

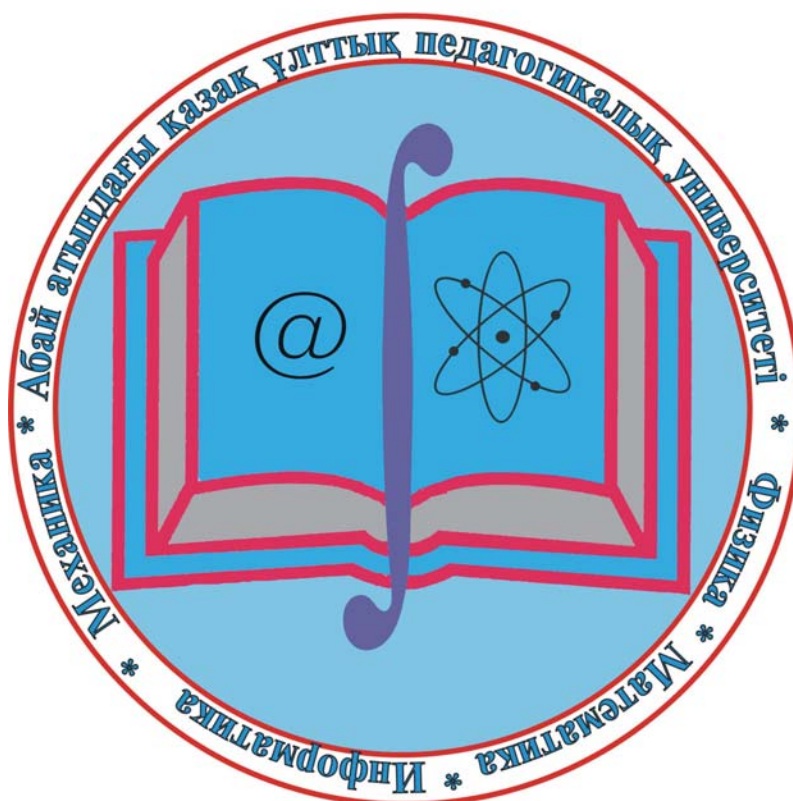


Абай атындағы
Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

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

ХАБАРШЫ ВЕСТНИК



Алматы

№ 2(30)

2010

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ

“Физика-математика ғылымдары”
сериясы № 2 (30)

Бас редактор
ҚР ҰҒА академигі
Ғ.У. Уәлиев

Редакция алқасы:
бас ред. орынбасарлары:
п.ғ.д. Е.Ы. Бидайбеков,
ф.-м.ғ.к. М.Ж. Бекпатшаев
жауапты хатшы

ф.-м.ғ.к. Ф.Р. Гусманова
мүшелері:
п.ғ.д. А.Е. Абылкасымова,
ф.-м.ғ.д. М.Ә. Бектемесов,
п.ғ.д. В.В. Гриншкун,
ф.-м.ғ.д. Қ.Т. Исаков,
ф.-м.ғ.д. С.И. Кабанихин,
ф.-м.ғ.д. А.К. Калыбаев,
ф.-м.ғ.д. В.Н. Косов,
ф.-м.ғ.д. Қ.К. Коксалов,
ф.-м.ғ.д. Б.Ә. Қожамқұлов,
т.ғ.д. М.К. Құлбек,
п.ғ.д. М.П. Лапчик,
ф.-м.ғ.д. Қ.М. Мұқашев,
ф.-м.ғ.к. С.Т. Мұхамбетжанов,
ф.-м.ғ.д. Ш.С. Сахаев,
ф.-м.ғ.д. Н.Ж. Такибаев,
т.ғ.д. А.К. Тулешов,
ф.-м.ғ.д. Л.М. Чечин,
ф.-м.ғ.к. Е.Б. Шалбаев,
т.ғ.к. Ш.И. Хамраев

© Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 2010

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

Редакторлары: Ф.Р. Гусманова,
Г.А. Абдулкаримова

Компьютерлік беттеу:
Ф.Р. Гусманова

Басуға 24.06.2010 ж. қол қойылды
Таралымы 300 дана
Көлемі 10,5 е.б.т.
Пішімі 60x84 1/8.

050010, Алматы қаласы,
Достық даңғылы, 13
Абай атындағы ҚазҰПУ
“ЖШС Нұр-Принт” типографиясында
баспадан өткен
Алматы қаласы, Хамида көшесі, 4а

М а з м ұ н ы
С о д е р ж а н и е

К.С. Абдиев О реализации компетентностного подхода при подготовке будущих специалистов-статистиков	3
Б.Е. Акитай, А.Ж. Бекеева, М. Оразбек Физика мұғалімдерінің оқушылардың алған білімдерін жүйеге түсіру ебдейліктерін қалыптастыру тәсілдері	8
Л.Б. Атымтаева Бірінші негізгі есепті шешу арқылы анизотропиялық тау жынысында жер бетіне жақын орналасқан қазбалардың динамикалық кернеулік деформациялық күйін зерттеу	14
А.М. Ахметова, А.Н. Байсунова Си және Ассемблер тілдері арасындағы өзара байланыс	18
Г.А. Баимбетова, А.А. Кабулов, А.Б. Кабулов Супердеформированные кластерные состояния ¹⁹⁴ / ₈₀ Hg	23
Л.А. Балакай, Т.В. Дедова, Э.А. Закарин, Б.М. Миркаримова, Н.Б. Тусеева Анализ риска загрязнения казахстанского сектора каспийского моря при аварийном разливе нефти	27
Т.О. Балыкбаев, А.Т. Тунгатарова Методические особенности обучения студентов инженерных специальностей общеобразовательному курсу информатики	33
П.Б. Бейсебай, Д. Думанкызы Исследование сходимости одного неявного итерационного алгоритма для решения стационарных уравнений тепловой конвекции	38
М.Ж. Бекпатшаев, К.Е. Иса Использование образовательных ресурсов в учебном процессе на примере электронного издания по математической статистике	44
М.А. Бектемесов, Г.И. Махамбетова Итерационный подход для определения коэффициента уравнения теплопроводности	48
Г.Е. Берикханова, А.А. Аниязов Вычисление резольвенты бигармонического оператора в шаре	52
Е.Ы. Бидайбеков, Д.И. Абдраимов Перспективы информатизации системы технического и профессионального образования	58
Е.Ы. Бидайбеков, А.А. Абдилдаева, М.А. Нуркаманова Информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығының құрылымы мен мазмұнын анықтау хақында	66
Е.Ы. Бидайбеков, М. Сақыпбекова, А. Нұрахметова Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығы мен оны жүзеге асырудың жолдары	72
А. Біргебаев Дифференциалдық операторларлардың қолданбалы әдістерін оқытудың оқу- тәрбие үдерісіндегі қызметі	77
А. Біргебаев Қалыпты жағдайдағы сызықтық емес Шредингер операторының бөліктенуі	83
К. Бисембаев Колебания тела качения со спрямленной площадкой опирания	91
К. Бисембаев, Ж.М. Омиржанова Колебания упругих конструкции с тяжелым основанием, при параметрическом возмущении	97
Ю.М. Дракунов, А.А. Тулешова Динамика опускания и подъема снаряда каротажной станции	102
С.Б. Дубовиченко ¹ , Н. Буртебаев ² , А.Р. Уркинбаев ² Фазовый анализ и потенциальное описание упругого P ³ LI рассеяния	107
Т.Ж. Елдесбай, Р.М. Капарова, Н.С. Куанова Краевая задача с нелокальными условиями для гиперболического уравнения с характеристическим вырождением типа внутри области	113
Ж.Р. Жамашева Организация внутреннего аудита в университете	121
А.Б. Кабулов Корреляции двубозонных кластерных и коллективных возбуждений в четно-четных изотопах урана и плутония	125

Казахский национальный педагогический университет имени Абая
ВЕСТНИК
Серия “Физико-математические науки” № 2 (30)

Главный редактор
академик НАН РК
Г.У. Уалиев

Редакционная коллегия:
зам.главного редактора:
д.п.н. Е.Ы. Бидайбеков,
к.ф.-м.н. М.Ж. Бекпатшаев,
ответ.секретарь
к.ф.-м.н. Ф.Р. Гусманова
члены:

д.п.н. А.Е. Абылкасымова,
д.ф.-м.н. М.А. Бектемесов,
д.п.н. В.В. Гриншкун,
д.ф.-м.н. К.Т. Исаков,
д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин,
д.ф.-м.н. А.К. Калыбаев,
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,
д.ф.-м.н. Қ.М. Мукашев,
к.ф.-м.н. С.Т. Мухамбетжанов
д.ф.-м.н. Ш.С. Сахаев,
д.ф.-м.н. Н.Ж. Такибаев,
д.т.н. А.К. Тулешов,
д.ф.-м.н. Л.М. Чечин,
к.ф.-м.н. Е.Б. Шалбаев,
к.т.н. Ш.И. Хамраев

© **Казахский национальный педагогический университет им. Абая, 2010**

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

Редакторы: Ф.Р. Гусманова,
Г.А. Абдулкаримова

Компьютерная верстка:
Ф.Р. Гусманова

Подписано в печать 24.06.2010 г.
Формат 60x84 1/8.
Об 10,5 уч.-изд.л.
Тираж 300 экз.

050010, г.Алматы, пр.Достык, 13,
КазНПУ им.Абая
Отпечатано в типографии
“ОО Нур-Принт 75”
г.Алматы, ул.Хамиди 4а

А.Б. Кабулов Природа коллективных и кластерных состояний в легких четно-четных изотопах радона	130
Д.А. Кинжебаева, Д.К. Капарова, А.С. Кинжебаева, А.К. Сейдилдаева Определение угла поворота зеркала гальванометра и собственной частоты вибратора электромеханической системы с использованием программы Matlab	134
К.К. Коксалов Аналитическое определение напряжений в литосферной плите	137
А.Т. Кулахметова Технология формирования умений школьников в процессе учебно-исследовательской деятельности	140
М.Е. Кумек Зависимость фоточувствительности пленок a-Si:H от технологии получения	146
М.Т. Қасымбекова Еркін шекаралы сүзгілеу теориясының бір есебі жайлы	151
М.Ж. Мальтекбасов Построение образовательной траектории студента как фактор формирования профессиональной компетентности	154
Б.И. Маукеев, Ж.Ә. Тоқыбетов, С.З. Сапакова Коши-Риман жүйесінің бір жалпыламасы үшін шексіз жолақтағы шекаралық есеп	158
Р.С. Ниязова Басқару процесстерін беріктікті қамсыздандыру процесімен ұйымдастыру	161
Д.Б. Нұрсейтов, А.Қ. Буканова Latex 2e жүйесінде дипломдық жұмысты мемлекеттік тілде дайындау	165
К.А. Ожикенов Особенности динамики системы следящих приводов при параметрическом регулировании	168
Б.А. Омарбекова Асимптотическое поведение по времени решения одной задачи теории фильтрации	172
Ж.М. Омержанова Түзетілген беттермен шектелген тірекке орнатылған ауыр табанды құрылғының тербелісі	176
Ә.С. Оразалы Бейне тану есебінде топтық шешім алуға тиімділеу әдістері	181
Ж.Т. Рахметуллина Расчет эксцентриситета орбиты, амплитуды, космических скоростей движения материальной точки в плоскости гравитирующего диска	186
А.Е. Сағымбаева, Ж.Б. Базаева Moodle қашықтан оқыту жүйесінде білімді бақылау мүмкіндіктері	191
А.М. Сатымбеков, К.М. Шияпов О приближенном методе решения одной задачи нелинейной фильтрации	196
И.Т. Сәлғожа, Б.Г. Бостанов, Ж. Асанова, Ж. Түңлікбаева Информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда танымдық ойындарды пайдаланудың маңыздылығы	201
Ж.А. Токибетов, С.З. Сапакова Об одном многомерном аналоге системы Коши- Римана	207
А.К. Тулешов, Ф.Л. Таирова Вывод и анализ уравнений движения тяговых барабанов волоочильного стана со скольжением	212
А.Т. Тунгатарова Коррекционные модули по информатике: принципы разработки и особенности применения	216
А.Р. Турганбаева Проблемы внедрения информационно-коммуникационных технологий в вузе	219
Ж.А. Тюлеубаева О построении вычислительного алгоритма для решения одной задачи фильтрации вязко-пластической жидкости	223
Ғ.У. Уәлиев, Т.И. Омаров, А.Ж. Сейдахмет Рельсті машинаның қозғалыс механизмін динамикалық модельдеу	228
Г.У. Уалиев,Т.И. Омаров Определение основных параметров для составления динамической модели привода рельсовой машины	233
З.Г. Уалиев Динамика одной электромеханической системы с обратной связью	238
Л.М. Чечин, А.К. Каймулдина Опыт использования IT технологии при решении задач физики	242
Ф.К. Яхияев Численное решение смешанной задачи для многофазных анизотропных грунтов слагающих оползневый склон .	244

О РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ-СТАТИСТИКОВ

(г.Алматы, КазНПУ имени Абая)

Мақалада болашақ статистика мамандарының ақпараттық технологиялар саласындағы құзырлылығын қалыптастыру мәселесінің көкейкестілігі баяндалады. Осы әдісті пайдаланып, оларды кәсіби дайындауда жақсы нәтижелерге жетуге болатындығы көрсетіледі. Техникалық және кәсіби білім беру саласының жалпы ережелеріне сәйкес болашақ мамандардың құзырлылықтарын қалыптастыру қажет. Алайда, қазіргі кезде «Статистика» мамандығы стандартының ескі нұсқасы пайдаланылуда. Осыған байланысты стандарт мазмұнын және оған енгізілген пәндер мазмұнын өзгертуге ұсыныстар беріледі. Болашақ статистиктердің ақпараттық технологиялар саласындағы құзырлылығын қалыптастыруға арналған жаңа құралдардың қысқаша сипаттамасы келтірілген.

This article is considered of the formation urgency of competence for the future experts-statisticians in the information technology's field. It is shown that using such method it is possible to achieve good results in their vocational training. According to the general rules of system technical and vocational training it is necessary to form competence of the future experts. However, now the old version is used of the standard of a speciality of "Statistics". In this connection, there are recommendations about change of the maintenance of the standard and disciplines included in him. There is the short description of means intended for formation competence in the information technology's field for the future experts-statisticians

Подготовка высококвалифицированных кадров по специальности «статистика» является актуальной задачей для систем высшего, профессионального и технического образования Казахстана. Потребность в таких специалистах испытывают органы государственного управления страны, банковская система и национальные компании. Статистическую деятельность осуществляют не только Агентство Республики Казахстан по статистике, его территориальные органы, подведомственные ему вычислительные центры, но и практически все государственные органы страны, а также структуры финансовой системы. Так, в составе министерств имеются подразделения занимающиеся статистикой сельского хозяйства, здравоохранения, образования, охраны окружающей среды, энергетики и др. В составе Генеральной прокуратуры есть Комитет по правовой статистике и специальному учету. Национальный банк осуществляет деятельность по банковской статистике, Комитет таможенного контроля Министерства финансов ведет статистику внешнеэкономической деятельности.

Во всех вышеназванных структурах сбор статистической информации осуществляется с помощью автоматизированных рабочих мест (АРМ) специалистов, обработка, хранение и распространение информации реализовано в ведомственных информационных системах (ИС) и базах данных (БД). Многие функции государственных органов и предприятий автоматизированы с использованием новых информационных технологий. Практически каждому работнику ставится требование по умению использовать в своей работе специально разработанные программные средства и/или стандартные пакеты прикладных программ. В связи с этим перед учебными заведениями ставится задача по подготовке специалистов не только в узкой профессиональной области, но требуется также, чтобы они были компетентными в

области информационных технологий, методов информатики. Эта задача может быть решена внедрением компетентностного подхода в учебный процесс.

В основе компетентностного подхода лежит исходная идея – понятие компетентности, которое в самом общем виде рассматривается как интегральное качество личности, ее способность и готовность к выполнению какой-либо деятельности (в том числе профессиональной). Подход зависит от цели обучения, например, в случае рассмотрения целостного процесса обучения студентов специальности «статистика», нужно говорить о формировании и развитии профессиональной компетентности. Применительно к обучению информационным технологиям в статистике ставится задача формирования ИТ-компетентности (информационно-технологической компетентности).

Определение терминов «компетенция», «компетентность», «образовательные компетенции», а также отличие компетенций от компетентностей в системе общего среднего образования достаточно полно сформулированы в работе Краевского В.В. и Хуторского А.В. [1]. Ими же показана иерархия компетенций: ключевые, общепредметные и предметные компетенции, приведены авторские определения ключевых компетенций для российского образования. Все определения этих авторов сформулированы относительно общих целей обучения в средней школе. Теоретическое осмысление компетентностного подхода находит отражение также в работах И.А.Зимней, Э.Ф.Зеера, О.Е.Лебедева, В.И.Байденко, Ю.Г.Татур, БД.Эльконина и др.

Под «ИТ-компетентностью» мы будем понимать способность специалиста решать учебные, профессиональные задачи с использованием информационных и коммуникационных технологий. Можно отметить разные подходы к исследованию проблемы формирования ИТ-компетентности. Компетентностный подход в контексте профессиональной подготовки специалистов разрабатывается В.И. Байденко, А.А. Вербицким, Е.И. Казаковой, В.Д. Шадриковым, С.Е. Шишовым и др. Ученые Б.С.Гершунский, В.В.Шапкин, Н. Х.Насырова, О.А.Кизик, Т.А.Гудкова вводят понятие «информационной компетентности» и рассматривают ее как составляющую профессиональной компетентности.

О.А. Кизик, Н.Х. Насырова, С.Д. Каракозов рассматривают информационную компетентность как интегральное качество личности, включающее различные компоненты. Но их взгляд на составляющие информационной компетентности неоднозначен. Главная научная проблема заключается в определении структуры и состава указанной компетентности, определении принципов и методов ее формирования.

Существует и другой подход к понятию информационной компетентности, которое исследователи связывают с понятием "культура". Н.И.Гендина, Н.И. Колкова., Г.А.Стародубова, И.Л.Скипор, Ю.С.Зубов, В.А.Фокеев, С.Д. Каракозов категорию "информационная компетентность" рассматривают во взаимосвязи с категориями "компьютерная грамотность", "информационная культура", характеризующими уровень развития личности. Применение компетентностного подхода при формировании и развитии необходимых качеств персонала железнодорожной отрасли описано в работе Паршиной В.С. и Марущак Т.Б. Опыт использования метода поиска сотрудников по компетенциям для компании, работающей в сфере ИТ, описан В.Луцинским. Для осуществления поиска предлагается отобрать 15 наиболее широко применяемые компетенции из числа приведенных в книге издательства Lominger «For Your Improvement».

В казахстанском государственном общеобязательном стандарте образования ГОСО РК 2.002-2008 «Техническое и профессиональное образование. Основные положения» [2] приведены определения базовой, профессиональной и специальной

компетенций. Согласно стандарту ... «Уровень профессиональной подготовки обучающихся по профессии и специальности определяется комплексом компетенций в соответствии с квалификационными требованиями. Комплекс компетенций включает способности обучающихся ставить и решать задачи определенного уровня в избранной профессиональной сфере деятельности». ГОСО нового поколения по специальности «статистика» пока не разработан, в ГОСО РК 2.002-2008 даются следующие рекомендации: в стандарте специальности уровень профессиональной подготовки специалистов должен отражать требования к образованности общей и по циклам общепрофессиональных и специальных дисциплин; компетенциям (базовая, профессиональная, специальная). Уровни компетенций в данном случае выстроены относительно дисциплин, входящих в стандарт. Уровни компетенций повторяют структуру стандарта. Структура образовательной учебной программы согласно стандарту состоит из циклов дисциплин, в числе которых: общеобразовательные дисциплины, общегуманитарные дисциплины, общепрофессиональные дисциплины, специальные дисциплины.

Таким образом, мы видим различные подходы к определениям терминов «компетенция», «компетентность», к их иерархии, структуре и компонентам. Однако, не вызывает сомнения то, что компетентностный подход стал основным инновационным методом модернизации системы как высшего, так и технического и профессионального образования. Стандарт по основным положениям прямо указывает на необходимость использования такого подхода при разработке стандартов специальностей нового поколения. Разработка новой версии стандарта специальности «статистика» с использованием компетентностного подхода, основанного на оценке компетенций обучающихся учебных заведений в виде основных образовательных результатов, и предусматривающий возможность использования модульного обучения является актуальной задачей.

В Классификаторе специальностей бакалавриата и магистратуры (по экономическим направлениям подготовки), утвержденном Комитетом стандартизации и метрологии Министерства индустрии и торговли РК в 2004 году, исключена специальность «Статистика». Ранее в Государственном классификаторе направлений подготовки и специальностей высшего профессионального образования Республики Казахстан (2001 года) специальность 522300 «Статистика» предполагала подготовку специалистов по 2 уровням: бакалавр статистики (4 года обучения) и магистр статистики (2 года обучения). Классификатор 2004 года не ориентирован на подготовку специалистов-статистиков в высших учебных заведениях страны. В связи с этим во всех высших учебных заведениях была прекращена подготовка статистиков по отдельной специальности. Предполагалось, что подготовку можно осуществлять в виде специализации при обучении студентов другим специальностям, например по специальности «Учет и аудит», за счет введения курсов по выбору студентов. Однако такая подготовка нигде не была развернута. Таким образом, потребность Агентства РК по статистике, его территориальных органов и подведомственных предприятий, других государственных органов осуществляющих статистическую деятельность в специалистах, подготовленных на уровне бакалавриата и магистратуры, оставалось неудовлетворенной. Агентство РК по статистике как основной потребитель кадров с высшим образованием по специальности «статистика» в своих письмах в адрес Правительства, Министерства образования, Учебно-методического объединения по экономическим специальностям при КазЭУ им. Т.Рыскулова неоднократно поднимал вопрос о неправильности и несвоевременности принятия такого решения. В 2009 году это решение было изменено, утвержден новый стандарт специальности и с 2010 года возобновлена подготовка студентов по специальности «статистика» в вузах.

Проблемные вопросы в области подготовки кадров по специальности «статистика» рассматривались в работах Шокаманова Ю.К., Бельгибаевой К.К. Вопросы статистической деятельности и методы ее оценки рассматривались Султановой З.М.

В Стратегическом плане Агентства РК по статистике на 2009-2011 годы в числе проблемных областей в деятельности Агентства указывается недостаточная обеспеченность квалифицированными кадрами. Эта ситуация названа ключевой проблемой. В списке возможных рисков присутствуют «кадровые риски, в т.ч. отсутствие системы подготовки и обучения профессиональных кадров для государственной системы статистики». Развитие кадрового потенциала указано в числе стратегических направлений и целей Агентства. В предыдущих Программах совершенствования государственной статистики на 1999-2005 и 2006-2008 годы также большое внимание уделялось вопросам развития кадрового потенциала Агентства.

Специальность «Статистика» была сохранена на уровне подготовки специалистов среднего звена, в системе технического и профессионального образования. В 2002 году утвержден государственный общеобязательный стандарт по специальности 0701002 «Статистика» [3], на его основе разработаны и утверждены типовые учебные планы и программы. По указанной специальности осуществляется подготовка специалистов в Семипалатинском финансово-экономическом колледже и в Карагандинском финансовом институте. Объем ежегодного государственного заказа из республиканского бюджета на подготовку специалистов со средним специальным образованием составляет лишь 50-70 человек. В 2005 году состоялся первый выпуск специалистов среднего звена. Специалисты с таким уровнем подготовки могут работать на уровне территориальных подразделений Агентства по статистике, других государственных органов осуществляющих статистическую деятельность.

Стандарт ГОСО РК 2.06.141-2002 «Среднее профессиональное образование. Специальность 0701002 - «Статистика» разработан и внесен учебно-методическим объединением по финансовым специальностям при Семипалатинском финансово-экономическом колледже имени Рымбека Байсеитова, утвержден и введен в действие приказом Министерства образования и науки Республики Казахстан от 9 сентября 2002 года №654. В Общей характеристике специальности указывается, что объектами профессиональной деятельности статистика являются процессы осуществления сбора, систематизации и обработки данных статистических наблюдений на основе государственных статистических стандартов и современных информационных технологий. Требования к уровню подготовки обучающихся по специальности подразделяются на Требования к уровню образованности выпускника и Требования к уровню подготовки выпускника по циклам дисциплин и профессиональной практике. В стандарте не использован компетентностный подход. На основании изложенных требований определен перечень дисциплин изучаемых студентами в колледже, они подразделяются на общеобразовательные, общие гуманитарные, социально-экономические, общепрофессиональные, специальные дисциплины и профессиональную практику. Кроме того в перечень входят дисциплины, определяемые организацией образования самостоятельно. В ГОСО включен также типовый учебный план, в котором приведено распределение дисциплин по годам обучения и видам занятий. Так, дисциплина «Информатика» изучается на первом курсе (20 часов теоретических занятий и 58 лабораторных работ и практических занятий), «Информационные технологии в статистике» - на втором и третьем курсах (22 часа теории и 90 часов практики), «АРМ статистика» - на третьем курсе (10 часов теории и 35 часов лабораторных занятий). Кроме того, предусмотрены 2-недельная учебная практика и 8-недельная производственная практика на третьем курсе обучения. Обучение информационным технологиям в статистике с

использованием этих дисциплин включенных с учебный план и является объектом наших исследований.

Содержание дисциплин, приведенное в стандарте, не удовлетворяют современным требованиям обучения информационным технологиям, не в должной мере использованы достижения теории и методики обучения информатике, не учитывается опыт действующих вычислительных центров по сбору и обработке статистической информации. Так, например в содержании дисциплины «Информационные технологии в статистике» не приводится обзор ИТ, реально используемых в практике органов государственной статистики, ничего не говорится про прикладные программы, предназначенные для обработки и анализа статистической информации, нет сведений об электронных ресурсах и т.д. В качестве содержания дисциплины «АРМ статистика», приводится следующее: *Понятие «АРМ статистика», состав пакета прикладных программ (ППП) и его функциональные возможности; общие положения по применению ППП АРМ статистика; табличные процессоры, текстовые редакторы; средства телекоммуникации, электронная почта; стандарты, нормативные и правовые документы по применению ППП к системе статистических показателей.* На наш взгляд изучение таких средств, как табличные процессоры, текстовые редакторы, средства телекоммуникации, электронная почта должно быть включено в содержание основного курса информатики или в содержание дисциплины «Информационные технологии в статистике», если изучаются те средства и технологии которые являются специфическими для статистики, для обработки статистических данных. К тому же непонятно, какой конкретно АРМ рекомендуется для изучения.

В целом, совершенствование методической системы обучения ИТ в статистике, разработка нового содержания, новых средств и методов обучения является первостепенной научно-методической и практической задачей.

Нами разработаны несколько новых средств, предназначенных для обучения информационным технологиям в статистике, формирования ИТ-компетентности специалистов-статистиков. *Программно-методический комплекс (ПМК) «Сбор и обработка статистической информации»* разработан на основе прикладной программы реально используемого в практике действующего предприятия [4]. Он предназначен для формирования навыков работы по эксплуатации систем обработки статистической отчетности.

К *информационным ресурсам*, которые можно использовать в целях обучения информационным технологиям в статистике относятся: материалы сайтов Агентства и его ИВЦ (как официальных сайтов, так и специально разработанных в учебных целях); электронный русско-казахский словарь терминов и словосочетаний статистики и ИТ; информационно-справочные и поисковые системы на CD, электронная обучающая система для счетчиков сельскохозяйственной переписи [5,6]. В [6] приведены основные компоненты ИТ-компетентности специалистов-статистиков. Все названные средства были использованы в практической работе по подготовке специалистов-статистиков. В результате проведенной многолетней работы была доказана ведущая идея нашего исследования, реализация компетентного подхода позволила повысить качество подготовки специалистов-статистиков в области применения информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

1. Краевский В.В., Хуторской А.В. Основы обучения. Дидактика и методика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.

2. Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. ГОСО РК 2.002-2008 - «Среднее образование. Техническое и профессиональное образование. Основные положения». Министерство образования и науки Республики Казахстан, Астана, 2008.
3. Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Среднее профессиональное образование. ГОСО РК 2.06.141-2002. Специальность 0701002 – «Статистика». Министерство образования и науки Республики Казахстан, Астана, 2002.
4. Абдиев К.С. Информационные технологии производства статистических данных: Учебно-методическое пособие. – Алматы: Информационно-вычислительный центр Агентства РК по статистике, 2006. – 280 с.
5. Абдиев К.С. Новые средства обучения информационным технологиям в статистике. // Білім Образование, - 2008, №6.
6. Абдиев К.С. Совершенствование обучения информационным технологиям в статистике: рекомендации по проведению производственной практики // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия "Информатика и информатизация образования". - М.: МГПУ, 2009. N 2(18). - С. 122-128.

ӘОЖ 373.146.013

Б.Е. Акитай, А.Ж. Бекеева *, М. Оразбек *

ФИЗИКА МҒАЛІМДЕРІНІҢ ОҚУШЫЛАРДЫҢ АЛҒАН БІЛІМДЕРІН ЖҮЙЕГЕ ТҮСІРУ ЕБДЕЙЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ТӘСІЛДЕРІ

*(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, * - магистрант)*

В данной статье рассмотрены методы систематизации знаний учащихся учителям физики. Систематизацию знаний учащихся рекомендовано проводить на уроках повторения, при завершении разделов. Продемонстрированы возможности использования информационных технологий для планирования систематизации. Приведены необходимые условия для систематизации знаний учащихся при изучении физики. Создана модель систематизации фундаментальных физических теорий.

The methods of systematization of student's knowledge by teacher of physics are considered. It was recommended to carry out systematization on reiteration lessons, at the end of chapter. The possibilities of information technologies application to the planning of systematization are demonstrated. The necessary conditions for ordering knowledge of the pupils are given at study of physics. The model of ordering of the fundamental physical theories is created.

Қазіргі кезде орта мектепте физика пәнінен сағат саны қысқарған. Мысалы, механика курсы 7,8,9,10 сыныптарды қосқанда 131 сағат, ал қазір 84 сағат, 47 сағатқа қысқарған, молекулалық физика (7,8,10 сыныптарда) бұрын 104 сағат болса, енді 66 сағат, 38 сағатқа қысқарған [1]. Мұғалімнің оқушыға толық та терең білім беруіне бұл сағаттар аздық етеді. Сондықтан да, мұғалімнің нақты, терең білім беруіне жаңа әдістемелер қажет. Терең және тұрақты білім қалыптастырудың негізгі шарты - олардың жүйелілігі болып табылады.

Жүйелендіру материалды жеке мәліметтер мен фактілер жиынтығын топтастыру есебінен ұзақ уақыт есте сақтауға және керек кезде тез еске түсіруге мүмкіндік береді. Жүйелілікті пайдалану адамның нысана туралы түсінігін тәртіпке келтіріп қана қоймай, білімнің жаңа көзі ретінде қарастырылады. Адамның ақыл - ойының дамуын сипаттайтын қалыптасқан білім жүйесі білімнің жекелеген құрамдарын, яғни

оның шығармашылық қабілетінің өзгеру мүмкіншіліктерін анықтайды. Физика пәнін оқыту барысында оқушылардың білімін жүйелендіруді іске асырудағы қажетті шарттар: 1) мұғалімнің оқу материалын жүйелендірудің тәсілдерін қолдануы; 2) осы тәсілдермен оқушыларды таныстыру; 3) оқушылардың бұл тәсілдерді өзіндік жұмыс кезінде өз беттерінше қолдана алуы. Оқушылардың логикалық ойлауы мен шығармашылық қабілетінің дамуына байланысты мұғалім жаңа материалды түсіндіру үдерісінде жүйелендіру тәсілін қолданып қана қоймай, сонымен қатар оқушылардан өтілетін материалды өз бетімен жүйелендіре білуін талап етеді. Бұдан да күрделі дидактикалық міндет - оқушылардың бұрын өтілген құбылыстарға жаңа көзқараспен қарау қабілетін қалыптастыру, яғни осыған дейін қалыптасқан физикалық түсініктерді жаңа түсініктер жүйесіне қосу. Мысалы, оқушыларда динамиканы оқыту кезінде - кинематика, электрстатика мен электрдинамиканы оқыту кезінде - динамика мен кинематика түсініктерін пайдалана білуді қалыптастыру.

Бір жүйе түсініктерін басқа жүйе түсініктеріне енгізу ойлау икемділігінің қалыптасуына әсер етеді. Бұл - шәкірттердің шығармашылық қабілетін дамытудың маңызды шарты болып табылады, мәселені бірнеше ғылым саласы арқылы шешуді үйретеді [2-4].

Жоғары сыныптарда білімді жүйелендіруге көбірек көңіл бөлу қажет. Бұл кезде оқушылардың зат пен өрістің қасиеттері, қозғалыс түрлері, заттың құрылымдық формалары, өзара әсерлесу типтері, энергия және оның түрлері, сақталу (массаның, энергияның, импульстің, электр зарядының) заңдары туралы білімдерін жүйелендіру үшін мақсатты түрде жұмыс істеу керек. Білімді жүйелендіру оның топтастырылуымен тығыз байланысты.

Қайталау сабағы – оқу пәнінің бөлімі, тарауы бойынша алған білімді бекіту және жүйелеу мақсатында өткізілетін сабақ. Мұндай сабақтың, әсіресе қорытынды қайталау, сондай-ақ, емтиханға дайындық кезінде маңызы зор.

Қазіргі кезде оқушылардың білімін белгілі бір жүйеге түсіріп, жалпылауды оқу үдерісінде көптеп қолдану негізінде ойлау қабілетін дамытуға және білім сапасын көтеруге болады. Оқу үдерісінде оқушылардың білімдерін жалпылау екі мақсатты көздейді: алған білімдерін тереңдету және есте сақтау, сонымен бірге белгілі бір ойлау қабілетін қалыптастыру болып табылады.

Жүйеге түсіру сабақтарында оқушылар мұғалімнің басшылығымен (көмегімен) өздерінде бар білімдерді қайталайды және бекітеді.

Жалпылау сабақтарының құрылымы мынандай болып келеді:

1. Сабақтың тақырыбы мен мақсаты жайында мұғалімнің кіріспе сөзі;
2. Өтілген материалды жалпылап қайталау;
3. Мұғалімнің қорытындысы.

Бұл сабақта қарастырылатын сұрақтарды бас кезінде айтып кеткен жөн. жүйеге түсіру сабақтары негізінен әңгімелесу түрінде өтеді. Мұнда диапозитивтерді және оқу фильмдерін көру мен талдау, жалпылау кестелері мен сызбаларын құру, зертханалық жұмыстар қолданылады. Кей жағдайда (емтиханға дайындық кезіндегі қорытынды қайталауда) жалпылау сабақтары қысқаша шолу-дәріс түрінде өткізіледі. Жалпылау сабақтары оқушыларда бар білімдер негізінде құрылады және оған дайындалу үшін үлкен көлемдегі материалдарды арнайы қайталау талап етілмеуі тиіс.

Оқу материалдарын жалпылау үдерісінде оқушылар алған білімдерінің белгілі бір жүйеге түскенін, яғни оқып-үйренген ұғымдарының арасындағы байланысты, заңдар мен теорияларды, олардың қолданылу шекарасын, әр түрлі құбылыстардың ерекшеліктерін анық айыра алады, олардың ұқсастықтары мен айырмашылықтарын көре біледі.

Алған білімдерін жалпылау кезінде студенттердің ойлау және танымдық қабілеттері дамиды, мынандай ойлау операциялары: талдау, іріктеу, абстракциялау, нақтылау және тағы басқалары орындалады. Бұл студенттердің ғылыми көзқарастарын қалыптастырудың кең мүмкіндіктерін ашады, қазіргі кездегі әлемнің физикалық бейнесін (ӘФБ) қалыптастыруды аяқтауға мүмкіндік береді, оқып үйренген әрбір теорияның алатын орнын көрсетеді, теория және практика жүзінде алған білімдерін белгілі бір жүйеге түсіреді.

Студенттердің білімдерін жүйелеу сабақтарында ғылымның пайда болу және даму үдерісімен және ғылыми таным әдістерімен таныстыруға болады. Қарастырылған сұрақтарға байланысты оқушылар физика тарихындағы ғалымдардың өмірімен және еңбектерімен танысады, яғни өнегелі тәрбие алады.

Білімді жүйелеудің екі бағытын: негізгі білімдерді жүйеге келтіру; қолданбалы білімдерді жүйеге түсіруді көрсетуге болады.

Негізгі білімдерді жүйелеуді әр түрлі деңгейлерде (фактілер, ұғымдар, заңдар мен теориялар деңгейінде) іске асыруға болады. Мысалы, теориялық алған білімдерін жүйеге келтіру немесе физикадағы теорияның құрылымы бойынша, ӘФБ-нің негізгі элементтері (материя, оның құрылымдық деңгейлері, кеңістік пен уақыт туралы көзқарас, өзара әсерлер және т.б) бойынша жүйелеуге болады. Білімді жүйелеу деңгейі бөлімді оқыту кезеңдеріне байланысты анықталады. Тақырыпты өткеннен кейін, онда жүйелесек ұғымдар мен заңдар деңгейінде, ал бөлімді біткеннен кейін, жүйелесек онда теориялық деңгейде өтеді. Мысалы, идеал газдың Менделеев-Клапейрон теориясының (МКТ) негізгі теңдеуі және күй теңдеуінен кейін газ заңдары жалпыланады, ал «Молекулалық физика» бөлімін оқып үйренгеннен кейін білім МКТ бойынша жалпыланады. Ал физика бөлімін оқып біткеннен кейін білім ӘФБ-нің деңгейінде жүйелеуге түседі [5].

