдаче дипломов к академической свободе в организации образовательного процесса с жестким контролем результатов обучения. Для образовательных программ вузов таким результатом является подготовка социально ответственных будущих специалистов, обладающих сформированной на соответствующем уровне профессиональной компетентностью, способных к профессиональной и самореализации и продолжению обучения. Портфолио, как ИКТ, может являться инструментом организации и оценки образовательного процесса в вузе.

Под портфолио традиционно понимают способ фиксации определенных работ в

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

одну базу данных. Портфолио проявляется в самых разнообразных сферах деятельности, таких как учебная, социальная, творческая и профессиональная. Цель портфолио заключается в планировании разного рода работ как единой системы, с целью дальнейшей демонстрации результатов потенциальным заказчиком. Портфолио является средством определения или подтверждения уровня развития исполнителя как специалиста. Применительно к образованию портфолио (в широком смысле слова) – это технология фиксирования, накопления и оценки индивидуальных достижений обучающегося в определенный период его обучения. Предназначением портфолио является представление отчета по процессу обучения, показывающего целостную «картину» значимых образовательных результатов, отслеживание индивидуальной траектории обучающегося, демонстрация уровня сформированности его компетентности и оценивание результатов образовательной деятельности обучающегося. Выделяются такие виды как портфолио документов, портфолио отзывов и портфолио работ.

Портфолио позволяет изменить пути и способы мониторинга и оценивания результатов, что обеспечивает непрерывность, системность, множественность, использование качественных критериев оценки, гибкость, рефлексивность. Существующие подходы к структуре портфолио объединяются общими видами деятельности обучающегося: накоплением материалов, подтверждением компетентности (сбор артефактов) и рефлексией.

Существующим характеристическим отличием портфолио является систематизация всех результатов образовательной деятельности обучающегося и их фиксация к обучающемуся. Портфолио содержит личностные результаты образовательного процесса, в том числе и результаты независимой оценки уровня сформированности знаний и компетенций.

Портфолио активно применяется в зарубежных системах образования, причем в образовательном процессе создаются и используются их различные типы.

Основной специфической характеристикой портфолио является аутентичное оценивание, под которым подразумевается вид оценивания, применяющийся, прежде всего, в практико-ориентированной деятельности и предусматривающий оценивание сформированности умений и навыков личности в условиях помещения ее в ситуацию, максимально приближенную к требованиям реальной жизни – повседневной или профессиональной. Таким образом, портфолио является фрактальным отображением профессиональной компетентности выпускника, включая общие и специальные компетенции. Портфолио позволяет учитывать результаты, достигнутые учеником в разнообразных видах деятельности – учебной, творческой, социальной, коммуникативной и других.

Компетентностный подход в образовании предполагает наличие новых методов оценки уровня сформированности компетенций. Портфолио как раз и является инструментом для развития компетентности студента и адекватной оценки уровня его сформированности в приближенных к профессиональной деятельности условиях, способствующих реализации контекстного подхода при обучении. Портфолио уже успешно используется, прежде всего, для формирования разных видов информационной компетентности, в том числе и мультимедиа компетентностей. Одним из видов портфолио является е-портфолио.

Общепризнано, что е-портфолио является не только лучшим способом для сбора результатов и организации обучения студентов, демонстрации их профессиональных возможностей, но и ресурсом для сотрудничества студента и преподавателя, и мощным фактором мотивации для студентов. Е-портфолио разработаны для того, чтобы выдвинуть на первый план навыки, представить результаты деятельности студентов,

систематизировать и предъявить их. В состав портфолио входят файлы различных типов (аудио, видео, графика, текстовый), экспонаты, образцы выполненных работ, оценки, резюме, планы занятий и личные размышления. Е-портфолио позволяет архивировать широкий спектр материалов обучающихся, а затем распространять эти материалы для широкого студенческого сообщества и повторно использовать в качестве учебного средства.

Структура портфолио зависит от целей его создания, среди которых могут быть изучение личности, результатов ее деятельности.

Оптимальным, по мнению ряда авторов, является использование сетевых ресурсов для создания е-портфолио, так как любой вид портфолио имеет гипертекстовый характер и его составляющие имеют не только неявные связи, но и активные гиперссылки. Технология е-портфолио позволяет использовать сетевое пространство как инструмент интерактивного диалога с различными субъектами образовательного процесса. Е-портфолио может служить административным инструментом, чтобы организовать образовательный процесс и управлять им, демонстрируя цель изучения дисциплины, создавая образовательную среду для обучающихся, фиксировать их результаты и достижения. Использование технологии е-портфолио способствует формированию у студентов способности ее использования в профессиональных и личных целях, предоставляет возможность интерактивного заполнения в любое время, с любого места и облегчает реализацию обратной связи с преподавателем.

Положительным моментом использования е-портфолио является то, что оно содействует рефлексии и анализу студентами результатов образовательной деятельности путем обоснования включения работ и материалов в портфолио, обеспечивает положительную психологическую мотивацию, способствует развитию интеллектуальных компетенций студентов. Таким образом, е-портфолио является мощным дополнением к традиционным мерам оценки результатов обучения студентов, учитывающих рефлексивную практику студента и оценивание его личностных достижений.

Анализируя виды электронных портфолио, используемых в образовании, следует отметить, что не многие авторы придерживаются первоначального значения портфолио как папки с доказательствами профессиональных достижений владельца, сейчас осталось только понятие «папка» (обозначающее комплект разнородных материалов, объединенных спецификой владельца – обучающегося или педагога), а ее структуру и способы заполнения каждый видит по-своему. При этом портфолио воспринимается как:

- коллекция работ и результатов владельца, которая демонстрирует его усилия, прогресс и достижения в различных областях;
- образовательная технология;
- стратегия;
- форма аутентичного оценивания;
- технология развития критического мышления;
- форма и процесс организации образцов и продуктов учебно-познавательной деятельности обучающегося;
- средство, инструмент «самонавигации»;
- содействие возникновению процесса формирования обучаемости и становления целевой направленности в социальной сфере.

На сегодняшний момент можно выделить следующие основные виды портфолио в образовании:

- портфолио обучающегося (школьника, студента),
- педагогическое портфолио – портфолио профессионала педагога, работающего в организации образования,

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

- учительский портфолио студента-педагога - гипотетическое портфолио будущего учителя, содержащее материалы, которые могут ему пригодиться в дальнейшем, и позволяющее оценить его готовность к профессиональной деятельности.

Зачастую происходит смешение понятий «учебно-методический комплекс» и «портфолио». В первом содержатся материалы, направляющие, организующие и сопровождающие образовательный процесс, учебно-методическое обеспечение. Во втором – личностные результаты образовательной деятельности обучающегося.

Следует отметить, что портфолио является сложным структурированным фрактальным объектом, содержащим большой объем документов, характеризующих его владельца, что затрудняет быстрый доступ к информации, проведение сравнительного анализа разных портфолио и мониторинга изменений. В связи с вышесказанным разработка структуры е-портфолио (электронного портфолио) позволяет устранить эти недостатки.

Использование е-портфолио в образовательном процессе с учетом всех возможных аспектов направлено на конечный результат – формирование профессиональной компетентности и позволяет обеспечить качество образовательного процесса.

При кредитной технологии обучения необходимость использования е-портфолио в вузе является очевидной. Основным преимуществом использования технологии е-портфолио является обеспечение лично-ориентированного характера образовательного процесса, поддержка прямого доступа ко всем ресурсам, в которых есть необходимость, сотрудничество в группах и командах.

Таким образом, е-портфолио можно понимать как ориентированную на целенаправленное развитие личности и формирование профессиональной компетентности информационно-коммуникационную технологию, содействующую достижению и демонстрации личностных и образовательных результатов образовательного процесса для владельца (обучающегося, специалиста и т.д.), предполагающую интерактивное взаимодействие субъектов образовательного процесса, адекватность и объективность представляемых материалов.

Структура портфолио имеет фрактальный характер. Для удобства заполнения обозначим каждое из подмножеств портфолио своим условным названием:

- P_{11} (инвариантный компонент и объективная составляющая) – «Отражение»;
- P_{12} (вариативный компонент и объективная составляющая) – «Саморазвитие»;
- P_{21} (инвариантный компонент и субъективная составляющая) – «Представление»;
- P_{22} (вариативный компонент и субъективная составляющая) – «Экспозиция».

Эти подмножества присущи структуре е-портфолио на каждом уровне, что подтверждает ее фрактальность.

Кроме этого, с учетом специфики образовательной программы возможно построить отображение двух фрактальных объектов: е-портфолио, как синергетического объекта, содержащего артефакты, позволяющие продемонстрировать результаты обучения, и профессиональной компетентности, состоящей из специальных и общих компетенций и личностных качеств.

Ниже рассмотрим содержание е-портфолио, используемых при подготовке будущих учителей информатики:

- на уровне учебной дисциплины - образовательное е-портфолио обучающегося;
- на уровне специальности - предпрофессиональное е-портфолио обучающегося.