Оқушылардың білімін жүйелендіру мақсатында оқытудың әртүрлі формаларын қолдану қажет. Олар: сабақтар, зертханалық сабақтар, оқу семинары. Оқыту барысында білімді сабақ тақырыбы бойынша жеке жалпыландыруға болады. Білімді жүйелендіруге, жалпыландыруға оқу семинарларының маңызы зор. Оқу семинарларында күрделі тақырып, бөлім, курс бойынша білімді жүйелендіруге, зат пен өріс қасиеттері, қозғалыс формалары, материя, энергия түрлері туралы білімдерін жүйелендіруге мүмкіндік туады. Мысалы, мұндай семинарлардың тақырыбы Х-сыныпта «Әр түрлі ортадағы электр тогы», XI-сыныпта «Халық шаруашылығында электр энергиясын алу, жеткізу және пайдалану тәсілдері», «Физикадағы сақталу заңдары», IX-сыныпта «Табиғатта, ғылымда, техникада энергияның түрлену және сақталу заңы» болып табылады.

«Әр түрлі ортадағы электр тогы» тақырыбы бойынша семинар сабағында оқушылар «Әр түрлі орталардың электр тогын өткізуі» туралы алған білімдерін бір жүйеге келтіріп, жалпылайды, сондай-ақ, оларда электр тогын өткізетін орталардың бірі –бірінен айырмашылығын таба білу дағдылары қалыптасады. Білімді жүйелендірудің ең жоғарғы деңгейі кешенді семинарлар деп аталатын пәнаралық семинарларда жүзеге асырылады. Кешенді семинарлардың міндеті – оқушылардың физика және қоғамтану; физика, химия және биология; физика және математика сияқты пәндерді оқыту кезінде алатын білімдерін жүйелендіру болып табылады. Бұған мысал ретінде: IX – сыныптағы «Материяның екі түрі – зат және өріс», «Материяның түрлері мен қозғалыс формалары» семинарларын алуға болады. Семинардың бұл түрінде оқыту кезінде оқушылардың әр түрлі пәндерден, әр түрлі сыныптарда алған жекелеген білімдері методологиялық сипаттағы жалпыландыру деңгейіне дейін жетеді. Зерттеу жұмысында өтілген материалдарды жалпылап жүйеге түсіру үшін бірнеше жылдар бойы қолданған әдіс-тәсілдерді қарастырайық.

Бірінші тәсіл. Белгілі тақырыпқа байланысты ұғымдарды жүйеге түсіру. Мысалы, молекулалық физика бөліміндегі ұғымдарды жүйелелеу [4;237 б]. Ұғымдары: 1) заттың формасына; 2) шамаларға; 3) құбылысқа; 4) құрал жабдықтарға; 5) өлшем бірліктерге; 6) тұрақтыларға; 7) идеал нысаналарға байланысты жүйеге түсіріледі.

Екінші тәсіл. Өтілген тақырыпты бұрыннан белгілі материалдармен салыстыра отырып жүйелеу. Мысалы, электрдинамиканы оқып үйренгенде аналогиялық (салыстыру) әдіс кеңінен қолданылады. Гравитациялық және электрстатикалық, магнит өрістерін; электр тоғы мен сұйық ағынын; өздік индукция және инерция құбылыстарын; термоэлектрондық эмиссия және сұйықтың кебу құбылысын және т.б. салыстыруға болады. Мұнда өтілген материалдарды қайталап, жүйеге түсіру кезінде, 1,-кестені пайдалануға болады [6].

1-кесте. Гравитациялық және электрстатикалық өрістерді салыстыру

	Өріс түрлері	
	Гравитациялық	Электрстатикалық
Өзара әсерлесудің нысаналары Күш формуласы	Барлық денелер және бөлшектер $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$	Зарядталған денелер және бөлшектер $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$
Кернеулік	$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
Потенциалдар айырмасы Дене мен зарядтың орын ауыстырудағы жұмысы	$\varphi_2 - \varphi_1 = g(h_2 - h_1)$ $A = mg(h_1 - h_2)$ $A = mgh$	$\varphi_2 - \varphi_1 = E(d_2 - d_1)$ $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$ $A = qEd$
Тұйықталған траекториядағы жұмыс	$A = 0$	$A = 0$

3 – тәсіл жалпы жоспарлар арқылы жүйеге түсіру [7].

Жоғарғы сынып оқушыларының физика курсында құбылыстарды, заңдарды және теорияларды оқу кезіндегі жұмыс істеген жоспарлары келтірілген. Олар жалпыланған сипаттағы жоспарлар деп аталады, себебі кез-келген құбылыстарды, заңдарды және теорияларды оқуға жарамды.[8].

4 – тәсіл тақырыптың негізгі құрылымын көрсететін плакаттар арқылы жұмыс істеу. Мұнда негізінен әр тақырыпқа байланысты өтілген материалдар жазылған плакатты іліп, сонымен жұмыс істейміз. Мысалы, МКТ-сын алсақ:

1. МКТ-ның негіз қағидалары.
2. Броундық қозғалыс.
3. Идеал газ.
4. Газ заңдары.
- а) Бойль-Мариот заңы;
- ә) Гей-Люссак заңы;
- б) Ж.Шарль заңы.

5 – тәсіл. Жалпылау мен жүйелеуге ақпаратты технологияларды қолдану. Мысалы, біз энергияның өзгеру, сақталу заңдылықтарын жалпылау мен жүйелеуге ақпаратты технологияларды қолдандық.

Бұл жұмыста интернет жүйесінен алынған «Work.exe» бағдарламасын -электрлі жүк көтергіштің параметрлері мен жұмысын зерттейтін компьютерлік зертханалық жұмысты - энергияның өзгеру және сақталу заңдылықтарын жалпылау мен жүйелеуге қолдану арқылы, энергия, жұмыс, қуат, пайдалы әсер коэффициенті ұғымдарының

(п.э.к.) негізгі ерекшеліктері мен байланыстарын толығырақ ашу қарастырылды [3; 4 б.].

6- тәсіл іргелі физикалық теорияларды жүйелеу. Физикадағы теория – көптеген құбылыстардың арасындағы маңызды байланыстарды қарастыратын заңдар мен принциптердің, ұғымдардың теориялық жүйесі.

Егер ғылыми теория: бақыланған құбылыстар мен фактілердің жартысынан көбісін түсіндірсе, сол саладағы жетекші ғалымдар оны дұрыс деп есептесе және ұзақ уақыт бойы барлық белгілі құбылыстарды түсіндірсе онда ол физикадағы ғылыми теория болып қалыптасады.

Физикадағы теориялар туралы білім аясы: 1) жалпы теория дегеніміз не және оның атқаратын функциясы; 2) теорияның пайда болу себептері; 3) теорияның құрылымы; 4) теорияның қолдану шекарасы туралы мәліметтерден тұрады.

Мектеп физикасындағы теорияның құрылымын қарастырып көрсек, ол негізінен 3 бөлімнен тұрады: теория негізі, теория ядросы, одан шығатын салдарлар (қорытындылар). 6-сұлбада оның құрылымдық элементтері келтірілген .

Сонымен, физикадағы теорияны танып білу тәжірибеден басталып, тәжірибемен аяқталады.

Физикадағы теория – біріншіден көптеген фактілер мен заңдарды түсіндіріп біріктіреді, екіншіден жаңа тұжырымдар мен қорытындылар жасалынады.

Міне, оның атқаратын функциясы мен маңыздылығы осында.

Мектеп физикасындағы теорияның пайда болу себептері жаңадан пайда болған тәжірибелік фактілерді бұрыннан бар теориялармен түсіндіре алмайды. Осы тәжірибелердің қорытындысын түсіндіру үшін жаңа идеялар, болжамдар, модельдер ұсынылады. Ұсынылған болжамдар мен идея, моделдердің дұрыстығын тәжірибе жүзінде тексеріп, заңдар, принциптер тағайындалады, олардың қорытындылары практикада қолданылады.

Оқушылар теорияны біртұтас және оның құрылымын оқыту үшін, олар экспериментті, идеяланған нысана модельді, физикалық шаманы, заңды принципті, болжауды түсінулері керек.

Жоғарыда келтірілген теория туралы мәліметтер және келтірілген сұрақтар жиыны білімнің ғылыми – әдіснамалық негізін анықтайды, ал ол өз кезегінде физика курсының мазмұнының негізінде қалыптасады.

Осы әдіснамалық білімді мектеп физика курсының мазмұнына қарай енгізуге болады. Л.Я.Зорина әдіснамалық сұрақтар туралы ақпаратты кіріспеге және пән материалдарына бөлшектеп, кішкене абзац түрінде немесе физика курсының өн бойында шашыраңқы берілген жекеленген әдіснамалық білімдерді жүйелеу арқылы бірнеше параграфта беруге болады деп санайды [9]. Сондықтан да, негізгі мектептің физика пәнінің бағдарламасына сәйкес 7 сынып оқулығында физикадағы теориялар және оны танып білудің ғылыми әдістері жеке параграф болып берілген [10].

Әрбір физикадағы теорияға сәйкес бөлімдердің кіріспесінде сол теорияның пайда болу себептері келтіріліп, қорытынды жүйеге келтіру сабақтарында олардың қолдану шегі қарастырылады.

Физикадағы теорияларды оқыту оқушылардың бойында ғылыми, теориялық ойлау қабілетін қалыптастырады және табиғаттағы физикалық құбылыстарды түсіндіруге көмектеседі.

Әрбір теорияға байланысты қағиданы мүмкіндігіне қарай оқушылардың физикалық экспериментімен немесе қоршаған ортадағы физикалық құбылыстарды бақылаудың көмегімен алынған тәжірибелік фактілерді талдау және қорытып шығару арқылы негіздеп отыру қажет.

Оқушылардың білімдері мен біліктіліктеріне қойылатын талаптар физикадағы іргелі теориялар құрылымына сәйкес жүйеленген.

Негізгі мектеп оқушыларына теорияны меңгеруіне төмендегідей талаптар қойылуға тиіс [1; 26 б]:

- теорияның негізгі қағидаларын білу;
- теорияның дұрыстығын дәлелдейтін эксперименттік фактілерді және теорияның пайда болуына негіз болған фактілерді саралау;
- сол теория арқылы түсіндірілетін құбылыстарды және заңдылықтарды анықтау;
- бақыланған құбылыстарды түсіндіру үшін жасалатын болжауды тексеру үшін эксперимент жасап және оны практикада қолдану.

Осы айтылғандарды ескере отырып біз физикадағы іргелі теорияларды жүйелеу моделін жасадық. Физикалық теорияларды жалпылап жүйеге түсіру үшін оқушылар осы теорияның шығуына себепші болған фактілер мен тәжірибелерді түсіндіруге арналған негізгі идеялар мен болжамдар, моделдерді білуі қажет. Одан кейін осы теориядағы ұғымдар, анықтамалар, заңдылықтарды игеруі тиіс. Осы заңдылықтардың экспериментте тексерілуін және одан шығатын қорытындыларды, практикада қолданылуы оқытылады. Ең соңында теорияның қолдану шегі айтылады. Онда біз жасаған физикадағы теорияларды жүйелеуге арналған кестелерді толтыру (2-кесте).

2-кесте Физикадағы іргелі теорияларды жүйелеудің моделі.

Фактілер, тәжірибелер	Идеялар, болжамдар, модельдер	Ұғымдар, анықтамалар, заңдылықтар	Эксперимент, одан шығатын қорытындылар, практикада қолдану	Қолданылу шегі
--------------------------	-------------------------------------	---	--	-------------------

Мұндай кестені оқушыларда өтілген материалды жалпылап жүйеге түсіру дағдылары қалыптасқаннан кейін пайдалануға болады.

1. Бағдарламалар. Физика және астрономия. Ы. Алтынсарин атындағы Қазақтың білім академиясының Республикалық баспа кабинеті. Алматы.: 2000.-55 б
2. Ақитай Б.Е., Сыдықова Ж.Қ. Молекулалық физика бөліміндегі ұғымдар жүйесі және оны меңгеру үрдісі. Жас ғалымдар – Қазақстан тәуелсіздігінің 10 жылдығына қалааралық конференция еңбектері, 4-бөлім. Қ.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ. 2001ж. Сәуір. 237-241 б
3. Ақитай Б.Е., Жакупова А.Ж. Физика пәнінен оқушылардың алған білімдерін жүйелендіру –терең және тұрақты білімнің негізгі шарты.// Хабаршы.Алматы. Абай атындағы ҚазҰПУ. № 1.2005ж. 9-13б.
4. Ақитай Б.Е.,Жұмаділлаев Қ.Н. Энергияның өзгеру, сақталу заңдылықтарын жалпылау және жүйелеуге ақпаратты технологияларды қолдану.// Хабаршы. Алматы. Абай атындағы ҚазҰПУ № 2 (15), 2003ж. 4 б.
5. Основы методики преподавание физики в средней школе /Под ред. В.Г.Разумовского В.А.Фабриканта., А.В.Перышкина.-М.: Просвещение. 1984.-398с.
6. Физика в таблицах 7-11 классы./ Составитель В.А.Орлов.- М.: Дрофа. 1997.-63с
7. Ақитай Б.Е., Тілеукенов С.Қ., Сыдықова Ж.Қ. Физикалық шама (мысалға молекулалық физикадағы температура ұғымын қалыптастыруда оқушылардың өзіндік жұмысын ұйымдастыру.// Вестник АГУ, № 1 (3), 2001 ж. 86-88 б.
8. Ақитай Б.Е., Оспанова А.Х. Физикадан оқу әдебиеті мен өзіндік жұмыс жасаудың жалпы ебдейліктері мен дағдыларын қалыптастыру.
9. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знания старшекласников.- М.: Просвещение, 1978-128 с.
10. Башарұлы Р., Токбергенова У., Қазақбаева Д. Физика және астрономия 7-сынып. Алматы.: Атамұра, 2000.-224 б.сур.

**БІРІНШІ НЕГІЗГІ ЕСЕПТІ ШЕШУ АРҚЫЛЫ АНИЗОТРОПИЯЛЫҚ
ТАУ ЖЫНЫСЫНДА ЖЕР БЕТІНЕ ЖАҚЫН ОРНАЛАСҚАН
ҚАЗБАЛАРДЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ КЕРНЕУЛІК
ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ КҮЙІН ЗЕРТТЕУ**

(Алматы қ., ҚР БЖҒМ, У.А. Джолдасбеков ат.Механика және машинатану институты)

В данной статье приводится теоретическое исследование дифракции упругих SH-волн сдвига на полостях произвольного профиля и глубины заложения в транстропном массиве в случае постановки первой основной задачи механики. Граничные условия берутся на полостях, свободных от нагрузок и напряжений. Уравнение в частных производных второго порядка с помощью аффинных преобразований сводится к уравнению Гельмгольца. Решение уравнения Гельмгольца с помощью теории обобщенной суперпозиции представляются в виде цилиндрических функций Ханкеля и Бесселя. Далее для получения бесконечной системы линейных алгебраических уравнений, решение которой ищется методом редукции, рассматриваются выражения на контуре для касательных напряжений.

This paper is devoted to theoretical research of elastic SH-wave diffraction on the shallow located holes with arbitrary contours in the transtropic massif. The first basic task of mechanics is stated. The holes contours are considered as free from loadings. The equations in partial second-order derivatives with help of affine transformations may be transformed into the Helmholtz equation. The solutions of Helmholtz equation by means of theory of generalized superposition is performed by cylindrical Hankel and Bessel functions. Then we consider the contour expressions for tangent stresses which can help to obtain the infinite system of linear algebraic equations that is solved by reduction method.

Бүгінгі таңда жер асты құрылысын игеру әртүрлі мақсатта жүргізіледі. Жер асты құбырлар құрылысы, тоннелдер және метрополитен станциялары, шахталар – бұлар жер асты құрылысы объектілерінің толық тізімі емес. Динамикалық күштердің әсері арқылы (жер сілкінісі, өнеркәсіптік жарылыстар, транспорттық жүктемелер) сейсмология мақсаттарына арналған негізді құрайды. Бұл үрдістер қатары инженерлік-техникалық сипаттағы деформацияланатын қатты денелер динамикасының өзекті мәселесін туғызады.

Қалалар мен пайдалы қазба кең орындарында, мұнай және газ тасымалдауларында, сонымен қатар басқа да табиғи ресурстарының адамдарға қажеттілігінен – қолайлы құрылысқа, тоннель түріндегі жер асты құрылысына есептер қажеттілігі туындайды. Сейсмикалық толқын және транспорттық күштер әсерінен болатын статикалық есептерге қоса, динамикалық есептер де қажет.

Ерекше назар аударатын есептер – жер бетіне жақын орналасқан жер асты құрылысы мен конструкцияларында болып табылады; мұндай жағдайда міндетті түрде шағылысқан және қайта шағылысқан толқын дифракциясы арқылы жер үсті құрылыс төңірегіндегі кернеудің шоғырлануын ескеру қажет.

Жер асты құрылысын бойлаған әртүрлі тербелулер әсерінен болатын динамикалық зерттеу, қазба немесе цилиндрлік қуыс түріндегі шоғырланған кернеулі тұтас ортадағы шектік есептерді шешуге әкеледі. Бұл бағытта жұмыстар көп, [1,2] монографияларынан толығымен жеткілікті, библиографиялы танысуға болады.

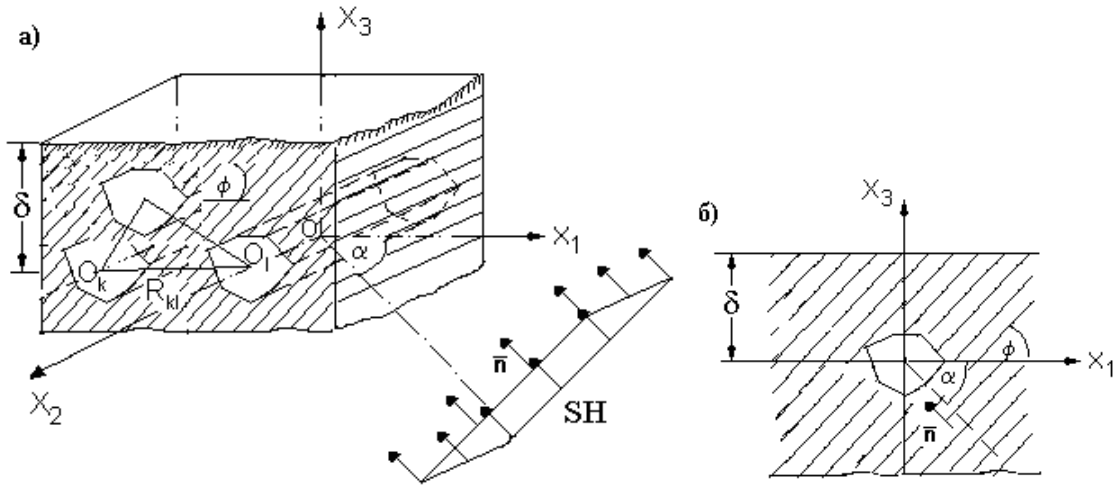
Жұмыста SH-толқыны жылжуы серпімді стационарлық дифракциясы жер бетіне жақын кез-келген профильді қазбалардың өзара әсері, тұтас анизотропиялық

тау жынысындағы кернеулік-деформациялық күйінің теориялық аспектілерін зерттеу қарастырылған.

Изотропия жазықтығы горизонталь жазықпен φ бұрыш жасайтын біртекті серпімді анизотропиялық тау жыныстарында бойлық өстері Ox_2 өсіне параллель жер бетіне жақын салынған M қазбасының көлденең қимасының контуры мына өрнекпен сипатталады (1-сурет):

$$z_l = \tilde{\omega}_l(\zeta) = R_l(\zeta + \sum_{m=1}^{N_l} d_{ml} \zeta^{-m}), z_l = x_{1l} + ix_{3l}, \quad \zeta = \rho_l e^{i\theta_l}, \quad l = \overline{1, M},$$

мұнда d_{ml} тұрақты коэффициенттер, жалпы жағдайда комплексті $d_{ml} = d_{1ml} + id_{2ml}$



1-сурет

Гук заңының жалпылама теңдеуі трансверсальді-изотропты массив $\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\}$ түрінде жазылады, мұндағы $\{\sigma\}^T = [\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}, \sigma_{13}, \sigma_{23}, \sigma_{12}]$; $\{\varepsilon\}^T = [\varepsilon_{11}, \varepsilon_{22}, \varepsilon_{33}, \varepsilon_{13}, \varepsilon_{23}, \varepsilon_{12}]$; $[D] = [b_{ij}]$, $(i, j = \overline{1, 6})$, ал b_{ij} коэффициенттері E_k , ν_k , $(k = 1, 2)$, G_2 серпімді тұрақты қасиеттеріне және изотропты жазықтықтағы φ көлбеу бұрышына байланысты [1].

Жылжу бағыты үшін горизонталь жазықтықпен α бұрыш жасайтын $\vec{n} = (n_1, n_3)$ бірлік векторы, $u_2 = u_2^* e^{-i\omega t}$ түріндегі стационарлық SH-толқыны таралады (антижазықтықты деформация); $u_2^* = V_a^* \exp[i(k_1 x_1 + k_3 x_3)] = V_a^* \exp[i\bar{k}(n_1 x_1 + n_3 x_3)]$ амплитудасы, ω толқын жиілігі, $\bar{k} = (k_1, k_3)$, $k_i = \omega_0 n_i (b_{66} n_1^2 + 2b_{46} n_1 n_3 + b_{44} n_3^2)^{-1/2}$, $i = 1, 3$ толқын векторлары, (n_1, n_3) - бағыттаушы косинустар.

Шағылысқан толқында $u_2(x_1, x_3)$ орын ауыстыруын құрайтын амплитудамен сипатталады; R_l - қазбалардың сызықтық өлшеміне байланысты коэффициенттер.

Массалық күштің болмау жағдайындағы транстропты тау жыныстарының қозғалыс теңдеуі мына түрде жазылады:

$$\{\partial_1^2 + 2(b_{46}/b_{66})\partial_1\partial_3 + (b_{44}/b_{66})\partial_3^2 + \omega_0^2\} u_2(x_1, x_3) = 0; \quad \omega_0^2 = \omega_1^2 \rho R^2 / b_{66} \quad (1)$$

Контурлары деформацияланбайтын қазбалар үшін негізгі бірінші есепті қарастырамыз. Шекаралық шарт әрбір $l = \overline{1, M}$ контуры үшін былай болады $(\sigma_{n2} + \sigma_{n2}^*)_{\Gamma_l} = 0$, $(\sigma_{\gamma 2} + \sigma_{\gamma 2}^*)_{\Gamma_l} = 0$, бастапқы шартты $(\sigma_{n2} + \sigma_{n2}^*)|_{t=0} = 0$, $(\sigma_{\gamma 2} + \sigma_{\gamma 2}^*)|_{t=0} = 0$ түрінде көрсетеміз, мұнда σ_{n2}^* , $\sigma_{\gamma 2}^*$ - қалыпты жанама және (n_1, n_3) ауданда нормальданған тангенсальдық кернеу, себепті құлама толқынның орын ауыстыруы; σ_{n2} , $\sigma_{\gamma 2}$ - шағылысқан толқындағы кернеудің амплитудалық құраушысы.

Шеттік есепті қалыптастыруда терең салынбаған қазбалар жағдайында $x_3 = 0$ ($x_3 < 0$ төменгі жартылай кеңістікте қарастырылады) тегіс шекарасында қосымша шартпен есептелуі қажет:

$$(\alpha_1 \tilde{V} + \alpha_2 \sigma_{32})|_{x_3=0} = 0 \quad (2)$$

Бұл шарт серпімді шеттік тию шарты болып табылады, σ_{32} көмегімен көрсету арқылы, жалпылама Гук заңының қатынасынан мына түрге түрленуі мүмкін:

$$(m_0 + m_1 \partial_1 + m_2 \partial_2) \tilde{V}|_{x_3=0} = 0, \text{ где } m_0 = \alpha_1, m_1 = \alpha_2 b_{46}, m_2 = \alpha_2 b_{44} \quad (3)$$

(2), (3) өрнектерде жылжу өрісі $\tilde{V}$ арқылы белгіленеді, толқын қазбасы бетінде шағылысқандағы u_2 жылжу өрісінің суперпозициясы болып табылатын және $u_2^* = V_1^* + V_2^*$ жылжу өрісі, толқын және V_1^* құлама толқындағы жылжу өрісінде қарастырылған есептегі жиынтық, қазбаның болмауынан тегіс шекарасында шағылысқан –

$$V_2^* = V_a^* \exp[i^* (-(k_1 + 2 \frac{m_2}{m_1} k_3 - 2i \frac{m_0}{m_1}) x_1 + k_3 x_3)], \text{ егерде } \alpha_2 \neq 0;$$

$$V_2^* = -V_a^* \exp[i^* (-k_1 x_1 + k_3 x_3)], \text{ егерде } \alpha_2 = 0. \quad (4)$$

Сол сияқты шекаралық шартпен аралас есепті шешу қажет. Толқын қазбасы бетінде шағылысқанда u_2 орын ауыстыру өрісі ізделініп отырған болып табылады.

Интегралдық дифференциалдық қозғалыс теңдеуі үшін (1) екінші ретті дербес туындыны [3] $x_1 = \xi_1, x_3 = -\mu_1 \xi_1 + \mu_3 \xi_3, \mu = \mu_1 + i\mu_3$, аффинды түрлендіреміз, берілген теңдеу $(\xi_1, \xi_3) (\nabla_{\xi_1 \xi_3}^2 + \omega_0^2) u_2(\xi_1, \xi_3) = 0$ координаттарында Гельмгольц теңдеуімен байланыстырылады, ξ_1 және ξ_3 айнымалылары арқылы $\nabla_{\xi_1 \xi_3}^2$ -Лапласа операторы.

Суперпозицияның жалпылама принциптеріне сәйкес [4], түрлендіруді сәйкесінше жүргізе, u_2 жылжуын A_n белгісіз коэффициенттеріне қатысты шексіздік қатары мен 1-ретті Ханкель цилиндрлік функциясымен анықтауға болады

$$(u_2)_{r_l} = \sum_{(n)} (A_{nl} H_n^{(1)}(\omega_0 r_l) + (S_{nl}^{(1)} + S_{nl}^{(2)}) J_n(\omega_0 r_l)) e^{in\kappa_l}, n = \overline{-\infty, +\infty}, l = \overline{1, M},$$

$$r_l < R_{jl}^{(1)}, r_l < R_{jl}^{(2)}, j \neq l, j = \overline{1, M} \quad (5)$$

мұнда

$$S_{nl}^{(1)} = \sum_{(q=1, q \neq l)}^M \sum_{(p)} A_{pq} H_{p-n}^{(1)}(\omega_0 R_{lq}^{(1)}) e^{i(p-n)\kappa_{lq}^{(1)}},$$

$$S_{nl}^{(2)} = \sum_{q=1}^M \sum_{(p)} A_{pq} (-1)^{p+n} H_{p+n}^{(1)}(\omega_0 R_{lq}^{(2)}) e^{-i(p+n)\kappa_{lq}^{(2)}},$$

$(R_{lq}^{(s)}, \kappa_{lq}^{(s)}) = (r_q^{(s)}, \kappa_q^{(s)}), q = \overline{1, M}, s = 1, 2$ координат жүйесіндегі O_l координаттар полюсі.

Сонымен, терең қазба жағдайындағыдай [5], контурда жатқан нүктелер қатынасын пайдаланып, әрбір l контурдағы нүктелердің комплексті потенциалдары жазылады:

$$H_n^{(1)}(\omega_0 r_l) e^{in\kappa_l} = \sum_{(p)} Q_{npl}^{(1)} e^{ip\theta_l}, J_n(\omega_0 r_l) e^{in\kappa_l} = \sum_{(p)} Q_{npl}^{(2)} e^{ip\theta_l},$$

контурдағы өрнекті u_2 жылжуымен көрсетуге мүмкіндік береді

$$(u_2)_{\Gamma_l} = \sum_{(n,p)} (A_{nl} Q_{npl}^{(1)} + (S_{nl}^{(1)} + S_{nl}^{(2)}) Q_{npl}^{(2)}) e^{ip\theta_l}, \quad l = \overline{1, M} \quad (6)$$

Мұндағы $Q_{npl}^{(1)}, Q_{npl}^{(2)}$ - комплексты потенциалдар [5].

$(\sigma_{n2})_{\Gamma}, (\sigma_{\gamma 2})_{\Gamma}$ орын ауыстыруларын көрсету арқылы контурдағы шекаралық шарттарды келтіруге болады

Сызықтық алгебралық теңдеулер жүйелерін алуда, орын ауыстыру үшін белгісіз коэффициенттеріне қатысты көрсетілінеді:

$$(|\tilde{\omega}'| \sigma_{n2})_{\Gamma_l} = \sum_{(n,p)} (A_{nl} \lambda_{np}^{(1)} + (S_{nl}^{(1)} + S_{nl}^{(2)}) \lambda_{np}^{(2)}) e^{ip\theta_l},$$

$$(|\tilde{\omega}'| \sigma_{\gamma 2})_{\Gamma_l} = \sum_{(n,p)} (A_{nl} \tilde{\lambda}_{np}^{(1)} + (S_{nl}^{(1)} + S_{nl}^{(2)}) \tilde{\lambda}_{np}^{(2)}) e^{ip\theta_l}$$

Мұнда $\lambda_{np}^{(1)}, \lambda_{np}^{(2)}, \tilde{\lambda}_{np}^{(1)}, \tilde{\lambda}_{np}^{(2)}$ - комплексты потенциалдар [5].

Сонымен, гармоникалық қатардағы экспоненциальдық функцияларды жіктеу формулаларын қолданып, $(u_2^*)_{\Gamma_l}$ орын ауыстыруда және құлау толқынындағы

$(|\tilde{\omega}'| \sigma_{n2}^*)_{\Gamma}, (|\tilde{\omega}'| \sigma_{\gamma 2}^*)_{\Gamma}$ кернеулер өрнегін құруға болады:

$$(u_2^*)_{\Gamma_l} = V_a^* \sum_{(p)} \tilde{Q}_{pl} e^{ip\theta_l} \cdot (|\tilde{\omega}'| \sigma_{n2}^*)_{\Gamma_l} = (i/2) V_a^* R \sum_{(p)} \tilde{\alpha}_{pl}^{(1)} e^{ip\theta_l},$$

$$(|\tilde{\omega}'| \sigma_{\gamma 2}^*)_{\Gamma_l} = (i/2) V_a^* R \sum_{(p)} \tilde{\alpha}_{pl}^{(2)} e^{ip\theta_l}, \quad \tilde{Q}_{pl}, \quad \tilde{\alpha}_{pl}^{(1)}, \quad \tilde{\alpha}_{pl}^{(2)} - \text{қазбалар болмаған жағдайдағы,}$$

жазық беттегі шағылысқан толқандарды есепке алғандағы комплексті потенциалдар.

Аралас шекаралық шартты қанағаттандыру үшін $e^{ip\theta_l}$ мүшесіндегі шекаралық шарттың сол және оң бөлігін теңестіруін пайдаланамыз, сонда сәйкес қойылымдардан бұл түрлендірулер A_n, S_n түріндегі белгісіз коэффициенттерге қатысты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйелерінің шексіздігін беріп

$$\sum_{(n)} A_{nl} \lambda_{npl}^{(1)} + (S_{nl}^{(1)} + S_{nl}^{(2)}) \lambda_{npl}^{(2)} = -(i/2) V_a^* \tilde{\alpha}_{pl}^{(j)}, \quad (p = -\infty, +\infty), \quad (j = 1, 2), \quad (l = \overline{1, M})$$

олар редукция әдісімен шешіледі.

1. Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Масанов Ж.К. 1980. Сейсмонапряженное состояние подземных сооружений в анизотропном слоистом массиве. - Алма-Ата, Наука, - 213 с.
2. Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Алексеева Л.А. 1989. Динамика тоннелей и подземных трубопроводов. - Алма-Ата, Наука, - 240 с.
3. Космодамианский А.С., Сторожев В.И. 1985. Динамические задачи теории упругости для анизотропных сред. Киев, Наукова думка, - 178 с.
4. Гузь А.Н., Кубенко В.Д., Черевко М.А. 1978. Дифракция упругих волн. Киев, Наукова думка, - 310 с.
5. Atymtayeva L., Masanov Zh., Yagaliyeva B., Myrzakhmetova G. 2008. Stationary diffraction of elastic SH-waves onto mutually influencing cavities of arbitrary structure and deep lying in transtropic massif //Proceedings of the 3rd IASME / WSEAS International Conference on CONTINUUM MECHANICS (CM'08), Cambridge, UK, February 23-25, 2008, ISBN: 978-960-6766-38-1, ISSN: 1790-2769, p. 5-9

СИ ЖӘНЕ АССЕМБЛЕР ТІЛДЕРІ АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА БАЙЛАНЫС*(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, *-4-курс студенті)*

В статье излагаются методы и алгоритмы языка программирования высокого уровня, дается строгое изложение основ теории системного программирования, приводятся примеры программ на языке Си. Главное внимание уделяется объяснению того, как использовать на практике полученные знания. А так же рассматривается как использовать модули на ассемблере и Си вместе. Здесь даны примеры использования переменных и функций Си в ассемблерном коде и примеры использования переменных и функций ассемблера в Си.

This thesis presents the classical models, methods and algorithms for high level programming language, provides a rigorous exposition of the foundations of the theory of systems programming, are examples of programs in C language. The focus is on explaining how to use the acquired knowledge into practice. In article it is considered as to use modules on the assembler and C together. Here examples of use of variables and functions of C in assemblers a code and examples of use of variables and assembler functions in C are given.

Программалау кезінде жоғарғы деңгей компиляторлары кез-келген программа үшін өте жылдам, ең ыңғайлы және ең жақсы машиналық кодты генерациялау керек. Егер бұл мүмкін болмаған жағдайда, программалау бұдан көп нарсені жоғалтатын еді.

Бірақ бұл мүмкін емес. Компиляторларды құру кезінде көптеген жетістіктерге қарамастан, бір де бір жоғарғы деңгей тілі ассемблер тілінің тәжірибелі маманы жазған қысқа, жылдам және керемет кодтарды қайталап жаза алмайды.

Неліктен? Өйткені компиляторлар олар арқылы шешілетін тапсырмаларды талдап, қорытады. C++ тілінде FOR циклын жазудың тек бір тәсілі бар. Ал ассемблер тілінің көмегімен бұл циклды он шақты тәсілдер арқылы ұйымдастыруға болады. Компилятор әр бір нақты жағдайға байланысты алгоритмді іске асырудағы лайықты әдістерді таңдау үшін, сонымен қатар, олардың программаның басқа бөліктеріне әсерін ескере отырып – ол, былайшы айтқанда, алдын ала болжаушы, қажеттісін таңдай алу қасиеттеріне ие болу керек. Қазіргі кездегі жоғарғы деңгей компиляторлары белгілі бір деңгейде бұл қасиетке жақын, бірақ толығымен емес.

Си тілінде туындайтын машиналық кодтар жеткілікті түрде жылдам, дискіде аз орын алады және көп жағдайларда қандай да бір модификацияларсыз-ақ қолданылуы да мүмкін. Бірақ Си тілінің мұндай қасиеттеріне қарамастан, ассемблерде жазылған программа бөліктері программа жұмысының жылдамдығын жоғарылатып, орындалушы файлдың өлшемін кішірейте алады. Сонымен қатар, Си программасына ассемблерді қосып, аппараттық құралдар регистріне қол жеткізуді және басқа да төменгі деңгейде тапсырмаларды шешуді (мысалы, видеожадыға символдарды жазу) жеңілдетуге болады.

Си программасынан ассемблерлік функцияларды шақыру

Көбінесе asm код - жүктеу кезеңінде біріктірілетін бөлек asm функциялар түрінде дайындалады. Ассемблерлік код функцияларды шақырту үшін - параметрлерді жіберу, мәнді қайтару және C++ функциялары үшін қажетті регистрлерді сақтау ережелерінен тұратын C тілінің стилін сүйемелдеу керек.

Компилятор және жүктеуіш - модульдер арасында шақыртуды қамтамасыз ету үшін бірігіп жұмыс істеуі керек. asm-да C++ тіліндегі модульге байланыстырылуы тиіс модуль жазылса, онда asm модульдің астын сызу белгісінен тұрғанын қамтамасыз ету керек. Мұны C++ тілінде жалған функция жазып және оны asm кодқа компиляциялау

жолымен орындауға болады. С++ компиляторымен генерацияланған ассемблерлік файл кейін asm функцияларды жазуда қолданылатын атаулардан тұрады:

@ класс атауы @ функцияның негізгі атауы \$g типтерді сипаттау, мұндағы

@ - байланыстырушы символ

\$ - функцияның негізгі атауының соңы

g – параметрлер типін сипаттаудың басы

Мысал:

```
void test() {}
```

```
void test(int...) {}
```

```
void test(int, int) {}
```

```
void test(float, double) {}
```

Ассемблерде не болады?

1. @ test \$ gv proc near

```
push bp
```

```
mov bp, sp
```

```
pop bp
```

```
ret
```

```
@ test $ gv endp
```

2. @ test \$ gi proc near

.....

```
@ test $ gi endp
```

3. @ test \$ gii proc near

.....

```
@ test $ gii endp
```

4. @ test \$ gfd proc near

.....

```
@ test $ gfd endp
```

С++ тілінде asm функциялардың бұрмаланбаған атауын - С программаларда С функциялардың стандартты атауын анықтау арқылы қолдануға рұқсат етеді. Ол үшін программада сыртқы С блок анықталады:

```
extern "C" {
```

```
int add(int *a, int b);}
```

```
public _add
```

```
_add proc ...и т.д.
```

Сыртқы С блокта asm функцияларды анықтау немесе мәлімдеу программалаушыны ассемблерлік функцияның нақты атауын анықтау қажеттігінен құтқарады.

С++ функция параметрлерін стек арқылы жібереді. С++ функцияны шақырмас бұрын параметрлерді стекке соңғысынан бастап орналастырады.

Ассемблер тілінен С функциясын шақыру

Осы уақытқа дейін С немесе С++ пен ассемблер арасындағы айнымалыларды қалай бөлу керектігі, сонымен қатар С немесе С++ тілінде жазылған программалардан сыртқы ассемблерлік функцияларды шақырту туралы қарастырылып келді. Енді бұл жағдайға басқа жақтан қарайық, яғни ассемблерлік модульден С немесе С++ функциясын шақырту – бұл мүмкін, бірақ көңіл бөлуді талап етеді.

Егер функцияда параметрлер жоқ болса, процесс оңай. EXTRN директивасында С немесе С++ функциясын хабарлап және call нұсқаулығын қолдану керек:

CODESEG

```
EXTRN _cfuntion:proc
```

```
.....
call _cfunction
```

Егер функцияға параметрлер қажет болса, процес қиындай түседі. Символдар және бүтін сандар сияқты қарапайым параметрлер стекке бірден жіберіледі. Жолдар, құраамдар және жиын сияқты күрделі айнымалылар сілтемелер, яғни адрес арқылы жіберіледі. Сонымен қатар, көптеген функциялар нәтижені арнайы регистрлерге қайтарады.

Бір бүтін санды параметрлі функцияны шақыру үшін мына қарапайым жағдайды қарастырайық:

```
void showscore( int thescore)
{printf("\nThe score is: %d\n", thescore); }
```

Ассемблерлік модульден showscore функциясын шақыру үшін былай жазуға болады:

```
CODESEG
```

```
EXTRN showscore: proc
```

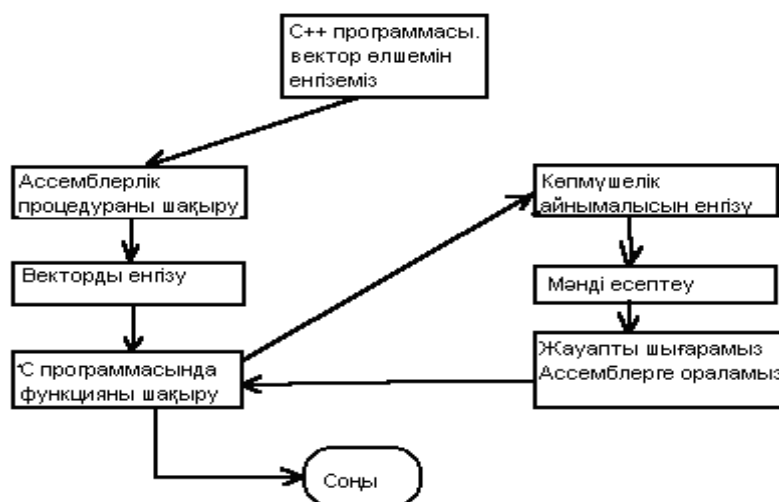
```
mov ax, 76          ; регистрге score меншіктеу
push ax             ; Параметрлерді стекке жіберу
call _showscore     ; C функциясын шақыру
pop ax              ; Стектегі бекіту
```

Алдымен score мәні ax-ке меншіктеледі, одан кейін showscore шақыртуы алдында стекке жіберіледі. Функциядан қайтару орындалғаннан кейін сөз стектен шығарылады. Бұл - C және C++ тілінде шақыртушы программа параметрлерді стектен жою үшін қажет.

Мысал.

1. Есептің қойылымы: Бұл мысалда n коэффициентті көпмүшеліктің вектор өлшемі және қолданушы берген X айнымалысы бойынша n -ші дәрежелі көпмүшеліктің мәнін есептейтін программа қарастырылады. Көпмүшелік байланыс орнату қажет (екі модуль: C және ассемблер тілінде), сонымен қатар, программа арқылы ассемблер тілінің C тілімен байланысын көрнекі бейнелеу қажет.

2. Программаның блок-схемасы:



Екі жақтан байланыс орнатылғаны көрініп тұр.

3. C++ тіліндегі модуль

```
/*Бұл C++ программасындағы бөлік, ассемблерде де бар*/
#include<iostream.h>
extern "C" void vvod();/*ассемблік процедура*/
extern "C" void mnogochlen(int *vec);/* Си функциясы*/
```

```

int m;
extern int *vect; /* сыртқы айнымалымен сипатталған */
                /* коэффициенттер векторы */

main()
{ cout<<"\n Көпмүшелік дәрежесін енгізіңіз:"<<endl;
  cin>>m;
  vvod(); /* ассемблерлік процедураны шақыру */
  return 0; }
extern "C" /* C тіліндегі функцияның басы */
{ void mnogochlen(int *vect)
{ int i,g,x;
  int fact,summa;
  summa=0;
  cout<<"\n Айнымалы мәнін енгізіңіз:"<<endl;
  cin>>x;
  for(i=m;i>=0;i--)/ *Есептеу */
  { fact=1;
    for(g=0;g<=i;g++)
    { fact=fact*x; }
    summa=summa+vect[i]*fact; }
  cout<<"Жауабы:"<<summa<<endl; } }

```

4. Ассемблер тіліндегі модуль

MODEL small

dataseg

```

    so db 'коэффициенттер векторын енгізіңіз','$'
    extrn _m:word, _vec:word; Сыртқы аргументтер
    m2 dw 0

```

codeseg

```

    extrn _mnogochlen:proc; C++ программасының функциясы
    public _vvod; жергілікті процедура

```

proc _vvod near

```

    push bp
    mov bp,sp
    push di; Бұл регистрлердің мәнін сақтау
    push si; қажет, өйткені олар C++ программасында қолданылады
    MOV     ah,09h ; ауыстырып қою векторларын енгізудің басы
    MOV     dx,offset so
    INT     21h
    mov     si,0
    MOV     cx,[_m]
l1:  MOV     ah,02h
    MOV     dl,'>'
    INT     21h
    MOV     di,0
m1:  MOV     ah,08h
    INT     21h
    CMP     al,13
    JE      exit
    CMP     al,'9'
    JA      m1

```

```

CMP      al,'0'
JB       m1
MOV      ah,02h
MOV      dl,al
INT      21h
SUB      al,'0'
XOR      ah,ah
MOV      m2,ax
MOV      ax,di
MOV      bx,10
MUL      bx
ADD      ax,m2
MOV      di,ax
JMP      m1
exit: MOV      [_vec[si]],di
ADD      si,2;
MOV      di,0
mov      ah,02h
mov      dl,' '
int      21h
mov      dl,13
int      21h
mov      dl,10
int      21h
LOOP     l1
mov      sp,bp
pop      di;
pop      si;
MOV      ax,offset [_vec]
PUSH     ax
call     _mnogochlen; C++ функциясын шақыру
ADD      sp,4;Стекте элементтерді жою
POP      bp;қайтару адресі
ret
endp _vvod
end

```

5. Орындалған жұмысты талдау

Көп модульді режимде жұмыс істеу кезінде басты қиындықтар регистрлерді қолдану кезінде туындайды. C++ программасында қолданылатын жүйелік регистрлерді сақтамағандықтан, программа “қатып қалуы” мүмкін. Сонымен қатар, қай модульді негізгі ететінімізді таңдап алу керек. Бірақ, тәжірибе көрсетіп отырғандай, жоғарғы деңгейлі тілдерден төменгіні шақырған дұрыс, керісінше емес. Сонымен барлық қиындықтарда жеңіп, программа жарыққа шықты.

1. Том Сван “Освоение Turbo Assembler”, Диалектика, Киев, 1996 г.
2. Березин Б.И., Березин С.Б. “Начальный курс С и С++”, Диалог МИФИ, Москва, 1996 г.
3. Лекции Комлевой Нины Викторовны по предмету “Языки программирования и методы трансляции”

СУПЕРДЕФОРМИРОВАННЫЕ КЛАСТЕРНЫЕ СОСТОЯНИЯ $^{194}_{80}\text{Hg}$

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

Кластерлік бозон моделінің ротация шегі бойынша $^{194}_{80}\text{Hg}$ атом ядросының $SD-1$, $SD-2$, $SD-3$ супердеформацияланған энергетикалық жолақтары талданған. Супердеформацияланған ротация жолақтарының күйлері екі ядролық жүйенін қозулары боп қарастырылған. $SD-1$, $SD-2$, $SD-3$ жолақтарының квантық сипаттамалары анықталынған теорияның параметрлері есептелінген, $K=1^-$, $K=2^+$ қосымша жолақтарының болуының мүмкіндігі болжанған.

It is developed in the frame of rotational limit of clustering boson model superdeformed bands $SD-1$, $SD-2$, $SD-3$ in atomic nucleus $^{194}_{80}\text{Hg}$. They are considered states of superdeformed bands as excitations of the dinuclear system. They are obtained quantum numbers of $SD-1$, $SD-2$, $SD-3$ bands. They are calculated parameters of the theory, they are predicted the possibility of the existence additional bands $K=1^-$, $K=2^+$.

В ряде атомных ядер в области масс $A \approx 150$ и $A \approx 190$ обнаружены супердеформированные ротационные полосы (SD) [1]. В этих полосах переходы осуществляются практически с постоянной интенсивностью до некоторого значения I , а затем резко падают до нуля. Резкое обрезание SD полос происходит при $I = 6 \div 14$ в $A \approx 190$ области и $I = 24 \div 32$ в $A \approx 150$.

В работе группы Джолоса Р.В. [2] для описания группы полос атомных ядер $A \approx 190$ был использован кластерный метод, в котором антисимметричными координатами являются заряд $\eta_z = (z_2 - z_1)/(z_2 + z_1)$ и масса $\eta = (A_2 - A_1)/(A_2 + A_1)$. В методе Джолоса Р.В. и др. уровни SD полос атомного ядра $^{194}_{80}\text{Hg}$ рассматриваются как состояния зеркально симметричной кластерной конфигурации $^{194}_{80}\text{Hg} = \alpha - ^{186}_{76}\text{Os} - \alpha$. При всех достоинствах данной модели у нее имеется такая особенность как отсутствие квантовых чисел, позволяющих классифицировать состояния по энергетическим полосам. Кроме того модель не определяет четность кластерного состояния.

В настоящей работе изучение супердеформированных полос атомного ядра $^{194}_{80}\text{Hg}$ проводится на основе кластерной бозонной модели. Кластерная бозонная модель позволяет не только проводить вычисление основных характеристик состояний ядра без подробной детализации кластерной конфигурации, но и группировать состояния посредством квантовых чисел на энергетические полосы.

Супердеформированные полосы $^{194}_{80}\text{Hg}$ $SD-1(I = 8^+, 10^+, 12^+, 14^+, 16^+, 18^+, 20^+)$, $SD-2(I = 8^+, 10^+, 12^+, 14^+, 16^+, 18^+, 20^+)$, $SD-3(I = 9^-, 11^-, 13^-, 15^-, 17^-, 19^-)$ являются по своему характеру ротационными. Поэтому для их изучения уместно применение ротационного предела кластерной бозонной модели, соответствующего редукционной цепочке $U(4) \supset U(3) \supset SU(3) \supset O(3)$ [3]. Такая симметрия описывает ситуацию, в которой фрагменты ядра совершают вращение относительно центра масс. Здесь алгебраическое описание кластерного движения нуклонов в атомном ядре осуществляется введением набора бозонов: скалярный бозон с $J^\pi = 0^+$ и векторный

бозон $J^\pi = 1^-$. Эти бозоны обозначаются s_p и $p_m (m = 0, \pm 1)$. Бинарные операторы $B_{ij} = b_i^+ b_j$ порождают алгебру Ли группы $U(4)$ в четырехмерном бозонном пространстве.

Редукция $U(4) \supset U(3) \supset SU(3) \supset O(3)$ позволяет классифицировать волновые функции кластерных состояний по неприводимым представлениям подгрупп $U(3)$, $SU(3)$, $O(3)$, а соответствующие квантовые числа будут группировать кластерные состояния по энергетическим полосам.

Искомая группа $U(4)$ характеризуется полным числом бозонов в системе N . Генераторы алгебры $U(3)$ образованы только из p -бозонов, поэтому представлением ее будет число p -бозонов в системе N_p , причем $N_p = N, N-1, \dots, 1, 0$. Затем идет группа $SU(3)$, классифицируемая квантовыми числами λ и μ . Наконец, три компоненты полного углового момента I генерируют группу трехмерных вращений $O(3)$.

Как известно, для группы Ли всегда возможно построить билинейный оператор, являющийся инвариантом. Его называют оператором Казимира. Для аналитического решения задачи на собственные значения гамильтониан H запишем через инварианты (операторы Казимира) подгруппы редукционной цепочки $U(4) \supset U(3) \supset SU(3) \supset O(3)$

$$H = \varepsilon_p C_1[U(3)] + k C_2[SU(3)] + k' C_3[O(3)], \quad (1)$$

собственные значения которого есть [3]

$$E = \varepsilon_p N_p + k C(\lambda, \mu) + k' I(I+1), \quad (2)$$

где $C(\lambda, \mu) = \lambda(\lambda+3) + \mu(\mu+3) + \lambda\mu$.

Как видно из формулы (2), данная схема симметрии приводит к энергетическим спектрам, имеющим при заданном представлении (λ, μ) группы $SU(3)$ зависимость вида $I(I+1)$ от полного углового момента, тем самым схема $SU(3)$ позволяет описать вращательные кластерные полосы.

В базисе Эллиота значения углового момента, которые имеют место при заданном (λ, μ) , определяются [4] следующим образом

$$\begin{aligned} I &= K, (K+1), \dots, K + \max(\lambda, \mu) \quad \text{при } K \neq 0, \\ I &= \max(\lambda, \mu), \max(\lambda, \mu) - 2, \dots, 1 \quad \text{или } 0 \quad \text{при } K = 0, \end{aligned} \quad (3)$$

где $K = \min(\lambda, \mu)$, $\min(\lambda, \mu) - 2, \dots, 1$ или 0.

Разложение полностью симметричного представления $[N_p]$ $U(3)$ группы по представлениям (λ, μ) $SU(3)$ группы осуществляется согласно правилу Янга [3]

$$\begin{aligned} [N] &= (N, 0) \oplus (N-2, 1) \oplus (N-4, 2) \oplus \dots \oplus \\ &\quad (N-3, 0) \oplus (N-5, 1) \oplus (N-7, 2) \oplus \dots \oplus \\ &\quad (N-6, 0) \oplus (N-8, 1) \oplus (N-10, 2) \oplus \dots \oplus \end{aligned} \quad (4)$$

На рисунке 1 показаны экспериментальные и теоретические спектры супердеформированных полос атомного ядра $^{194}_{80}\text{Hg}$. Следует отметить, что между

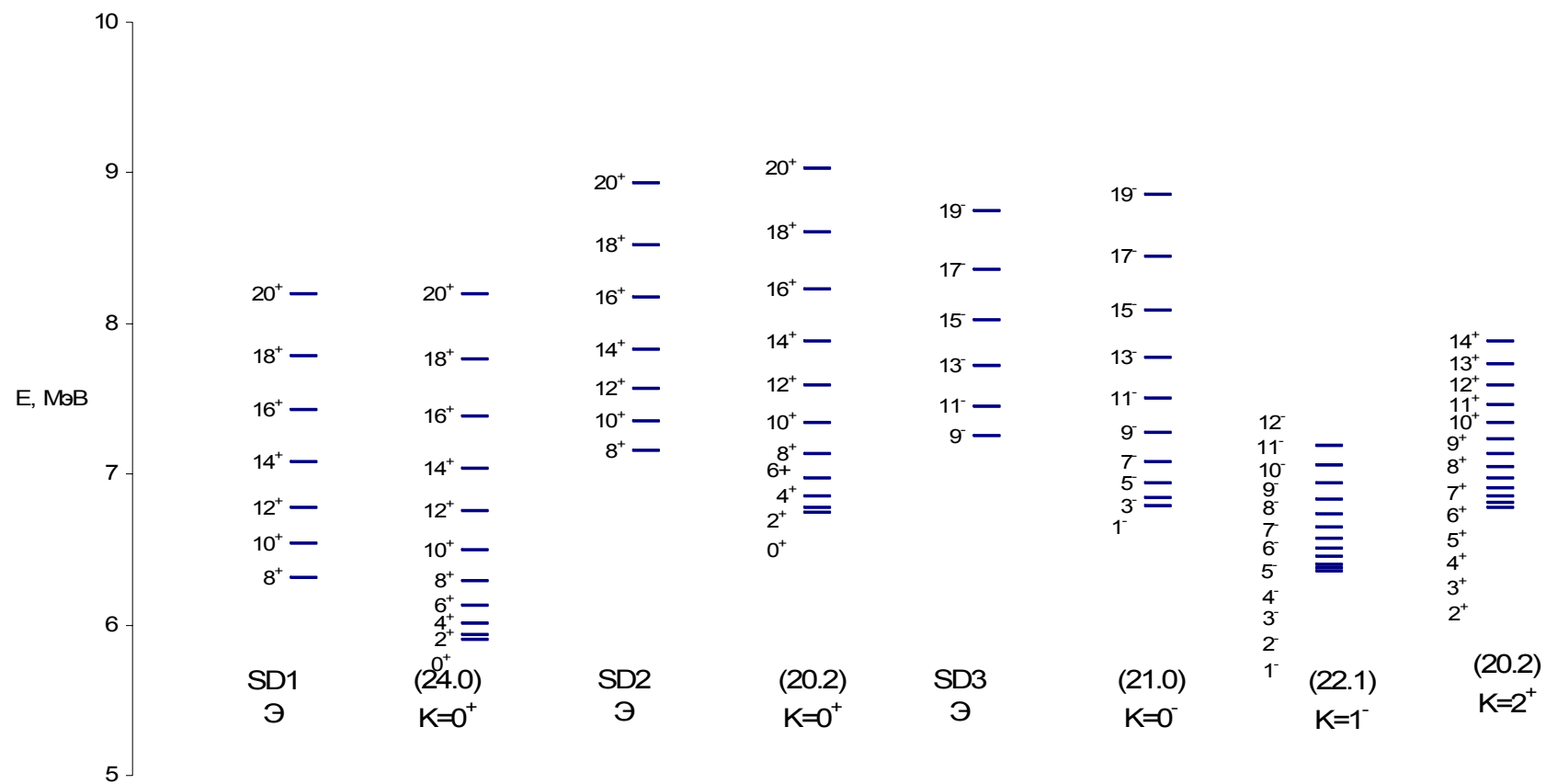


Рисунок 1 - экспериментальный и теоретический энергетические спектры супердеформированных полюс Hg (A=194)

полосами $SD-1$, $SD-2$ и $SD-3$ имеется энергетический сдвиг, кроме того, если у $SD-1$ и $SD-2$ четности состояний положительные, то у $SD-3$ четности уровней отрицательные.

При расчете теоретического спектра мы исходим из следующего. Для описания уровней возбуждений до максимальных значений полного углового момента N_p приравнялось 24. Тогда согласно правилу Янга (4) генерируются ротационные полосы, характеризуемые представлениями $(24,0, K=0^+)$; $(22,1), K=0^-$; $(20,2), K=0^+, 2^+$; $(21,0), K=0^-$ и т.д.

Первый член в (2) при заданном N_p является константой, и он не представляет интереса в анализе спектра. Параметр k регулирует относительное расстояние энергетических полос. Параметр k' является $tg\alpha$ в линейной зависимости энергии возбуждения состояния от $I(I+1)$.

Для оптимального описания экспериментальных супердеформированных полос $SD-1$, $SD-2$ и $SD-3$ атомного ядра $^{194}_{80}\text{Hg}$ был осуществлен следующий выбор параметров $k = -6,09$ кэВ, $k' = 5,45$ кэВ. Как видно из рис.1, описание полос $SD-1$, $SD-2$ и $SD-3$ атомного ядра $^{194}_{80}\text{Hg}$ ротационным пределом кластерной бозонной модели удовлетворительное. Полоса $SD-1$ идентифицирована как $(24,0, K=0^+)$; $SD-2 \rightarrow (20,2), K=0^+$; $SD-3 \rightarrow (21,0), K=0^-$. Отметим, что установление четности состояния является характерной чертой кластерной бозонной модели. Теория, наряду с наблюдаемыми в эксперименте супердеформированными полосами в $^{194}_{80}\text{Hg}$, предсказывает такие как $(22,1), K=1^-$; $(20,2), K=2^+$.

Таким образом, рассмотрение супердеформированных полос $SD-1$, $SD-2$, $SD-3$ в $^{194}_{80}\text{Hg}$ как возбужденные состояния двухядерной системы не противоречит существующим экспериментальным данным. Очень важно в части установления структуры кластерной конфигурации при возбуждении супердеформированных полос измерение на эксперименте дополнительных полос, особенно, полосы отрицательной четности $(22,1), K=1^-$. В последующих работах авторы планируют проанализировать вероятности электрических переходов в супердеформированных полосах атомного ядра $^{194}_{80}\text{Hg}$.

1. Han X.L. and Wu C.L. At.Data Nucl.Data Tables.-1999.-Vol.73.-P.43-82.
2. Adamian G.G., Antonenko N.V., Jolos R.V., Palchikov Yu.V., Scheid W., Shneidman T.M. Nuclear structure in the dinuclear model with rotating clusters // ЯФ. – 2007.- Т. 70, № 8. – С.1394-1400.
3. Баимбетова Г.А., Кабулов А.Б. Кластерная бозонная модель (ротационный предел) // Изв. МОН РК, НАН РК. Сер. физ.-мат. – 2001. – № 2. – С. 42-49.
4. Elliot J.P. Collective motion in the nuclear shell model. Classification scheme for states of mixed configurations // Proc. Roy. Soc. – 1958. – Vol. A245. – P. 128-145.

АНАЛИЗ РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ КАЗАХСТАНСКОГО СЕКТОРА КАСПИЙСКОГО МОРЯ ПРИ АВАРИЙНОМ РАЗЛИВЕ НЕФТИ

(г. Алматы, АО «КазГеоКомос»)

Каспий теңізі қайраңының Қазақстандық секторындағы мұнай кенорындарын өңдеуді және пайдалануды интенсивтендіру теңіздің көмірсутектермен ластану қаупінің өсуіне әкеліп соқтырады. Осыған байланысты мүмкін болатын апаттар кезінде экологиялық қауіп-қатерлерді талдаудың маңыздылығы арта түседі. Осы жұмыста мұнайдың апаттық төгілу мәселесін ескере отырып, қоршаған ортаның ластануының тәуекелді карталау әдістемесі дамытылады. Бұл әдістеме ықтимал метеожағдайлар мен тиісті теңіз гидродинамикасы кеңістігінде теңізді ластаушы заттардың трансформациясы мен тасымалдану процестерінің тәуекел – талдауына негізделеді. Мысал ретінде Қашаған кенорны маңында гипотезалық апат жағдайы қарастырылады.

The intensification of works of development and operation of oilfields on a shelf of the Kazakhstan sector of Caspian sea leads to increase of failures and oil pollution risks. In this connection the urgency of the ecological risks analysis during possible failures increases. In this work the risk mapping technique of environmental pollution is developed subject to oil outflow problem. The technique is based on the risk-analysis of carrying over processes and transformation of sea polluting substances in probability space of meteosituations and corresponding hydrodynamics of the sea.

1. Основные положения теории риска

Основная особенность реакции окружающей среды на антропогенные воздействия – это неопределенность. Она может проистекать от неопределенности воздействий, но основной источник – это стохастический характер природных процессов и вытекающая отсюда неопределенность отклика системы на внешние факторы. Вследствие этого теория экологического риска опирается на основные положения теории вероятностей и рассматривает вероятностный отклик окружающей среды на антропогенные воздействия [1, 2]. В основе ее лежат понятия риска, меры и цены риска.

На рисунке 1 упрощенной форме представлена схема, иллюстрирующая реакцию окружающей среды на внешнее воздействие.

В терминах теории множества задачу можно сформулировать следующим образом. Пусть S – это множество состояний среды, D – множество возможных антропогенных воздействий на окружающую среду, в том числе аварий, R – множество всевозможных результатов. Состояние среды является, как правило, неопределенным, и описывается в рамках теории риска какой-либо вероятностной моделью: т.е. на S задается вероятностное распределение в виде подмножества s . Посредством отображения M оно при каждом воздействии d из D порождает распределение r на R . И, как следствие, каждому воздействию d соответствует свое распределение r на множестве результатов R . Распределение r в теории риска несет смысловую нагрузку риска и в зависимости от цели задачи может быть охарактеризовано мерой риска.

Математическая модель рассматриваемой ситуации есть отображение $M: S \times D \Rightarrow R$, сопоставляющее состоянию среды s и воздействию d результат $r=M(s,d)$. Отметим, что для ранжирования риска необходимо задать некий порядок на множестве распределений, так называемое «отношение предпочтения».

Таким образом, основные проблемы при решении конкретных задач заключаются в следующем:

1. Построить модель неопределенности окружающей среды;
2. Определить вероятностное распределение (риски) на множестве результатов;
3. Выбрать меру риска, отражающую отношение предпочтения в соответствии с принятыми стандартами охраны окружающей среды.

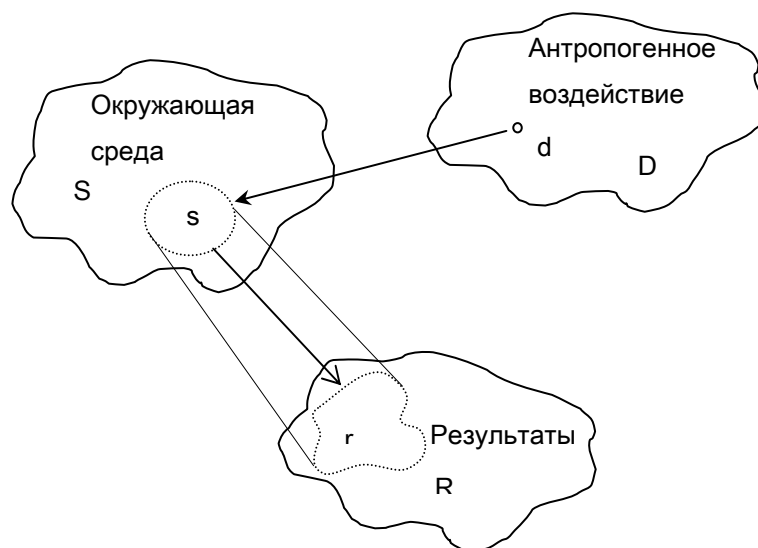


Рисунок 1 - Схема реакции окружающей среды на антропогенное воздействие

2. Построение модели неопределенности окружающей среды

В данном разделе сформулируем алгоритм (модель) генерации вероятностной реакции моря на аварийный разлив нефти.

Из всех возможных факторов, порождающих неопределенности, выберем фактор, вызывающий наибольший практический интерес. Как правило, при анализе возможных последствий аварий рассматривают, в основном, неопределенность, связанную с моментом аварии. Поэтому в качестве фактора неопределенности будем использовать набор метеорологических ситуаций [3], относящийся к определенному, например, весеннему периоду времени. Серия расчетов на множестве этих ситуаций обеспечит вероятностное пространство, являющееся моделью неопределенности окружающей среды.

Расчеты выполнялись по моделям MIKE 21 HD (моделирование гидродинамики Каспия) и MIKE 21 SA (моделирование распространения нефтяного разлива). Не приводя громоздкие уравнения и их численную аппроксимацию, укажем только, что течения Северного Каспия описываются уравнениями в приближении мелкой воды, что соответствует реальным условиям.

Перенос загрязнителя в водной среде рассматривается как перемещение большого числа дискретных частиц по случайной траектории, т.е. смещение каждой частицы вычисляется как сумма адвективного детерминированного компонента и независимой случайной флуктуации типа Марковского процесса. Такой подход называется методом дискретных частиц Лагранжа. При попадании частицы в водную среду ее траектория и масса записываются, как функция от времени относительно расчетной сетки фиксированной в пространстве. Движение каждой частицы сопровождается физико-химическими процессами такими, как адвекция, растекание, естественная дисперсия, испарение, формирование эмульсий и др. Плотность распределения всех частиц интерпретируется, как концентрация загрязняющего вещества в узлах расчетной сетки C_{ij} , где (i, j) – указанная расчетная сетка (грид) в x и y направлениях.

Для формирования вероятностного пространства использовались данные, полученные из Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды ECMWF (European Centre for Medium – Range Weather Forecasts) и относящиеся к трем весенним месяцам 2005 года. В соответствии с принятым в этом центре форматом весь период был разбит на отрезки в 120 часов и каждый отрезок рассматривался как конкретная метеоситуация. Тем самым были сформированы еще два измерения: по времени внутри 120-ти часового отрезка и по числу метеоситуаций.

Таким образом, многовариантные расчеты по распространению и трансформации аварийного разлива нефти дали возможность сформировать множество C_{ijk}^s , где $i = 1, 2, \dots, N_i$ – номер расчетной ячейки в x – направлении, $j = 1, 2, \dots, N_j$ – номер расчетной ячейки в y – направлении, $k = 1, 2, \dots, N_k$ – номер временного слоя, $s = 1, 2, \dots, N_s$ – номер метеорологической ситуации. Концентрация загрязняющего вещества в каждой точке этого 4-х мерного пространства C_{ijk}^s играет роль случайной величины и будем в дальнейшем обозначать ее через X .

Для получения вероятностных полей введем классификацию степени риска («отношение предпочтения»), представленную ниже (см. Таблица 1).

Таблица 1 - Классификация степени риска

Номер класса v	1	2	...	N_v
Интервал	$X \geq A_1$	$A_1 \geq X \geq A_2$	...	$A_{N_v-1} \geq X \geq A_{N_v}$

К сожалению, нормативных документов по оценке экологического риска не существует, поэтому величины A_v и число классов N_v часто выбираются произвольно. Наиболее разумный подход – это учет баланса интересов, т.е. эти критерии не должны тормозить развитие производства и учитывать проблему охраны окружающей среды, например, в форме оплаты экологического ущерба. Однако, на практике выбирают такую классификацию, которая соответствует интересам заказчика или принятым нормативам.

Введем понятие вероятности для данной задачи:

$$(P_{ij})_v (A_{v-1} > X \geq A_v) = \frac{(f_{ij})_v}{N_k N_s}, \quad (1)$$

где $(f_{ij})_v$ – повторяемость попадания случайной величины X (здесь концентрации загрязнителя в ячейке грида) в v -ый класс. Как видно из уравнения (1), вероятность $(P_{ij})_v$ рассчитывается с помощью нормировки повторяемости на число испытаний и представляет собой совокупность (по ячейкам грида) вероятностных распределений, порождаемых решениями.

Таким образом, формула (1) определяет модель неопределенности окружающей среды, формируемая путем многократного решения прямой задачи в пространстве характерных для заданного периода метеорологических ситуаций.

3. Построение карты экологических рисков

Следующей задачей является построение алгоритма картирования экологических рисков, порождаемых возможной аварией с выбросами (разливами) загрязняющих веществ. Для этого необходимо ввести понятие меры риска. Имеются различные варианты определения мер риска [4, 5] – математическое ожидание, дисперсия (среднеквадратичное отклонение), мера ожидания полезности, мера возмущенной вероятности, VaR (Value at Risk) и др. Исходя из соображения наибольшей информативности, будем оперировать двумя критериями, математическим ожиданием

и риском превышения предельно-допустимых концентраций или других санитарных норм.

Математическое ожидание для данной задачи определяется для каждой ячейки как вероятностное среднее:

$$M_{ij} = \sum_{v=1}^{N_v} (P_{ij})_v \cdot (C_{ij})_v \quad (2)$$

Распределение M_{ij} определяет карту рисков различного уровня загрязнения заданной территории.

При анализе этой карты применим указанную выше качественную шкалу - «очень плохо», «плохо», «средне», «хорошо» и «очень хорошо», причем априори примем, что в ближайшей окрестности места аварии реализуется состояние «очень плохо».

Анализ риска по осредненным данным дополним картированием риска превышения санитарных норм. Это можно осуществить с помощью расчета вероятности превышения санитарной нормы A^* с масштабированием к максимальной величине (100% вероятность):

$$(R_{ij})^* = \frac{(P_{ij})^* (X \geq A^*)}{\max(P_{ij})^*} \cdot 100\% \quad (3)$$

Таким образом, карты величин M_{ij} и $(R_{ij})^*$ обеспечат качественную и количественную оценки меры риска загрязнения окружающей среды вследствие аварийного выброса или разлива загрязняющих веществ. Следует подчеркнуть, что эти величины принципиально отличаются друг от друга. Первая характеризует риск загрязнения по всем классам, в то время как вторая – вероятность повторяемости высокого уровня загрязнения водной среды.

4. Рисковое картирование нефтяного загрязнения моря

Наиболее опасным для прибрежных зон техногенным воздействием является аварийные разливы нефти, особенно высок риск таких происшествий в районах, где расположены затопленные и плохо законсервированные скважины, ведется промысел нефти или ее транспортировка [6]. Разливы нефти, утечка нефтепродуктов могут привести к ухудшению экологической ситуации не только в районе разлива, но и близлежащих районах. При этом тип берега и местные климатические условия определяют поведение нефтяного пятна и степень его воздействия на окружающую территорию. В соответствии с международными рекомендациями, карты чувствительности являются составной частью любого плана на случай ликвидации разлива нефти. Таким образом, карты рисков зон нефтяного загрязнения представляют собой информационную среду, позволяющую оперативно определять приоритеты при ликвидации разливов, моделировать и прогнозировать процесс, связанный с разливами нефти, а также оценивать предварительный ущерб, нанесенный в результате выбросов нефти на побережье.

Применим разработанный алгоритм к задаче нефтяного загрязнения моря при аварии на трубопроводе, проложенном по морскому дну Северного Каспия. Для определенности предположим, что авария произошла на морском участке некоего трубопровода, проложенном от месторождения на шельфе моря до нефтеперерабатывающего завода на берегу. Расчет количества нефти, вылившейся в результате аварии, выполним по методике ПНГ «ЭКОЛОГ» [7].

Классификацию по загрязнению поверхности моря выполним согласно [8]. Из сопоставления Таблица 1 и Таблица - 2 видно, что $A_1 = 0,2$ мм, $A_2 = 0,05$ мм, $A_3 = 0,005$ мм, $A_4 = 0,0003$ мм, $A_5 = 0,00004$ мм. В качестве санитарной нормы выберем минимальную толщину $A^* = 0,005$, при которой нефтяная пленка может быть еще обнаружена по данным космической радиолокационной съемки.

Таблица - 2 Классификация загрязнения нефтью поверхности моря

№ класса	Толщина нефтяной пленки (мм)	Описание
1	0,2 и более	Пятно нефтяного цвета с четкими границами
2	0,05 – 0,2	Разрывное пятно нефтяного цвета
3	0,005 – 0,05	Металлическая пленка
4	0,0003 – 0,005	Радужная пленка
5	0,00004 – 0,0003	Тонкая пленка (серое пятно)

Технология расчета включает в себя следующим этапы:

1. Формирование пакетов метеоситуаций с заблаговременностью 120 часов, относящихся к выбранному периоду времени (здесь – второму кварталу 2005 года). Метеополя в период указанных метеоситуаций меняются 4 раза в сутки.
2. Создание базы данных температуры воздуха и воды Северного Каспия [9, 10].
3. Многократный расчет динамики течений по модели MIKE 21 в модуле HD [11, 12] и формирование пакета морских и воздушных течений;
4. Расчет массы нефти, вылившейся в толщу воды по методике ПНГ «ЭКОЛОГ» [13];
5. Многократный расчет нефтяного загрязнения моря по модели MIKE 21 в модуле SA [14] для всего пакета морских и воздушных течений;
6. Конвертирование результатов моделирования нефтяного загрязнения моря с помощью инструментов MIKE Zero в точечные shp-файлы;
7. Преобразование полученных наборов shp-файлов в грид-формат с помощью инструментов ArcInfo Workstation и формирование матрицы C_{ijk}^s ;
8. Расчет математического ожидания M_{ij} с помощью функций и процедур ArcInfo Workstation и построение соответствующей карты;
9. Расчет полей риска $(R_{ij})^*$ загрязнения моря нефтяной пленкой с помощью функций и процедур ArcInfo Workstation, толщина которой не меньше 0,005 мм и построение соответствующей карты риска.