Структура е-портфолио представляет собой таблицу, состоящую из двух строк и двух столбцов. Строки подразделяются на объективную и субъективную часть, а столбцы, в свою очередь, - на инвариантную и вариативную часть. На пересечении строк и столбцов расположены объекты е-портфолио, причем отдельные составляющие из

квадранта «Представление» совпадают: резюме, автобиография, отзывы экспертов и др. Остальные же ячейки таблицы значительно отличаются друг от друга. Вариативная часть с субъективными составляющими предпрофессионального е-портфолио обучающегося и образовательное е-портфолио по дисциплине похожи по перечислению заданий, но в предпрофессиональном е-портфолио представлены лучшие электронные разработки обучающегося.

Учитывая понимание образовательного е-портфолио обучающегося как личностно-ориентированной информационно-коммуникационной технологии, содействующей демонстрации личностных достижений обучающегося по определенной учебной дисциплине, адекватность и объективность представляемых материалов, их доступность, целенаправленную организацию самостоятельной работы обучающихся, рассмотрим следующее возможное наполнение содержанием его фрактальной структуры (рисунок 1).

Субъективная часть	Представление	Экспозиция
	Блок выполненных обязательных заданий и разработок Отчет о профессиональной практике Планы на будущее; эссе; доклады, рефераты на различные темы, касающиеся изучаемого предмета; варианты планов, учитывающих специфику предмета; критические замечания в свой адрес; мнение о достоинствах своих разработок; рефлексия.	Блок выполненных инициативных заданий и разработок Электронные разработки, выполненные в период изучения учебной дисциплины, в том числе глоссарий, презентации, электронный журнал; разработанные каталоги дополнительного материала (программных средств, баз данных, баз знаний, интернет-ресурсов); отзывы студентов
Объективная часть	Отражение	Саморазвитие
	Резюме; Результаты промежуточных тестов, рубежных контролей по данному предмету; отзыв по итогам профессиональной практики; отзыв преподавателя	Грамоты и дипломы Перечень публикаций Свидетельства об окончании курсов отзыв экспертов
	Инвариантная часть	Вариативная часть

Рисунок 1 – Структура содержания е-портфолио на уровне учебной дисциплины (образовательного)

Опираясь на понимание е-портфолио обучающегося на уровне специальности (предпрофессионального) как личностно-ориентированной информационно-коммуникационной технологии, содействующей демонстрации готовности обучающегося к осуществлению профессиональной педагогической деятельности, предполагающей интерактивное взаимодействие обучающихся и ППС на протяжении всего обучения в вузе, адекватность и объективность представляемых материалов, их доступность, целенаправленную организацию самостоятельной работы обучающихся, обеспечение формирования профессиональной компетентности, рассмотрим следующее возможное наполнение содержанием его структуры (рисунок 2) .

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

Субъективная часть	Представление	Экспозиция
	<p>автобиография; отчеты по всем видам практик (учебная, технологическая, профессиональная); планы на будущее; лучшие эссе, доклады, рефераты на различные темы; варианты разработанных планов, учитывающих специфику профессии (например, для учителя информатики - календарный, поурочный, тематический, воспитательной работы, личностного роста, план-конспект урока и т.д.); критические замечания в свой адрес; мнение о достоинствах своих разработок; рефлексия; и т.д.</p>	<p>лучшие электронные разработки, выполненные в период обучения в вузе, в том числе глоссарий, презентации, электронный журнал; разработанные каталоги дополнительного материала (программных средств, баз данных, баз знаний, интернет-ресурсов); отзывы студентов; и т.д.</p>
Объективная часть	Отражение	Саморазвитие
	<p>резюме; характеристика; транскрипт; индивидуальный план обучающегося; отзывы по всем видам практик ППС и руководителей практик (учебная, технологическая, профессиональная); рецензия; отзывы научного руководителя; отзыв эдвайзера и куратора экспертов и потенциальных работодателей; и т.д.</p>	<p>результаты тестов; курсовые работы; дипломная работа; справки или сертификаты об участии в конкурсах или олимпиадах и др.; свидетельства об окончании курсов; перечень публикаций; грамоты и дипломы; и т.д.</p>
	Инвариантная часть	Вариативная часть

Рисунок 2 – Структура содержания е-портфолио на уровне специальности (предпрофессионального)

Таким образом, структура е-портфолио является определяющим фактором, для определения возможностей и методики его использования в образовательном процессе.

Можно подчеркнуть, что е-портфолио при обучении в вузе понимается как личностно-ориентированная информационно-коммуникационная технология, использующая возможности электронных средств и ресурсов; содействующая демонстрации личностных достижений владельца; предполагающая интерактивное взаимодействие субъектов образовательного процесса, адекватность и объективность представляемых материалов, их доступность, целенаправленную организацию самостоятельной работы, мониторинг результатов образовательной деятельности; мы предполагаем, что вне зависимости от уровня его структура будет определяться следующими составляющими - объективной и субъективной – и инвариантным (обязательным для всех) и вариативным (творческим, заполняемым по желанию обучающегося) компонентами.

Аңдатпа. Мақалада е-портфолионың типтік құрылымы сипатталған. Авторлар е-портфолионы білім беру үрдісінің нәтижесін бейнелейтін ақпараттық-коммуникациялық технология ретінде және күрделі құрылымдалған фракталдық нысан ретінде түсінуді айқындаған. Құрылымдалған фракталдық нысан тұрғысынан е-портфолионың құрылымының мінездемелік ерекшеліктері сипатталған. Екі фракталдық нысанның кескіндері құрылған: оқыту нәтижесін көрсетуге мүмкіндік беретін артефактілерден тұратын синергетикалық нысан ретіндегі е-портфолио және арнайы және жалпы құзырлылықтар мен тұлғалық сападан тұратын кәсіби құзырлылық.

Түйін сөздер: е-портфолио, фракталдық нысан, ақпараттық-коммуникациялық технология, оқыту нәтижелері, құзырлылықтар, кәсіби құзырлылық, білім беру үрдісі.

Abstract. The structure of a typical e-portfolio is described in the article. The authors have refined the understanding of e-portfolios as information and communication technology and how combined and structured fractal object that reflects the results of the educational process. There are described the characteristic features of the structure of e-portfolio from the perspective of the structural fractal object. Mapping of two fractal objects is built: e-portfolio as a synergistic object containing artifacts, it allows to demonstrate the learning outcomes and professional competence, consisting of specific and general competencies and personal qualities.

Keywords: e-portfolio, fractal object, information and communication technology, learning outcomes, competence, professional competence, the educational process.

Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научно-технических программ и проектов Комитетом науки МОН РК, грант №3639/ГФ4.

ӘОЖ 378.18:378.4

К.З. Халықова

ЖЕКЕ ТҮЛҒАНЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫҚ ӘЛЕУЕТІН ДАМЫТУДАҒЫ АҚПАРАТТЫҚ БІЛІМ БЕРУ ОРТАСЫНЫҢ АЛАТЫН ОРНЫ МЕН РОЛІ

(Алматы қ., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті)

Аңдатпа. Мақалада болашақ маманның интеллектуалдық әлеуетін дамыту кәсіби білім берудің өзекті мәселесі ретінде қарастырылады. Интеллектуалдық әлеует, интеллект ұғымдарын талданған. Жеке тұлғаның инновациялық мәдениеті және оның негізгі құраушылары қарастырылған. Электрондық білім беру ортасы жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуетін дамыту ортасы, ал электрондық портфолио дамыту құралы ретінде анықталған. Сондай-ақ, «Болашақ маманның электрондық портфолиосы» атты таңдау курсы ұсынылған.

Түйін сөздер: интеллект, интеллектуалдық әлеует, инновациялық ойлау, инновациялық мәдениет, ақпараттық білім беру ортасы, болашақ маманның электрондық портфолиосы

Қазақстанның болашағы өскелең жас ұрпақтарымен анықталады, сол себепті білім беру жүйесінің маңызды міндеттері жастардың әлеуетті қабілеттері мен таланттарын ашу жоғары маңыздылыққа ие. Бұл бағытта мемлекет және Ел Басы Н.Ә.Назарбаевтың жеке инициативасы бойынша маңызды қадамдар жасалды: «Дарын» бағдарламасы бойынша дарынды балаларға арналған мектептер, Назарбаев Интеллектуалдық мектептері мен оқытуды Халықаралық Стандарттарға сай жүзеге асыратын Назарбаев

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

университеті құрылып, табысты қызмет атқаруда. Қазіргі уақытта Қазақстанда жоғары білім беру жүйесін реформалау шеңберінде шығармашылықпен ойлай алатын мамандар даярлау міндеті қойылуда.

2011-2020-жылдарға арналған білім беру жүйесін дамытудың Мемлекеттік бағдарламасы білім берудің бәсекеге қабілеттілігін арттыруға, орнықты экономикалық дамуды қамтамасыз ету үшін сапалы білімге қол жеткізу арқылы адам капиталын дамытуға бағытталады.

Жоғары білім беру саласында: «...еңбек нарығының қажеттілігін, жеке тұлғаның, елдің индустриалды-инновациялық даму міндеттерін қанағаттандыратын және білім беру саласында әлемдік практикаға сәйкес білім берудің жоғарғы деңгейдегі сапасына қол жеткізу қажеттілігі» аталып көрсетілген [1].