Рисунок 2 иллюстрирует результат качественного анализа риска загрязнения моря. Расчет показал, что в результате аварии на нефтепроводе риску загрязнения будет подвержена территория порядка 590 км². С наибольшей вероятностью для заданного периода (2 квартал 2005 г.) нефть будет распространяться в северо-восточном направлении, и территория площадью порядка 16 км² будет подвержена высокому риску загрязнения. Территория размером 118 км², расположенная северо-восточнее и юго-западнее от места аварии, будет подвержена риску загрязнения нефтью со средней степенью вероятности.

Рисунок 3 демонстрирует результаты расчета полей риска загрязнения моря нефтяной пленкой, толщина которой более 0.005 мм. Расчеты показали, что нефтяная пленка указанной толщины распространится на 20 км в северо-восточном и юго-западном направлениях относительно источника загрязнения. Распространение нефтяной пленки в северо-западном и юго-восточном направлениях составляет около 10 км. Кроме того, с вероятностью 11-20 % нефтяные пятна будут распространяться в западном направлении на расстояние 70 км и в северо-восточном направлении на расстояние 35 км. С вероятностью около 80 % нефтяное пятно толщиной более 0.005 мм переместится от места аварии на расстояние 8 км в северо-восточном направлении.

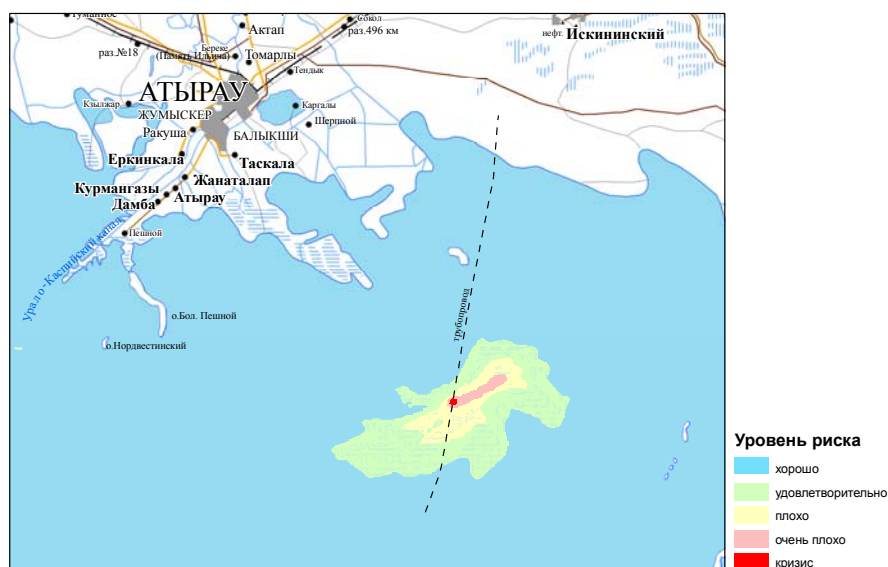


Рисунок 2 Степень риска нефтяного загрязнения моря при аварии на нефтепроводе

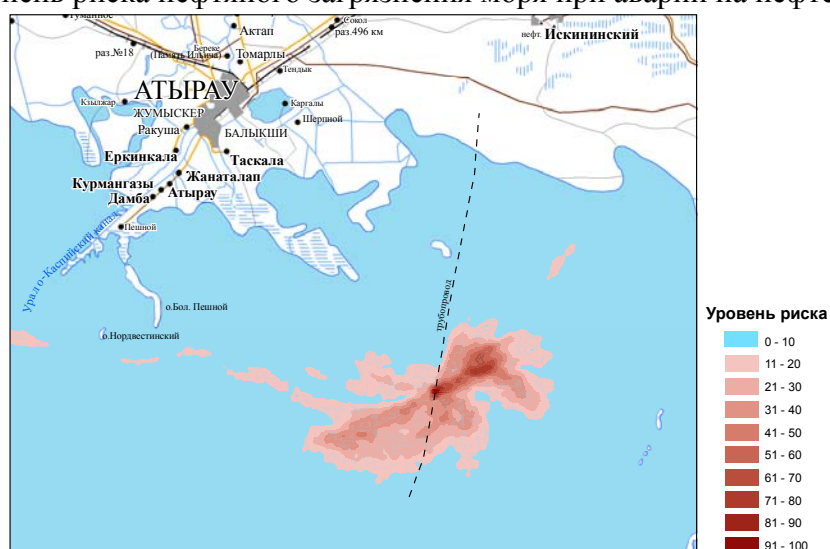


Рисунок 3 Риск загрязнения моря нефтяной пленкой толщиной более 0.005 мм.

Заключение

Таким образом, разработана методика расчета и картирования рисков загрязнения окружающей среды при авариях на нефтепроводах. Методика предполагает построение модели неопределенности отклика окружающей среды на антропогенное воздействие путем многократного расчета прямой задачи на фоне большого набора полей метеоэлементов, характерных для выбранного периода времени. Результирующее множество полей концентрации загрязнителя используется для расчета различных мер риска и их картирования для конкретной территории. Методика может получить дальнейшее развитие, если полученные карты риска обработать совместно с картами проживания населения и картами распределения других экологически чувствительных биологических сообществ. Таким путем можно оценить риски неблагоприятного воздействия аварии на человека и биоту.

1. Buhlmann Hans (1970) Mathematical Methods in Risk Theory. Springer, Berlin
2. Оценка риска при анализе функционирования нефтегазопроводов и их взаимодействия с окружающей природной средой. Ж. Энергия. Тбилиси. 2002. №1(21), с. 3-13.

3. A. Mahura, A. Baklanov, J. H. Sørensen. Methodology for evaluation of possible consequences of accidental atmospheric releases of hazardous matter// Radiation Protection Dosimetry Journal, February 2002, p 1-8.
4. Wang S. Premium calculation by transforming the layer premium density. ASTIN Bulletin, 26, 1996, pp. 71 – 92.
5. Young V.P. Discussion of Christofides' Conjecture Regarding Wang's Premium Principle. ASTIN Bulletin, 29, 2, 1999, pp. 191 – 195.
6. Закарин Э.А., Кипшакбаев А.И., Мухамедгалиев А.Ф. Мониторинг и моделирование территориальных процессов Северного Каспия. - Алматы: Гылым. 2003. 170 с.
7. Программа расчета выбросов вредных веществ при авариях на нефтепроводах «АВАРИИ НА НЕФТЕПРОВОДАХ», фирма "Интеграл", г. Санкт-Петербург, согласованная с ГГО им. Воейкова.
8. Dr. Olaf Trieschmann. How to detect oil spills? Workshop - Satellite Monitoring and Assessment of Sea-based Oil Pollution in the Black Sea. 15 June 2005.
9. Проект ЕСИМО. Гидромет России. <http://hmc.hydromet.ru/sea>
10. Проект ЕСИМО. Гидромет России. <http://cliware.meteo.ru/izotpp>
11. MIKE 21 Flow Model. Hydrodynamic module. Scientific Documentation. DHI Software 2005. P 58.
12. MIKE 21 Flow Model. Hydrodynamic module. User Guide. DHI Software 2005. P 90.
13. Программа расчета выбросов вредных веществ при авариях на нефтепроводах «АВАРИИ НА НЕФТЕПРОВОДАХ», фирма "Интеграл", г. Санкт-Петербург, согласованная с ГГО им. Воейкова.
14. MIKE 21 & MIKE 3 PA/SA. Particle Analysis and Oil Spill Analysis Module. User Guide. DHI Software 2005. P 106.

УДК 377.031.4: 004.9

Т.О. Балыкбаев, А.Т. Тунгатарова

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМУ КУРСУ ИНФОРМАТИКИ

*(г.Астана, Национальная академия образования имени Ы.Алтынсарина,
г.Тараз, Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати)*

Мақала инженерлерді дайындаудың жалпы білім беру мәселелеріне арналған. Мақалада информатика бойынша дайындаудағы жалпы білім берудің инвариантты модулінің мазмұны сипатталған. Зерттеу нәтижесінде алынған студенттердің біліміне, біліктілігіне қойылатын талаптар мамандарды кәсіптік тұрғыдан сипаттауға арналған. Жұмыста негізгі тақырыптардың әдістемелік ерекшеліктері де қарастырылған. Мақаланың соңында инженерлік мамандықтар үшін информатиканы оқытудың оқу бағдарламасы келтірілген.

Work is devoted questions of general educational engineering preparation. In article the maintenance of the invariant module of general educational preparation on computer science is described. The requirements received as a result of research to knowledge, abilities of students can be considered as qualifying characteristics of the expert. In work methodical features of the cores by that of a course are considered. In the end of the publication the curriculum of teaching of computer science for engineering specialities is resulted.

Роль общеобязательного курса информатики для студентов инженерных специальностей заключается, прежде всего, в коррекции и выравнивании уровня

общеобразовательной подготовки студентов-инженеров по информатике; ликвидации у них пробелов в знаниях и умениях, формируемых в процессе изучения курса информатики в школе [1]. Общеобразовательной подготовке по информатике отводится особое внимание на уровне Министерства образования и науки РК, дисциплина «Информатика» входит в перечень дисциплин тестирования, осуществляемого в рамках ПГК, для всех специальностей. В связи с этим содержание предлагаемого курса должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к знаниям студента, определяемым комиссией МОН РК.

Из сказанного вытекает, что цель общеобязательного курса информатики как реализации инвариантного модуля общеобразовательной подготовки по информатике и информационным технологиям для студентов инженерных специальностей заключается в формировании информационно-коммуникационной компетентности будущего инженера.

Функции инвариантного модуля заключаются в выравнивание уровня общеобразовательной подготовки студентов-инженеров по информатике; в подготовке к изучению программ профессионального инженерного образования в рамках базовых и профилирующих дисциплин; в подготовке к Промежуточному государственному контролю. При этом подготовка к ПГК не является самоцелью изучения информатики, как зачастую происходит у студентов не профильных специальностей по информатике, а служит дополнительным средством для достижения более высоких показателей, как результата качества обучения.

Задачи, решаемые при изучении инвариантного модуля общеобразовательного курса информатики студентами инженерами можно определить следующим образом:

- формирование представлений о современной научной картине мира;
- формирование понятий об исследованиях информационных процессов любой природы;
- формирование знаний о современных разработках информационной техники и новейших технологий переработки информации на базе полученных результатов исследования информационных процессов;
- формирование умений решения научных и инженерных проблем создания, внедрения и обеспечения эффективного использования компьютерной техники и технологии во всех сферах общественной жизни;
- развитие общенаучных и общекультурных навыков работы с информацией;
- подготовка к профессиональной деятельности.

В результате такой подготовки будущий инженер будет иметь возможность:

- получить представление о современной информационной картине мира;
- сформировать представление о системно-информационном подходе;
- осознать роль и место информатики и информационно-коммуникационных технологий в системе всех дисциплин;
- сформировать понятие информация, формы ее представления, свойства и виды информации;
- сформировать представление об информационных процессах в живой и неживой природе;
- сформировать представление о моделировании и формализации, видах модели, этапах моделирования;
- сформировать понятие алгоритм, свойства его и основные алгоритмические структуры, этапы решения задач;
- сформировать представление о возможностях компьютера для обработки информации различных видов, характеристиках компьютера, его основных устройств, формах представления информации в компьютере;

- сформировать понятие операционной системы, ее видах, файловой системы;
- сформировать понятие об компьютерных сетях, их видах, архитектуры;
- сформировать представление об сети Интернет, о системе навигации, о средствах обмена информацией внутри Интернет, работать с электронной почтой, осуществлять поиск информации;
- освоить технологию обработки графической информации, виды графических редакторов, правила работы в графическом редакторе;
- научиться передачи графической информации по сети Интернет, правилам графической коммуникации.

Инвариантное ядро общеобразовательного курса информатики для студентов инженерных специальностей, как отмечалось ранее, базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении общеобразовательного курса информатики в школе. Данный модуль является базовым необходимым пререквизитом для продолжения общеобразовательной подготовки по информатике. Содержание основных разделов инвариантного модуля получают дальнейшее развитие в коррекционных и вариативных модулях, а после и при изучении спецдисциплин, связанных со средствами информатики.

В программе общеобразовательного курса информатики для студентов инженерных специальностей можно выделить следующие основные разделы:

- информатика и информация;
- основы дискретной математики и логики;
- основные понятия архитектуры ЭВМ;
- основы алгоритмизации и программирования;
- основы операционных систем и сетей;
- графические редакторы.

Роль и значение этих тем для общеобразовательной подготовки по информатике в силу ограниченности объема в работе указывать не будем. Кратко остановимся на некоторых фрагментах теоретических вопросов, которые на наш взгляд, заслуживают особого внимания.

Так, при изучении раздела «Информатика и информация» следует обратить внимание, что информация связана всегда с носителем информации, должен быть источник и приемник информации. Студенты должны уметь приводить примеры информационных процессов в различных областях.

При изложении раздела «Основы дискретной математики и логики» следует раскрыть особенности дискретной информации и способы ее представления в компьютере. Обратить внимание на понятие «дискретизация». Подчеркнуть роль логики для функционирования компьютера. Путем решения логических задач возможно развитие логического мышления студентов.

В результате изучения основных понятий архитектуры ЭВМ студент должен понять всю универсальность компьютера как инструмента, должен понимать процессы автоматизации информационных процессов. Обратить следует внимание на организацию и структуру памяти компьютера, формах представления информации в ней.

«Основы алгоритмизации и программирования» способствует формированию у студентов алгоритмического мышления. Только путем решения большого количества задач возможно сформировать у студентов алгоритмическое мышление. В результате упражнений смогут сформироваться понятия алгоритма, способов его записи, умение видеть основные алгоритмические конструкции при описании явления или процесса, или любой другой задачи. Необходимо заложить понятие исполнителя алгоритма, что в качестве исполнителя программы выступает сам компьютер.

Раздел «Основы операционных систем и сетей» один из самых объемных по содержанию. При его изучении следует подчеркнуть, что технологии систем и сетей являются ведущими при построении компьютерных сетей. Обратить внимание на особенности и функции операционных систем, их однозначность, отличие лишь в возможностях и способе взаимодействия пользователя с операционной системой. Навыки работы с одной операционной системой применимы и к другой.

Акцентировать внимание студентов следует на изучении графических редакторов, на их роли для будущей профессиональной инженерной деятельности. Заложить подход к грамотному использованию различных типов графических редакторов для решения разного типа задач.

В заключении описания инвариантного ядра общеобразовательного курса информатики для студентов инженерных специальностей хочется сказать, что в рамках исследования и педагогической практики мы пытались предложить один из возможных вариантов программы по информатике для этих специальностей. Данная программа может быть использована в качестве типовой программы по информатике для группы инженерных специальностей.

Для эффективной организации обучения в условиях кредитной технологии обучения разработан учебно-методический комплекс дисциплины для обучающегося по информатике для студентов инженерных специальностей. Особенность разработанного УМКД в том, что:

- его содержание соответствует ГОСО РК 2006 г. [2-7];
- в содержании учтены требования ГОСО РК, утвержденного в 2009 г.;
- учебный материал удовлетворяет требованиям квалификационных характеристик, предъявляемым к студентам инженерных специальностей.

Отметим минусы этого УМКД:

- из-за ограниченности объема в его содержание не вошло описание всего теоретического и практического материала;
- в описании СРСП и СРС указаны образцы типовых задач и заданий для организации самостоятельной работы в рамках кредитной системы обучения;
- все контрольно-измерительные материалы не смогли войти в его содержание, размещены только основные, наиболее сложные, требующие самостоятельной подготовки студента, и два из возможных вариантов тестовых заданий для рубежного и итогового контролей;
- содержание УМКД не подвергается обновлению из-за его «бумажного» вида.

Ниже приведено содержание программы.

Программа общеобразовательного курса информатики для студентов инженерных специальностей

Введение

Информатика и информация. Основные понятия информатики. Предмет, объект информатики. Задачи информатики. Структура информатики. Развитие информатики. Информация,. Понятие информации, её виды и свойства. Физическая, техническая, социальная информация и др. Представление информации. Кодирование информации. Единицы измерения информации.

Основы дискретной математики и логики. Функции, отношения и множества. Основы логики, логика высказываний, логические связки, таблицы истинности. Логические схемы и логические машины. Графы и деревья.

Основные понятия архитектуры ЭВМ. Обзор и история архитектуры компьютеров. Логические элементы компьютера. Представление данных в памяти

компьютера. Организация машины. Ввод/вывод и прерывания. Устройство памяти компьютера. Иерархия устройств памяти

Основы алгоритмизации и программирования. Алгоритмическое решение задач, анализ алгоритмической сложности. Алгоритмы и поиск решений. Стратегии реализации алгоритмов. Структуры данных. Основные вычислительные алгоритмы. Анализ алгоритмов. Основные конструкции программирования.

Основы операционных систем и сетей. Основные концепции операционных систем. Функции операционной системы. Классификация операционных систем. Однозадачные и многозадачные, однопользовательские и многопользовательские операционные системы. Сетевые операционные системы. Функционирование типичной операционной системы. Управление процессами. Файловые системы. Сети и телекоммуникации. Архитектура компьютерных сетей. Виды компьютерных сетей. Локальные вычислительные сети. Теоретические основы Интернета. Службы Интернета. Защита информации в компьютерных сетях.

Графические редакторы. Иерархия графического программного обеспечения. Графические коммуникации. Графика и Интернет

1. Тунгатарова А.Т. О подходах к построению содержания общеобразовательного курса информатики для инженерных специальностей. Менеджмент в образовании, Алматы, 2010.
2. Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Образование высшее профессиональное. Специальность 050420 – Архитектура, Астана, 2006, 41 с.
3. Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Образование высшее профессиональное. Специальность 050729 – Строительство, Астана, 2006, 41 с.
4. Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Образование высшее профессиональное. Специальность 050724 – Технологические машины и оборудование (по отраслям), Астана, 2006, 40 с.
5. Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Образование высшее профессиональное. Специальность 050712 – Машиностроение, Астана, 2006, 42 с.
6. Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Образование высшее профессиональное. Специальность 050901 – Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта, Астана, 2006, 41 с.
7. Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Образование высшее профессиональное. Специальность 050730 – Производство строительных материалов, изделий и конструкций, Астана, 2006, 39 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ ОДНОГО НЕЯВНОГО ИТЕРАЦИОННОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ УРАВНЕНИЙ ТЕПЛОВОЙ КОНВЕКЦИИ

(г. Усть-Каменогорск, ВКГТУ имени Д. Серикбаева)

Жұмыста алынған ерікті конвекцияның стационар есебін сандық шешудің итерациялық алгоритмінің жинақталу жылдамдығының априорлық бағалаулары ұсынылған әдістердің тиімділігі туралы айтуға мүмкіндік береді. Ерікті конвекцияның стационар есебін сандық шешудің итерациялық алгоритмінің жинақталу жылдамдығының априорлық бағалаулары ұсынылған әдістердің тиімділігі қарастырылады. Осы әдістер есептерді шешуде ұқсас итерацияның шарттарына сәйкестігін, есеп шешімінің бірлігіне кепілдік беруге қамтамасыз етеді.

Convergence speed posterior marks of iterative algorithms for computational solution of differential stationary problems of free convection received in the work make it possible to estimate suggested approaches efficiency. In the given article D. Dumankyzy and P. B. Beysebay examine convergence of an implicit iterative algorithm which is used to solve steady-state equations of thermal convection. These methods of problem solving provide the coincidence of the conditions of the iterative convergence with those conditions which guarantee the existence and uniqueness of the solution of the original problem.

В параллелепипеде $D = \{0 < x_\alpha < 1, \alpha = 1, N\}$, где N – размерность пространства, рассмотрим систему стационарных уравнений свободной конвекции в безразмерных переменных

$$(\vec{u} \nabla) \vec{u} + \text{grad} p = \Delta \vec{u} - \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} \cdot Gr \theta + \vec{f}(x), \quad (1)$$

$$\text{div } \vec{u} = 0, \quad (2)$$

$$(\vec{u} \nabla) \theta = \frac{1}{Pr} \cdot \Delta \theta + g(x), \quad (3)$$

где $\vec{f}(x), g(x)$ – заданные функций, $\vec{u} = (U, V, W)$ – вектор скорости, p – давление, отсчитываемое от гидростатического, θ – температура, $\vec{g}$ – вектор силы тяжести, $Gr = \frac{g \beta \theta L}{\nu^2}$ – число Грасгофа, ν – кинематический коэффициент вязкости, $Pr = \nu / \chi$ – число Прандтля и χ – коэффициент теплопроводности.

Предполагается, что на границах расчетной области компоненты вектора скорости и температура принимает однородные нулевые значения, т.е.:

$$\vec{u} |_{\partial D} = \theta |_{\partial D} = 0. \quad (4)$$

Численному исследованию дифференциальных задач тепловой конвекции, описываемые уравнениями (1)-(3) посвящены достаточное количество работ [1]. Разработаны вычислительные алгоритмы, которые позволяют изучить конвективные течения несжимаемой жидкости в широком диапазоне параметров среды. Однако математическое обоснование применимости используемых на практике алгоритмов отсутствует.

В работах /2/, /3/ для численного решения сеточных уравнений тепловой конвекции, соответствующих разностному аналогу дифференциальной задачи (1)-(4), рассмотрены итерационные схемы, основанные на аппроксимации конвективных слагаемых по формуле Самарского /4/, исследованы вопросы устойчивости и численной реализации. В данной работе для разностных аналогов уравнений (1)-(3), записанных на смещенных сетках со симметричной аппроксимацией, рассмотрим итерационный алгоритм расщепления следующего вида

$$\frac{\vec{u}^{n+1/2} - \vec{u}^n}{\tau} + L_{h,\vec{u}} \vec{u}^{n+1/2} + \overline{grad}_h p^n = \Delta_h \vec{u}^{n+1/2} - \frac{Gr \vec{g}}{|\vec{g}|} \theta^{n+1} + \vec{f}(x), \quad (5)$$

$$\frac{\vec{u}^{n+1} - \vec{u}^{n+1/2}}{\tau} + \overline{grad}_h (p^{n+1} - p^n) = 0, \quad (6)$$

$$\underline{div}_h \vec{u}^{n+1} = 0, \quad (7)$$

$$\frac{\theta^{n+1} - \theta^n}{\tau} + L_{h,\theta} \theta^{n+1} = \frac{1}{Pr} \Delta_h \theta^{n+1} + g(x), \quad (8)$$

с начальными и однородными нулевыми краевыми условиями и будем изучать вопросы сходимости. Здесь и в дальнейшем, обозначения такие же, как и в работе /3/.

Ограниченность итераций алгоритма (5)-(8) можно показать, используя для аппроксимации конвективных членов «энергетически нейтральные» операторы $L_{h,\vec{u}}$ и $L_{h,\theta}$, то есть такие, для которых выполняются равенства $(L_{h,\vec{u}} V, V) = 0$, $(L_{h,\theta} V, V) = 0$,

$\forall V \in \Omega_h(D_h)$ - пространство сеточных функций с нулевыми значениями на границе.

Введем погрешности итерации

$$\vec{z}^{n+1/2} = \vec{u}^{n+1/2} - \vec{u}, \quad \vec{z}^n = \vec{u}^n - \vec{u}, \quad \pi^n = p^n - p, \quad T^n = \theta^n - \theta,$$

где $\vec{u}$, p , θ - решение соответствующей сеточной стационарной разностной задачи для (1)-(4).

Сперва рассмотрим линейный случай, т.е. когда конвективные слагаемые отсутствуют. В этом случае уравнения для погрешности имеют вид

$$\frac{\vec{z}^{n+1/2} - \vec{z}^n}{\tau} + \overline{grad}_h \pi^n = \Delta_h \vec{z}^{n+1/2} - \frac{Gr}{|\vec{g}|} \vec{g} T^{n+1}, \quad (9)$$

$$\frac{\vec{z}^{n+1} - \vec{z}^{n+1/2}}{\tau} + \overline{grad}_h (\pi^{n+1} - \pi^n) = 0 \quad (10)$$

$$\underline{div}_h \vec{z}^{n+1} = 0 \quad (11)$$

$$\frac{T^{n+1} - T^n}{\tau} = \frac{1}{Pr} \Delta_h T^{n+1} \quad (12)$$

с однородными краевыми условиями для компонента скорости и температуры. Видим, что в этом случае задача конвективного движения распадается на две задачи.

Для погрешности температуры T^{n+1} из (12) имеем

$$\|T^{n+1}\|^2 - \|T^n\|^2 + \|T^{n+1} - T^n\|^2 + \frac{2\tau}{Pr} \|\nabla_h T^{n+1}\|^2 = 0.$$

Отсюда следует, что

$$\|T^{n+1}\| \leq q \|T^n\| \leq \dots \leq q^n \|T^0\|,$$

где $q = \left(1 + \frac{2\tau}{Pr} c_o\right)^{-1}$, где C_o - константа не зависящая от параметра сетки, то есть $\|T^n\|$ стремится к нулю со скоростью геометрической прогрессии.

Умножая (9) скалярно на $2\tau \bar{z}^{n+1/2}$ имеем

$$\|\bar{z}^{n+1/2}\|^2 - \|\bar{z}^n\|^2 + \|\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n\|^2 + 2\tau \left(\overline{grad}_h \pi^n, \bar{z}^{n+1/2} \right) + 2\tau \|\bar{z}_x^{n+1/2}\|^2 \leq 2\tau Gr \left(\frac{\bar{g}}{|\bar{g}|} T^{n+1}, \bar{z}^{n+1/2} \right).$$

Используя (10), после несложных преобразований имеем

$$\|\bar{z}^{n+1}\|^2 + \tau^2 \|grad_h \pi^{n+1}\|^2 + \|\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n\|^2 + 2\tau \|\nabla_h \bar{z}^{n+1/2}\| \leq \|\bar{z}^n\|^2 + \tau^2 \|grad_h \pi^n\|^2 + 2\tau \frac{Gr}{|\bar{g}|} \left(\bar{g} T^{n+1}, \bar{z}^{n+1/2} \right).$$

Отсюда, используя неравенство Коши-Буняковского, теорему вложения и « ε »-неравенство, получим

$$\begin{aligned} \|\bar{z}^{n+1}\|^2 + \tau^2 \|grad_h \pi^{n+1}\|^2 + \|\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n\|^2 + 2\tau \left(1 - \frac{\varepsilon_1 Gr}{\delta_0} \right) \|\nabla_h \bar{z}^{n+1/2}\|^2 \leq \\ \leq \|\bar{z}^n\|^2 + \tau^2 \|grad_h \pi^n\|^2 + \frac{\tau Gr}{2\delta_0 \varepsilon_1} \|\nabla_h T^{n+1/2}\|^2, \end{aligned} \quad (13)$$

где ε_1 - произвольное положительное число, δ_0 - минимальное собственное число разностного оператора Лапласа.

Запишем энергетическое соотношение для погрешности температуры с произвольным ε_2 , удовлетворяющее условию $0 < \varepsilon_2 \leq 1$, в следующей форме

$$\|T^{n+1} - T^n\|^2 + \|T^{n+1}\|^2 + \frac{2\tau}{Pr} (1 - \varepsilon_2) \|\nabla_h T^{n+1}\|^2 + \frac{2\tau}{Pr} \varepsilon_2 \|\nabla_h T^{n+1}\|^2 = \|T^n\|^2$$

Умножая на $\frac{Ra}{4\delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2}$, где $Ra = GrPr$ - число Релея, и сложив полученное выражение с (13):

$$E^{n+1} + \|\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n\|^2 + 2\tau \left(1 - \frac{\varepsilon_1 Gr}{\delta_0} \right) \|\nabla_h \bar{z}^{n+1/2}\|^2 + \frac{\tau Gr (1 - \varepsilon_2)}{2\delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2} \|\nabla_h T^{n+1}\|^2 \leq E^n, \quad (14)$$

где $E^n = \|\bar{z}^n\|^2 + \tau^2 \|grad_h \pi^n\|^2 + \frac{Ra}{4\delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2} \|T^n\|^2$.

Отсюда следует сходимость итерационного процесса.

Для исследования скорости сходимости итерационного процесса соотношение (9) запишем в виде

$$\tau \overline{grad}_h \pi^n = \tau \Delta_h \bar{z}^{n+1/2} - \frac{\tau Gr \bar{g}}{|\bar{g}|} T^{n+1} - \left(\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right)$$

и используя неравенство треугольника имеем,

$$\tau \|\overline{grad}_h \pi^n\| \leq \tau \|\Delta_h \bar{z}^{n+1/2}\| + \frac{\tau Gr}{\delta_0} \|\nabla_h T^{n+1}\| + \|\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n\|.$$

Введем обозначения $A = 2 \left(1 - \frac{\varepsilon_1 Gr}{\delta_0} \right)$, $B = \frac{Gr(1 - \varepsilon_2)}{2\delta_0}$ и запишем последнее соотношение

в следующей форме

$$\tau \left\| \text{grad}_h \pi^n \right\| \leq \frac{c_0 \tau \sqrt{A}}{\sqrt{A} h} \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\| + \frac{\tau Gr \sqrt{B}}{\sqrt{B} \delta_0} \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\| + \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|.$$

Возведя обе части в квадрат, отсюда имеем,

$$\tau^2 \left\| \text{grad}_h \pi^n \right\|^2 \leq M \left(\left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|^2 + \tau A \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 + \tau B \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|^2 \right),$$

$$\text{где } M = 3 \left(1 + \frac{\tau c_0^2}{A h^2} + \frac{\tau Gr^2}{\delta_0^2 B} \right).$$

Умножая последнее неравенство на произвольное положительное число α и прибавив к соотношению (14) имеем,

$$E^{n+1} + (1 - \alpha M) \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|^2 + \tau A (1 - \alpha M) \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 + \alpha \tau^2 \left\| \text{grad}_h \pi^n \right\|^2 + \tau B (1 - \alpha M) \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|^2 \leq E^n.$$

Выбирая α , удовлетворяющим условиям $1 - \alpha M \geq \alpha_0 > 0$ и $0 < \alpha \leq 1$, имеем,

$$\begin{aligned} & (1 + \tau A \alpha_0 \delta_0) \left\| \bar{z}^{n+1} \right\|^2 + \tau^2 \left\| \text{grad}_h \pi^{n+1} \right\|^2 + \frac{Ra}{4 \delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2} \left(1 + \frac{4 \tau B \alpha \delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2}{Ra} \right) \left\| T^{n+1} \right\|^2 \leq \\ & \leq (1 + \tau A \alpha_0 \delta_0) \frac{1}{1 + \tau A \alpha_0 \delta_0} \left\| \bar{z}^n \right\|^2 + \tau^2 (1 - \alpha) \left\| \text{grad}_h \pi^n \right\|^2 + \frac{Ra}{4 \delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2} \left(1 + \frac{4 \tau B \alpha \delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2}{Ra} \right) \frac{1}{1 + \frac{4 \tau B \alpha \delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2}{Ra}} \left\| T^n \right\|^2. \end{aligned}$$

Следовательно, имеем $F^{n+1} \leq q F^n$, где

$$\begin{aligned} F^n &= (1 + \tau A \alpha_0 \delta_0) \left\| \bar{z}^n \right\|^2 + \tau^2 \left\| \text{grad}_h \pi^n \right\|^2 + \frac{Ra}{4 \delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2} \left(1 + \frac{4 \tau B \alpha \delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2}{Ra} \right) \left\| T^n \right\|^2, \\ q &= \min \left\{ \frac{1}{1 + \tau A \alpha_0 \delta_0}, 1 - \alpha, \frac{1}{1 + \frac{4 \tau B \alpha \delta_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2}{Ra}} \right\} < 1, \end{aligned}$$

то есть величина F^n стремится к нулю со скоростью геометрической прогрессии со знаменателем строго меньше единицы.

Заметим, что если выбрать $\alpha \approx O(h)$, то выполнение условия $1 - \alpha M \geq \alpha_0 > 0$ равносильно выбору итерационного параметра τ удовлетворяющего соотношению $\tau \leq Mh$, где $M > 0$ равномерно ограниченная константа и скорость сходимости будет иметь первый порядок по пространственным шагам разностной сетки.

Рассмотрим теперь нелинейный алгоритм. В этом случае уравнения для погрешности имеют вид

$$\frac{\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n}{\phi} + L_{h,\bar{u}}(\bar{u}^n) \bar{z}^{n+1/2} + L_{h,\bar{u}}(\bar{z}^n) \bar{u} + \overline{\text{grad}_h p^n} = \mathcal{D}_h \bar{z}^{n+1/2} - \frac{Gr}{|\bar{g}|} \bar{g} T^{n+1}, \quad (15)$$

$$\frac{\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n}{\tau} + \overline{\text{grad}_h} (\pi^{n+1} - \pi^n) = 0, \quad (16)$$

$$\text{div}_h \bar{z}^{n+1} = 0, \quad (17)$$

$$\frac{T^{n+1} - T^n}{\tau} + L_{h,\theta}(\bar{u}^n) T^{n+1} + L_{h,\theta}(\bar{z}^n) \theta = \frac{1}{\text{Pr}} \Delta_h T^{n+1} \quad (18)$$

Умножая (15) на $2\tau\bar{z}^{n+1/2}$ и рассуждая также как и в линейном случае, имеем для погрешности компонент вектора скорости и давления

$$\begin{aligned} & \left\| \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 + \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|^2 + \tau^2 \left\| \overline{\text{grad}}_h \pi^{n+1} \right\|^2 + \tau \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 \leq \\ & \left\| \bar{z}^n \right\|^2 + \tau \left\| \overline{\text{grad}} \pi^n \right\|^2 + \tau \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|^2 + 2\tau \left(L_{h,\bar{u}}(\bar{z}^n) \bar{u}, \bar{z}^{n+1/2} \right) \end{aligned}$$

и для погрешности температуры

$$\left\| T^{n+1} \right\|^2 + \left\| T^{n+1} - T^n \right\|^2 + \frac{2\tau}{\text{Pr}} (1 - \varepsilon) \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|^2 \leq \left\| T^n \right\|^2 + 2\tau \left(L_{h,\theta}(\bar{z}^n) \theta, T^{n+1} \right).$$

Оценим вклад нелинейных слагаемых на погрешности следующим образом:

$$\begin{aligned} & \left| \left(L_{h,\bar{u}}(\bar{z}^n) \bar{u}, \bar{z}^{n+1/2} \right) \right| \leq \left| \left(L_{h,\bar{u}}(\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n) \bar{u}, \bar{z}^{n+1/2} \right) \right| + \left| \left(L_{h,\bar{u}}(\bar{z}^{n+1/2}) \bar{u}, \bar{z}^{n+1/2} \right) \right| \leq \\ & \leq c_0 \left\| \nabla_h \bar{u} \right\| \left(\left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|_{L_4(D_n)} \cdot \left\| \bar{z}^{n+1/2} \right\|_{L_4(D_n)} + \left\| \bar{z}^{n+1/2} \right\|_{L_4(D_n)}^2 \right) \leq \bar{c}_1 \left\| \nabla_h \bar{u} \right\| \left(\left\| \nabla_h (\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n) \right\| \cdot \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\| + \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 \right). \\ & \left| \left(L_{h,\theta}(\bar{z}^n) \theta, T^{n+1} \right) \right| \leq \left| \left(L_{h,\theta}(\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n) \theta, T^{n+1} \right) \right| + \left| \left(L_{h,\theta}(\bar{z}^{n+1/2}) \theta, T^{n+1} \right) \right| \leq \\ & \leq \left| \left(L_{h,\theta}(\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n) \theta, T^{n+1} \right) \right| + \left| \left(L_{h,\theta}(\bar{z}^{n+1/2}) \theta, T^{n+1/2} \right) \right| \leq \\ & \leq c_0 \left\| \nabla_h \theta \right\| \left(\left\| \nabla_h (\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n) \right\| \cdot \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\| + \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\| \cdot \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\| \right) \end{aligned}$$

Далее, используя “ε” неравенство, из этих соотношений имеем

$$\begin{aligned} & \left| \left(L_{h,\bar{u}}(\bar{z}^n) \bar{u}, \bar{z}^{n+1/2} \right) \right| \leq \bar{c}_1 \left\| \nabla_h \bar{u} \right\| \left((1 + \varepsilon_3) \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 + \frac{1}{4\varepsilon_3} \left\| \nabla_h (\bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n) \right\|^2 \right), \\ & \left\| T^{n+1} \right\|^2 + \left\| T^{n+1} - T^n \right\|^2 + \frac{2\tau}{\text{Pr}} (1 - \varepsilon_0 c_0 \text{Pr} \left\| \nabla_h \theta \right\|) (\varepsilon_4 + \varepsilon_5) \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|^2 + \frac{2\tau}{\text{Pr}} \varepsilon_6 \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|^2 \leq \\ & \leq \frac{\tau c_0 \left\| \nabla_h \theta \right\|}{2\varepsilon_4 h^2} \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|_{L_2(D_n)}^2 + \frac{\tau c_0 \left\| \nabla_h \theta \right\|}{2\varepsilon_5} \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2, \end{aligned} \quad (19)$$

$$\left\| \bar{z}^{n+1} \right\|^2 + \left(1 - \frac{\tau c_1 \left\| \nabla_h \bar{u}^n \right\|^2}{2\varepsilon_3 h^2} \right) \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|^2 + \tau^2 \left\| \overline{\text{grad}} \pi^{n+1} \right\|^2 + \quad (20)$$

$$+ \tau \left[A - 2c_1 \left\| \nabla_h \bar{u} \right\|^2 (1 + \varepsilon) \right] \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 \leq \left\| \bar{z}^n \right\|^2 + \tau^2 \left\| \overline{\text{grad}}_h \pi^n \right\|^2 + \tau B \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|^2$$

Перепишем соотношение (15) и оценим следующим образом

$$\begin{aligned} & \tau \left\| \text{grad}_h p^n \right\| \leq \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\| + \tau \left\| \Delta_h \bar{z}^{n+1/2} \right\| + \frac{\tau Gr}{\sqrt{\delta_0}} \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\| + \tau c_0 \left\| \nabla_h \bar{u}^n \right\|_{L_2(D_n)} \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\| + \\ & + \tau c_0 \left\| \nabla_h \bar{u} \right\| \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\| + \tau c_0 \left\| \nabla_h \bar{u} \right\| \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\| = (1 + \tau c_0 \left\| \nabla_h \bar{u} \right\|) \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\| + \\ & + \tau \left(1 + c_0 (\left\| \bar{u}^n \right\|_{L_2(D_n)} + \left\| \nabla_h \bar{u} \right\|) \right) \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\| + \frac{\tau Gr}{\sqrt{\delta_0}} \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|. \end{aligned}$$

Возведем обе части в квадрат и имеем,

$$\tau^2 \left\| \overline{grad}_h p^n \right\|^2 \leq M \left(\left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|^2 + \tau \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 + \tau \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|^2 \right), \quad (21)$$

где $M \leq (1 + \tau c_0 \|\nabla_h \bar{u}\|)^2 + \left(1 + c_0 (\|\bar{u}^n\|_{L_2(D_n)} + \|\nabla_h \bar{u}\|)\right)^2 + \frac{Gr^2}{\delta_0}$.