Кез келген мемлекеттің жоғары мектебі әлеуметтік институт ретінде инновациялық даму стратегиясын жүзеге асыруға қажетті елдің интеллектуалдық кадрлық ресурсын қалыптастыруда негізгі жауапкершілікті мойнына алады, өйткені қоғамның білімділігі экономиканың барлық бөлігінің даму шарты болып табылады. Философия ғылымдарының докторы, профессор Ресей Ғылымдар Академиясының корреспондент-мүшесі Б.Г.Юдин атап көрсеткеніндей: «адамдарға сапалы жоғары білім алу мүмкіндігін қамтамасыз ете отырып, қоғам олардың білім сапасын және өзінің интеллектуалдық әлеуетін де арттырады» [2].

Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә.Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауына жан-жақты талдау жасаған академик Ғ.Есім: «Инновациялық ойлау жаңаша ойлаудың бағытын білдіретін ұғым, жаңалық - қозғалыстың бағытын анықтайтын түсінік» дей келе, оның үш өлшемі бар екенін атап көрсетеді: «жаңа ой (идея), жаңа іс, харекет және жаңа нәтиже» [3]. Ал жаңа, тың ой түйіндеп, оны іс-әрекет жүзінде жүзеге асырып, жаңа нәтижелерге қол жеткізетін, ақпараттық қоғамда өмір сүруге лайықты мамандар даярлау мәселесі жоғары кәсіби білім беру жүйесіне келіп тіреледі. Оның ішінде, іргелі білім негізін қалыптастыратын жалпы білім беретін орта мектеп мұғалімдерін даярлайтын педагогикалық жоғары оқу орындарына түсетін салмақ басым. Инновациялық ой түйіп, тұжырымдау, ең алдымен, жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуетінің даму деңгейіне тәуелді.

Қазіргі әлемге, оның ішінде, Қазақстан қоғамына өз бетімен шығармашылық интеллектуалдық дамуға қабілетті жеке тұлға қажет.

Жоғары оқу орындарындағы инновациялық процестердің үздіксіздігі мен тереңдігі болашақ маманның жеке тұлғалық және шығармашылық дамуы мәселесін қояды. Студенттің интеллектуалдық әлеуетін қалыптастыруды және оның жаңа тәсілдерін іздеуді көздейді. Мұндай іс-әрекет:

- жоғары деңгейдегі кәсіби құзыреттілікке ие, шығармашыл, тәуелсіз, әлеуметтік жауапкершілігі мол жеке тұлғаны дамытатын жағдайды құруға;
- оқытуды зерттеумен үйлесімді біріктіре білетін, білім беру және мәдени компоненттердің интеграциялануына;
- жоғары академиялық стандарттарды, дәстүрлерді, университет мәдениетінің басты құндылықтары ретінде құндылық бағдарларды сүйемелдеуге;
- шығармашылық орта құруға, дербестендірілген даярлау формасын сүйемелдеу, өз бетімен білім мен тәрбие алуға мән беруге;
- білім мен тәрбие практикаларына педагогика, психология және әлеуметтану салаларындағы білімдерін қатыстыру;
- ақпараттық технологиялар, ғылыми бағыттармен, бүгінгі күннің өзекті мәселелерімен таныстыру арқылы университеттегі білім беру бағдарламаларын кеңейтіп, жетілдіруге, студентті әлемдік білім беру мен ғылым кеңістігіне жұмылдыруға;

- студенттің жеке тұлғалық, интеллектуалдық және шығармашылық әлеуетін жүзеге асыратындай белсенді өмірлік көзқарасының қалыптасуын қамтамасыз ететін орта құруға бағытталуы тиіс.

Бұл аталған мәселелерден жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуетін қалыптастыруды қамтамасыз ететін инновациялық орта құру қажеттілігі туындайды. Алдымен жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуеті ұғымын талдап көрейік.

«Интеллектуалдық әлеует» ұғымын талдау «интеллект» категориясын қарастыруды талап етеді.

Интеллект дегеніміз – мидағы бейнелеу іс-әрекетінің тұтастылығы мен үйлесімділігін, адамның ақыл-ой қабілетінің барлық жиынтығын білдіреді [4].

Ол өзіне адамзат мәдениетінің кең ауқымды тұстарын қамтиды және қоршаған шынайы әлемнің бейнеленуі әртүрлі интеллектуалдық деңгейде жүзеге асады: дұрыс мағыналы әрекет (тәжірибе), ақыл-парасат (ғылыми білім, заңдылықтар, жазбаша жарлық), ақыл-ой (адамзат қызметінің жаңа түрін құрып, интеграциялауда байқалатын жоғары ақыл-ой қабілеті). Оған мақсатты айқын түсініп, болашақты болжай білу тән.

Интеллект интеллектуалдық әлеуеттің субстанциалдық негізі болып табылады, индивидтің интеллектуалдық іс-әрекеті мен жүріс-тұрысындағы ерекшеліктерді алдын-ала анықтайтын «ішкі» механизм және ол оның әлеуетін жүзеге асыру мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Сондықтан дербес ментальдық тәжірибенің құрылымы мен құрамы адам санасындағы объективті шынайылықтың шығарылу сипатын, сондай-ақ, интеллектуалдық іс-әрекетінің өзіндік ерекшелігін алдын-ала анықтайды [5].

Бірақ интеллект мидың атқаратын функциясы бола отырып, белгілі бір іс-әрекетпен айналысатын адамда сәйкес білім болған жағдайда ғана онымен айналысуға мүмкіндік береді. Адамда тек интеллектің болуы ғана оның кәсіби табыстылыққа, қоғамдық прогресті тиімді басқаруға кепілдік бере алмайды, бірақ ол белгілі бір базаның құрылуына негіз болады.

Адамның қалыптасуы, оның интеллектуалдық әлеуетінің қалыптасуы адамдар, әлеуметтік топтар мен қоғамдастықтар арасындағы өзара қарым-қатынас, өзара әрекеттесу процесінде өтеді. Сонымен бірге, әлеуметтік құбылыс интеллектуалдық іс-әрекеттің көмегімен әлеуметтік рухани сапалардың жүзеге асырылуы арқылы жеке тұлғалық өлшемге ие болады.

Тұтасымен алғанда, жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуетін танымдық мүмкіндіктердің кешені ретінде анықтауға болады, оның жүзеге асырылуы индивид пен социумның мәнді күштерін дамытудың шарты болып табылады.

Жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуеті кем дегенде төмендегідей үш қасиетке ие: біріншіден, ол белсенді болуға, іс-әрекетте жүзеге асырылуға қабілетті; екіншіден, кез келген қоғамда сабақтастықпен өмір сүруінің шарты ретінде көптеген адамдарды тұтас іс-әрекетке шоғырландыру, дәлірек айтқанда, жаңа буын алдыңғы буынның іс-әрекеті нәтижесінде жинақталған білімдерді, құндылықтарды, тәжірибелерді мұра тұтады; үшіншіден, іс-әрекеттің барлық түрін өзіне біріктіреді. Өйткені, рухани білім ретінде өндірістік салаға, ғылыми, білім беру, тәрбие беру, басқару және т.б. іс-әрекет салаларына енеді, оның тікелей басқарылу механизмі ретінде интеллектуалдық іс-әрекет алынады.

Индивидтің интеллектуалдық белсенділігінің көп түрлілігі қоғамның интеллектуалдық әлеуетінде байқалады, ол дербес интеллектің қарапайым жиынтығынан ғана тұрмайды, сонымен бірге, олардың жаңа сапалық күйін, жеке тұлғаның, әлеуметтік топтар мен қоғамдастықтардың интеллектуалдық әлеуетін дамытып, жүзеге асыру процесін ынталандыратын әлеуметтік байланыстар мен қатынастар жүйесін құруға қабілетті жинақталған интеллектің белгілі бір деңгейлерін қамтиды. Сонымен, қоғамдық интеллекттің жағдайы өндірістегі қоғамның мүмкіндіктерімен тікелей байланысты. Ал бұл процесс белгілі бір тарихи кезеңдегі басқару іс-әрекетінің түрлері, әдістері мен

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

принциптеріне, инновациялық мәдениеттің қалыптасуына тәуелді.

Инновациялық мәдениет дегеніміз не? Осы уақытқа дейін инновациялық мәдениет түсінігі туралы зерттеушілердің көзқарасын орнықты деп айту қиын. Адамзат мәдениетін динамикалық дамымалы күйінде қарастырсақ, ол өзінің мәні жөнінен инновациялық болып табылады. Сондықтан, академик Ф.Т.Михайлов инновациялық мәдениетті – «майлы-май» - өйткені, мәдениет анықтамасы бойынша *natura – naturans* шығаратын табиғат деп көрсетеді. Көпшілік жағдайларда инновациялық мәдениет термині инновациялық іс-әрекетке қажетті білім, іскерлік, дағдылар туралы деп айту жеткіліксіз болғандықтан ғылыми әдебиеттерде пайдаланылды, бірақ, жеке тұлға осы білімдермен қалай өзара әрекеттеседі, қандай жаңа білім жеке тұлғаның құрылымы мен ішкі әлеміне әсер етеді деген мәселе зерттеуді қажет етеді [6].