Неравенство (21) умножаем на α и прибавим к (20)

$$\begin{aligned} & \left\| \bar{z}^{n+1} \right\|^2 + \left(1 - \frac{\tau c_1 \|\nabla_h \bar{u}\|}{2 \varepsilon_3 h^2} - \alpha M \right) \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|^2 + \tau^2 \left\| \overline{grad}_h \pi^{n+1} \right\|^2 + \\ & + \tau \left[A - 2c_1 \|\nabla_h \bar{u}\| (1 + \varepsilon_3) - \alpha M \right] \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 \leq \\ & \leq \left\| \bar{z}^n \right\|^2 + \tau^2 (1 - \alpha) \left\| \overline{grad}_h \pi^n \right\|^2 + \tau (B + \alpha M) \left\| \nabla_h T^{n+1} \right\|^2. \end{aligned} \quad (22)$$

Соотношение (19) умножаем на $G = \frac{\Pr(B + \alpha M)}{2\varepsilon_6}$ и сложим с (22), тогда имеем

$$\begin{aligned} & \left\| \bar{z}^{n+1} \right\|^2 + \left(1 - \frac{\tau c_1 \|\nabla_h \bar{u}\|}{2 \varepsilon_3 h^2} - \alpha M - G \frac{\tau c_0 \|\nabla_h \theta\|}{2 \varepsilon_4 h^2} \right) \left\| \bar{z}^{n+1/2} - \bar{z}^n \right\|^2 + \\ & + \tau \left[A - 2c_1 (1 + \varepsilon_3) \|\nabla_h \bar{u}\| - \alpha M - G \frac{c_0 \|\nabla_h \theta\|}{2 \varepsilon_5} \right] \left\| \nabla_h \bar{z}^{n+1/2} \right\|^2 + \tau^2 \left\| \overline{grad}_h \pi^{n+1} \right\|^2 + G \left\| T^{n+1} \right\|^2 \\ & + \frac{2G\tau}{\Pr} (1 - \varepsilon_6 - c_0 \Pr(\varepsilon_4 + \varepsilon_5) \|\nabla_h \theta\|) \left\| \nabla_h \theta^{n+1} \right\|^2 \leq \left\| \bar{z}^n \right\|^2 + G \left\| T^n \right\|^2 + \tau^2 (1 - \alpha) \left\| \overline{grad}_h \pi^n \right\|^2 \end{aligned} \quad (23)$$

Пусть параметры сетки и входные данные задачи удовлетворяют условиям

$$\begin{aligned} & 1 - \frac{\tau c_1 \|\nabla_h \bar{u}\|}{2 \varepsilon_3 h^2} - \alpha M - G \frac{\tau c_0 \|\nabla_h \theta\|}{2 \varepsilon_4 h^2} \geq 0, \\ & A - 2c_1 (1 + \varepsilon_3) \|\nabla_h \bar{u}\| - \alpha M - G \frac{c_0 \|\nabla_h \theta\|}{2 \varepsilon_5} \geq \alpha_0 > 0, \end{aligned} \quad (24)$$

$$\frac{2G\tau}{\Pr} (1 - \varepsilon_6 - c_0 \Pr(\varepsilon_4 + \varepsilon_5) \|\nabla_h \theta\|) \geq G\beta_0 > 0.$$

Тогда, из соотношения (23) имеем

$$\begin{aligned} & (1 + \tau\alpha_0) \left\| \bar{z}^{n+1} \right\|^2 + G(1 + \tau\beta_0) \left\| T^{n+1} \right\|^2 + \tau^2 \left\| \overline{grad}_h \pi^{n+1} \right\|^2 \leq \left\| \bar{z}^n \right\|^2 + \tau(1 - \alpha) \left\| \overline{grad}_h \pi^n \right\|^2 + G \left\| T^n \right\|^2 \\ & (1 + \tau\alpha_0) \left\| \bar{z}^{n+1} \right\|^2 + G(1 + \tau\beta_0) \left\| \pi^{n+1} \right\|^2 + \tau^2 \left\| \overline{grad}_h \pi^{n+1} \right\|^2 \leq \\ & \leq q \left[(1 + \tau\alpha_0) \left\| \bar{z}^n \right\|^2 + G(1 + \tau\beta_0) \left\| T^n \right\|^2 + \tau^2 \left\| \overline{grad}_h \pi^n \right\|^2 \right], \end{aligned}$$

где $q = \max \left\{ \frac{1}{1 + \tau\alpha_0}, 1 - \alpha, \frac{1}{1 + \tau\beta_0} \right\} < 1$.

То есть для величины

$$F^n = (1 + \tau\alpha_0) \left\| \bar{z}^n \right\|^2 + G(1 + \tau\beta_0) \left\| T^n \right\|^2 + \tau^2 \left\| \overline{grad}_h \pi^n \right\|^2$$

имеет место оценка

$$F^{n+1} < qF^n.$$

Следует отметить, что условия (24), обеспечивающие сходимость итераций, совпадает по порядку с условиями, гарантирующие существование и единственность решения исходной задачи (1)-(4).

1. Е.Л. Тарунин. Вычислительный эксперимент в задачах свободной конвекции. - Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1990.-228 с.
2. П.Б. Бейсебай, Н.Т. Данаев. О численном решении свободной конвекции при подогреве сбоку.// Вестник КазНУ, серия матем., мех., информ., №1(52),2007. – с.71-80.
3. П.Б. Бейсебай, Н.Т.Данаев. Об одном исследовании разностной схемы для уравнений тепловой конвекции.// Материалы международной конференции «Информационно-коммуникационные технологии как основной фактор развития инновационного общества. – Усть-Каменогорск, 2007, Часть II. - с.6-12.
4. А.А. Самарский. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 656 с.

УДК 378

М.Ж. Бекпатшаев, К.Е. Иса*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

*(г.Алматы, КазНПУ имени Абая, *-магистрант)*

Бұл мақалада оқытудағы білім ресурстарын қолдану математикалық статистика пәні бойынша электронды оқулық басылымының негізінде көрсетілген. Электронды оқулықтың құрылысы модульді принцип бойынша қалай берілуі анық және мысал ретінде берілген. Стандарт бойынша жасалынған дайын электронды оқулықты жүйелі білім алуда, сонымен қатар математикалық статистика пәні бойынша электронды оқулықты қашықтықтан оқытуда пайдаланудың тиімділігі және жолдары айтылған.

This paper presents examples of the use of educational resources in the educational process as an example of the electronic textbook in mathematical statistics. Also shown and the optimal ways to use the electronic textbook on mathematical statistics in distance learning.

Построение единого образовательного информационного пространства на базе ресурсных образовательных центров является определяющим условием создания системы открытого образования.

Цель создания образовательных ресурсов является обеспечение решений задач из Государственной программы развития образования в Республике Казахстан до 2010 года «о формировании единой образовательной информационной среды РК», а именно:

- сбор, накопление, внедрение в учебных заведениях региона информационных ресурсов и технологий;
- сопровождение перехода учебных заведений на практике к технологиям организации учебного процесса к единой образовательной информационной среде;
- обеспечение связи с образовательным порталом Министерства образования и науки, а также с другими специализированными порталами в рамках решения задач «е-образования».

Информационно-образовательное поле предполагает наличие для различных категорий пользователей независимо от места их расположения распределенного, реализованного в сетевой среде хранилища (депозитария) информационных образовательных ресурсов) и методических рекомендаций по их использованию.

При этом необходимо решить такие вопросы, как нормативно-правовое обеспечение процедуры ведения депозитария; вопросы авторских и имущественных прав на электронные издания, размещаемые в депозитарии; заключения соглашений с издательствами, имеющими права на ранее выпущенные учебные материалы и др.

Кроме этого важным моментом является использование единого формата данных для метаописания образовательных ресурсов, а так же выработка технических, технологических и методических основ и схем формирования и пополнения депозитария.

Конечная цель стандартизации информационно-образовательного пространства - достижение мобильности, стабильности и эффективности учебного процесса.

При решении вопроса о размещении информационных образовательных ресурсов в сетевой среде при создании депозитария учебно-методических ресурсов необходимо основываться на единой системе стандартов и спецификаций. Структура манифеста, предлагаемая в рекомендациях IMS и наиболее широко признанная, выглядит следующим образом (таблица 1).

Таблица 1 - Структура манифеста, предлагаемая в рекомендациях IMS

Составляющие	Описание
метаданные	автор ресурса название раздел знаний учреждение авторские права аннотация ресурса ключевые слова и т.д.
ресурсы	этот блок содержит информацию о физической структуре пакета, описание каталогов и файлов, включенных в пакет
сценарии использования (организация)	блок содержит описание способов использования ресурса
подобъекты	если учебный объект имеет модульную структуру (включает учебные объекты меньшего уровня), то данный блок содержит описание используемых подобъектов

Фактически, выбор структуры метаописания информационных образовательных ресурсов (полей описания ресурсов), определяет структуру депозитария и формирование механизма поиска.

Электронные образовательные ресурсы (ЭОР)- электронные учебники, тесты, методички и т.д. – являются основой современных методов организации учебного процесса. Как правило, для этого необходимо выполнение следующих условий:

ЭОР должен иметь метаописание, то есть информацию в электронном формате, аналогичную библиографическому описанию книг. Метаописание содержит ключевую информацию, позволяющую быстро найти нужный ЭОР в сетевом пространстве, предварительно оценить его полезность для обучения, просмотреть информацию, заложенную в ресурс и т.д. Метаописание ЭОР содержит информацию об авторе, краткое содержание (аннотацию) ресурса, данные о назначении ресурса и еще много полезной информации.

Дистанционное обучение (ДО) - это обучение в СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ, включающей электронные учебники и обучающие программы, систему тестирования и контроля знаний, средства обмена информацией и

общения с преподавателем и другими участниками учебного процесса. В процессе обучения вы получаете индивидуальный доступ со своего компьютера ко всем учебным материалам курса.

Законом дистанционное образование рассматривается не как форма обучения, а как технология: «Дистанционные образовательные технологии - обучение, осуществляемое с применением информационных и телекоммуникационных средств при опосредствованном (на расстоянии) или не полностью опосредствованном взаимодействии обучающегося и педагогического работника».

Курсовая контент-технология дистанционного обучения – технология организации учебного процесса, при которой учебно-методические материалы комплектуются в специальный набор (курсовой контент) и передаются (пересылаются) студенту для самостоятельного изучения.

В связи с этим, для обучения в состав электронного учебника мы можем включить и электронный учебник по математической статистике, оформленный согласно выше указанных стандартов.

В состав электронного учебника входит: титульный лист (данные о вузе, специальность, форма обучения, сведения об авторах);, и комплект учебно-методических наполнений (кейс).

Задачи дистанционного образования:

- создание всеобщей законодательной и нормативной базы для успешного внедрения в жизнь дистанционного образования.
- создание единого образовательного пространства.

Этапы реализации ДО

- разработка и поддержка электронного учебного издания;
- создания, изменения и отмены пользователей;
- поддержки процесса обучения;
- контроля процесса обучения;
- создание и поддержка динамического обновления и дополнения электронной библиотеки и банка тестов;
- обеспечение обратной связи для всех видов пользователей с целью улучшения их работы и получения отзывов на программы обучения и систему в целом.

Размещение электронного учебника (по математической статистике) на сервер.

Конечная цель стандартизации информационно-образовательного пространства - достижение мобильности, стабильности и эффективности учебного процесса. Это также должно быть необходимым условием реализации учебных программ дистанционного образования.

При решении вопроса о размещении информационных образовательных ресурсов в сетевой среде при создании депозитария учебно-методических ресурсов необходимо основываться на единой системе стандартов и спецификаций.

Электронный учебник, согласно современных стандартов, оформляется следующим образом и состоит из следующих компонентов (Модульный принцип):

Метаданные

Субманифест кейса по дисциплине «математическая статистика»

1. Метаданные субманифеста

Авторы ресурса (авторы кейса): Иса К.Е. магистрант.

Название: кейс по дисциплине «математическая статистика»;

Раздел знаний: математика;

Авторские права: разработчику.

Ключевые слова: математическая статистика, корреляционная зависимость, криволинейная корреляция.

2. Организация

СРС

СРСП

Дополнительные данные

Модули:

■ Модуль **КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ТЕОРИИ ЭЛЕМЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ**

- ▶ Блок 1 **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**
 - Урок 1 «Задачи математической статистики»
 - Урок 2 «Начальные и избранные множества»
 - Урок 3 ...
 - ...
- ▶ Блок 2 **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**
 - Урок 1 «Решение задачи по математической статистики»
 - Урок 2 «Задачи по начальным и избранным множествам»
 - Урок 3 ...
 - ...
- ▶ Блок 3 **Контроль знаний (рубежный контроль)**
 - Урок 1. Коллоквиум по теме.
 - Урок 2. Решение задач по пройденной теме

■ Модуль 2 « ... »

- ▶ Блок 1 **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**
- ▶ Блок 2 **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**
- ▶ Блок 3 **Контроль знаний (рубежный контроль)**

■ Модуль N ...

- **Итоговый контроль**
 - Тестовые вопросы по всему курсу
 - Итоговая контрольная работа
 - Тематика письменных работ по всему курсу
 - Список примерных вопросов к экзамену (по курсу)

Глоссарий по курсу

Путеводитель по курсу

3. Ресурсы

Каталог **SUBJECT2**, в котором содержится модуль по данной дисциплине, содержит следующие файлы:

- ◆ файл **index.htm** – фрейм, имеет три окна:

- ◆ **menu.html** – вверху страницы, которое содержит заголовок, плюс к нему графические файлы – кнопки для перехода на «Глоссарий», «Путеводитель» и «Метаданные»;

- ◆ **list.htm** – слева, содержит список модулей и кнопки, при нажатии на них откроются подобъекты для выбранного модуля – блоки, которые в свою очередь содержат кнопки для открытия в главном окне учебных материалов, содержание которых варьируется в зависимости от типа урока (контактная лекция, виртуальная лекция, виртуальное семинарское занятие и т.д.);

- ◆ и главное окно, в котором открываются файлы:

- ◆ **glossary.htm** – глоссарий,
- ◆ **guide.htm** – путеводитель по курсу,
- ◆ **meta.htm** – метаданные,

а также в зависимости от типа урока (контактная лекция, виртуальная лекция, виртуальное семинарское занятие и т.д.), для каждого модуля и блока в главном окне открываются выбранные файлы:

- ♦ **modul2_□.htm** или **modul2□.htm** – материал лекции, соответственно, на место □ подставляется порядковый номер лекции,
- ♦ **modul2□_qs.htm** – список вопросов для самоконтроля обучающегося,
- ♦ **modul2□_task.htm** или **modul2_□_task.htm** – задания,
- ♦ **modul2□_list.htm** или **modul2_□_list.htm** – список основной, нормативной и дополнительной литературы.

Выводы: Для организации обучения по дистанционному технологию, в случае, если электронное издание (по математической статистике), размещена на сервере, согласно выше указанном стандартам, то это позволяет использовать такой продукт при сетевых обучении.

1. Садыков Т.С. и др. Информационно-образовательное поле в системе непрерывного образования РК. Алматы. Изд-во «Дәуір». 2006. С. 199.
2. Исаков К.Т. Дистанционное образование: теория и практика. . Алматы. Изд-во «Дәуір». 2007. С. 180.
3. Исаков К.Т., Воробушин В.Н. Программа сопровождения дистанционного обучения / Материалы международной научно - практической конференции "Роль университетов в развитии цивилизации в XXI веке". Алматы, 4-5 декабря 2004 г.
4. С.Т. Каргин, К.Т. Исаков, А.Н. Сакаева / Методические указания по подготовке курсового кейса и организации дистанционного учебного процесса в КарГУ имени Е.А.Букетова. Караганда 2004. 28 с.

УДК 517.946

М.А. Бектемесов, Г.И. Махамбетова

ИТЕРАЦИОННЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

*(г. Алматы, КазНУ имени аль-Фараби,
г. Костанай, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова)*

Бұл мақалада жер қабаттың жылу өткізгіштік коэффициентін анықтайтын итерациялық процесс қарастырылған. Көп қабатты топырақта жылуөткізгіштік коэффициенті анықталады. Априорлық бағалауды қолдана отырып, итерациялық тізбектің шектеулігі дәлелденеді.

This article describes an iterative approach for determining the thermal conductivity of the soil. It identifies the thermal conductivity of multi-layered soil. Using a priori estimates, we prove the boundedness of the constructed sequence.

1 Постановка задачи

В работе изучается одномерная задача распространения тепла в грунте. Пусть в области $Q = (0, H) \times (0, T)$ происходит распространение тепла под действием

температуры окружающей среды, в нашем случае это – воздух. Распространение тепла в грунте можно описать уравнением теплопроводности [1-5]

$$\gamma_0 c \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \right), \quad (1)$$

где γ_0 - удельная масса грунта $\text{кг} / \text{м}^3$; c – теплоемкость грунта $\text{ккал} / \text{кг} \cdot \text{град}$; λ - коэффициент теплопроводности грунта $\text{ккал} / \text{м} \cdot \text{час} \cdot \text{град}$.

На границе поверхности земли с воздухом справедлив закон сохранения энергии

$$\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \Big|_{z=H} + \alpha (\theta|_{z=H} - T_b) = 0, \quad (2)$$

где α - коэффициент теплоотдачи грунта в окружающую среду.

Установлено, что на определенной глубине температура земли остается постоянной величиной. Используя это, ставим граничное условие

$$\theta(0, t) = T_1 = \text{const}. \quad (3)$$

Отметим, что ось oz направлена вертикально вверх. В начальный момент времени при $t = 0$ распространение температуры в грунте задается следующим образом

$$\theta(z, 0) = \theta_0(z), \quad 0 \leq z \leq H \quad (4)$$

Рассмотрим случай, когда от $z = 0$ до $z = H$ грунт состоит из трех слоев. При переходе от одного слоя к другому температура и поток температуры остается непрерывными:

$$[\theta(z, t)]_{h_k} = 0, \quad \left[\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \right]_{h_k} = 0, \quad k = 1, 2 \quad (5)$$

где h_k - координата границы перехода от одного слоя к другому слою.

Для того, чтобы определить коэффициент теплопроводности грунта дополнительно задается значение температуры на поверхности земли

$$\theta(H, t) = \theta_g(t), \quad 0 \leq t \leq T. \quad (6)$$

Требуется определить коэффициент теплопроводности многослойного грунта. Методы решения обратных задач математической физики изучены в [6-10], а методы решения прямой задачи распространения тепла и влаги в промерзающих грунтах рассмотрены в [11-13].

В работе [14] из системы (1) - (6) получена сопряженная задача

$$\gamma_0 c \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \psi}{\partial z} \right) = 0, \quad (7)$$

$$\lambda \frac{\partial \psi}{\partial z} \Big|_{z=H} + \alpha \psi \Big|_{z=H} = -2(\theta(H, t) - \theta_g(t)), \quad \psi(z, T) = 0, \quad \psi(0, t) = 0, \quad (8)$$

$$[\psi]_{h_k} = 0, \quad \left[\lambda \frac{\partial \psi}{\partial z} \right]_{h_k} = 0. \quad (9)$$

и интегральное равенство:

$$2 \int_0^T \delta \theta (\theta(H, t) - \theta_g(t)) dt = \int_0^T \int_0^H \delta \lambda \frac{\partial \theta^{n+1}}{\partial z} \frac{\partial \psi}{\partial z} dz dt. \quad (10)$$

2 Итерационный процесс

Задается начальное значение $\lambda_n(z)$. Следующее приближение $\lambda_{n+1}(z)$ определяется по формуле

$$\lambda_{n+1} - \lambda_n = -\beta_n \int_0^T \frac{\partial \theta^n}{\partial z} \frac{\partial \psi^n}{\partial z} dt. \quad (11)$$

Лемма 1. Если $\theta_0(z) \in L_2(0, H)$, $T_b(t) \in L_2(0, T)$, то для решения задачи (1) - (5) имеет место оценка

$$\frac{1}{2} \int_0^H \gamma_0 c \theta^2 dz + \int_0^t \int_0^H \lambda_n \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)^2 dz d\tau + \frac{\alpha}{2} \int_0^t \theta^2(H, \tau) d\tau \leq C_1,$$

$$\text{где } C_1 = \frac{1}{2} \int_0^H \gamma_0 c \theta_0^2(z) dz + \frac{\alpha}{2} \int_0^t T_b^2(\tau) d\tau.$$

Лемма 2. Если $\theta_0(z) \in L_2(0, H)$, $T_b(t), T_g(t) \in L_2(0, T)$, то для решения задачи (1) - (5) имеет место оценка

$$\frac{1}{2} \int_0^H \gamma_0 c \psi^2 dz + \int_t^T \int_0^H \lambda_n \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} \right)^2 dz d\tau + \frac{\alpha}{2} \int_t^T \psi^2(H, \tau) d\tau \leq C_2.$$

$$\text{Здесь } C_2 = \frac{4}{\alpha} \int_0^T T_g^2(\tau) d\tau + \frac{8}{\alpha^2} C_1.$$

В каждом однородном слое многослойного грунта $\lambda_{n+1}(z) = \text{const}$. Поэтому, интегрируя (11) по z от 0 до h_1 , получим

$$\lambda_{n+1}(0) - \lambda_n(0) = -\beta_n(0) \frac{1}{h_1} \int_0^{h_1} dz \int_0^T \frac{\partial \theta^n}{\partial z} \frac{\partial \psi^n}{\partial z} dt.$$

Эта формула справедлива для нижнего слоя грунта. Аналогично для второго и третьего слоя получим формулы

$$\lambda_{n+1}(h_1) - \lambda_n(h_1) = -\beta_n(h_1) \frac{1}{h_2 - h_1} \int_{h_1}^{h_2} dz \int_0^T \frac{\partial \theta^n}{\partial z} \frac{\partial \psi^n}{\partial z} dt.$$

$$\lambda_{n+1}(h_2) - \lambda_n(h_2) = -\beta_n(h_2) \frac{1}{H - h_2} \int_{h_2}^H dz \int_0^T \frac{\partial \theta^n}{\partial z} \frac{\partial \psi^n}{\partial z} dt.$$

Обозначим $z=0$ через h_0 , т.е. $h_0=0$, $h_3=H$. Тогда все три формулы записываются в следующем виде

$$\lambda_{n+1}(h_k) - \lambda_n(h_k) = -\beta_n(h_k) \frac{1}{h_{k+1} - h_k} \int_{h_k}^{h_{k+1}} dz \int_0^T \frac{\partial \theta^n}{\partial z} \frac{\partial \psi^n}{\partial z} dt. \quad (12)$$

Суммируем (12) по n от 0 до произвольного n , т.е.

$$\lambda_{n+1}(h_k) - \lambda_0(h_k) = -\sum_n \beta_n(h_k) \frac{1}{h_{k+1} - h_k} \int_{h_k}^{h_{k+1}} dz \int_0^T \frac{\partial \theta^n}{\partial z} \frac{\partial \psi^n}{\partial z} dt.$$

Оценивается данное равенство с использованием неравенства Коши

$$[\lambda_{n+1}(h_k) - \lambda_0(h_k)] \leq \sum_n \beta_n(h_k) \frac{1}{h_{k+1} - h_k} \int_0^T \left(\int_{h_k}^{h_{k+1}} \lambda_n \left(\frac{\partial \theta^n}{\partial z} \right)^2 dz \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int_{h_k}^{h_{k+1}} \lambda_n \left(\frac{\partial \psi^n}{\partial z} \right)^2 dz \right)^{\frac{1}{2}} dt \frac{1}{\lambda_n(h_k)}.$$

Еще раз применяем неравенство Коши по переменной t . Тогда

$$[\lambda_{n+1}(h_k) - \lambda_0(h_k)] \leq$$

$$\leq \sum_n \beta_n(h_k) \frac{1}{h_{k+1} - h_k} \left(\int_0^T \int_{h_k}^{h_{k+1}} \lambda_n \left(\frac{\partial \theta^n}{\partial z} \right)^2 dz dt \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int_0^T \int_{h_k}^{h_{k+1}} \lambda_n \left(\frac{\partial \psi^n}{\partial z} \right)^2 dz dt \right)^{\frac{1}{2}} \frac{1}{\lambda_n(h_k)} \quad (13)$$

Из леммы 1 следует $\int_0^T \int_0^H \lambda_n \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)^2 dz dt \leq C_1$, отсюда в частности

$$\int_0^T \int_{h_k}^{h_{k+1}} \lambda_n \left(\frac{\partial \theta^n}{\partial z} \right)^2 dz dt \leq C_1.$$

Аналогично из леммы 2 следует неравенство $\int_0^T \int_{h_k}^{h_{k+1}} \lambda_n \left(\frac{\partial \psi^n}{\partial z} \right)^2 dz dt \leq C_2$.

С учетом этих неравенств соотношение (13) приводится к следующему виду $C_3 = \sqrt{C_1 C_2}$

$$[\lambda_{n+1}(h_k) - \lambda_0(h_k)] \leq C_3 \sum_n \beta_n(h_k) \frac{1}{h_{k+1} - h_k} \frac{1}{\lambda_n(h_k)}.$$

Пусть $\beta_n(h_k) \frac{1}{h_{k+1} - h_k} \frac{1}{\lambda_n} = \frac{\beta}{n^{\alpha_0}}$, $\alpha_0 > 1$. Тогда $[\lambda_{n+1}(h_k) - \lambda_0(h_k)] \leq C_3 \beta \sum_n \frac{1}{n^{\alpha_0}}$.

Но ряд $\sum_n \frac{1}{n^{\alpha_0}}$ сходится, поэтому $\sum_n \frac{1}{n^{\alpha_0}} \leq C_4$, тогда

$$[\lambda_{n+1}(h_k) - \lambda_0(h_k)] \leq C_5 \beta, \quad C_5 = C_4 C_3.$$

Отсюда

$$\lambda_0(h_k) - C_5 \beta \leq \lambda_{n+1}(h_k) \leq \lambda_0(h_k) + C_5 \beta, \quad k = 1, 2$$

Малую величину β подбираем так, чтобы имело место неравенство

$$\lambda_0(h_k) - C_5 \beta \geq C_6 > 0.$$

Тогда $C_5 \beta \leq \lambda_0(h_k)$, $0 < C_6 \leq \lambda_{n+1}(h_k) \leq C_7 < \infty$.

Доказана

Теорема. Если $\theta_0(z) \in L_2(0, H)$, $T_b(t)$, $\theta_1(t) \in L_2(0, T)$, то существует достаточно малое число β такое, что из (11) следует неравенство $0 < C_6 \leq \lambda_{n+1}(h_k) \leq C_7 < \infty$.

- 1 Kersten M.S. The thermal conductivity of soils. Proceedings. 2-nd Intern. confer. on soil mechanics a. foundation engineering, v. 3. Rotterdam, 1948.
- 2 Kersten M.S. Thermal properties of soils. Frost Action in soils. A Symposium. Highway Research Board Special Report 2, Minneapolis, 1949.
- 3 Чудновский А.Ф. Теплообмен в дисперсных средах. – М. Гостехиздат, 1954, 444 с.
- 4 Мартынов Г.А. Тепло - и влагоперенос в промерзающих и оттаивающих грунтах. Основы геокриологии (мерзлотоведения). – М.: 1959, под. ред. Н.А. Цытович. гл. VI стр. 153-192.
- 5 Чудновский А.Ф. Физика теплообмена в почве. М., Гостехиздат, 1948.
- 6 Алифанов О.М. Обратные задачи теплообмена - Москва, машиностроение, 1988, 280 с.
- 7 Кабанихин С.И., Бектемесов М.А., Нурсейтова А.Т. Итерационные методы решения обратных и некорректных задач с данными на части границы - Алматы-Новосибирск, 2006, 426 с.
- 8 Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. - Новосибирск, 2009, 457 с.
- 9 Кабанихин С.И., Искаков К.Т. Обратные и некорректные задачи для гиперболических уравнений - Алматы, 2007, 331 с.

- 10 Атанбаев С.А., Кожобекова П.А. Расчет теплового состояния почв и грунтов по данным нестационарного теплофизического эксперимента// ДАН НАН РК, 2008, №4, ст. 36-39.
- 11 Рысбайулы Б., Адамов А.А. Сходимость приближенного метода расчета замерзания грунтов земного полотна // Вестник НАН РК. 2005. - №4, с. 54-57.
- 12 Адамов А.А. Сходимость приближенного метода обобщенной задачи Стефана // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. 2005. - №2, с. 65-68.
- 13 Жумагулов Б.Т., Рысбайулы Б., Адамов А.А. Сходимость разностной схемы для обобщенной задачи Стефана конвективного распространения влаги // Вестник НАН РК. 2007. - №5. - С. 30-41.
- 14 Рысбайулы Б. Идентификация коэффициента теплопроводности распространения тепла в неоднородной среде// Вестник КБТУ, 2008, №1, ст. 62-65.

УДК 539.3

Г.Е. Берикханова, А.А. Аниязов

ВЫЧИСЛЕНИЕ РЕЗОЛЬВЕНТЫ БИГАРМОНИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА В ШАРЕ

(г. Семей, Семипалатинский государственный педагогический институт)

В данной работе дано полное описание корректно разрешимых краевых задач для бигармонических операторов в шаре. Затем выписаны их конечномерные возмущения, которые также корректно разрешимы. Приведен пример корректной разрешимости краевых задач бигармонического оператора. Приведены формулы резольвенты бигармонического оператора. Дан алгоритм получения резольвенты.

In this work we give a complete description of the well-posed solvability of boundary problems for biharmonic operators in a sphere. Then written out their finite perturbations, which also well-posed solved. An example of well-posed solvability of boundary value problems of biharmonic operator. Formulas are given the resolvent of the biharmonic operators. The algorithm of obtaining the resolvent.

Рассматривается решение следующего бигармонического уравнения

$$\Delta^2 W(x, y) = f(x, y), \quad (x, y) \in \Omega, \quad (1)$$

с граничными условиями

$$\begin{cases} W(x, y)|_{\partial\Omega} = h(x, y)|_{\partial\Omega}, \\ \left. \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} W(x, y) \right|_{\partial\Omega} = \left. \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} h(x, y) \right|_{\partial\Omega}, \end{cases} \quad (2)$$

где $h(x, y)$ - произвольная достаточно гладкая функция и

$$W(x, y) = \iint_{\Omega} G(x, y, \xi, \eta) f(\xi, \eta) d\xi d\eta + h(x, y) - I(x, y), \quad (3)$$

Функция

$$\begin{aligned} I(x, y) = h(x, y) + \int_{\partial\Omega} \left[\frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} h(\xi, \eta) \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) - \right. \\ \left. - h(\xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \right] ds_{\xi, \eta} \end{aligned} \quad (4)$$

является его решением.

Теперь покажем как можно получить новые граничные корректно разрешимые задачи для бигармонического уравнения в шаре.

Для этого достаточно, чтобы функция $h(x, y)$ непрерывным образом зависела от функции $f(x, y)$, то есть пусть существует непрерывный оператор L , отображающий $f(x, y)$ в $h(x, y)$. Напомним $h(x, y)$ - гладкая функция области Ω . Итак, пусть $h = L(f)$.

Тогда задача (1)-(2) примет вид

$$\Delta^2 W(x, y) = f(x, y), \quad (x, y) \in \Omega, \quad (5)$$

$$\begin{cases} W(x, y)|_{\partial\Omega} - L(\Delta^2 W)|_{\partial\Omega} = 0, \\ \left. \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} W(x, y) \right|_{\partial\Omega} - \left. \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L(\Delta^2 W) \right|_{\partial\Omega} = 0, \end{cases} \quad (6)$$

Условия (6) накладываемые на функцию $W(x, y)$, можно интерпретировать как дополнительные условия для того, чтобы уравнение (5) при любой правой части $f(x, y)$ имела единственное решение. Таким образом, задача (5)-(6) представляет корректную всюду разрешимую задачу с новыми «краевыми» условиями вида (6). Слово «краевые» пишем в кавычках из-за того, что в общем случае, эти условия не являются граничными.

Итак, справедлива следующая теорема

Теорема 1. Для любого непрерывного оператора L отображающего пространство $\{f\}$ в множество гладких функции $\{h\}$ задачи (5)-(6) имеет единственное устойчивое решение при всех допустимых правых частях f .

Также справедливо обратное утверждение.

Теорема 2. Если уравнение (5) при всех допустимых правых частях f с некоторыми дополнительными условиями имеет единственное устойчивое решение, то найдется непрерывный оператор L , отображающий пространство $\{f\}$ в множество гладких функции $\{h\}$, такой что дополнительные условия примут вид (6).

Теперь уточним возможность выбора граничного оператора L . На самом деле, для записи дополнительных условия (6) нам нет необходимости знать значения $(Lf)(x, y)$ во внутренних точках (x, y) из Ω . Достаточно знание информации о следах

$(Lf)(x, y)$ и $\frac{\partial}{\partial n_{x,y}}(Lf)(x, y)$ на границе $\partial\Omega$.

Пример. Пусть оператор L имеет интегральный вид

$$(Lf)(x, y) = \int_{\Omega} K(x, y, t, s) f(t, s) dt ds,$$

где $K(x, y, t, s)$ - достаточно гладкое по (x, y) ядро интегрального оператора. Тогда дополнительные условия (6) примут вид

$$\begin{cases} W(x, y)|_{\partial\Omega} - \int_{\Omega} K(x, y, t, s) \Delta^2 W(t, s) dt ds|_{\partial\Omega} = 0 \\ \left. \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} W(x, y) \right|_{\partial\Omega} - \int_{\Omega} \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} K(x, y, t, s) \Delta^2 W(t, s) dt ds|_{\partial\Omega} = 0 \end{cases}$$

В дальнейшем нам удобно вместо $L(f)$ писать $(Lf)(x, y)$ и считать L - линейным оператором. Оператор, соответствующий задаче (5)-(6) обозначим через A_L . Тогда A_0 соответствует задаче Дирихле из теоремы 1 [1]. В следующей теореме дано представление резольвенты оператора A_L .

Теорема 3. Если L - линейный непрерывный оператор из теоремы 1 и 2, то резольвента оператора A_L имеет вид

$$\begin{aligned} (A_L - \lambda I)^{-1} f(x, y) = & (A_0 - \lambda I)^{-1} f(x, y) - \\ & - \int_{\partial\Omega} \left\{ \left(A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \right) \left(\frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} L A_0 (A_0 - \lambda I)^{-1} f(\xi, \eta) \right) - \right. \\ & \left. - \left(A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \right) \left(L A_0 (A_0 - \lambda I)^{-1} f(\xi, \eta) \right) \right\} ds_{\xi, \eta} \end{aligned}$$

Согласно теореме 3 для вычисления резольвенты на произвольном элементе f достаточно уметь вычислять значения резольвенты на конкретных функциях

$\Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta)$ и $\frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta)$ при $(\xi, \eta) \in \partial\Omega$.