Инновациялық мәдениетті кең мағынада қарастырсақ (Л.Е.Елизарова), ол әлеуметтік феномен ретінде қоғамның барлық салалардағы инновацияларға: басқаруға, білім беруге, өндіріске, заңдылықтарға даярлығы мен қабілеттілігі [7].

Мәдениеттану анықтамалығында инновациялық мәдениетке төмендегідей анықтама беріледі: инновациялық мәдениет – бұл қоғам өміріндегі әр түрлі саладағы жаңалықты жүзеге асыруды қамтамасыз ететін әлеуметтік мәдени қауымдастыққа тән қалыптасқан орнықты нормалар, ережелер, тәсілдер жүйесі; нақты бір социумға тарихи бейімделген инновациялық әрекеттердің алгоритмі мен құрылымдық моделі болып табылады.

А.А.Поскряковтың берген анықтамасы эвристикалық құндылықты дәріптейді. Инновациялық мәдениет ескі мен жаңаның динамикалық бірлігін инновациялық жүйеде сақтай отырып, адамның өмірлік қызметінің барлық саласына жаңалықты кешенді енгізу және оны жан-жақты меңгеру, мақсатты көздей отырып даярлауға қажетті білімі, іскерлігі мен тәжірибесі ретінде қарастырылады.

Сонымен, инновациялық мәдениетке тән компонент ойлаудың инновациялық типі мен креативтілік болып табылады. Инновациялық ойлауды зерттеушілер: қоғамдық қатынастарда пайда болатын қарама-қайшылықты процесс пен оларды шығармашылық жолмен шешу ретінде қарастырады, қоғамдық құбылыстардың латенттік аспектілерін адамның көру қабілеті, қоршаған шынайылықтың мәнділігіне ену, олардың айналмалы жақтары мен әр түрлі қырларын көре білу (С.А.Кравченко) ретінде қарастырады.

Креативтілік адамның шығармашылық мүмкіндіктері ретінде анықталады, әлеуметтік мәнді шығармашылық белсенділікті көрсетуді қамтамасыз ететін қабілеттілік, адамның қандай да бір ерекше қасиеті; ғылыми мәселені басқаша, жаңа қырынан көруге әкелетін, шығармашылық әрекетке жетелейтін қабілеттілік ретінде қарастырылады (В.П.Делия).

Сөйтіп, инновациялық мәдениет жаңа білім, идея, инновациялық әрекетті шығарумен тұжырымдалатын креативті іс-әрекетті белсенділендіреді. Ол өз кезегінде интеллектуалдық әлеуеттің когнитивті-креативті құраушысын қалыптастыруды қамтамасыз ететін инновацияларды құру, меңгеру, тарату іс-әрекеті болып табылады.

Жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуетін дамыту оның құндылық ұстанымдарына тәуелді. Инновациялық мәдениет жеке тұлғаны өмірде белсенді көзқарас ұстануға әкеледі, сонымен бірге, жеке жетістіктерін, шығармашылық процестеріндегі, өмірдегі жаңа образдар мен ойлардың дүниеге келуін қамтамасыз етеді.

Е.А.Алексеева: инновациялық мәдениет дегеніміз – қоғам мен индивидтің өмірлік қызметін өзгеріске бағыттайтын мақсаттар мен құндылықтар жиынтығы ретінде қарастырады және адам, топ, қоғамның қажеттіліктерін қанағаттандыруды сандық және сапалық тұрғыдан кеңейтуге мүмкіндік беруі тиіс деп есептейді. Автордың пікірінше, адамның материалдық рухани өзіндік жеткіліктілігін қамтамасыз етуін жүзеге асыруға

ұмтылысы, еңбек іс-әрекеті мен танымдық процестегі дәстүрден тыс тәсілдерді жүзеге асыруы болып табылады.

Б.К. Лесина инновациялық мәдениетті адамдардың өмірлік қызметіндегі сапалық өзгерістердің алғы шарты ретінде қарастырады және қоғамдық қызметтің барлық саласындағы прогресс пен үйлесімділіктің әдіснамалық негізі деп есептейді. Түсіндірме сөздікте инновациялық мәдениет шығармашылық еңбектің құндылығымен, өнертабыспен, ұтымдылықпен, өзгерістерге ұмтылумен, инновациялар мен креативтіліктерге байланысты іс-әрекет түрлерінің пайда болуымен сипатталады.

Л.А. Холодкова адамның инновациялық мәдениетін оның адамның жаңа идеяларды қабылдауды қамтамасыз ететін, тәртіп нормалары мен үлгілеріне, мотивтеріне, білімдеріне, іскерліктеріне, дағдыларына бекітілген құндылық бағдарын бейнелейтін оның рухани өмірінің саласын ретінде қарастырады, өмірдің барлық саласында жаңалықты сүйемелдеп, жүзеге асыруға даярлығы мен қабілеттілігі деп есептейді. Инновациялық мәдениеттің қалыптасуын талдауға жүргізілген зерттеу нәтижелері адамның негізгі құндылықтары мен ұстанымдары шығармашылық белсенділік инновацияны меңгеруге бағдарлау, интеллектуалдық әлеуеттің когнитивті-креативті құраушыларын дамытуға бағыттылған өзін-өзі жүзеге асыруы болып табылатындығын көрсетті.

Сөйтіп, қазіргі әлеуметтік мәдени шынайылықтағы инновациялық мәдениеттің мәнділігі, ол жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуетін қалыптастыруға, дарындылығын дамытуға әсер ететіндігімен түсіндіріледі.

Басқару қоғамдағы адамдардың өзара әрекеттесуін ұйымдастырудың объективті қажеттілігі ретінде пайда бола және мәдени эволюция процесінде дами отырып, әлеуметтік процестерге әсер етуге, әлеуметті түбегейлі өзгертуге қабілетті бола отырып, өз бетіндік интеллектуалдық білімге айналады.

Сонымен, жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуеті дегеніміз – бұл жеке тұлғаның білімі, интеллектуалдық іскерлігі мен дағдылары, жинақтаған тәжірибелері, жасырын мүмкіндіктері, шығармашылық ойлауы мен әлеуеті, сапаны бағалаудың квалиметриялық әдістерін қолдана білу қабілеттігі және арнайы құзыреттіліктерді меңгеруі болып табылады.

Жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуетін қалыптастырудағы дарындылықтың тигізетін ықпалы оның *басқарылуында* болып табылады. Ол басқарылу үшін белгілі бір ортада өтуі тиіс. Дәлірек айтқанда, жеке тұлғаның интеллектуалдық әлеуетін дамыту белгілі бір орталарда жүзеге асады. Қазіргі ақпараттық қоғамдағы осындай орта - ақпараттық білім беру ортасы болып табылады. Ақпараттық білім беру ортасы деп ақпараттық –коммуникациялық технологиялар негізінде білім беру іс-әрекетін жүзеге асыруды қамтамасыз ететін инструментальдық құралдар мен ресурстар жүйесін түсінеміз [8].

Педагог мамандарды даярлау процесінде болашақ мамандардың өз іс-әрекетін жоспарлай білу, оны талдау іскерлігі мен дағдысын қалыптастыру, өзінің оқудағы және кәсіби дамуындағы жетістіктерін бағалай білуге үйрету бүгінгі білім беру жүйесінің алдындағы тұрған өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Бұл аталған мәселені жүзеге асыруда болашақ маманды электрондық портфолиосын құрып, оны жүргізуге үйретудің маңызы зор.

Болашақ маманның электрондық портфолиосын, біріншіден, студенттің оқу процесінде жеке жинақтаған оқу материалдарының жиынтығы және оның жеткен жетістіктері мен алған білімінің нәтижесі десек, екіншіден, өз іс-әрекетін жоспарлай білу, алған нәтижелерін талдай білу іскерлігінің қалыптасу көрсеткіші ретінде сипатталады.

Инновациялық технологияларды педагогикалық білім беру жүйесіне енгізу бағытында жүргізілген зерттеулердің нәтижесі, болашақ мамандарды электрондық

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

портфолио құрып, жинақтауға баулуды «Болашақ маманның электрондық портфолиосы» атты таңдау курсының оқыту шеңберінде жүзеге асыруға болатынын көрсетті.

Курсты оқыту мақсаты: білім беру портфолиосының қызметімен, түрлерімен және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар негізінде оны жүргізу әдістері мен тәсілдерімен таныстыру, АКТ-құзыреттіліктерін, электрондық білім беру ресурстарын құру саласындағы практикалық іскерліктері мен дағдыларын дамыту.

Курсты оқу нәтижесінде студент өзінің электрондық портфолиосын желілік жүйелердің бірінде құрып, оны пайдалану және ары қарай жүргізіп, дамыту әдістемесін меңгеруі тиіс.

Сонымен, ақпараттық білім беру ортасы ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың көмегімен оқыту процесін жүзеге асыруды қамтамасыз ететін ақпараттық жүйе. Ол өз кезегінде, ұтымды ұйымдастырылған технологияның негізінде бүгінгі уақыт талабына сай, болашақ маманның интеллектуалдық әлеуетін, инновациялық мәдениетін қалыптастырып, дамытуға негіз болады деп есептейміз. Ал, болашақ маманның электрондық портфолиосы оның интеллектуалдық әлеуетінің қалыптасу көрсеткішінің бірі болып табылады.

1. Социально-экономическая модернизация – главный вектор развития Казахстана: послание Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана Астана, от 27 января 2012 г.
2. Юдин Б.Г. Интеллектуальный потенциал личности. Человеческий потенциал России: интеллектуальное, социальное, культурное измерение. Сборник научных работ / под ред. Б.Г. Юдина. – М.: Институт человека РАН, 2002. – 265 с.
3. Ғарифолла Есім. «Қазақстан -2050» - инновациялық ойлау жүйесі// «Ақиқат» ұлттық қоғамдық-саяси журнал. – 2013, №4.
4. Крамаренко, В.Ю. Интеллект человека / В.Ю. Крамаренко, В.Е. Никитин, Г.Г. Андреев - Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1990, с. 105-106.
5. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. – Томск: Изд-во Том. Университета. – Москва: Барс, 1992. – 392 с.
6. Анисимов Н.Н. Инновационная культура учителя физики: учебное пособие. М.:1999.
7. Николаев А.И. Инновационный вызов: позиция депутата Государственной Думы//Инновации. 1999. №1,2.
8. Халикова К.З. Формирование самообразовательной компетентности студентов в условиях кредитной технологии обучения//BULLETIN D'EUROTALENT-FIDJIP Издательство: Международная академия КОНКОРД (Editions du LIPTO) (Romilly sur Seine) ISSN: 2101-5317// №3,2013. –стр.50-53

***Аннотация** В статье рассматривается развитие интеллектуального потенциала будущего специалиста как актуальная проблема профессионального образования. Проанализированы понятия: интеллектуальный потенциал, интеллект. Рассмотрены сущности инновационной культуры личности и основные составляющие инновационной культуры. Информационно-образовательная среда определена как среда развития, а электронное портфолио - средство развития интеллектуального потенциала личности. А также предложен элективный курс «Электронное портфолио будущего специалиста».*

***Ключевые слова:** интеллект, интеллектуальный потенциал, инновационное мышление, инновационная культура, информационно-образовательная среда, электронное портфолио будущего специалиста.*

***Abstract.** The development of the intellectual potential of the future specialist as urgent problems of vocational training is considered in the article. The notions as the intellectual potential, the intelligence are analyzed. The essence and the main components of the innovation culture is discussed.*

Information and educational environment is defined as the development environment, and the electronic portfolio - a means as developing the intellectual potential of the personality. The elective course "Electronic portfolio of the future expert" are given.

Keywords: *intellect, intellectual potential, innovative thinking, innovative culture, information and educational environment, the electronic portfolio of the future specialist.*

ӘОЖ 378

Ш.Т. Шекербекова, Г.А. Абдулкаримова

БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН КӘСІПТІК- ПЕДАГОГИКАЛЫҚ БАҒЫТТА ДАЯРЛАУ

(Алматы қ., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті)

Аңдатпа. *Мақалада педагогикалық жоғары оқу орнында магистранттарды кәсіптік-педагогикалық бағытта оқыту мәселелері қарастырылады. Болашақ оқытушылардың әдістемелік құзырлылықтарының құрамы жоғары оқу орындарында оқыту әдістемесі ерекшеліктеріне байланысты анықталған. Магистранттардың әдістемелік құзырлылықтарын қалыптастыруға мүмкіндік жасайтын, әдістемелік қызметінің түрлері келтірілген. Әдістемелік құзырлылықтың әрбір компонентінің қалыптасуын бағалауға арналған әдістемелік қызметтің сипаттамалық көрсеткіштері көрсетілген.*

Түйін сөздер: *кәсіптік-педагогикалық қызмет, әдістемелік құзырлылық, әдістемелік қызмет, әдістемелік даярлау.*

Еліміздің әлемдік білім кеңістігіне енуге талпынысы, білім беру парадигмасының өзгеріп, жаңа ұлттық модельдің қалыптасуы болашақтың жаңаша ойлайтын, дүниеге көзқарас мәдениеті мен санасы дамыған ұрпағын оқытып, тәрбиелейтін педагогикалық кадрларды дайындаудың сапасын арттыруды талап етіп отыр.

Білім берудің өзекті мәселелері – кәсіптік даярлаудың сапасын жақсарту, біліммен қамтамасыз етудің ғылыми-әдістемелік жүйесін түбегейлі жаңарту, оқытудың формалары мен әдістерінің түрлерін өзгерту, ондағы алдыңғы қатарлы оқу-тәрбие тәжірибелері мен қазіргі қоғамның сұраныстарының алшақтығын жою, білімдегі жаңашылдықты саралау, білімді жетілдіру үдерісіндегі үздіксіздікті қамтамасыз етуде оның ролін арттыру және қазіргі заман техникасы мен технологиясын жоғары деңгейде қолдана білу.

Сондықтан жоғары мектептің күрделі де маңызды бір мәселесі студентті болашақ мамандығына оңтайландыру, кәсіптік біліктілігін дамыту, кәсіби бағдар берудің жаңа жүйесін жасау, іскер және құзіретті маман дайындау. Мұндай маман дайындау үшін білім беру үдерісін белсенділендіру, оқытудың жаңа формалары мен әдіс-тәсілдерін жетілдіру қажет. Оқу үдерісін белсенділендіру – берік те тиянақты білім берудің жолдарын қарастыру, студенттердің шығармашылық ойлауына, ізденуіне мүмкіндік жасау, оларды келешек мамандығына қызықтыра алу, оқу үдерісін ғылыми негізде ұйымдастыру және т.б.

Қазіргі уақытта Қазақстандық білім беру жүйесінде болашақ кәсіптік-педагогикалық қызметке магистратура студенттерін әдістемелік даярлауды жетілдіру өзекті міндеттердің бірі болып табылады.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық

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

университетінде педагогикалық білім берудің жаңа үш деңгейлі жүйесі қалыптасып келеді. Бұл процесс жоғары оқу орынының құрылымына, ғылыми-зерттеу жұмысына, сонымен бірге білім беру процесіне елеулі инновациялармен енгізілуде. Сонымен бірге, оқытуды ұйымдастырудағы құзырлылық тәсілге, оқу-әдістемелік кешендерді модульдік құрастыруға, оқу-әдістемелік және ақпараттық қамтамасыз етуге ерекше мән беріледі. Әдістемелік даярлаудың мазмұнын, және кәсіптік құзырлылығын қалыптастырудағы оның үлесін анықтай отырып, информатика саласында мектепте білім берудің қазіргі даму кезеңдерінің ерекшеліктерін, мектеп курстарын құрастырудың негізгі идеялары мен тәсілдерін, мектептің жоғарғы сатысында оқытуды даралау және саралауды ескеру керек.

Болашақ информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлылығының құрамы информатиканы оқыту әдістемесінің ерекшеліктерімен анықталады. Магистратурада магистранттардың кәсіптік дамуы және сапалы білім алуы үшін әдістемелік даярлаудың траекториясын қалай тұрғызу керектігі – бұл біздің алдымызда тұрған маңызды міндеттердің бірі.

Магистратурада мамандықтың оқу жоспарына сәйкес студенттердің әдістемелік дайындығын анықтайтын пәндер енгізілген: «Магистранттардың өзіндік оқу-танымдық қызметтерінің әдістемелік аспектілері», «Информатиканы оқыту әдістемесінен оқу-зерттеу жұмысын ұйымдастыру», «Информатиканы оқытуда инновациялық құралдарды қолданудың әдістемелік негіздері», «Информатикадан білімді бақылау мен бағалаудың қазіргі әдістері», «Білім беру порталдарының мазмұны және жасау технологиясы», «Жоғары оқу орында информатиканы оқыту әдістемесі», «Білім беру ақпараттандыру және оқыту мәселелері», бұл пәндерден басқа да педагогикалық және зерттеу практикаларының бағдарламалары жасалуда. Барлық пәндер екі оқу жылына бөлінген және мазмұны бойынша болашақ педагогтың кәсіби өсуіне сәйкес құрылуы тиіс, мектепте болашақ информатика мұғалімінің әдістемелік қызметіне сай болуы керек.

Көптеген ғалым педагогтардың еңбектерінде әдістемелік даярлаудың сапасы жүйелік сипатта анықталады, педагогтың кәсіби құзырлығының бірі ретінде, «әдістемелік құзырлылық» ұғымы арқылы қарастырылады [1].

Педагогика саласындағы әдебиеттерде әдістемелік қызметке әр түрлі көзқарас қалыптасқандығын кездестіруге болады. Солардың ішіндегі авторлардың кейбіреулері (Ю.К. Бабанский, А.П. Ситник) әдістемелік қызметке педагогтың өзіне-өзі білім беруімен, дидактикалық құралдармен жұмыс жасау, пәндік салада білімді жетілдірумен байланысты әдістемелік жұмыстарды жатқызады.