Доказательство. Удобно ввести следующие обозначения

$$\begin{aligned} u(x, y) &= (A_0 - \lambda I)^{-1} f(x, y), \\ v(x, y, \xi, \eta) &= A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta), \\ g(\xi, \eta) &= L A_0 (A_0 - \lambda I)^{-1} f(\xi, \eta), \\ W(x, y) &= u(x, y) - \int_{\partial\Omega} \left[v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right] ds_{\xi, \eta} \end{aligned}$$

Покажем, что $\Delta^2 W = \lambda W + f$. Действительно, рассмотрим

$$\begin{aligned} \Delta^2 W &= \Delta^2 u - \Delta^2 \int_{\partial\Omega} \left[v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right] ds_{\xi, \eta} = \\ &= \lambda u + f - \int_{\partial\Omega} \left[\Delta^2 v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta^2 v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right] ds_{\xi, \eta} \end{aligned}$$

Поскольку $A_L p(x, y) = \Delta^2 p(x, y)$ при $p \in D(A_L)$, то

$$\begin{aligned} \Delta^2 A_L (A_L - \lambda I)^{-1} &= \Delta^2 \left(I + \lambda (A_L - \lambda I)^{-1} \right) = \\ &= \Delta^2 + \lambda \Delta^2 (A_L - \lambda I)^{-1} = \Delta^2 + \lambda A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \end{aligned}$$

Вспоминая также, что $\Delta_{x, y}^2 \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) = 0$, $(x, y) \in \Omega$ можем записать соотношение

$$\begin{aligned} \Delta^2 W &= \lambda u + f - \lambda \int_{\partial\Omega} \left[v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right] ds_{\xi, \eta} = \\ &= \lambda W + f \end{aligned}$$

Таким образом, функция W удовлетворяет требуемому дифференциальному соотношению $\Delta W = \lambda W + f$. Остается проверить граничные условия вида (6). Для этого рассмотрим разность

$$\begin{aligned}
& \left[W - L\Delta^2 W \right]_{\partial\Omega} = \\
& = \left[u - \int_{\partial\Omega} \left(v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} - \right. \\
& \left. - L(\lambda W + f) \right]_{\partial\Omega} = - \left[\int_{\partial\Omega} \left(A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \right. \right. \\
& \left. \left. - A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} \right]_{\partial\Omega} - L(\lambda u + f)_{\partial\Omega} + \\
& + \left(\lambda L \int_{\partial\Omega} \left(v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} \right)_{\partial\Omega} = \\
& = - \left(\int_{\partial\Omega} \left(\Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} \right)_{\partial\Omega} - \\
& - \left[\lambda \int_{\partial\Omega} \left((A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \right. \right. \\
& \left. \left. - (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} \right]_{\partial\Omega} - L(\lambda u + f)_{\partial\Omega} + \\
& + \left(\lambda L \int_{\partial\Omega} \left(v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} \right)_{\partial\Omega}
\end{aligned}$$

Вспоминая свойства функция Грина [2], последнее соотношение запишем в виде

$$\begin{aligned}
& \left[W - L\Delta^2 W \right]_{\partial\Omega} = g(\xi, \eta)_{\partial\Omega} - \\
& - \left[\lambda \int_{\partial\Omega} \left((A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \right. \right. \\
& \left. \left. - (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} \right]_{\partial\Omega} - L(\lambda u + f)_{\partial\Omega} + \\
& + \left(\lambda L \int_{\partial\Omega} \left(v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} \right)_{\partial\Omega}
\end{aligned}$$

Заметим, что $g(\xi, \eta)_{\partial\Omega} = L(\lambda u + f)_{\partial\Omega}$, так как

$$\lambda u + f = \lambda (A_0 - \lambda I)^{-1} f + f = A_0 (A_0 - \lambda I)^{-1} f$$

С другой стороны, функции

$$(A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta), \quad (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \in D(A_L) \quad \text{и} \quad \text{поэтому}$$

удовлетворяют соответствующим краевым условиям

$$\begin{aligned}
& (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta)_{\partial\Omega} = L A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta)_{\partial\Omega} \\
& (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta)_{\partial\Omega} = L A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta)_{\partial\Omega}
\end{aligned}$$

Поэтому

$$\lambda \int_{\partial\Omega} (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi,\eta} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} g(\xi, \eta) ds_{\xi,\eta} \Big|_{\partial\Omega} = L \left(\lambda \int_{\partial\Omega} v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} g(\xi, \eta) ds_{\xi,\eta} \right) \Big|_{\partial\Omega}$$

$$\lambda \int_{\partial\Omega} (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} \Delta_{\xi,\eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) ds_{\xi,\eta} \Big|_{\partial\Omega} = L \left(\lambda \int_{\partial\Omega} \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) ds_{\xi,\eta} \right) \Big|_{\partial\Omega}$$

поскольку L - линейный оператор.

Следовательно, выполняется одно из краевых условий (6) $[W - L\Delta^2 W] \Big|_{\partial\Omega} = 0$

Теперь проверим, выполнение второго из краевых условия (6). Для этого рассмотрим разность

$$\begin{aligned} & \left[\frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} W(x, y) - \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} L(\Delta^2 W) \right] \Big|_{\partial\Omega} = \left[\frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} u - \right. \\ & - \int_{\partial\Omega} \left(\frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial^2}{\partial \bar{n}_{x,y} \partial \bar{n}_{\xi,\eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi,\eta} - \\ & \left. - \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} L(\lambda W + f) \right] \Big|_{\partial\Omega} \\ & = - \left[\int_{\partial\Omega} \left(\frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi,\eta} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} g(\xi, \eta) - \right. \right. \\ & \left. - \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} \Delta_{\xi,\eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi,\eta} \Big|_{\partial\Omega} - \\ & \left. - \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} L(\lambda u + f) \right] \Big|_{\partial\Omega} + \\ & + \left(\lambda \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} L \int_{\partial\Omega} \left(v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi,\eta} \right) \Big|_{\partial\Omega} = \\ & = - \left(\int_{\partial\Omega} \left(\Delta_{\xi,\eta} \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} g(\xi, \eta) - \right. \right. \\ & \left. - \frac{\partial^2}{\partial \bar{n}_{x,y} \partial \bar{n}_{\xi,\eta}} \Delta_{\xi,\eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi,\eta} \Big|_{\partial\Omega} - \\ & - \left[\lambda \int_{\partial\Omega} \left(\frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi,\eta} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} g(\xi, \eta) - \right. \right. \\ & \left. - \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} \Delta_{\xi,\eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi,\eta} \Big|_{\partial\Omega} - \\ & \left. - \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} L(\lambda u + f) \right] \Big|_{\partial\Omega} + \\ & + \left(\lambda \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{x,y}} L \int_{\partial\Omega} \left(v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial \bar{n}_{\xi,\eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi,\eta} \right) \Big|_{\partial\Omega} \end{aligned}$$

С помощью свойства функция Грина [2], последнее соотношение запишем в виде

$$\begin{aligned}
& \left[\frac{\partial}{\partial n_{x,y}} W - \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L \Delta^2 W \right] \Big|_{\partial \Omega} = \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} g(\xi, \eta) \Big|_{\partial \Omega} - \\
& - \left[\lambda \int_{\partial \Omega} \left(\frac{\partial}{\partial n_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \right. \right. \\
& \left. \left. - \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} \right] \Big|_{\partial \Omega} - \\
& - \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L(\lambda u + f) \Big|_{\partial \Omega} + \\
& + \left(\lambda \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L \int_{\partial \Omega} \left(v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) - \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) \right) ds_{\xi, \eta} \right) \Big|_{\partial \Omega}
\end{aligned}$$

Заметим, что

$$\frac{\partial}{\partial n_{x,y}} g(\xi, \eta) \Big|_{\partial \Omega} = \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L(\lambda u + f) \Big|_{\partial \Omega},$$

так как

$$\lambda u + f = \lambda (A_0 - \lambda I)^{-1} f + f = A_0 (A_0 - \lambda I)^{-1} f$$

С другой стороны, функции

$$\frac{\partial}{\partial n_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta), \quad \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \in D(A_L)$$

и поэтому удовлетворяют соответствующим краевым условиям

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \Big|_{\partial \Omega} = \\
& = \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \Big|_{\partial \Omega} \\
& \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \Big|_{\partial \Omega} = \\
& = \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L A_L (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \Big|_{\partial \Omega}
\end{aligned}$$

Поэтому

$$\begin{aligned}
& \lambda \int_{\partial \Omega} \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) ds_{\xi, \eta} \Big|_{\partial \Omega} = \\
& = \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L \left(\lambda \int_{\partial \Omega} v(x, y, \xi, \eta) \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} g(\xi, \eta) ds_{\xi, \eta} \right) \Big|_{\partial \Omega} \\
& \lambda \int_{\partial \Omega} \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} (A_L - \lambda I)^{-1} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} \Delta_{\xi, \eta} G(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) ds_{\xi, \eta} \Big|_{\partial \Omega} = \\
& = \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L \left(\lambda \int_{\partial \Omega} \frac{\partial}{\partial n_{\xi, \eta}} v(x, y, \xi, \eta) g(\xi, \eta) ds_{\xi, \eta} \right) \Big|_{\partial \Omega}
\end{aligned}$$

поскольку L - линейный оператор.

Следовательно, выполняется одно из краевых условий (6)

$$\left[\frac{\partial}{\partial n_{x,y}} W(x,y) - \frac{\partial}{\partial n_{x,y}} L(\Delta^2 W) \right]_{\partial\Omega} = 0$$

Теорема 3 полностью доказана.

1. Берикханова Б.Е., Кангузин Б.Е. Резольвенты конечномерных возмущенных корректных задач для бигармонического оператора // Уфимский математический журнал. 2010. Т.2, № 1.с.17-34.
2. Кангузин Б.Е., Кошанов Б.Д. Представление и свойства функции Грина задачи Дирихле для полигармонических уравнений // Математический журнал. 2008. Т.8, № 1(27).с.50-58.

УДК 371.32:681

Е.Ы. Бидайбеков, Д.И. Абдраимов

ПЕРСПЕКТИВЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*(г. Алматы, КазНПУ имени Абая,
г. Тараз, Управление образования Жамбылской области)*

Техникалық және кәсіптік білім беру жүйесін дамыту бағыттарын талдау білім берудің тиімді механизмдерін, идеяларды ұсыну тәсілдерін және принциптерін жасаудан тұратын оның мағыналы мазмұнын жаңарту кезеңдерін көрсетеді. Осыған байланысты ақпараттандыру адам мен жалпы қоғамның қызығушылықтары туралы білімін, ақпаратты пайдалану мен өндірістің өрістеуін ұсынады. Сондықтан техникалық және кәсіптік білім беру жүйесін ақпараттандыру жалпы қоғамдағы жеке тұлғаны дамыту бағытын қарастырады. Және де, білімді ақпараттандыру екі стратегиялық мақсатқа жетуді қамтамасыз етеді. Мақалада ақпараттандыру үдерісі мен ақпараттандыру бағыттарына жауап беретін талаптар туралы сөз қозғалған.

The analysis of directions of development of system technical and vocational training shows that the essence of a present stage of updating of its maintenance appreciably consists in working out of more effective mechanisms and ways of realization of ideas and formation principles, first of all, realization of processes of information. Thus normalization represents accruing manufacture and information use, first of all knowledge, in interests of the person and a society as a whole. Therefore normalization of system technical and vocational training is considered from a position of development of the person, the organizations and a society as a whole. It is important that formation normalization provides achievement of two strategic targets. These articles are considered of requirements to which process of normalization and an information direction.

В результате анализа направлений развития системы технического и профессионального образования Республики Казахстан можно утверждать, что суть нынешнего этапа обновления его содержания в значительной мере состоит в переходе от идеологии развития к технологиям развития, в разработке более эффективных механизмов и способов реализации идей и принципов образования, прежде всего, с применением информационных и телекоммуникационных технологий.

Развитию и реформированию системы технического и профессионального образования в республике уделяется все больше внимания. Это следует и из

действующего закона «Об образовании», и из «Концепции развития образования», и из большинства соответствующих документов, подготавливаемых Министерством образования и науки РК.

Очевидно, что система технического и профессионального образования должна выступать в качестве средства развития личности, организаций и общества в целом и отвечать следующим требованиям:

- способствовать самоидентификации и самореализации личности;
- создавать условия для развития универсальных способностей личности к выполнению различных видов деятельности: мышление, творчество, коммуникация, рефлексия;
- создавать поддерживающую социально–профессионально–коммуникативную среду;
- способствовать карьерному росту и профессиональной мобильности специалистов;
- стать неотъемлемой частью процессов развития организаций, наращивания человеческого капитала посредством многоуровневой, вариативной, гибкой системы образовательных программ;
- обеспечивать доступность образования.

Достижение перечисленных возможностей невозможно без реализации процессов информатизации и использования образовательных информационных ресурсов. Информатизация есть, прежде всего, социокультурный и социотехнический процесс, который не сводится к одной лишь технологии или технике, к каким бы высоким уровням они не принадлежали. Опираясь на новейшую информационную технологию, *информатизация представляет собой экспоненциально нарастающее производство и использование информации, прежде всего знаний, в интересах человека и общества в целом.* Она надстраивается над технологическим базисом и, охватывая сферу экономики, политики, культуры, быта и индивидуальной жизни, ведет к глубоким структурным, социально–культурным и духовно–культурным преобразованиям. Ее центральной ролью становятся производство, распространение и преобразование общедоступной информации [1].

В целом информатизация представляет собой глобальный процесс производства и повсеместного использования информации как общественного ресурса, базирующегося на массовом внедрении методов и средств сбора, обработки, передачи и хранения информации (рисунок 1) и обуславливающего глубокие изменения прогрессивного характера в социально–экономических, политических и социокультурных структурах общества, существенно влияющий на уровень и качество жизни населения [2].

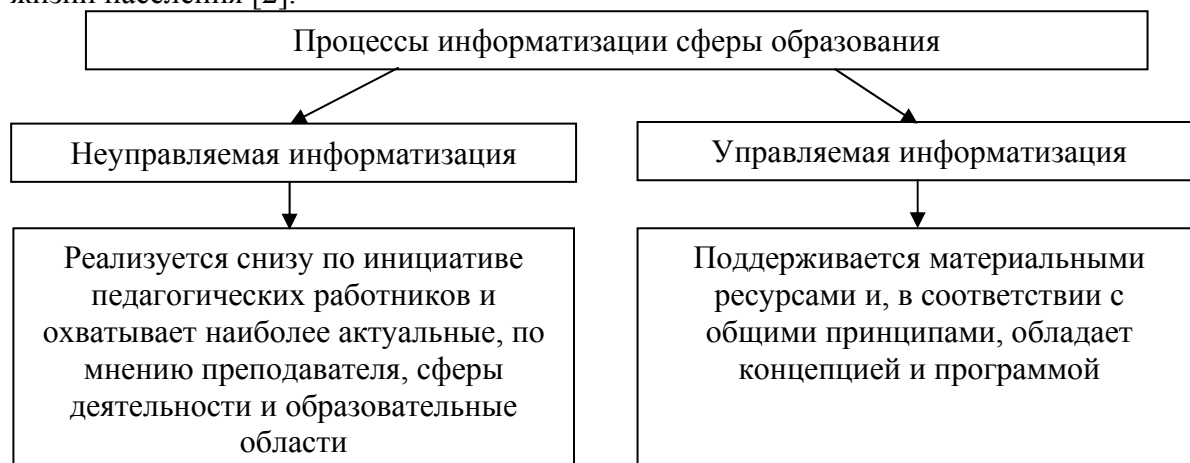


Рисунок 1 - Направления информатизации сферы образования

Информатизация имеет вполне определенную связь с современной экономикой. Основа информационной экономики – знания или интеллектуально–информационный ресурс. Знания имеют неоспоримые преимущества по сравнению с материальными ресурсами – фундаментом предыдущих этапов развития общества. Материальные ресурсы жестко подчиняются законам сохранения. Социально–экономическая структура общества, базирующаяся на информационной экономике, уже по своей сущности избегает большинства социально–экономических и экологических проблем и в потенциале предполагает экспоненциальное развитие общества по основным его параметрам по принципу «знания порождают знания».

В нынешнем этапе развития Казахстана изменились способы получения новых знаний. Это не только работа с книгой, но и овладение информационными и телекоммуникационными технологиями. В настоящее время в республике практически невозможно найти предприятие или учебное заведение, не оснащенное компьютерами или компьютерными сетями.

«Информатизация – объективный исторический процесс развития общества. Письменность, почта, телефон, радио, телевидение – это вехи или этапы на пути ее развития, обусловленные потребностями и возможностями общества. Новые возможности, новые потребности, следовательно и новый этап в развитии информатизации переживают высокоразвитые общества современности» [3]. «Сущность процесса информатизации, – пишет Г.Г. Воробьев, размышляя об информационной культуре современного человека, – обеспечение возможности иметь достоверную, полную, своевременную и в нужной форме информацию, необходимую человеку во всех видах его деятельности и быта» [3].

Переход современного общества к информационной эпохе своего развития выдвигает в качестве одной из основных задач, стоящих перед системой образования, задачу формирования основ информационной культуры будущего специалиста. Потребность общества в квалифицированных специалистах, владеющих арсеналом средств и методов информатизации, превращается в ведущий фактор образовательной политики.

Проведенный в ходе настоящего исследования анализ точек зрения Ю.С. Брановского, Б.С. Гершунского, А.П. Ершова, Э.И. Кузнецова, В.С. Леднева, А.А. Кузнецова, С.А. Бешенкова, Н.В. Макаровой, В.М. Монахова, Ю.А. Первина, Н.В. Ходяковой и других ученых на смысл, вкладываемый в понятие информационной культуры, позволяет утверждать что *информационная культура* члена современного информационного общества может быть представлена как относительно целостная подсистема профессиональной и общей культуры человека, связанная с ними едиными категориями (культура мышления, поведения, общения и деятельности) и состоящая из нескольких взаимосвязанных структурных элементов, сущность которых отражена в таблице 1.

Как следует из таблицы в понятие информационной культуры можно вкладывать различный смысл: оно может трактоваться как через умение использовать в деятельности информационный подход и способность эффективно сотрудничать и обмениваться информацией, так и через умение прогнозировать и контролировать последствия компьютеризации [4].

Академик Ю.Л. Ершов отмечает: «Перед современным человеком стоит задача организации своей жизнедеятельности в условиях, когда созданы компьютеры пятого поколения. Они играют теперь роль сотрудника, совместно выполняющего более или менее сложную интеллектуальную работу. Это сопровождается новым отношением к технике. Создаются условия, в которых возникают связи человека и технического устройства, напоминающие партнеров. Формирование подобного отношения между

человеком и машиной должно стать предметом изучения специалистами не только в области информатики, но и философами, которые должны рассмотреть достаточно противоречивую ситуацию» [5].

Таблица 1 - Компоненты информационной культуры члена информационного общества

Компоненты информационной культуры	
Название	Сущность
Аксиологический	Принятие на личностном уровне гуманистической ценности информационной деятельности человека
Коммуникативно–этический	Культура общения и сотрудничества в области информационных контактов, использование возможностей компьютерных коммуникаций для межличностного и коллективного взаимодействия, нравственное поведение в сфере информационных отношений
Познавательный–интеллектуальный	Компетентность и свободная ориентация в сфере информационных технологий, гибкость и адаптивность мышления
Прогностический	Предвидение возможных последствий информационной деятельности, профессионально–социальная адаптация в постоянно обновляющихся информационных условиях
Прикладной	Использование информационно–технологических возможностей для наиболее эффективного решения профессиональных задач
Правовой	Знание и выполнение основных правовых норм регулирования информационных отношений, осознание ответственности за действия, совершаемые с помощью компьютера
Эргономический	Реализация в информационно–профессиональной деятельности принципов научной организации труда, безопасности для здоровья, физиологичности и комфортности

Именно поэтому перед системой технического и профессионального образования сегодня встает новая глобальная проблема – своевременно подготовить людей к новым условиям жизни и профессиональной деятельности в высокоавтоматизированной информационной среде общества, научить их самостоятельно действовать в этой среде, эффективно использовать ее возможности и защищаться от негативных последствий.

Тенденцией современного этапа информатизации образования является всеобщее стремление к выработке единых педагогических подходов к разработке и использованию различных информационных источников, как правило, относимых к понятию образовательных информационных ресурсов, таких как электронные справочники, энциклопедии, обучающие программы, средства автоматизированного контроля знаний обучаемых, компьютерные учебники, тренажеры и другие [6]. Попытки обеспечения подобного единообразия явно просматриваются и в стремлении к учету и объединению разрозненных информационных источников в специализированные каталоги (Интернет–порталы) для более эффективного дальнейшего использования в системе образования. В то же время разработка, каталогизация, экспертиза и использование всех, без исключения, информационных источников должны осуществляться в строгом соответствии с системой требований, порождаемой потребностями современной системы образования.

Из вышесказанного следует, что комплексное использование возможностей средств информационных и телекоммуникационных технологий в системе технического и профессионального образования, приводящее к реальному повышению

эффективности обучения, может быть достигнуто за счет разработки, каталогизации и использования многофункциональных образовательных информационных ресурсов, соответствующих насущным потребностям учебного процесса, особенностям содержания, методов и форм обучения.

Кроме этого, важно отметить, что в современной психологии отмечается значительное положительное влияние использования информационных ресурсов в обучении на развитие у учащихся творческого, теоретического мышления, а также формирование, так называемого, операционного мышления, направленного на выбор оптимальных решений. В ряде психологических исследований указывается на создание возможностей эффективного формирования у учащихся модульно–рефлексивного стиля мышления при использовании образовательных информационных ресурсов в учебном процессе.

В связи с этим в Жамбылской области на базе Жамбылского политехнического колледжа на протяжении нескольких последних лет проводятся научные исследования, нацеленные на определение педагогических условий создания и использования образовательных информационных ресурсов для повышения эффективности среднего профессионального образования за счет формирования системы требований качества таких ресурсов, выявления факторов готовности педагогов и обучаемых к применению информационных ресурсов, разработки технологий создания и методов использования средств информатизации в разных формах профессионального образования.

В ходе проводимого исследования

- выявлены преимущества использования информационных технологий в повышении эффективности подготовки специалистов, проанализирован существующий опыт формирования образовательных информационных ресурсов, их видовой состав и возможные направления их использования в системе среднего профессионального образования;
- определены подходы к проектированию и разработке информационных ресурсов, ориентированных на информатизацию средних профессиональных учебных заведений и базирующихся на современных телекоммуникационных и мультимедиа технологиях;
- проводятся работы по формированию единого комплекса требований, предъявляемых к качеству образовательных информационных ресурсов для системы среднего профессионального образования, на его основе разрабатывается методология оценки эффективности информационных ресурсов, используемых при подготовке специалистов;
- определены возможности и методы внедрения дистанционных форм обучения в профессиональное образование, разработаны подходы к созданию и применению информационных ресурсов для дистанционного обучения.

Решение этих и других актуальных задач, характерных республиканской системе технического и профессионального образования, сопровождается выявлением педагогических условий готовности преподавателей и учащихся профессиональных школ, лицеев и колледжей к эффективному использованию образовательных информационных ресурсов, разработкой методологии информатизации среднего профессионального образования на основе использования образовательных информационных ресурсов, удовлетворяющих сформированному комплексу требований качества.

Опыт работы свидетельствует, что республиканская система среднего профессионального образования в настоящее время испытывает существенную *потребность в качественных информационных ресурсах*, которые на практике позволили бы:

- организовать разнообразные формы деятельности обучаемых по самостоятельному извлечению и представлению знаний;
- применять весь спектр возможностей современных информационных и телекоммуникационных технологий в процессе выполнения разнообразных видов учебной деятельности, в том числе, таких как регистрация, сбор, хранение, обработка информации, интерактивный диалог, моделирование объектов, явлений, процессов, функционирование виртуальных лабораторий и др.;
- привнести в учебный процесс профессиональных школ, лицеев и колледжей наряду с ассоциативной прямую информацию за счет использования возможностей технологий мультимедиа, виртуальной реальности, гипертекстовых и гипермедиа систем;
- объективно диагностировать и оценивать интеллектуальные возможности обучаемых, а также уровень их знаний, умений, навыков, уровень подготовки к конкретному занятию по дисциплинам общеобразовательной и профессиональной подготовки, соизмерять результаты усвоения материала в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования РК;
- управлять учебной деятельностью обучаемых адекватно интеллектуальному уровню конкретного учащегося, уровню его знаний, умений, навыков, особенностям его мотивации с учетом реализуемых методов и используемых средств обучения;
- создавать условия для осуществления индивидуальной самостоятельной учебной деятельности обучаемых, формировать навыки самообучения, саморазвития, самосовершенствования, самообразования, самореализации;
- оперативно обеспечить педагогов, обучаемых и родителей актуальной своевременной информацией, соответствующей целям и содержанию профессионального образования;
- создать основу для постоянного и оперативного общения педагогов, обучаемых и родителей, нацеленного на повышение эффективности профессиональной подготовки.

Понятно, что на разработку, экспертизу, содержание и специфику функционирования описываемых образовательных информационных ресурсов накладывают существенные ограничения особенности подготовки специалистов в системе технического и профессионального образования.

Основной целью функционирования системы технического и профессионального образования является подготовка высококвалифицированных специалистов, владеющих знаниями в необходимых отраслях науки, техники, экономики и производства. При этом качество образования выпускника должно соответствовать требованиям образовательного стандарта РК и отражать достигнутую в обучении степень мастерства владения профессиональной деятельностью.

Образовательный стандарт включает в себя требования к подготовке выпускников при соответствующих этим требованиям содержанию, методах, средствах обучения и контроля. Разработка и практическое применение образовательных информационных ресурсов в системе технического и профессионального образования способствует более глубокому соответствию уровня подготовленности обучаемых требованиям государственного стандарта. На основании этих требований, а также с учетом возможного использования таких ресурсов разрабатываются учебные планы, программы, методики проведения различных занятий по всем дисциплинам, изучаемым в профессиональных школах, лицеях и колледжах.

Важной задачей работы с учащимися является их подготовка к самостоятельной познавательной деятельности. Часть этой задачи состоит не только в особой организации процесса усвоения обучаемыми того или иного объема информации, но и в развитии их умений ориентироваться в потоке информации, находить, анализировать, воспринимать и передавать нужную информацию. Данные умения носят общий характер и их необходимо развивать средствами всех учебных курсов. Степень усвоения этих умений определяет и качество усвоения учебной программы в системе среднего профессионального образования.

Наиболее важным аспектом при работе с обучаемыми в профессиональных школах, лицеях и колледжах при оперировании информационными потоками являются вопросы формирования познавательной деятельности обучаемых. В организации учебного процесса следует говорить не о механическом переносе информации, а о специфике ее передачи, хранения, переработки, обогащения и использования.

Не следует забывать, что информация является одним из факторов управления педагогической системой, поскольку управление любой динамической системой осуществляется на основе анализа и процесса преобразования информации. Учебный процесс в профессиональном учебном заведении является не механической, а мыслительной системой. Усвоение и переработка информации учащимися связаны с ее осмысливанием на основе обобщений, абстракций, включения в предыдущие знания и опыт.

Другой бесспорной тенденцией современного этапа информатизации образования является всеобщее *стремление к интеграции* различных средств информатизации, задействованных в учебном процессе, таких как электронные справочники, энциклопедии, обучающие программы, средства автоматизированного контроля знаний обучаемых, компьютерные учебники и тренажеры в единые программно-методические комплексы, рассматриваемые как образовательные электронные издания и ресурсы. В данном случае интеграция подразумевает как физическое объединение различных средств информатизации в одно издание, так и подход, согласно которого различные средства информатизации рассматриваются в качестве образовательного электронного издания, а сам этот термин носит собирательный характер.

Информатизация имеет прямое отношение к проблеме занятости населения. При этом общее направление технологического развития, как отмечают зарубежные специалисты, ведет не к сокращению рабочих мест, а к их *переквалификации*, поскольку спрос на работников интеллектуального труда постоянно возрастает.

Насущной практической потребностью информатизации образования становится организация системы открытого образования.

Мотивы, требующие создания и внедрения системы открытого образования, характеризуются рядом причин, основными из которых являются следующие:

- переход от индустриального к информационному обществу;
- изменение рынка труда;
- постоянно растущая потребность в специалистах с высшим образованием;
- невозможность удовлетворять эти потребности традиционными методами обучения;
- нарастающие темпы научного и технического прогресса;
- интенсификация информационных процессов;
- необходимость экономического роста, управляемого образованием;
- рост потребности жизнеобеспечения, конкурентоспособности в условиях информационной цивилизации;
- развитие форм и методов образования сейчас и в будущем;

- необходимость превращения образования в доходную отрасль экономики в условиях рыночных отношений [7].

Специалисты в области открытого образования отмечают, что оно сможет реализовать свой потенциал и радикально изменить процесс поставки знаний только в том случае, если оно будет:

- обеспечивать три основных режима обучения: асинхронную групповую работу, синхронную групповую работу, самостоятельное обучение в темпе, определяемом пользователем, в единой обучающей среде;
- обеспечивать масштабируемые управленческие и административные инструменты: создание и управление не только отдельными курсами, но и группами курсов, зачисление и регистрация, сохранение данных, планирование;
- поддерживать открытые стандарты таким образом, чтобы вся деятельность по созданию курсов, преподаванию, бизнес–управлению и администрированию могла быть разделена между бизнес–партнерами, поставляющими контент курсов, их настройку, инфраструктуру для размещения, другие услуги, обеспечивающие их мобильность [7].

Таким образом, возникает новая задача организации и управления услугами с соответствующими качественными показателями, поскольку качество образовательной услуги будет определяться не только работой телекоммуникационных компаний, но и работой профессионалов–преподавателей.

Сегодня можно говорить о *четвертом – интегрирующем этапе* развития дистанционного образования, основанном на комплексной – виртуально–тренинговой технологии обучения с применением всех известных форм дистанционного образования. Его основу составляют развивающиеся средства доставки информации благодаря реальному комплексному внедрению современных коммуникационных систем (интеграции радио, телефона, компьютерных сетей, спутниковой и кабельной видеосвязи), которые позволяют максимально быстро передать любые формы информации в любую точку земного шара.

Для оправданного и эффективного использования информационных и телекоммуникационных технологий преподавателям профессиональных школ, лицеев и колледжей необходимо знать основные положительные и отрицательные аспекты информатизации обучения, использования электронных изданий и ресурсов. Очевидно, что знание таких аспектов поможет учителям и преподавателям использовать информатизацию там, где она влечет за собой наибольшие преимущества и минимизировать возможные негативные моменты, связанные с работой обучаемых с современными средствами информатизации. Применение средств информатизации в обучении по принципу «чем больше, тем лучше» не может привести к реальному повышению эффективности системы технического и профессионального образования. В использовании образовательных электронных изданий и ресурсов необходим взвешенный и четко аргументированный подход.

Информатизация образования, аксиоматически следующая за информатизацией общества, требует не только распределения и закрепления между учреждениями системы технического и профессионального образования разных функций, но и установления долгосрочного сотрудничества с образовательными партнерами как в государственном секторе, так и в гражданском обществе и предпринимательстве, поскольку ведущей тенденцией в контексте современных проблем образования становится его необходимость в течение всей жизни людей.

Важно донести до преподавателей профессиональных школ, лицеев и колледжей, что информатизация образования обеспечивает достижение двух стратегических целей. Первая из них заключается в повышении эффективности всех видов образовательной

деятельности на основе использования информационных и коммуникационных технологий. Вторая – в повышении качества подготовки специалистов с новым типом мышления, соответствующим требованиям информационного общества. С помощью методов и средств информатизации будущий специалист должен научиться получать ответы на вопросы о том, какие имеются информационные ресурсы, где они находятся, как можно получить к ним доступ и как их можно использовать в целях повышения эффективности своей профессиональной деятельности.

1. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. Формирование системы подготовки педагогов в области информатизации образования. // Сборник трудов открытой всероссийской конференции «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации». М.: АП КИТ, – 2007. С.31–33.
2. Spinner H.F. Die Informationsgesellschaft – mehr Chaos als Mythos // Technologis: Das Vorstellbaren, das Wunschnbare, das Machbare. – Weinheim; Basel, 1986. – S. 109
3. Воробьев Г.Г. Школа будущего начинается сегодня. М.: Просвещение, – 1991. 237 с
4. Grigoriev S., Grinshkun V. Informational technologies in education as separate direction of preparing a pedagogical personnel. // «Information Technologies and Telecommunications in Education and Science IT&T ES'2005» Materials of the International Scientific Conference. / SIIT&T Informika – Moscow: VIZCOM, Ege Uiversity, Izmir, Turkey – 2005, P. 98–101
5. Ершов Ю.Л. Выступление на закрытии II конгресса ЮНЕСКО «Образование и информатика» // Информатика и образование. – 1996. № 5 С. 33–34
6. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. Учебник – шаг на пути к системе обучения «Информатизации образования». // В сборнике научных трудов «Проблемы школьного учебника». / Научно–методическое издание. М.: ИСМО РАО, – 2005. С. 219–222
7. Тихомиров В.П., Зайцева Ж.Н., Гаворский Э.А. Открытое образование – объективная парадигма XXI века. – М.: Изд–во МЭСИ, 2000

ӘОЖ 378.016.026:004.031.42

Е.Ы. Бидайбеков, А.А. Абдилдаева, М.А. Нуркаманова*

ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМІНІҢ ӘДІСТЕМЕЛІК ҚҰЗЫРЛЫҒЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН МАЗМҰНЫН АНЫҚТАУ ХАҚЫНДА

*(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, * - магистрант)*

В статье рассматривается проблема определения содержания методической компетентности. Даны основные компоненты методической компетентности. Рассмотрена предметная и метапредметная как составная часть методической компетентности будущего учителя информатики. Для определения содержания методической компетентности учителя рассмотрены функциональные компоненты. Выявлены структурные и функциональные компоненты методической компетентности учителя информатики.

The article considered the problem of definition of the maintenance of methodical competence. The basic components of methodical competence are given. The subject is considered and метапредметная as component part of methodical competence of future teacher of informatics. For determination of maintenance of methodical competence of teacher functional компоненты is considered. Structural and functional components of methodical competence of the teacher of computer science are revealed.

Мұғалімге қойылатын аса маңызды кәсіби талаптардың бірі оның өз пәні мен оны оқыту әдістемесін білуі болып табылады.

Сондықтан болашақ информатика мұғалімдерін дайындауда, болашақ мұғалімнің кәсіби құзырлығының құрамдас бөлігі болып табылатын, әдістемелік құзырлықты қалыптастыруға көңіл бөлу қажет.

Осы кезде мұғалімнің әдістемелік құзырлығының құрылымы қандай, ол қандай компоненттерден тұрады деген сұрақ туындайды.

Бүгінде көптеген зерттеушілер әдістемелік құзырлықтың мәнін, түрлерін, құрылымы мен мазмұның анықтау мәселелерімен айналысуда.

Бірқатар авторлар әдістемелік құзырлықтың жеке түрлерін сипаттайды. Мысалы, Т.С. Полякова тарихи-әдістемелік құзырлық түсінігін енгізді, И.В. Дробышева математика мұғалімінің дифференциалды-әдістемелік құзырлығы түсінігінің мәнін ашты, Т.Б. Руденко бастауыш сынып мұғалімінің дидактикалық-әдістемелік құзырлығын анықтады.

«Мұғалімнің әдістемелік құзырлығы» ұғымының, және де оның жеке түрлерінің әр түрлі түсіндірмелерін саралау жұмыстары, көптеген зерттеушілер мұғалімнің әдістемелік құзырлығын тұлғаның нақты бір қасиеттерімен, мүмкіндіктерімен және осы мүмкіндіктерді кәсіби педагогикалық іс-әрекетте жүзеге асыра алуға дайындығымен, оқыту мен тәрбиелеу барысында алынған білімдердің бар болуымен байланыстыратындығын көрсетеді. Сонымен қоса, әдістемелік құзырлықтың маңызды сипаттамасы мұғалімнің нақты тәжірибесі болып табылады, өйткені мұндай тәжірибені игеру үдерісінде мұғалім өзіндік білім алады және өзіндік жетіліп, әдістемелік құзырлығының қалыптасуына қажет тұлғалық қасиеттерді дамытады.

Бірнеше ғалымдар әдістемелік құзырлық құрылымының келесі компоненттерін бөліп көрсетеді: тұлғалық (әлеуметтік-тұлғалық), іс-әрекеттік, танымдық (когнитивті) және т.б. [1,2, 3]

Әлеуметтік-тұлғалық компоненттің негізін, өзінің әдістемелік іс-әрекетінде талап етілетін және қоғаммен адекватты және белсенді өзара қарым-қатынас жасау үшін қажет, мұғалімнің тұлғалық қасиеттері құрады [1].

Іс-әрекеттік компонент жинақталған кәсіби білімдер мен іскерліктерден, оларды дер кезінде өзектілендіру және өзіндік кәсіби функцияларды жүзеге асыру үдерісінде пайдалана алу іскерліктерінен тұрады [2]. Бұл компонент педагогтың жеке стилі арқылы сипатталады [3].

Танымдық компонент бірнеше параметрлермен сипатталады [3]:

1. Мазмұндық көзқарас тұрғысынан, оқытудың мақсаттарын, қандай да бір курс программасын, сабақтағы іс-әрекетті, сонымен қоса өзінің іс-әрекетін ұйымдастырудың нақты әдістері мен тәсілдерін болашақ мұғалімдердің білуі.