Ал, педагогика саласындағы әдебиеттерде әдістемелік қызметке басқа авторлардың (В.И.Ерошина, А.В.Усова және т.б.) көзқарасы бойынша әдістемелік қызметке нақты бір пәнді оқытуға байланысты қызметтерді жатқызады. Бұл жағдайда авторлар педагогтың әдістемелік және оқытатын қызметтерінің ерекшеліктерін қарастырмайды, ал «әдістемелік қызмет». «оқытатын қызмет» терминдері синоним ретінде қолданылады [2].

Педагогика саласындағы әдебиеттердегі үшінші көзқарас бойынша ғалым-зерттеушілер (Н.Е.Эрганова, Ю.Г.Татур) әдістемелік қызмет кәсіптік-педагогикалық қызметтердің құрылымындағы ерекшеліктермен анық көрсетілген өзіндік біліктердің жиынтығы ретінде келтіреді [3].

Біз бұдан былай информатика оқытушыларын даярлаудың әдістемелік жүйесі болашақ педагогтың жеке тұлғасының сапасының кәсіптік мәнін қалыптастыруға қойылатын талаптарына негізделеді деген пікірге тоқталамыз. Әдістемелік құзырлылықты кеңейту үшін магистратура студенттерін оқытудың әртүрлі әдістері мен формаларымен таныстыру, кәсіптік дағдыларын белсендіру, сонымен қатар, пәндік қызмет түрін педагогикалық қызметке ауыстыра білу дағдыларын қалыптастыру қажет болады [4].

Магистратура студенттерінің әдістемелік қызметін тікелей бақылауға болмайды, ол магистратурада екі жыл оқыту барысында әдістемелік жобалау және конструкциялау нәтижесі арқылы көрсетіледі. Магистратура студенттерінің әдістемелік қызметінің нәтижесі, құрамында мысалы, ақпаратты берудің әртүрлі формаларында оқу материалдарын әдістемелік жағынан дайындалған, информатика мен программалаудан есептер шығару, жұмыс дәптері, әдістемелік ұсыныстар, компьютерлік оқу программалары, өткізілетін сабақтың конспектісі және т.б. тұратын әдістемелік портфолио. Сонымен бірге, портфолио қағазға басылған түрінде, және сандық ақпарат ресурстары түрінде болуы мүмкін.

Сонымен қатар, магистраттардың әдістемелік қызметі деп информатиканың жеке бөлімдері және оның қосымшалары бойынша оқу қызметін жүзеге асыратын, оқыту құралдарын жобалау, жасау және құрастыру, зерттеу бойынша кәсіптік қызметінің өзіндік түрі деп түсінуге болады. Магистраттардың әдістемелік қызметінің түрлеріне біз келесілерді жатқызамыз: оқу және программалық құжаттарды талдау; информатиканың базалық және кәсіптік деңгейлерінде оқу материалдарын әдістемелік талдау; кәсіптік мектепте сабақтар жүйесін жоспарлау; сабақтың әртүрлі типтерінде оқу материалдарын берудің формаларын модельдеу және құрастыру; оқыту әдістемесін жасау; бақылаудың түрлерін және формасын жасау; сабақта оқышылардың қызметін басқару және бағалау; сабаққа дайындалу барысында және оның нәтижелерін талдауда өзінің қызметіне ой жүгіртуді орындау. Қарастырылған әдістемелік қызметтің түрлері әдістемелік даярлаудың көп түрлерін қамти алмайды.

Әдістемелік қызметті меңгеру, қандай да бір деңгейлерде қалыптасуы мүмкін болатын, әдістемелік құзырлылықты игеру арқылы жүргізіледі. Біздің жағдайымызда, әдістемелік құзырлылық-бұл информатиканы оқыту әдістемесі саласындағы теориялық білімді қалыптастырудың жүйесі және информатика оқытушысының негізгі педагогикалық функцияларын іске асыратын, әдістемелік білік кешені [4].

Абай атындағы ҚазҰПУ-нің математика, физика және информатиканы оқыту кафедрасының кәсіптік-әдістемелік пәндерінің құралдарымен әдістемелік құзырлылықты меңгеру әдістемесін жобалау үшін, біз болашақ информатика оқытушыларына қойылатын талаптар тобымен қалыптастыруды қарастырдық.

Жалпы алғанда, әдістемелік құзырлылық әр компоненттерінің қалыптасу деңгейі мәліметтерді өңдеудің әр түрлі процедуралары мен әдістерімен диагностикаланды.

Енді әдістемелік құзырлылықты меңгерудің деңгейлеріне тоқталамыз. Әдістемелік құзырлылықты меңгерудің бірінші деңгейіне – әдістемелік тәсілдерді орындаудың мақсатын сезінуі, оның операциялық құрамын түсінуі мен ұсынылған инструкция бойынша орындалуы жатады. Әдістемелік біліктіліктер кәсіптік-әдістемелік цикл пәндерін оқыту барысында, осы деңгейде қалыптасады.

Екінші деңгейде магистраттарға жеке әдістемелік тәсілдерді қолдануды және олардың оқу жағдайларындағы кешендерді демонстрацияланады. Бұл деңгейдің әдістемелік біліктілігі педагогикалық және зерттеу практикасын жүргізу барсында меңгереді.

Әдістемелік құзырлылықтың қалыптасуының үшінші деңгейінде жаңа пәндік саласында жеке әдістемелік тәсілдер мен әдістемелік қызметтің түрлері ауыстырылуымен сипатталады. Мұндай ауыстыруларды жүзеге асыру әдістемелік қызмет пен әдістемелік шығармашылықтың қалыптасқан дағдыларының мақсаты мен қолдануларын білуі негізінде орындалады. Үшінші деңгей педагог-практиканттың әдістемелік құзырлығын білдіреді. Бұл деңгейге барлық магистранттар қол жеткізе алмайды, тек кім де кім мектеп, гимназия және колледж базасында өздерінің педагогикалық және зерттеу қызметтерін белсенді жүзеге асырса ғана қол жеткізеді.

Біз тәжірибе барысында байқағанымыз, әрбір магистратура оқитын магистранттар

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

бірден әдістемелік жұмыспен айналыса алмайды. Бірінші магистранттарды оқыту үдерісі, ұтымды әдістемелік тәсілдерді іздеу, әдістемелік жасалымдарды жасау, көрнекілік құралдарын, оқу материалдарын таңдау, ақпараттық қолдау құралдарын, сабақтың программалық қамтамасыз етілуін қарастырады. Біздің тәжірибеміз көрсетіп отырғандай, оқыту нәтижесінің әдістемелік қызметінің мәнін сезіну – бұл ұзақ үдеріс болып табылады, және бұған бір жыл уақыт жеткілікті емес екендігін көруге болады. Бұл аралықта әдістемелік қызметтің ерекшеліктері – кәсіптік-педагогикалық қызметтің жалпы құрылымындағы әдістемелік компоненттердің күңгірт сипатталуы болып табылады [5].

Профессор-оқытушы құрамының, оның ішінде практика етекшілерінің ашық сабақтарға қатысуы, озат оқытушылардың тәжірибесін үйрену және әртүрлі кәсіптік конкурстар, әдістемелік жасалымдардың оқыту жетістіктеріне әсерінің маңыздылығын түсіну әдістемелік қызметтің оқытатын қызметке қарағандағы ерекшелігін сезінуге көмектеседі. Келесі үдеріс білім беру ұйымдарының әдістемелік жұмыс тәжірибесін жалпылау, магистранттың практикалық қызметімен тығыз байланысты болады. Сондықтан оқыту барысында практика базасымен өзара тығыз байланыста жүзеге асырылады.

Магистратурада оқитын магистранттар оқыту аралығында әдістемелік тәжірибені жалпылау және беру міндеттерін өз бетімен қоя алмайды, әртүрлі кәсіптік мектептерде информатиканы оқыту мақсатын бәрі түсіне бермейді, оқытудың дифференциалдық тәсілдерін қолдануды бәрі біле бермейді, қазіргі оқыту технологияларын таңдауда қиналады. Бірақ, негізгі және кәсіптік мектептерде оқыту әдістемесін салыстыра алады, кәсіптік мектепте өздерінің жұмыс істеу мүмкіндігін тек педагогикалық практика кезінде бағалай алады. Сондықтан әдістемелік қызметті теориялықтан практикалық деңгейге ауыстыру тек педагогикалық практикада мүмкін болады, болашақ педагогтың кәсіптік қызметтің өзіндік түріне айналдыру қажеттігі ескертіледі.

Магистратурадағы педагогикалық практика үш модульден тұрады:

- магистранттардың оқу-әдістемелік жұмысы;
- магистранттардың пән бойынша сыныптан тыс жұмысы;
- магистранттардың студенттермен жүргізетін тәрбие жұмысы.

Магистранттардың оқу-әдістемелік жұмысы практика уақытында кәсіби-педагог дағдыларын (жоспарлау, құрастыру, оқу қызметтерін жүргізу, оқу сабақтарын конспектілеуде практиканттарда рефлексия болады) меңгереді деп болжанады. Магистрант өзінің әдістемелік жасалымын өзінің қызметтерінің стратегиясын негіздеумен және сабаққа талдау жасау уақытында оны іске асыруда, немесе жоғары оқу орны оқытушысымен бірге, кафедрадан практика жетекшісімен, сонымен қатар, кафедра семинарларында және мектепте мұғалімдердің әдістемелік бірлестігінің мәжілісінде қорғайды.

Магистранттың оқу сабағының мазмұны мен жүргізу технологиясының оқу-әдістемелік жасалымдары өзіндік іздеу және шығармашылық қызметтің анықталған деңгейін көрсетеді. Магистранттың жасаған әдістемесінің технологиясының тиімділігі, оқу сапасын диагностикалаудың әртүрлі құралдарын қолданумен оқушылардың жетістігі мен оқығандығын талдаумен дәлелденеді. Магистранттың оқу жұмысының қорытындылары есеп беру түрінде және практиканы талдау түрінде безендіріледі.

Магистранттарды әдістемелік даярлау кәсіптік әдістемелік қызметке айналады, әртүрлі бағыттарға арналған оқыту құралын, әдістерін, оқыту әдістемесін, оқытатын программаларды және т.б. жасауды қамтамасыз етеді және оған жағдай жасайды. Магистратурада оқитын магистранттардың әдістемелік даярлаудың сипатталған тәсілі информатика оқытушыларын құзырлылық тұрғыдан даярлауда әдістемелік қызметтердің

түрлерін қалыптастыруға бағыталады.

Болашақ информатика оқытушыларын құзырлылық тұрғыдан даярлау жеке тұлғаға-бағытталған оқытудың негізгі принциптеріне сүйенумен, білім алушылардың тұлға ретінде дамуына бағытталуымен, мектепте және жоғары оқу орнында информатиканы оқыту үдерісін жүзеге асыруды меңгеруге, сабақтың мақсатына және материалдың мазмұнына сәйкес, сонымен қатар білім алушылардың қызығушылығы, қажетсінуі және жеке тұлғалық мәні есебімен, оның психологиялық және типологиялық ерекшеліктерімен, оқыту құралдарын рациональды және кешенді қолданумен, соның ішінде оқытуды ақпараттандырудың қазіргі құралдарын, оқытудың қазіргі технологиялары мен әдістемесін таңдауға сонымен қатар, біліктілігін жетілдіру және көтеру мақсатымен өзінің қызметін талдауға бағытталады.

1. Кузьмина Н.В., Реан А.А. Профессионализм педагогической деятельности. – СПб, 1993.
2. Ерошина, В.И. Методическая деятельность педагога // Профессионал. – 2004. - № 3. – С. 21 – 24.
3. Эрганова Н. Е. Методика профессионального обучения / Н. Е. Эрганова. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 162 с.
4. Абдулкаримова Г.А. Особенности подготовки будущих учителей информатики // Материалы международной научно-практической конференции «Фундаментальные науки и образование» 2-3 октября 2013, АГАО, г. Бийск, Россия. - 2013.- С.37-40.
5. Абдулкаримова Г.А., Шекербекова Ш.Т., Магистратурадағы студенттерді болашақ кәсіптік-педагогикалық қызметке әдістемелік даярлау мәселесі// Материалы Респ.семинара «Методическая деятельность в современных условиях и перспективы ее развития» 14-15 мая 2015, Алматы.- С.246-249

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы профессионально-педагогической направленности обучения магистрантов педагогического вуза. Определен состав методических компетенций будущих преподавателей, с учетом особенностей методики преподавания в вузе. Приводятся виды методической деятельности магистрантов, способствующих формированию их методической компетентности. Для оценки сформированности каждого компонента методической компетентности описаны характерные показатели деятельности.*

***Ключевые слова:** профессионально-педагогическая деятельность, методическая компетентность, методическая деятельность, методическая подготовка.*

***Abstract.** The article examines the problem of professional-pedagogical orientation in teaching undergraduates of pedagogical universities. A structure of the methodical competences of future teachers is determined with regards of the peculiarities of teaching methods in universities. Types of undergraduates methodological activities are considered, that contribute to the formation of methodical competence. For the assessment of the completeness of each methodical competence component, specific indices of sphere are described.*

***Keywords:** professional-pedagogical activity, methodical competence, methodical work, methodical preparation.*

ҚҰРМЕТТІ ОҚЫРМАНДАР!

ҚР БЖҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің 2012 жылы 10 шілдедегі № 1082 Шешімімен Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің ұсынысымен Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің «Физика-математика ғылымдары» сериясы бойынша Хабаршы журналы ғылыми қызметтерінің негізгі нәтижелерін жариялау үшін келесі мамандықтар бойынша ұсынылатын басылымдар Тізіміне енгізілгенін хабарлаймыз:

- 01.01.00 топ мамандықтары бойынша – физика-математика ғылымдары (математика);
- 01.02.00 (01.02.01, 01.02.04, 01.02.06) мамандықтары бойынша – физика-математика ғылымдары (механика);
- 05.00.00 (05.02.18) мамандықтары бойынша – техникалық ғылымдар;
- 13.00.00 (13.00.02) мамандықтары бойынша – педагогика (оқыту және тәрбиелеу теориясы мен әдістемесі /математика, физика, информатика/) ғылымдары;
- 01.04.00 топ мамандықтары бойынша - физика-математика ғылымдары (физика).

2009 жылдан бастап Инженеринг және Технология Институтымен (Ұлыбритания) ақпараттық-қолдау қызмет көрсетуге жасалған келісім-шарттың (№2, 12.01.2009ж.) негізінде Абай атындағы ҚазҰПУ «Физика-математика сериясы» бойынша Хабаршы журналында жарияланатын мақалалардың реферативті ақпараты INSPEC электронды мәлімтер қорына енгізіледі.

Редакция ғылыми мақала материалдарын толығымен немесе жекелеп ғылыми дәйексөз индексімен қамтамасыз ететін қазақстандық және шетелдік мекемелерге беруге, сонымен қатар осы материалдарды журналдың интернет сайтына орналастыруға құқылы.

«ХАБАРШЫ. ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА ҒЫЛЫМДАРЫ СЕРИЯСЫ» ЖУРНАЛЫНА БАСЫЛАТЫН МАҚАЛАЛАРДЫ БЕЗЕНДІРІЛУГЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

I. Қажетті материалдар

- 1.Парақтары төменгі жағында қарандашпен нөмірленген мақаланың қатты көшірмесі (2 дана), барлық авторлар мақала мәтінінің бір данасына қол қоюлары керек;
2. Мақаланың аты, мақалаға үш түрде (қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде) жазылған аңдатпалардың, түйін сөздердің қатты көшірмесі (1 дана). Аңдатпада зерттеудің мақсаты мен әдіснамасын, негізгі жетістігі мен қорытындысын көрсету қажет. Аңдатпада 5-7 сөйлем болуы керек. Түйін сөздер саны электрондық іздеу жүйесінде мақала табылатындай 5-10 сөзден (сөз тіркесінен) тұруы керек.
- 3 Автор (авторлар – 4 адамнан артық болмау керек) жайында мәліметтердің қатты көшірмесі (1 дана): Ф.А.Ә. толығымен, жұмыс орны (ұжым аты, жоғары оқу орынның толық аты), атқаратын қызметі, жұмыс телефоны, үйдің мекен-жайы, үй телефоны, ғылыми дәрежесі, ғылыми атағы, e-mail.
4. Мақаланың, мақалаға жазылған аңдатпаның және түйін сөздердің электрондық түрі;

II. Мақаланы безендіру ережесі

- 1.Мақала мәтіні Word редакторында бірлік интервал арқылы терілу керек;
- 2.Парақ пішімі : 210 x 297 mm (A4);
3. Жоғары, төменгі, оң жақтағы, сол жақтағы өрістер: – 2,5 см;
- 4.Мақала беттері нөмірленбейді;
- 5.Шрифт: Times New Roman (қазақ, орыс, ағылшын тілдері үшін), өлшемі - 12 пт; Абзацтық жылжу– 1 см.;
6. Кестелер мен графикалық материалдар (суреттер, графикалар, фотосуреттер және т.б.) толассыз нөмірленулері және атаулары (кегль №11) болуы керек. Барлық кестелер мен графикалық материалдарға мақала мәтінінде сілтемелер болуы керек. Берілген нысандар сілтемелерден кейін орналасуы қажет. Word редакторында орындалған суреттер нысан ретінде қойылуы керек;
7. Мақала мәтіні ені бойынша форматталуы керек.

III. Формула жазуға қойылатын талаптар

Формулалардағы (Equation) символдар өлшемдері : Обычный – 11 пт, Крупный индекс – 6 пт, Мелкий индекс – 5 пт, Крупный символ – 24 пт, Мелкий символ – 4 пт; формулалар беттің ортасы бойынша орналастырылады. Сілтеме жасалатын формулаларды ғана нөмірлеу керек. Формулалар толассыз нөмірленеді. Формулалар нөмірлері оң жақ шетімен тегістеледі де, дөңгелек жақшаға алынады. Мәтінде де формулаларға сілтемелерді дөңгелек жақшаға жазады.