2. Білім көлемі бойынша, бір әдістемелік жүйені немесе бірнеше жүйелерді меңгеру сияқты параметрлермен бағаланады.

3. Қорытындылау деңгейі бойынша жалпы және жеке білімдер қарастырылады. Жалпы білімдер педагогтың әдістемелік жүйені бүтіндей көру, анықталған принциптер арқылы сабақтар жүйесін жасау қабілеттіліктерін сипаттайды. Жеке білімдер – нақты жағдайларға бағытталған, яғни қандай да бір тақырыпты, бөлімді және т.б. қалай «ұсыну» керек екендігін білу.

4. Болжамдық көзқарас тұрғысынан, қандай да бір әдістемелік жүйені, немесе әдістемелік жұмыстың нақты бір жолдары мен тәсілдерін тиімді ендіруге мүмкіндік беретін білімдерді педагогтардың меңгеруінен тұратын білім сипаттамасы.

5. Білімді жүйелілік дәрежесі бойынша талдау әдістемелік білімдердің бір-бірімен, сонымен бірге арнайы, педагогикалық және психологиялық білімдермен қаншалықты байланысатынын анықтайды.

В.В. Дымина болса, В.А. Адольф ұсынған әдістемелік құзырлық компоненттерін және М.М. Абдуразаков, Г.М. Гаджиев бөліп көрсеткен информатика мұғалімінің

кәсіби құзырлығының компоненттерін (мотивациялық, мақсаттылық, тұлғалық, мазмұнды-операциялық) негізге ала отырып, *информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығының төрт компонентін* атап өткен [4]:

- *мотивациялық компонент* – мектептегі информатиканың үздіксіз курсының барлық сатыларында пәнді оқытуға дайындығы.

- *тұлғалық компонент* – мұғалімнің әдістемелік іс-әрекетінің мазмұнына деген қарым-қатынасы, іс-әрекет мақсаттарының маңыздылығы, өз іс-әрекетін өзіндік талдау және т.б.

- *когнитивті компонент* – информатиканы оқыту әдістемесі бойынша білімдері мен іскерліктері.

- *іс-әрекеттік компонент* – практикалық бағыты (тәжірибе), білімдер мен іскерліктерді басқа ситуацияларда пайдалану қабілеттілігі; шығармашылық пен дербестіктің іс-әрекетте көрінуімен сипатталады.

Ал М.П. Лапчик пен Н.В. Чекалева «информатика мұғалімін дайындау – кешенді көп аспектілі есеп, оны шешу педагогикалық жоғары оқу орынындағы оқыту үдерісінде әдістемелік құзырлықты қалыптастыруға бағытталған» - дей келе информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығының құрамына кіретін құзырлықтарды кесте түрінде көрсеткен [5]:

Информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығы			
Пәндік-бағдарланған құзырлық	Жалпы кәсіби құзырлық		коммуникативті іс-әрекет саласындағы құзыр; психологиялық-педагогикалық ғылым негіздері саласындағы құзыр
	Пәндік құзырлық		теориялық информатика саласындағы құзыр; техниканы меңгеру (ақпараттандырудың техникалық құралдары) саласындағы құзыр; ақпараттандырудың программалық құрал-дары саласындағы құзыр; ақпараттық технологиялар саласындағы құзыр; әлеуметтік информатика саласындағы құзыр
Кәсіби-бағдарланған құзырлық	Базалық-пәндік құзырлық Әдістемелік құзырлықтың қалыптасуының базалық деңгейі		информатиканы бастапқы мектепте оқытудың теориясы мен әдістемесі саласындағы құзыр; информатиканы негізгі мектепте оқыту-дың теориясы мен әдістемесі саласындағы құзыр
	Профильді-бағдарлан-ған құзырлық Әдістемелік құзырлықты дамытудың профильді деңгейі: пән мұғалімі және оқытушы	Информа- тиканы жоғары мектепте оқытудың теориясы мен әдісте-месі сала-сындағы құзыр	пәндік-бағдарланған информатика саласындағы құзыр; АКТ негізіндегі жаңашыл оқыту техноло-гиялары саласындағы құзыр; психологиялық-педагогикалық іс-әрекет саласындағы құзыр
	Оқу-зерттеушілік құзырлық		жаратылыстану және әлеуметтік

	Әдістемелік құзырлықты дамытудың шығармашылық деңгейі	үдеріс-терді танып білуге информатиканың әдіс-тері мен құралдарын пайдалану саласын-дағы құзыр; оқып үйренушілердің оқу-зерттеушілік іс-әрекетін ұйымдастыру саласындағы құзыр
--	---	---

Яғни, информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығының құрамдас бөліктері ретінде пәндік және пән үстілік (метапәндік) құзырлықтарды бөліп көрсеткен. Оларға мыналар сәйкес келеді [5]:

1. *Пәндік құзырлық* пәндік дайындық пәндерін меңгеру үдерісінде қалыптасады. Ол информатиканы ғылым және практикалық іс-әрекет саласы ретінде меңгеруге бағытталған. Қалыптасу деңгейі информатика мұғалімінің педагогикалық іс-әрекетінің гностикалық компонентінде: өзіндік білім алу және пәнді түбегейлі меңгеру мүмкіндіктерінде көрінеді.

2. *Жалпы кәсіби құзырлық* жалпы гуманитарлық, әлеуметтік – экономикалық және жалпы кәсіптік пәндерді меңгеру үдерісінде қалыптасады. Педагогикалық іс-әрекеттің коммуникациялық және жобалаушы компоненттерінде көрінеді.

Информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығының метапәндік құрамдас бөлігіне кәсіптік–бағдарланған құзырлықты да жатқызуға болады:

1. *Базалық-пәндік құзырлық*, «Информатиканы оқыту теориясы мен әдістемесі» (ИОТмӘ) курсын меңгеру нәтижесіндегі, сонымен қоса ИОТмӘ бойынша ғылыми және өндірістік практикаларды өту және курстық жұмыстарды орындау барысындағы, әдістемелік құзырлықтың қалыптасуының базалық деңгейіне сәйкес келеді. Қалыптасу деңгейі, АТ және информатиканың мектеп курсын оқытуға, болашақ мұғалімнің дайындығын қалыптастыруға бағдарланған, педагогикалық іс-әрекеттің гностикалық, коммуникативтік және ұйымдастырушылық компоненттерінің айқындалуында көрінеді.

2. *Профильді-бағдарланған құзырлық* жаңа педагогикалық технологиялардың негізінде жоғары мектепте АКТ және информатиканы оқытудың теориясы мен әдістемесін меңгеру үдерісіндегі және ИОТмӘ бойынша өндірістік практиканы өту барысындағы әдістемелік құзырлықтың профильды даму деңгейін бейнелейді. Педагогикалық іс-әрекеттің гностикалық, коммуникативтік және ұйымдастырушылық компоненттерін интеграциялауда көрінеді.

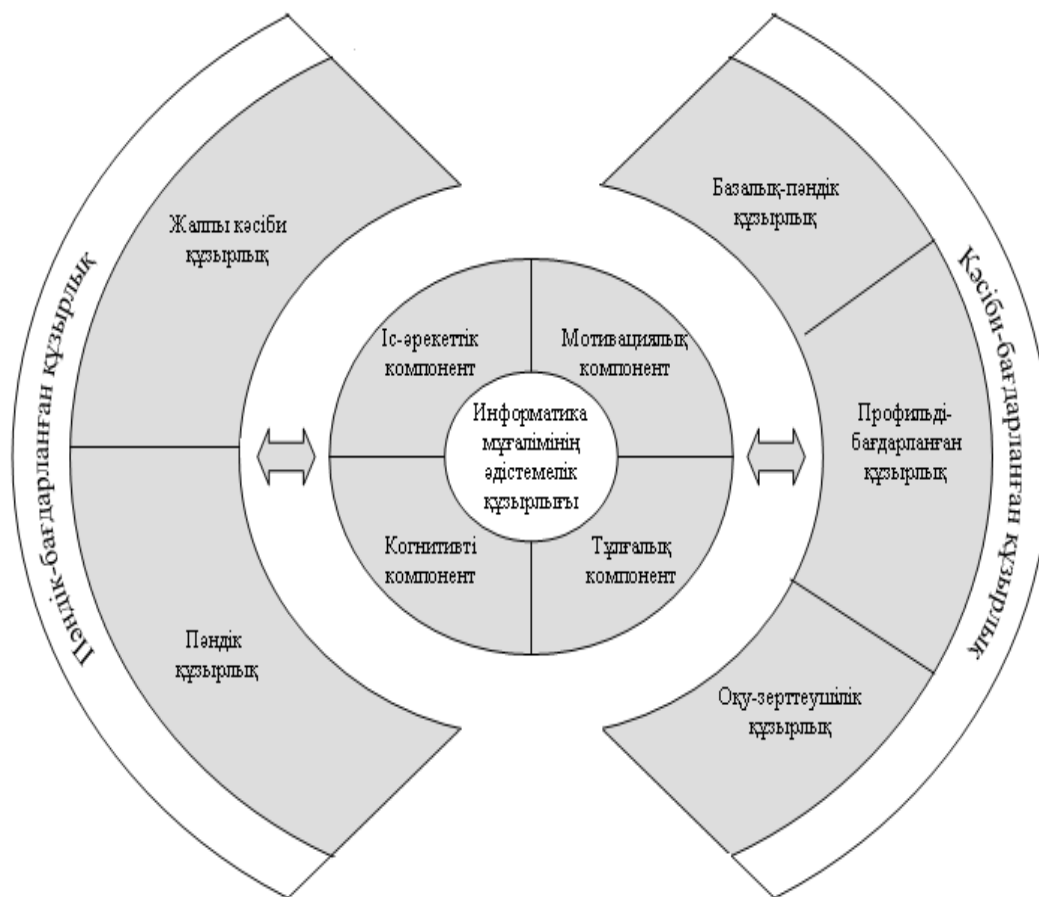
3. *Оқу-зерттеушілік құзырлық* оқып үйренушілердің АКТ және информатиканы қолдану аймағындағы оқу-зерттеушілік іс-әрекетін қарқындатуға бағытталған, педагогикалық іс-әрекеттің ұйымдастырушылық және жобалаушылық компоненттерінің айқындалуының креативтік деңгейіндегі, әдістемелік құзырлықтың дамуына сәйкес келеді.

Жоғарыда аталған информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығының компоненттерін ұштастыра келе, информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығының құрылымын 1-суреттегідей етіп көрсетуге болады.

Мұғалімнің әдістемелік құзырлығының мазмұнын толығырақ ашу үшін, оның функционалдық компоненттерін де атап өтейік. Осы компоненттер ретінде мыналарды бөліп қарастыруға болады: акмеологиялық, инновациялық, болжамдық, интегративті, ынталандырушы, басқарушы, рефлексивті [1].

Акмеологиялық функциясы мұғалімнің кәсіби-тұлғалық жетілуіне бағытталған. Мұғалімнің әдістемелік құзырлығын оқу үдерісі субъектісінің өзіндік дамуының нәтижесі, мұғалім тұлғасын, оны жоғары кәсіби деңгейге дейін көтеретін, жаңа кәсіби

қасиеттермен байытуы нәтижесі ретінде қарастыруға болады. Мұғалімнің әдістемелік құзырлығының акмеологиялық функциясының негізгі «күші» маманның білім беру саласындағы кәсіби әлеуетін дамытуға, оның креативтілігін, индивидуалдығын дамытуға бағытталған.



1-сурет. Информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығының құрылымы.

Инновациялық функция, мұғалімнің жоғары дәрежедегі әдістемелік құзырлығын қалыптастыру үдерісі мұғалімнің кәсіби іс-әрекетінің қалыптасқан жағымсыз стереотиптерін жоюмен, ойлау және іс-әрекетті қайта құрумен, оқыту үдерісінің мәнін терең түсіну мүмкіндігін беретін, аналитикалық іскерліктерді қалыптастырумен байланысты екендігімен анықталады. Білім беруді дамытудың жаңашыл шарттарында мұғалімнің, білім беру мекемелерінде өтіп жатқан, инновациялық үдерістердің мәні мен қажеттілігін түсінуі, оқытудың инновациялық технологияларын білуі және оларды білім беру үдерісіне ендіре алуы аса маңызды болып табылады.

Инновациялық функция, оқушыларды оқыту үдерісінде педагогика, психология, пәнді оқыту әдістемесінің жетістіктері саласындағы жаңалықтарды жүзеге асыруға мұғалімнің дайындығымен және қабілеттілігімен байланысты болып табылады.

Болжамдық функция – мұғалімнің, кәсіби іс-әрекетте болатын әдістемелік проблемаларды болжай алу, оларды шешу моделдерін құру, қолданылтын шешімдердің салдарын алдын ала ескеру мүмкіндігін дамыту.

Интеграциялық функция іс-әрекеттің пәндік, педагогикалық, психологиялық, әдістемелік білімдері мен тәсілдерінің байланысын қамтамасыз етеді.

Біңталандырушы функция – мұғалімнің кәсіби мотивацияларын дамыту, тиімді әдістемелік іс-әрекетті жүзеге асыруға қажет, өзінің пәндік, педагогикалық, психологиялық, әдістемелік білімдерін толықтыру талпыныстарын, жалпы алғанда кәсіби және жекеше алғанда әдістемелік іс-әрекетке мұғалімнің позитивті көзқарасын дамыту.

Басқарушы функция мұғалімнің бір жағынан білім беру үдерісінде өз іс-әрекетін басқаруы (жоспарлау, ұйымдастыру, түзету және т.б.), екінші жағынан - әрбір оқып үйренушіні дамытуға бағытталған, іс-әрекеттің пәндік білімдері мен тәсілдерін оқып үйренушінің меңгеру іс әрекетін басқару.

Рефлексивті функция педагогтың, өз білімдерін, қабілеттіліктерін, қателіктері мен мүмкіндіктерін бағалау мен қайта бағалау жүзеге асатын, өзінің әдістемелік іс-әрекеті үдерісі мен нәтижелерін негіздеуін қамтамасыз етеді.

Әдістемелік құзырлықтың аталған функциялары информатика мұғалімінің де кәсіби іс-әрекетінде көрініс табады.

Сонымен біз информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығының мазмұнын анықтау мақсатында оның құрылымдық және функционалдык компоненттерін ашып көрсеттік. Бұл болашақ информатика мұғалімінің әдістемелік құзырлығын қалыптастыру тұрғысынан маңызды болып табылады. Өйткені, әдістемелік құзырлы мұғалімді дайындау үшін, болашақ мұғалімдерді әдістемелік дайындау үдерісінде осы әдістемелік құзырлықтың барлық компоненттерін қалыптастыру керек.

1. Тумашева О.В. О методической компетентности учителя // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2009. – №1
2. Притуло А.В. Развитие методической компетентности воспитателя дошкольного образовательного учреждения // www.eduhmao.ru
3. Адольф В. А. Профессиональная компетентность современного учителя: Монография. – Красноярск, 1998. 310 с.
4. Дымина В. В. Готовность будущих учителей информатики к проявлению методической компетентности// Математика и информатика: наука и образование. Омск: Изд. ОмГПУ. – 2007 - №6. - С.158-161.
5. Лапчик М. П., Чекалева Н.В. Теоретико-методологические основы формирования методической компетентности учителя информатики// Математика и информатика: наука и образование. Омск: Изд. ОмГПУ. – 2007 - №6. - С.169-173.
6. Малова И.Е. Сущность и уровни методической компетентности учителя математики//Ярославский педагогический вестник. – 2006 - №4 // Vestnik.yspu.org/releases/uchenuye_praktikam/33_5

МЕКТЕП ИНФОРМАТИКА КУРСЫНЫҢ ҚОЛДАНБАЛЫ БАҒЫТТЫЛЫҒЫ МЕН ОНЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУДЫҢ ЖОЛДАРЫ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, *-магистрант)

В статье рассматриваются прикладные аспекты содержания школьной информатики и их использование в процессе обучения, также говорится об осуществлении содержательной и методической связи школьного курса информатики с практикой жизнедеятельности современного человека в информационном обществе и увеличение в содержании обучения информатике доли материалов, ориентированных на практику использования средств информатики в различных областях деятельности человека.

The article discusses practical aspects of school computer science and their use in the learning process, as described on the implementation of the substantive and methodological context of school course of informatics to the practice of modern human life in the information society and an increase in the content of teaching informatics share materials, practice-oriented use of informatics in various human activities.

Информатика – қолданбалы ғылым. Оның пәні, негізгі мақсаттары мен міндеттері тәжірибемен алдын-ала анықталған. Қазіргі кезде информатика ғылым ретінде экономикада, техникада, өнеркәсіпте, білім беруде, ғылымда, т.б. салаларда қолданылады. Адам өмірінде информатиканың мұндай кең қолданылуы мектепте осы ғылымның қолданбалы аспектілерін оқытудың маңыздылығын атап көрсетеді.

Қазіргі қоғамның ақпараттандырылуы жалпы білім беретін мектеп алдында оқушыларда оқу және болашақта кәсіби есептерді шешу үшін информатика мен ақпараттық технология құралдарын өз бетінше меңгеру және шығармашылықпен қолдану бейімділігін тәрбиелеу мәселесін қойып отыр. Алайда, мектепте информатиканы оқыту тәжірибесі информатика ғылымының басым келетін қолданбалы аспектісі мен осы аспектінің мектепте информатиканы оқытудың шынайы тәжірибесінде жеткілікті деңгейде қамтылмауының арасындағы қайшылықты бейнелейтін күрделі мәселенің бар екенін көрсетеді. Алып қарасақ, мектеп информатика курсының кез келген материалында қосымшалардың жеткілікті түрлері бар, бірақ тәжірибе жүзінде көптеген оқушылар бұл материалдың не үшін оқытылып жатқаны жайлы, ол қай жерде қолданылады және белгілі бір өмірде маңызды практикалық есептерді шешуде оның қандай пайдасы бар екенін түсінбейді.

Мектеп информатикасы мазмұнының қолданбалы аспектілерін ашу және оларды оқыту процесінде қолдану мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығының негізгі мазмұнын құрайды. Жалпы айтатын болсақ, *мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығы* дегеніміз ақпараттық қоғамдағы қазіргі заман адамының тіршілік әрекетінің тәжірибесі мен мектеп информатика курсының мазмұндық және әдістемелік байланысын іске асыру [1]. *Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығын күшейту* – информатиканы оқытудың мазмұнында, әдістерінде, құралдарында және формаларында адам қызметінің әртүрлі салаларында информатика құралдарын қолдану тәжірибесіне бағытталған материалдардың көбеюі.

Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығын күшейту берілген курсты жетілдірудің негізгі кезеңінің бірі болуы керек. Бұған бірнеше себеп бар. Солардың негізгілерін атап өтейік [1]:

1. Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығын күшейту қажеттілігі біздің ақпараттық ғасырда, ең алдымен, жас ұрпақтың айқын әлеуметтік қажеттілігімен анықталады. Информатиканың қоғамдағы ролінің өсуіне байланысты әртүрлі кәсіп мамандарын информатика және есептеуіш техниканы қолдану саласында дайындаудың әлеуметтік қажеттілігі туып отыр.

2. Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығы, оның негізгі идеялары қазіргі кездегі информатиканы оқыту теорияларының басын қосып, оларды қолданбалы көзқарас тұрғысынан қызықты болатын жаңа теориялармен кеңейтіп, байыта алады. Ертерек құрастырылған әдістемелер көбінесе мектеп информатика курсының бұрыннан бар бөлімдерінің қосымшаларын зерттеудің жеке мәселелеріне және мектеп білім беру жүйесіне жаңа информатика курстарын енгізуге арналған. Бұл зерттеулерде көбінесе дидактикалық және қолданбалы мақсаттар мен міндеттер тармағынада қойылады. Тапсырмаларды іріктеу зерттеу авторларымен көбінесе жүйесіз түрде жүргізіледі. XX ғасыр аяғындағы қоғамды ақпараттандыру және білім беру жүйесімен қатар жүретін, ең болмағанда одан артта қалмайтын информатика саласында қандай да бір білім беру қорын құру үшін қажетті, яғни мектеп информатика курсының қолданбалы мазмұнының белгілі бір инвариантын ерекшелеу үшін керек болатын, қолданбалы бағыттылықты іске асыратын біртұтас тұжырымдама жоқ.

3. Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығын күшейту мәселелерін зерттеу маңыздылығы қазіргі орта білім беру мекемелерінің алдында тұрған жалпы міндеттермен, оқушылардың информатика саласында жалпы және кәсіби дайындығының сапасы мен нәтижелігін арттыру мәселелерімен анықталады. Информатиканы оқытудың психологиялық-педагогикалық мәселелерін шешу үшін оқытудың өмірмен мазмұндық және әдістемелік байланысын қамтамасыз ететін қолданбалы бағыттылықтың дидактикалық потенциалы жеткілікті ашылмаған және қажетті деңгейде қолданылмайды. Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығын күшейту информатиканы оқытуда барлық аспектілерді (қолданушылық, бағдарламалық және дүниетанымдық) белсендіруге, тереңдетуге, байытуға және кеңейтуге мүмкіндік береді.

4. Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығының мәселелерін шешуде есептердің ролі зор екені түсінікті. Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығының дидактикалық потенциалы мектеп информатика курсы есептерінің типологиясын түпкілікті, ал қолданбалы есептер типологиясының жеке жақтарын ретке келтіруге негіз бола алады. Қазіргі кезде қолданбалы мазмұндағы есептерді іріктеу кездейсоқ түрде жүргізіліп жатыр, есептердің қолданбалы аспектісі ашылмайды және қолданылмайды, оқушылардың өз бетінше қолданбалы есептерді құрастыру мен оларды топтастыру критерийлерін таңдауға мүмкіндік берілмейді.

Қолданбалы есептерді сұрыптау әдістемесі және әртүрлі белгілер, критерийлер, кілттер бойынша қолданбалы есептер қорын құру есептер жинағын құрастырушыларға пайдалы болуы мүмкін, сонымен қатар, әлеуметтік сипатына, оқу іс-әрекетінің түріне, әдістемелік мәніне, пәнаралық байланыстарға және т.б. сәйкес есеп түрлерінің кең спектрін қарастырып шығуға көмектеседі.

Сонымен, *мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығын күшейтудің өзектілігі* келесі жағдайлармен анықталады: информатика және ақпараттық технология құралдарын қолдана алатын жас ұрпақтың әлеуметтік қажеттілігі; мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығының тұжырымдамасын және информатиканы оқытудың әртүрлі кезеңдерінде оны іске асырудың жолдарын жетілдіру; мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығының дидактикалық потенциалын (мүмкіндігін) ашу және қолдану; қолданбалы көзқарас тұрғысынан қызықты практикалық материалды жіктеу, сұрыптау

принциптерін жасау, сонымен қатар, қолданбалы есептерді шығару мен қолдану әдістемесін құрастыру және жетілдіру.

Жоғарыда айтылған мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығының орындылығының негізгі кезеңдерін схемалық түрде төмендегідей кескіндеуге болады:



Мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығының теориялық және практикалық негіздерін келесі түрде бейнелеуге болады:



Мектепте информатиканың базалық курсының оқыту тәжірибесін зерттеу келесідей қорытынды жасауға мүмкіндік береді: мектеп информатика курсының қолданбалы бағыттылығын күшейту мәселесі осы курсты игеру процесіне тек жүйелік түрде қараса ғана ойдағыдай шешілуі мүмкін. Келесі жағдайларды да естен шығармау керек: мазмұнды жетілдіру; мектеп информатика курсы есептерінің қолданбалы аспектілерін ерекшелеу, қолданбалы есептерді шығару; ақпараттық және коммуникациялық технология құралдарын, жаңа әдістерді және оқыту формаларын қолдану.

Сонымен, *информатиканың базалық курсының қолданбалы бағыттылығын күшейту* қолданбалы есептерді шығарудың және есептеу техникасының мүмкіндіктерін пайдаланып, жаңа оқыту әдістері мен формаларын қолданудың арқасында ғана іске асуы мүмкін.

Қолданбалы есептерді қолдану маңыздылығы оқушылардың танымдық әрекетін, олардың шығармашылық қабілеттерін, өз бетінше жұмыс істеу дағдыларын, ой ұшқырлығын, әртүрлі пәндер мен ғылымдардан алған білімдерін жалпылау сияқты қасиеттерін және ақпараттық мәдениетін дамытумен анықталады.

Әрқайсымызға күнделікті өмірде көптеген есептерді шешуге тура келеді. Біз олармен үйде, көшеде, мектепте және жұмыста, т.б. жерлерде әрдайым кездесіп отырамыз. Адамның бүкіл өмірі, ол үй салып жатырма немесе тамақ әзірлеп жатқанына қарамастан, қолданбалы есептерді шешу болып табылады.

Қолданбалы есептерді шығару оқушылардың басқа пәндерді оқып білуге, еңбек барысында, күнделікті өмірде математиканы қолдана білуге қажетті білімдер, іскерліктер мен дағдыларды қалыптастыруға септігін тигізеді.

Қолданбалы есеп деп тәжірибеге-бағытталған жағдай суреттелінетін және оны шешуге белгілі бір тәжірибелік, оның ішінде, ақпараттық және коммуникациялық технология құралдарын қолдану дағдыларын меңгеруді талап ететін есепті айтамыз.

Қолданбалы есептерді қолдану нәтижелілігі оларды топтау критерийлеріне, информатика курсының есептер жүйесін сұрыптауға, қолданбалы есептер жүйесіне және қолданбалы есептерді шығару мен қолдану әдістемесіне байланысты.

Қазіргі кездегі есептер жүйесі ИЕТН курсы бойынша жазылған бірінші оқулықтың (А.П.Ершов және т.б.) пайда болған кезінен белгілі типтік есептерден тұрады. Бұл санның абсолютті мәнін, ЕҮОБ, ЕКОЕ, MAX, MIN, көбейтіндіні табу, сызықтық және квадраттық теңдеу мен теңсіздіктерді шығару, т.б. алгоритмдерін құруға арналған «математикаландырылған» есептер жүйесі. Есептеулер бойынша, оқулықтардағы қолданбалы есептердің саны 15-20%, ал бұл мектеп информатика курсының қолданбалы бағытындағы есептерді шығару үшін жеткіліксіз екені белгілі.

Әдістемелік ғылымда мектеп есептерін жіктеу мен жүйелеуге арналған бірқатар зерттеулер бар. Бұл зерттеулердің арқасында қолданбалы есептер жүйесін де құруға болады. Төменде қолданбалы бағыттағы есептер жүйесін құрудың кейбір әдістемелік ерекшеліктерін көрсетейік:

- құрастырылатын есептер жүйесіне мектеп информатика курсының әртүрлі қосымшаларының есептерін қосқан жөн;
- қолданбалы есептер жүйесі иілгіштік қасиетке ие болуы керек, яғни оқытудың бір кезеңінен екіншісіне өту кезінде есептер жүйесі ойдан шығарылған тұрмыстық жағдайлардың элементтерінен тұратын қарапайым мәтіндік есептер мен мектеп пәндерінің әртүрлі бөлімдерінен алынған есептерден, бізді қоршаған ортадағы шынайы есептерге өзгеріп отыруы тиіс;
- жүйе есептерінің бірінші кезекте қайсысы шығарылуы жайлы мәселені информатиканы оқытудың кәсіптік бағыттылығы көзқарасы тұрғысынан және оқушының қызығушылығына байланысты қарастыруға болады;

- есептер жүйесі қиындық деңгейі әртүрлі есептерден тұруы керек және тек сыныптық емес, сонымен қатар, сыныптан тыс оқыту формалары үшін де жарамды болуы тиіс.

Сонымен, қолданбалы есептерді оқу процесіндегі ролі бойынша, мазмұны бойынша және т.б. функциялары бойынша ажыратуға болады. Қолданбалы есептер жүйесіне келесі есеп түрлерін жатқызуға болады:

1. Мәтіндік есептер (ғылым, техника, өнеркәсіп, экономиканың әртүрлі бөлімдерінен алынған есептер);
2. Қоғам, отбасы мәселелерін бейнелейтін тұрмыстық мазмұндағы есептер;
3. Оқушының болашақ кәсіптік қызығушылығын бейнелейтін есептер;
4. Пәнаралық байланыстарды бейнелейтін есептер;
5. Экономикалық есептер,
6. Өнеркәсіптік есептер;
7. Ауылшаруашылық тақырыбындағы есептер;
8. Көлік тақырыбындағы есептер;
9. Ақпараттық процестерді басқару, кибернетика есептері;
10. Модельдеу есептері;
11. Жуық есептеуге арналған есептер;
12. Сандық әдістерді қолданып шығарылатын есептер;
13. Экстремальды есептер;
14. Оптимизация есептері, сызықтық бағдарламалау есептері;
15. Логикалық есептер;
16. Статистика, ойындар теориясы және ықтималдықтар теориясы есептері;
17. Тарихи мазмұнды есептер;
18. Қызықты және ойындық есептер;
19. Оқушылардың өз бетінше құрған есептері.

Қолданбалы есептерді қиындығына қарай бірнеше түрге бөлуге болады [2]. Олардың біріншісіне, яғни ең төменгі деңгейіне қажетті математикалық модульді құруға керекті мәселелер есептің шартында тікелей беріледі.

Қолданбалы бағыттағы есептердің екінші деңгейіне есептің шартында айтылмайтын, бірақ өте қарапайым, адамдардың күнделікті өмірінде кездесетін математикалық тәуелділіктерді (мысалы, заттың құны, бағасы және саны арасындағы, дененің бірқалыпты қозғалысындағы жылдамдық, уақыт және жүрілген жол арасындағы тәуелділіктер және т.б.) қолдану арқылы шығарылатын есептер жатады.

Қолданбалы есептердің үшінші деңгейіндегі есептер түріне оқушылар басқа пәндерді оқу барысында меңгерген қандай да бір заңдылықты немесе оқулықтан, анықтамадан белгілі бір материалды тауып қолдану арқылы шығарылатын есептерді жатқызамыз.

Қолданбалы есептердің төртінші деңгейінде оқушылар артық берілген мәліметтерді қарастырмай, оның орнына жетіспейтін материалдар болса, оларды тауып, есеп шартымен қосып қарастырады.

Қолданбалы есептердің ең жоғарғы деңгейдегі бесінші түріне нақты бір физикалық объектіге немесе құбылысқа байланысты шығарылатын күрделі есептер жатады.

Қолданбалы есептерді шешудің тиімді әдістерінің бірі – математикалық модельдеу әдісі, яғни қолданбалы есептерді шешу математикалық модель құру және оны зерттеу негізінде іске асырылады. Ал, мектеп информатика курсына қолданбалы есептерді шығару үшін математикалық модельдеу мүмкіндіктерін қолдану, оны компьютерлік математикалық модельдеуге айналдырады, яғни модельдеу әдісін

қолдану информатиканың құралдары мен әдістерінің мүмкіндіктерін ескере отырып, қолданбалы есептерді шешудің ең тиімді тәсілін таңдау үшін мүмкіндік береді.

Модельдерді құрудың және зерттеудің негізгі әдісі формализация әдісі болып табылады, бұл әдіс зерттеліп отырған объектінің белгілік және семантикалық аспектілерін ажыратып қана қоймай, таңба және таңбалық жүйелердің формалды өзгеру мүмкіндігін береді және құрылған тілдік модельден шынайы объектіге инверсиялық ауысуды немесе оның негізінде жаңа объектілер құруды қамтамасыз етеді. Бұл ретте компьютерлендіру экспансиясы формализация әдісінің қолдану аясын айтарлықтай арттырады және математикалық модельді іске асыру үшін полигон құра отырып, математикалық модельдеу әдісінің қолдану аймағын кеңейтеді. Сонымен қатар, оқытуда модельдеу әдісін қолдану оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамыту құралы болып табылады және олардың өмірлік мәселелерге ғылыми көзқарасының қалыптасуына көмектеседі.

1. Зелинская Т.Я. Прикладная направленность школьного курса информатики и пути ее реализации. Педагогическая информатика. Научно-методический журнал. N2, 1999
2. Сеитова С.М. Қолданбалы есептердің математикалық моделін құру. «Үздіксіз білім берудің мәселелері: мектеп, колледж, университет» атты Республикалық ғылыми-практикалық конференция материалдары. Талдықорған, 2009

УДК 51(07)372.851

А. Біргебаев

ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ОПЕРАТОРЛАРЛАРДЫҢ ҚОЛДАНБАЛЫ ӘДІСТЕРІН ОҚЫТУДЫҢ ОҚУ- ТӘРБИЕ ҮДЕРІСІНДЕГІ ҚЫЗМЕТІ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ)

В работе рассматриваются психологические аспекты изучения линейных операторов в функциональных пространствах. В качестве примера исследуется дифференциальное уравнение Штурма-Лиувилля с методами функционального анализа и теории операторов. Получен решение и оценка производных решений в Гильбертовом пространстве. Показаны функции решение дифференциальных уравнений методами функционального анализа в учебно-воспитательном процессе.

To work consider psychological aspects of studying of linear operators in functional spaces. As an example the differential equation of Sturm-liuvillja with methods functions the analysis and the theory of operators is investigated. It is received the decision and an estimation of derivative decisions in Gilbertovom space. Functions the decision of the differential equations by methods of the functional analysis in teaching and educational process are shown.

Дифференциалдық теңдеулерді операторлар әдісі арқылы зерттеу, яғни берілген дифференциалдық операторға кері оператор табу, оның шенелгендік шарттарын табу, бөліктенуін Гильберт, Банах, Соболев кеңістіктерінде дәлелдеу оқу – тәрбие үдерісінде белгілі функцияларды: **мотивтік(уәждік), танымдық, тәрбиелік, басқару, бейнелеу, бақылау – бағалау** функцияларын атқарып және білімдегі өзгерістерге, осы есептерді шешудегі психикалық іс-әрекеттерінің құрамындағы оң өзгерістерге әкеледі.

Аталған зерттеулерді, яғни қойылған есептерді шығару үдерісінде, студенттердің осы есептерді шешуде қандай жаңа нәрселер білді, қандай әдістер қолданды, есепті шешу барысында қандай қиындықтармен кездесті деген талдаулармен аяқтау қажет.

Осыған байланысты мысал ретінде дифференциалдық теңдеуді операторлар әдісімен Банах кеңістігіндегі шешуді қарастырайық. Соңынан, осы есептерді шешу барысында, жоғарыда айтылған студенттердің оқу - тәрбие үдерісінде орындайтын функцияларына талдау жасайық.

Мына есепті қарастырайық:

$$Ly \equiv y''(x) + q(x)y = f(x), \quad (I)$$

$$y(a)=y(b)=0 \quad (II)$$

$q(x) \geq 1, [a, b]$ аралығында үзіліссіз функция болсын, ал $f(x) \in C[a, b]$ анықталған.

Кері оператордың бар болуы

$L_2(a, b)$ – кеңістігінде (I) теңдеуге сәйкес

$$Ly = y'' + q(x)y \quad (1)$$

операторын қарастырайық.

$$D(L) - y(x) \in C^2[a, b], \quad y(a) = y(b) = 0 \quad (2)$$

талаптарын қанағаттандыратын $y(x)$ функцияларынан құралған болсын.

(2) шекаралық шартын қанағаттандыратын $C^2[a, b]$ - дегі функциялардың $D(L)$ жиыны, $[a, b]$ сегментінде финитті $L_2(a, b)$ – де тығыз функциялардың жиынын өз бөлігі ретінде қамтиды. Сондықтан $D(L)$ жиынының өзі де $L_2(a, b)$ – де тығыз болады.

L операторы тұйықталынады. Соңғы тұжырымдауды тексерейік. Сол үшін бізге мына төмендегі кейбір түсініктер мен леммалар керек болады.

L^* операторын L дифференциалды операторына формальді түйіндес операторы деп атайды, егерде кез келген $y, v \in C_0^\infty(a, b)$ үшін $\langle Ly, v \rangle = \langle y, L^*v \rangle$ теңдігі орын алатын болса, L^* операторын бастапқы оператор, яғни $L^* = -v'' + q(x)v$, қандай формада жазылса, тура сондай түрде жазуға болатындығы түсінікті.

Берілген оператор тұйықталынатын болуы үшін $u_n \in D(L), u_n \xrightarrow{L_2} 0, Lu_n \xrightarrow{L_2} v$ шартынан $v=0$ болуы қажетті және жеткілікті.

Осыны көрсетейік. Сол үшін бізге мына леммалар керек болады.

1.Леммасы. Егерде $y \in L_2(a, b)$ және кезкелген $\varphi \in C_0^\infty(a, b)$ функциясы үшін $\langle y, \varphi \rangle = 0$ қатынасы орын алатын болса, онда барлық жерде дерлік $y(x) = 0, x \in [a, b]$

2.Леммасы. $D(L)$ – де қарастырылатын L операторы тұйықталатын оператор болады.

3.Леммасы. $q(x)$ функциясы $[a, b]$ кесіндісінде үздіксіз болсын. Онда барлық $y \in D(L)$ үшін

$$\|Ly\|_2 \geq \|y\|_2 \quad (3)$$

бағалануы орын алады.