IV. Әдебиеттер тізімі

мақалада пайдаланылған әдебиеттер мәтінде пайдалану ретіне сәйкес қолжазбаның соңында келтіріледі. Мақаладағы әдебиетке сілтеу квадраттық жақшада беріледі, мысалы, [1], [2,3], [4-7].

V. Мақаланың түрі

1. Сол жақ жоғарғы бұрышта бас әріптермен ӘОК (кегль №13);
2. Жартылай қарайтылған кіші әріптермен (кегль №13) ортада автордың (авторлардың саны 4 адамнан аспауы керек) фамилиясы және аты-жөні;
3. Бір бос жолдан кейін жартылай қарайтылған бас әріптермен (кегль №13) мақала аты;
4. Бір бос жолдан кейін дөңгелек жақшада автор (авторлар) жұмыс істейтін немесе оқитын қала және ұжымның аты; егер автор (авторлар) білім алушы болса, * (жұлдызша) белгісінен кейін білім алушының статусы (студент, магистрант, докторант) жазылады (кегль №11);
5. Бос жолдан кейін мақала жазылған тілде 5-7 сөйлем көлемінде аңдатпа және 5-10 сөздер болатындай түйін сөздер (кегль №11, курсив);
6. . Бір бос жолдан кейін мақала мәтіні (кегль №12);
7. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі мәтіннен кейін екі бос жол тастап (кегль №11) кіші әріптермен келтіріледі. Бірлік интервал.
8. Бос жолдан кейін 2 тілде мақалаға аңдатпа және 5-10 сөздер (сөз тіркесі) болатындай түйін сөздер (кегль №11, курсив).

1-мысал. Мақаланы безендіру

ӘОЖ

ФИО, ФИО*

МАҚАЛАНЫҢ АТЫ

(қала, мекеменің аты, * - студент/магистрант/ докторант)

Аңдатпа. Мақала тілінде (5-7 сөйлем).

Түйін сөздер: Мақала тілінде (5-10сөз, сөз тіркесі)

Мақала мәтіні (5-7 бет)

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

Аңдатпа. Мақала тілінен өзге 2 тілде (5-7 сөйлем).

Түйін сөздер: Мақала тілінен өзге 2 тілде (5-10 сөз, сөз тіркесі)

VI. Мақалаларды жариялау тілдері – қазақ, орыс, ағылшын тілдері.

Редакцияға түскен мақалаларға білім саласы бойынша мамандар мен ғылымдар пікір береді. Пікір негізінде редакция алқасы авторға мақаланы тағы да толықтыруға (түзетуге) ұсыныс жасауы, не мүлдем қайтарып беруі мүмкін. Бұрын жарияланған немесе басқа баспаға жіберілген мақалалар қабылданбайды.

Мақала көлемі 5-7 бет. Көлемі 7 беттен артық болған жағдайда журнал редакциясымен хабарласып келісулері қажет. Мақала мәтініне енетін иллюстрациялардың, сұлбалардың және кестелердің көлемі мәтіннің жалпы көлеміне кіреді.

Мақаланы дайындау және жариялау бойынша пайда болған барлық сұрақтар бойынша журнал редакциясына хабарласыңыздар.

Мекен-жайы: Алматы қаласы, Төле би 86 көшесі, Абай атындағы ҚазҰПУ, Математика, физика және информатика институты, жұмыс телефоны - **8(727) -2 61-68-69, e-mail Vestnik_KazNPU@mail.ru**

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Информируем Вас, что Решением Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК от «10» июля 2012 года № 1082 «Вестник Казахского национального педагогического университета имени Абая, Серия физико-математические науки» включен в Перечень изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности по следующим направлениям:

- по специальностям группы 01.01.00 – физико-математические науки (математика);
- по специальности 01.02.00 (01.02.01, 01.02.04, 01.02.06) – физико-математические науки (механика);
- по специальности 05.00.00 (05.02.18) – технические науки;
- по специальности 13.00.00 (13.00.02) – педагогические науки (теория и методика обучения и воспитания /математика, физика, информатика);
- по специальностям группы 01.04.00 – физико-математические науки (физика).

С 2009 г. действует Договор с Институтом Инжиниринга и Технологий (Великобритания), (№2 от 12.01.2009 г.) на оказание информационно-сопроводительных услуг, согласно которому реферативная информация о статьях, публикуемых в Вестнике КазНПУ имени Абая, вносится в электронную базу данных INSPEC.

Редакция имеет право частично или полностью предоставлять материалы научных статей в казахстанские и зарубежные организации, обеспечивающие индекс научного цитирования, а также размещать данные материалы на Интернет-сайте журнала.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ПУБЛИКУЕМЫХ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК. СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»

I. Представление необходимых материалов

1. Текст статьи в твердой копии с пронумерованными, внизу по центру карандашом, страницами (2 экз.), один экземпляр текста статьи должен быть подписан всеми авторами.
2. Название статьи, аннотации к статье, ключевые слова (на 3-х языках: казахском, русском, английском) в твердой копии (1 экз.). В аннотации необходимо указывать цель и методологию исследования, основные достижения и выводы. Объем аннотации – 5-7 предложений. Ключевые слова: 5–10 слов (словосочетаний), по которым статьи могут быть найдены в электронных поисковых системах.
3. Сведения об авторе (авторах – не более 4 человек) в твердой копии на 3-х языках (1 экз.): фамилия, имя, отчество, место работы (город, название организации/вуза без сокращений), ученая степень и звание, должность, e-mail, контактный телефон.
4. Статья, аннотации к статье, ключевые слова в электронном виде.

II. Правила оформления статей.

1. Текст статьи должен быть набран в редакторе Word через одинарный интервал;
2. Формат листа: 210 x 297 mm (A4);
3. Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 2,5 см;
4. Страницы статьи не нумеруются;
5. Шрифт: Times New Roman (для каз., рус. и англ. языков), размер - 12 пт; Абзацный отступ – 1 см.
6. Таблицы и графические материалы (рисунки, графики, фотографии и др.) должны иметь сквозную нумерацию и названия (кегль №11). На все таблицы и графические материалы должны быть сделаны ссылки в тексте статьи. При этом расположение данных объектов должно быть после ссылок на них. Рисунки, выполненные в редакторе Word, должны быть вставлены как объект.
7. Текст статьи должен быть отформатирован по ширине.

III. Требования к написанию формул

Размеры символов в формулах (Equation): обычный – 11 пт, крупный индекс – 6 пт, мелкий – 5 пт, крупный символ – 24, мелкий – 4 пт; формулы располагают по центру страницы, Нумеровать следует только те формулы, на которые приводятся ссылки. Нумерация формул должна быть сквозной. Номер формулы располагают по правому краю страницы и заключают в круглые скобки. В тексте ссылку на формулу также приводят в круглых скобках.

IV. Список литературы, использованной в статье, составляется по ходу упоминания ее в тексте и приводится в конце рукописи. Ссылки на литературу в тексте указываются в квадратных скобках, например, [1], [2,3], [4-7].

V. Вид статьи

1. УДК в левом верхнем углу прописными буквами (кегель №13);
2. Полуужирными строчными буквами (кегель №13) по центру инициалы и фамилия автора (авторов не более 4 человек);
3. Через пустую строку полуужирными прописными буквами (кегель №13) название статьи;
4. Через пустую строку в круглых скобках, город и название организации, где работает или учится автор (авторы). Если автор (авторы) обучающиеся, то после знака * (звездочка) – указать статус обучающегося (студент, магистрант, докторант) (кегель №11);
5. Через пустую строку аннотация на языке публикации в 5-7 кратких предложениях (кегель №11);
6. Через пустую строку текст статьи (кегель №12);
7. Используемые источники, указываются после текста статьи, через две пустые строки строчными буквами (кегель №11). Интервал – одинарный;
8. Через пустую строку аннотации к статье на 2-х языках, ключевые слова: 5–10 слов (словосочетаний) (кегель №11, курсив).

Образец. Оформление статьи

УДК

ФИО, ФИО*

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

(город, название организации, *- студент/магистрант/докторант)

Аннотация. На языке статьи (5-7 предложений).

Ключевые слова: на языке статьи

Текст статьи (*не менее 5 и не более 7 стр.*)

Список литературы

Библиографический список

Аңдатпа.

Түйін создер:

Abstract.

Keywords:

VI. Языки издания статей – казахский, русский, английский.

Поступившие в редакцию статьи рецензируются ведущими специалистами и учеными по отраслям знаний. На основании рецензии редколлегии может рекомендовать автору доработать статью или отказать в публикации. Рукописи статей, опубликованных ранее или переданных в другие издания, не принимаются.

Рекомендуемый объем статьи – не менее пяти и не более семи страниц. В ином случае вопрос по объему статьи необходимо согласовать с редакцией журнала. Иллюстрации, схемы, таблицы, включаемые в текст статьи, учитываются в общем объеме текста.

По всем вопросам, связанным с подготовкой, представлением и публикацией материалов, необходимо обращаться в редакцию журнала.

Адрес: г. Алматы, ул. Толе би 86, КазНПУ им. Абая, Институт математики, физики и информатики
рабочий телефон 8(727) -2 61-68-69, e-mail Vestnik_KazNPU@mail.ru