1.Теоремасы. $g(x) - [a, b]$ - да үздіксіз функция болсын. Онда $L_2(a, b)$ - да анықталған үздіксіз кері L^{-1} операторы бар болады.

Дәлелдеуі. (3) леммасынан барлық $y \in D(L)$ үшін $\|Ly\|_2 \geq \|y\|_2$ теңсіздігінің орын алатындығы келіп шығады.

Бұдан, егерде $Ly = 0$ болса, онда $y = 0$ келіп шығады. Демек, $\text{Ker} L = \{y \in D(L) : Ly = 0\} = \{0\}$ Кері операторлар туралы теорема бойынша $R(L)$ -ді $D(L)$ -ге өзара бір мәнді етіп бейнелейтін L^{-1} бар болады. 1 теоремасы толығынан дәлелденген болады, егерде келесі мәселелерді шеше алсақ:

1) $R(L) = L_2(a, b)$

2) L^{-1} -дің шектеулілігі.

Бірінші, $R(L) = L_2(a, b)$ екендігін дәлелдейміз. Бұл дәлелдеуді керісінше жүргіземіз. $R(L)$ жиыны $L_2(a, b)$ -да тығыз болмасын делік. Онда сәйкес $v \in L_2(a, b)$ бар болсын және $v \perp R(L)$, яғни барлық $y \in D(L)$ үшін

$$\langle Ly, v \rangle = 0 \quad (4)$$

Бұдан, Рисс теоремасына сәйкес $v \in D(L^*)$ және барлық $y \in D(L)$ үшін

$$\langle Ly, v \rangle = \langle y, L^* v \rangle \quad (5)$$

теңдігі орын алады.

Соңғы теңдікті ашып жазайық:

$$\langle -y'' + g(x)y, v \rangle = \langle y, L^* v \rangle$$

немесе

$$\langle -y'', v \rangle = \langle y, L^* v \rangle - \langle y, g(x)v \rangle$$

барлық $y \in C_0^\infty(a, b)$ үшін.

Соболев бойынша жалпыланған туынды анықтамасына сәйкес соңғы теңдіктен мынаны табамыз:

$$v'' = L^* v - g(x) \cdot v \in L_2(a, b), \quad L^* v = 0 \quad g(x) \cdot v \in L_2(a, b)$$

Соныменен, v'' екінші ретті туындысы $L_2(a, b)$ -да жатады. Ақыры осының барлығы және (4), (5) теңдіктері мына тұжырымдауға әкелді: $v'' \in L_2(a, b)$ және

$$L^* v = -v'' + g(x) \cdot v = 0$$

Келесі кезеңде $v(a) = v(b) = 0$ екендігіне көз жеткізуіміз керек болады. $\langle y, L^* v \rangle = 0$ болғандықтан, бөліктен интегралдау мыналарды береді:

$$0 = \langle y, -v'' + g(x) \cdot v \rangle = v \cdot y' \Big|_a^b + \langle Ly, v \rangle$$

Бұдан, (4) теңдігін ескере отырып мынаны аламыз:

$$\sqrt{y'} \Big|_a^b = 0$$

немесе

$$v(b) \cdot y'(b) = v(a) y'(a) \quad (6)$$

$y \in D(L)$ еркінше алынатын болғандықтан $v(a) = v(b) = 0$ келіп шығады. Шынында да, $y(x) = (x - b)(x - a)^2 \in D(L)$ деп алайық. Онда

$$y'(a) = 0, \quad y'(b) = (b - a)^2, \quad b - a > 0. \quad (7)$$

Бұны (6) -ге қоя отырып, $v(b)(b - a)^2 = v(a) \cdot 0 = 0$ немесе $v(b) = 0$ екендігін табамыз.

Тура осылайша $v(a) = 0$ екендігін көрсетеміз. Соныменен, біз мыналарды дәлелдедік:

V - үздіксіз дифференциалданады,

$$v'' \in L_2(a, b) \quad L^* v = -v'' + g(x) \cdot v = 0, \quad v(a) = v(b) = 0 \quad (8)$$

Енді (8) – ды ескере және бөліктеп интегралдай отырып, $\|L^* v\|_2 \geq \|v\|_2$

екендігін аламыз. Бұдан, $L^* v = 0$ болғандықтан $v = 0$ келіп шығады. Бұдан қарама қайшылыққа келеміз, яғни $R(L) = L_2(a, b)$.

1 теоремасының дәлелденуін аяқтау үшін, енді L^{-1} -дің шектеулілігін көрсету керек болады. (3) -ге $Ly = f$, $y = L^{-1}f$ деп ала отырып, барлық $f \in L_2(a, b)$ үшін $\|L^{-1}f\| \leq \|f\|$ екендігін аламыз, яғни L^{-1} кері операторы $R(A) = L_2(a, b)$ -да шектеулі болады. Теорема дәлелденді.

2.Теоремасы. $q(x) - [a, b]$ кесіндісінде үздіксіз функция болсын. Онда барлық

$$y \in D(L) \text{ үшін } \|y''\|_2 + \|y\| \leq C_1 \|Ly\|_2 \quad (9)$$

бағалауы орын алады және

$$y(a) = y(b) = 0 \quad (10)$$

Осындай есептер [1-2] жұмыстарда қарастырылған.

1.Мотивтік функциясы. Дифференциалдық теңдеулерді операторлар әдісімен шешу студенттердің оқу іс - әрекеттерінде ішкі уәжін (мотивтік) дамытуға және қалыптастыруға мүмкіндік береді, оның бірі танымдық қызығушылығы.

2.Танымдық функциясы. Есепті шешу нәтижесінде студенттер физикалық интуициямен математикалық қатаң түрде негіздеу ұштасқан жағдайда физикалық үдерістер мен құбылыстар туралы нақты мәлімет алуға болатынын түйсінеді. Нәтижесінде қоршаған орта туралы жаңа білім пайда болады. (I), (II) есебінің (1) (шешімінің бар болуы туралы теорема), (2) теорема түріндегі шешімінің табылуы. $L_2(a, b)$ кеңістігіндегі кері оператордың бар болуы туралы теорема және коэрцитивтік бағалау туралы теоремалар студенттердің ойлау деңгейін кеңейтіп, танымдық үдерісін жоғарлатады. Оларды кәсіптік бағдарына жүзеге асыруға жәрдем беріп, пәнаралық байланыстардың шарттары болады. Сонымен қатар физикалық үдерістер мен құбылыстар үшін құрылған модельдің дұрыстығына көз жеткізеді.

Есепті шешу үдерісінде студенттердің алған білімді өзінің кәсіптік іс - әрекетінде геометрия, математикалық анализ, функциялық анализ, интегралдық және дифференциалдық теңдеулер сияқты, математикалық пәндерге қолдануды үйренуі қалыптасады.

3.Дамыту функциясы. Бұл студенттің логикалық ойлау, еске ұстау, шығармашылық белсенділігін, өз бетімен жұмыс істеуін және лезде ой қорытуын дамытуға және қалыптастыруға жол ашады. (I), (II) есебін шешу барысында студент есептің қойылуын түсіну арқылы зерттеліп отырған физикалық құбылыстың мағынасын айқындайды.

Функционалдық анализ әдістерін қолдану арқылы Штурм –Лиувилл дифференциалдық операторының кері операторын табады. Рисс теоремасын пайдалану арқылы шешімнің жалғыздығын, бар болуын дәлелдейді. Бұл теореманы дәлелдеу көп еңбекті қажет етеді, сондай-ақ, студенттің жалпыланған шешімдердің анықтамасын, бөліктеп интегралдау әдістерін, функцияның нормасын, кеңістіктер туралы ұғымдарды барлық дерлік аралықта жинақтылық т.б. ұғымдарды білуді талап етеді.

4.Тәрбиелеу функциясы. Дифференциалдық теңдеулерді функционалдық кеңістіктерде операторлар әдісімен шығарудың гуманитарлық потенциалын ашу, математикалық модельдердің гуманитарлық талдауларының негізін игеру студенттердің ғылыми дүниетанымын, табиғатқа сүйіспеншілігін қалыптастыруға мүмкіндік ашып, табиғат байлығына аялап қарауға итермелейді.

(I), (II) есебін шығару үдерісінде, студенттер оқытушымен бірге, оның соңғы нәтижесінде гуманитарлық сипаттағы логикалық қорытынды жасауға мүмкін болатындықтан гуманитарлық потенциалы бар екенін негіздейді. (1), (2) есебін шешу нәтижесінде алдын ала берілген $q(x)$ функциясына байланысты оны өзгерткенде шешімдердің қалай өзгеретінін анықтау арқылы қоршаған ортадағы физикалық процестердің қалай өзгеретінін оның салдарлары қандай болатыны математикалық модельдің физикалық мағынасымен айқындалады. Қарастырылған теңдеудің өзі кванттық механиканың теңдеуі болғандықтан, ал кванттың механиканың шешетін проблемасының өзі дүниетанудың ғылыми әдістеріне жататындықтан аталған есептер шешу студенттерді дүниетануға тәрбиелейді.

5. Басқару функциясы. Дифференциалдық теңдеулерге қойылатын есептерді операторлар әдісімен шешу мақсатты бағыттағы үдеріс. Ол студенттерге білім беру мен тәрбиелеу барысында нәтижелерге жету үшін алғы шарттар жасайды. Функционалдық кеңістіктердегі дифференциалдық теңдеулерді шешу бағдарлы оқытудың жүйелілігінің, тізбектілігінің дидактикалық үдерістерін жүзеге асыруға мүмкіндік ашады. (I), (II), есептерін шығару барысында студенттер мақсатты бағытты түрде екі деңгейдегі функционалдық әдістерді қолданады. Бірінші деңгейде студенттер қарастырылған дифференциалдық теңдеуге балама (2) дифференциалдық оператор енгізіледі, оған сәйкес қойылатын есепті талдайды. Классикалық және жалпыланған шешімдердің анықтамасын беріп олардың арасындағы байланыстарды айқындайды.

Екінші деңгейде Гильберт кеңістігінде (2) операторына кері оператордың бар болуының және оның шенелгендігінің жеткілікті шарттарын анықтайды. Дифференциалдық операторлар үшін функционалдық анализдің әдістерін пайдалану арқылы (1), (2) есебінің шешімдерінің қасиеттерін зерттейді. Шешімдер үшін **коэрцитивті** бағалаулар жасап, оның функционалдық кеңістігіндегі тегістігін айқындайды.

6. Көрнектілік функциясы. Дифференциалдық теңдеулер үшін қойылған есеп, физикалық үдерістердің немесе құбылыстардың математикалық моделі болып табылады. Студенттер оқытушымен бірлесе отырып қарастырылатын теңдеуді Шредингер теңдеуінің модельдік түрі Штурм Лиувиль теңдеуі. Ол кванттық механиканы сипаттайтын негізгі теңдеу екені белгілі.

Кванттық жүйенің: импульс пен координатаны бір мезгілде анықтау, физикалық бөлшектердің анықталған траекториясының болмауы, ықтималдық сипаттамасы, бақыланатын шаманың орта мәнінің дискреттігі сияқты кейбір қасиеттерін математикалық модельсіз анықтау мүмкін емес. Оған жүргізілген тәжірибелердің барлығы да математикалық теориямен келісіліп отырады. Қазіргі таңда күнделікті өмірдегі пайдаланып жүрген өлшеуіш құралдардың көпшілігі кванттық механиканың заңдарына сүйенеді. Кванттық механиканың заңдарының математикалық модельдеуге сүйеніп физикалық үдерістер мен құбылыстарды зерттеудің практикаға жүзеге асуы студенттерге олардың мазмұныны тереңірек тануға мүмкіндік беріп, оған сәйкес пәндік білімді бекітудің және білім беруді ат үсті жүргізуден аулақтатудың әдісі болып табылады. Ал, математикалық модельдерді шешудегі студенттердің іс - әрекеті айналадағы әлемді танудағы арнайы білік пен дағдыны қалыптастырады. Сонымен қатар, кванттық механикадағы толқындық, электромагниттік ағындар жүріп отыратын үдерістер туралы студенттер математикалық модельдеу арқылы жаңа ақпараттар алады.

7. Пәнаралық білімділікті дамыту және қалыптастыру функциясы.

«Функционалдық анализдің қолданбалы бөлімдері» курсының мазмұны математикалық анализ, функционалдық анализ, алгебра және геометрия, жай және дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер, функциялар теориясы, интегралдық теңдеулер курстарының мазмұнына сүйеніп, математикалық аппаратты физикалық үдерістер мен

құбылыстарды оқып үйренуге кеңінен қолдануды көрсетеді. Дифференциалдық теңдеулерге қойылатын есептерді шешу үшін жоғарыда аталған математикалық пәндерден берік білім керек.

(1), (2) есепті шешу үшін математикалық анализден (дифференциалдық және интегралдық есептеулерді орындау, анықталған интегралдарды, бөлшектеп интегралдауды, функциялардың нормасын есептеу үшін) функционалдық анализден (нормаланған кеңістіктерді білу, Банах, Гильберт, Соболев т.б. кеңістіктерін білу, Рисс теоремасын, Шаудер теоремалар білу. Операторлар теориясын терең білу т.б. жай және екінші ретті дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер (Штурм-Лиувилл, Шредингер теңдеулеріне қойылатын есептерді білу, функционалдық кеңістіктердегі қойылған классикалық физика теңдеулері үшін шектік есептердің шешімдерін анықтауды білу. Интегралдық операторлардың шектелгендігін дәлелдеу туралы теоремаларды білу).

8. Жалпы білімдегі біліктілік пен икемділікті дамыту және қалыптастыру функциясы.

Дифференциалдық теңдеулер үшін қойылатын есептер физикалық үдерістерге жүргізілген тәжірибелердің дұрыс бағытта жүргізіліп жатқанын айқындауға жол ашады, яғни математикалық модель физикалық үдерістің моделінің дұрыстығын сипаттайды. Қойылған есептерді шешу барысында, оның қисынды қойылуы физикалық үдерісті анықтайтын бастапқы берілгендердің ауытқуы шешімге қалай әсер ететінін көрсететіні белгілі. Студенттер осы мәселені шешуде арнайы операторлық әдістерді таңдау арқылы қандай әдістің жақсы нәтижеге жеткізетінін дәлелдеумен айналысады. Әрине, ол функционалдық кеңістіктен тәуелді. Мысалы, Гильберт кеңістігіндегі дифференциалдық операторлар үшін әдістер Банах кеңістігіндегі дифференциалдық операторлар үшін жарамсыз болуы мүмкін. Бұл ретте студенттердің ғылыми зерттеу жұмыстарына деген икемділігі арқасында функционалдық кеңістіктердің қасиеттері толық зерттеледі.

Сонымен қатар, теоремаларды дәлелдеуден бұрын аралық тұжырымдарды дәлелдеп, оны негізгі теоремаларға пайдалану зерттеу жұмысын тізбекті жүргізілуін көрсетіп, зерттеушінің ғылыми жұмыс жүргізудегі икемділігін қалыптастырады.

9. Бақылау – бағалау функциясы. Дифференциалдық теңдеулерге қойылатын есептерді нәтижелі түрде шешу студенттердің сол есептерді шығарудағы білім мен білігін тексеру ғана емес, одан бұрын оқылған математикалық пәндердің: математикалық анализ, функционалдық анализ, алгебра және геометрия, жай және дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер, функциялар теориясы (нақты және комплекс айнымалыдан тәуелді.) және т.б пәндер бойынша да шын мәніндегі білімдерін анықтау болып табылады. (1) – (2) есептерін студенттердің шығару нәтижесі бойынша олардың оқу үдерісі кезіндегі математикалық анализден, функционалдық анализден, жай және дербес туындылы дифференциалдық теңдеулерден, функциялар теориясынан алған білімдерінің сапасы туралы қорытынды жасауға болады.

1. Муратбеков М.Б. Теоремы разделимости и спектральные свойства одного класса дифференциальных операторов с нерегулярными коэффициентами. //Автореферат док.дис. физ.-мат. наук Алматы, 1994-30с.
2. Биргебаев А. Элементы теорем вложения и теории разделимости. КазНПУ им.Абая Алматы-2008, 88 стр.уч. пос.

ҚАЛЫПТЫ ЖАҒДАЙДАҒЫ СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ШРЕДИНГЕР ОПЕРАТОРЫНЫҢ БӨЛІКТЕНУІ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ)

Многие вопросы квантовой механики приводят к задаче разделимости сингулярных дифференциальных операторов. Одним из таких операторов является оператор Шредингера. В данной работе исследуется названный оператор методами функционального анализа. Найдены достаточные условия существования решений и разделимости оператора в Гильбертовом пространстве. Все теоремы первоначально доказаны для модельного уравнения Штурма – Лиувилля и распространены на более общий случай.

Many questions of quantum mechanics lead to a divisibility problem singular differential operators. One of such operators is operator Shredingera. To the given work the named operator is investigated by methods of the functional analysis. To find sufficient conditions existence the decision in Gilbert space. All theorems are originally proved for modeling equalization Storm-Liubill also it is extended on more general a case.

Бұл жұмыста

$$Lu = -\Delta u + q(x, u)u = f(x) \in L_2(R^m) \quad (0.1)$$

сызықтық емес операторының шешімінің тегістігі қарастырылады.

Алдымен, сызықтық емес Штурма-Лиувилл дифференциалдық теңдеуі үшін коэрцитивті бағалауларды және шешімнің бірінші туындысының салмақты нормалардағы бағалауларын қамтамасыз ететін жеткілікті шарттар табылған. Алдыңғы алынған нәтижелер $m=3$ болған жағдайда Шредингер теңдеуі үшін жалпыланған.

Штурма-Лиувилл теңдеуі үшін алынған бір нәтижені келтірейік.

0.1.теоремасы. Мына шарттар орындалсын дейік: а) $q(x, y) \geq \delta > 0$; б) $q(x, y)$ - екі айнымалыдан тәуелді үзіліссіз функция $x, y \in R^2$;

$$в) \sup_{|x-\eta| \leq 1} \sup_{|C_0-C_1| \leq A} \frac{q(x, C_0)}{q(x, C_1)} < \infty,$$

мұндағы A – кез келген ақырлы сан.

Онда кез келген $f(x) \in L_2(R^m)$ үшін, $Ly = -y''(x) + q(x, y)y = f$,

теңдеуінің екінші туындысының квадраты қосындыланатын шешімі $y(x)$ -бар болады және ол

$$y''(x) \in L_2(R^m).$$

Сәл кейінірек байқатынымыздай осындай нәтижелер сызықтық емес операторлардың кең кластарына да орынды болады. Сызықтық операторлар үшін осындай жұмыстар басқа еңбектерде қарастырылған [1–7].

Белгілеулер:

R^m - m -өлшемді нақты айнымалының кеңістігі, яғни $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$.

Келесі белгілеулерді енгізейік: Ω - тұйықталуы $\overline{\Omega}$ болсын, мұндағы Ω , R^m кеңістігіндегі ашық жиын, $\|\cdot\|_{p, \Omega}$ - $L_p(\Omega)$ кеңістігінде жататын элементтің нормасы болсын. $\Omega = R^m$ болғанда $\|\cdot\|_{p, \Omega}$ орнына $\|\cdot\|_p$ деп жазамыз, егер $p=2$ онда келесі белгілеулердегі $\|\cdot\|_{p, \Omega}$ және $\|\cdot\|_p$ ρ -алып тастаймыз.

$$D_u^\alpha = \frac{\partial^{|\alpha|} u}{\partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_m^{\alpha_m}},$$

$\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_m)$ – мультииндекс, $|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m$. $C_1, C_2, \dots$ – мәндері қандай болатыны бәрібір, әр түрлі тұрақты сандар.

I. Шешімнің бар болуы

Мұнда,

$$Ly = -y''(x) + q(x, y)y = f(x) \in L_2(R), \quad (I)$$

теңдеуі қарастырылады, мұндағы $R = (-\infty, \infty)$.

$y \in L_2(R)$ функциясы (I) теңдеудің әлсіз шешімі деп аталады, егер $\{y_n\} \subset W_2^1(R) \cap W_{2,loc}^2(R)$ тізбегі табылып, мына шарттар орындалса

$$\|y_n - y\|_{L_{2,loc}(R)} \rightarrow 0, \quad \|Ly_n - f\|_{L_{2,loc}(R)} \rightarrow 0, n \rightarrow \infty.$$

$C_0^\infty(R^m)$ -де жататын негізгі функциялар тізбегі $\{\eta_n\}_{n=1}^\infty$ 1-санына R^m кеңістігінде жинақталады деп атайды егер:

а) кез келген компак $K \subset R^m$ үшін, N номері табылып кез келген $x \in K$ және $n \geq N$ болғанда, $\eta_n(x) = 1$.

б) $\{\eta_n\}$ функциясы R^m –де бірқалыпты шенелген,

$$|\eta_n(x)| \leq 1, \quad x \in R^m, \quad n = 1, 2, \dots \quad [8]$$

I.I Леммасы. $q(x, y) \geq \delta > 0$, R^2 -де екі айнымалы бойынша үзіліссіз болсын, онда кез келген $f \in L_2(R)$ үшін, (I) теңдеудің $W_2^1(R)$ кеңістігінде әлсіз шешімі бар болады.

Дәлелдеуі. Алдын ала берілгендер бойынша $q(x, y)$ функциясы төменгі жағынан шенелген, онда талдаудың маңызын бұзбай $q(x, y) \geq 1$ деп алуға болады.

Ең алдымен бірінші шеттік есептің шешімінің бар болуын дәлелдеумен айналысамыз

$$L_{n_\varepsilon} y_{n_\varepsilon} = -y_{n_\varepsilon}'' + y_{n_\varepsilon} + \frac{(q(x, y_{n_\varepsilon}) - 1)y_{n_\varepsilon}}{1 + \varepsilon(q(x, y_{n_\varepsilon}) - 1) + \varepsilon \|b(x, y_{n_\varepsilon})\|_{2,(-a_n, a_n)}} = f\eta_n, \quad (2)$$

$$y_{n_\varepsilon}(+a) = y_{n_\varepsilon}(a) = 0, \quad (3)$$

мұндағы,

$[-a_n, a_n] - \text{supp } \eta_n$, ал $b(x, y_{n_\varepsilon}) = (q(x, y_{n_\varepsilon}) - 1)y_{n_\varepsilon}$ $W_{2,0}^2[-a_n, a_n]$ кеңістігінде.

$W_{2,0}^2[-a_n, a_n] - z \in W_2^2$ және $z(-a_n) = z(a_n) = 0$ болатын функциялар кеңістігі.

(2)-(3) есебін оған эквивалентті интегралдық теңдеуге келтіріп, оған Шаудер ұстанымын қолданамыз [9].

L_0 деп $W_{2,0}^2[-a_n, a_n]$ кеңістігінде анықталған $L_0 y = -y''(x) + y(x)$ операторды айтамыз.

Штурма-Лиувилл операторлары үшін белгілі теоремалардан $L_2[-a_n, a_n]$ кеңістігінде анықталған L_0^{-1} , жете үзіліссіз оператор бар екендігі белгілі.

1.2 леммасы. (2)-(3) есебі

$$z_{n_\varepsilon} = \frac{(q(x, L_0^{-1} z_{n_\varepsilon}) - 1)L_0^{-1} z_{n_\varepsilon}}{1 + \varepsilon(q(x, L_0^{-1} z_{n_\varepsilon}) - 1) + \varepsilon \|b(x, L_0^{-1} z_{n_\varepsilon})\|_2^2} + f\eta_n, \quad (4)$$

$z_{n_\varepsilon}, f\eta_n \in L_2[-a_n, a_n]$ интегралдық теңдеуіне эквивалентті. Дәлелдеуі оп оңай.

A деп мына формуламен әсер ететін операторды белгілейік:

$$A(z) = \frac{(q(x, L_0^{-1}z) - 1)L_0^{-1}z}{1 + \varepsilon(q(x, L_0^{-1}z) - 1) + \varepsilon\|b(x, L_0^{-1}z)\|_{2, [-a_n, a_n]}^2} + f\eta_n.$$

Одан әрі, келесі белгілеуді енгізейік

$$\bar{S}(0; N) = \left\{ \mathcal{G} \in L_2(-a_n, a_n) : \|\mathcal{G}\|_2 \leq N = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \right\},$$

мұндағы $\mathcal{G} = z - f\eta_n$. Осы шарда A операторын қарастырайық

$$\begin{aligned} A(\mathcal{G}) &= A(z) - f\eta_n = A(\mathcal{G} + f\eta_n) - f\eta_n = \\ &= \frac{(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)}{1 + \varepsilon(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1) + \varepsilon\|b(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n))\|_{2, (-a_n, a_n)}^2}. \end{aligned}$$

Егер $\mathcal{G}_0 - A_0$ операторының жылжымайтын нүктесі болса онда $\mathcal{G}_0 + f\eta_n - A$ операторының жылжымайтын нүктесі болатыны айқын. Сондықтан осыдан әрі қарай A операторының орнына A_0 қарастыру жеткілікті.

A_0 операторы $\bar{S}(0; N) \in L_2[-a_n, a_n]$ өзін өзіне бейнелейтінін дәлелдейік. $\mathcal{G} \in \bar{S}(0; N)$ жатсын дейік.

Екі жағдайды қарастырайық:

$$1. \quad \|(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)\|_{2, (-a_n, a_n)}^2 \leq N = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}.$$

Онда

$$\begin{aligned} \|A_0(\mathcal{G})\|_2 &= \left\| \frac{(q(x, L_0^{-1}z) - 1)L_0^{-1}z}{1 + \varepsilon(q(x, L_0^{-1}z) - 1) + \varepsilon\|b(x, L_0^{-1}z)\|_{2, [-a_n, a_n]}^2} \right\|_{2, (-a_n, a_n)} \leq \\ &\leq \|(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)\| \leq N = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \end{aligned}$$

$$2. \quad \|(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)\| \geq N.$$

Онда

$$\begin{aligned} A_0(\mathcal{G})_2 &\leq \frac{\|(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)\|_{2, (-a_n, a_n)}}{\varepsilon\|(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)\|_{2, (-a_n, a_n)}^2} = \\ &= \frac{1}{\varepsilon\|(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)\|_{2, (-a_n, a_n)}} \leq \frac{1}{\varepsilon N} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}. \end{aligned}$$

Демек,

$$\|A(\mathcal{G})\|_{2, (-a_n, a_n)} \leq N, \quad \forall \mathcal{G} \in \bar{S}(0; N). \quad (5)$$

A_0 - операторының $\bar{S}(0; N)$ шарда жете үзіліссіз оператор екенін көрсетейік. Үзіліссіздігі айқын. Рисс теоремасы бойынша $\{A_0\mathcal{G} : \mathcal{G} \in \bar{S}(0; N)\}$ функциялар жиыны бірқалыпты шенелген екендігін және

$$\lim_{h \rightarrow 0} \|(A_0(\mathcal{G}))(x+h) - (A_0(\mathcal{G}))(x)\|_{2, (-a_n, a_n)} = 0,$$

қатынасының $\mathcal{G} \in \bar{S}$ бойынша бірқалыпты орындалатынын дәлелдеу жеткілікті. (5) бағалаудың салдарына $\{A_0(\mathcal{G}) : \mathcal{G} \in \bar{S}(0; N)\}$ функциялар жиынының бірқалыпты шенелгенін көруге болады.

$q(x, y)$ - функциясының екі айнымалы бойынша үзіліссіздігінен және L_0^{-1} операторының қасиеттерінен

$$\|(A_0(\mathcal{G})(x+h) - A_0(\mathcal{G})(x))\|_{2,(-a_n, a_n)}^2 \rightarrow 0$$

өрнегінің $h \rightarrow 0$, $\mathcal{G} \in \bar{S}(0; N)$ бойынша бірқалыпты ұмтылатыны шығады.

Сондықтан A_0 операторы жете үзіліссіз болады және $\bar{S}(0; N)$ өзіне өзін бейнелейді. Демек, Шаудер ұстанымы бойынша (4) интегралдық теңдеудің $\bar{S}(0; N)$ шарында ең болмағанда бір шешімі бар болады. Осыдан, 1.2 лемма бойынша (2)-(3) есебінің W_2^2 кеңістігінде жататын шешімі бар екендігі шығады.

Одан әрі $\|y_{n_\varepsilon}\|_{W_2^1[-a_n, a_n]}$, n, ε - сандарынан тәуелсіз тұрақты санмен жоғары жағынан бағаланады.

Бұл дәйекті дәлелдеу үшін

$$\ell_{n_\varepsilon} y = y''(x) + (1 + \frac{\tilde{q}(x) - 1}{1 + \varepsilon(\tilde{q}(x) - 1) + \varepsilon\|(q(x, y_{n_\varepsilon}) - 1)y_{n_\varepsilon}\|_2^2})y(x),$$

$W_{2,0}^2(-a_n, a_n)$, кеңістігінде анықталған сызықты операторды қарастырамыз $\tilde{q}(x) = q(x, y_{n_\varepsilon})$, ал y_{n_ε} - оң жағы $f\eta_n$ тең болатын (2)-(3) шеттік есебінің шешімі. $\langle \ell_{n_\varepsilon} y_{n_\varepsilon}, y_{n_\varepsilon} \rangle$ скаляр көбейтіндіні құрайық. Интегралдың сыртындағы мүшелері жойылып кететінін ескере отырып бөлшектеп интегралдау арқылы (3) көмегімен

$$\|y_{n_\varepsilon}\|_{W_2^1[-a_n, a_n]} \leq 2^{1/2} (\int_{-\infty}^{\infty} |f|^2 dx)^{1/2} \text{ аламыз. } C = 2^{1/2} (\int_{-\infty}^{\infty} |f|^2 dx)^{1/2} \text{ белгілейік}$$

онда

$$\|y_{n_\varepsilon}\|_{W_2^1[-a_n, a_n]} \leq C. \quad (6)$$

$\{y_{n_\varepsilon}\}$ шенелген жиынында жататын $\{y_{n_{\varepsilon_k}}\}$ шешімдердің тізбегін бөліп алайық және ол

$$\|y_{n_{\varepsilon_k}}\|_{W_2^1[-a_n, a_n]} \leq C, \quad (7)$$

мұндағы $\varepsilon_k \rightarrow 0$ егер $k \rightarrow \infty$.

(7) бойынша $\{y_{n_{\varepsilon_k}}\}$ тізбегінен ішкі тізбек бөліп алуға болады, оны қайтадан $\{y_{n_{\varepsilon_k}}\}$ деп белгілейік, онда

$$y_{n_{\varepsilon_k}} \rightarrow y_n \text{ әлсіз } W_2^1(-a_n, a_n),$$

$$y_{n_{\varepsilon_k}} \rightarrow y_n \text{ әлсіз } L_2(-a_n, a_n).$$

(7) мынаны табамыз

$$\|y_n\|_{W_2^1(-a_n, a_n)} \leq C,$$

y_n тізбегінің төмендегі теңдеуді қанағаттандыратын көру қиын емес

$$L_n y_n = -y_n''(x) + q(x, y_n) y_n = f\eta_n,$$

және

$$y_n(-a_n) = y_n(a_n) = 0. \quad (8)$$

Енді, әр бір y_n шешімін $[-a_n, a_n]$ сегментінің сыртында нөлмен жалғастырайық оны $\tilde{y}_n$ деп белгілейік.

Осындай жалғастырудан, біз $W_2^1(R)$ кеңістігінің элементтерін аламыз және оның нормасы шенелген болады:

$$\|\tilde{y}_{n_\varepsilon}\|_{W_2^1(R)} \leq C.$$

Сондықтан $\tilde{y}_n$ тізбегінен $\tilde{y}_{n_k}$ ішкі тізбегін бөліп алуға болады және ол

$$\begin{aligned} \tilde{y}_{n_k} &\rightarrow y \quad \text{әлсіз} \quad W_2^1(R) \\ \tilde{y}_{n_k} &\rightarrow y \quad \text{әлсіз} \quad L_{2,\text{loc}}(R), \end{aligned} \quad (9)$$

сонымен бірге

$$\|y\|_{W_2^1(R)} \leq C. \quad (10)$$

$[\alpha, \beta]$ - R сан осіндегі кез келген сегмент болсын. Онда, кез келген $\varepsilon > 0$, N номері табылып $k=N$ болғанда $(\alpha, \beta) \in \text{supp } \tilde{y}_{n_k}$ және (8) әсерінен

$$\|L\tilde{y}_{n_k} - f\|_{2,(\alpha,\beta)} < \varepsilon.$$

Бұдан және (9) ескеріп $y(x)$ (I) теңдеудің әлсіз шешімі екенін табамыз. Лемма дәлелденді.

2. Шешімдердің тегістігі

Біз бұл бөлімде потенциалдық функциялар белгілі бір қасиеттерге ие болғанда $W_2^1(R)$ кеңістігінде жатқан барлық шешімдер $W_2^2(R)$ кеңістігінің де элементтері болатынын көрсетеміз.

2.1 теоремасы Мына шарттар орындалсын дейік;

а) $q(x, y) \geq \delta > 0$; б) $q(x, y)$, R^2 - кеңістігіндегі екі айнымалы бойынша үзіліссіз функция болсын.

$$\text{в) } \sup_{|x-\eta| \leq 1} \sup_{|C_1-C_2| \leq A} \sup_{|C_1| \leq A} \frac{q(x, C_1)}{q(x, C_2)} < \infty,$$

мұндағы A – кез келген тұрақты шама. Онда кез келген $f \in L_2(R)$ үшін (I) теңдеудің $y(x) \in L_2(R)$ шешімі бар болады және ол $y''(x) \in L_2(R)$.

Теорема 2.2. Мына шарттар орындалсын дейік:

а) $q(x, y) \geq \delta > 0$; б) $q(x, y)$, R^2 - кеңістігіндегі екі айнымалы бойынша үзіліссіз функция болсын.

$$\text{в) } \sup_{x \in R} \sup_{|C_1-C_2| \leq A} \sup_{|C_2| \leq A} \frac{q(x, c_1)}{\theta^2(x, c_2)} < \infty,$$

$$\text{мұндағы, } \theta(x, C_1) = \inf_{\substack{d > 0 \\ |x-t| \leq 10}} (d^{-1} + \int_{|t-h| \leq d} q(\eta, C_2) d\eta),$$

A – ақырлы тұрақты шама. Онда кез келген $f \in L_2(R)$ үшін (I) теңдеудің $y(x) \in L_2(R)$ шешімі бар болады және ол $y''(x) \in L_2(R)$.

2.3 теоремасы 2.1- теоремасының а)-в) шарттары орындалсын және $r(x)$ - үзіліссіз функция болып, $\sup_{|x-y| \leq 1} \frac{r(y)}{r(x)} < \infty$.

Егер кез келген $K > 0$ шамасы үшін

$$B = \sup_{x \in R} \sup_{|C_1| \leq K} \sup_{0 < \eta \leq m^{-1}(x, C_1)} \left[\eta^{-p} \int_{|t-x| \leq \eta} |r(t)|^0 dt \right]^{1/\theta},$$

ақырлы болса, онда кез келген $f \in L_2(R)$ үшін

$$r(x) \frac{d}{dx} y(x) \in L_2(R), \quad (2 \leq \theta < \infty, p = -\frac{\theta}{2}, m(x, C_1) = (q(x, C_1))^{\frac{1}{q}}),$$

мұндағы $y(x)$ - (I) теңдеудің $L_2(R)$ кеңістігінде жатқан шешімі.

2.1-2.3 теоремаларының дәлелдеулері. $f \in L_2(R)$ кез келген функциясы үшін I.I леммасы бойынша теңдеу үшін $y(x)$ шешімі бар болады, әрі $y(x) \in W_2^1(R)$. Демек егізулер туралы Соболев теоремасы бойынша [10], $y(x) \in C(R)$. Онда б) шарты бойынша

$$q(x, y(x)) \in C_{loc}(R). \quad (11)$$

$y_0(x)$ – оң жағы $f_0 \in L_2(R)$ болатын (I) теңдеудің әлсіз шешімі болсын

$$y_0(x) \in W_2^1(R) \text{ болатындықтан } y_0(t) - y_0(\eta) = \int_{\eta}^t \frac{dy_0}{dx} dx.$$

Буняковский теңсіздігі бойынша және (10) пайдаланып мынаны табамыз

$$|y_0(t) - y_0(\eta)| \leq (|t - \eta|)^{\frac{1}{2}} \|f\|_{2,R}. \quad (12)$$

$\tilde{q}(x) = q(x, y_0(x))$ белгілейік және $\tilde{L}$, L_2 кеңістігіндегі норма бойынша $C_0^\infty(R)$ анықталған $L_0 y = -y''(x) + \tilde{q}(x)y$, операторының тұйықталуы болсын.

Бізге одан әрі келесі лемма керек болады.

Лемма 2.1. $\tilde{L}$ операторы өзіне өзі түйіндес әрі оң болып анықталған.

Дәлелдеуі. $\tilde{L}$ операторының оң екендігі 2.1 теоремасының а) шартынан туындайды. Өзіне өзі түйіндес екендігі (11) өрнектен және [11] жұмыстың нәтижесінен туындайды. Лемма дәлелденді.

Енді,

$$y_0(t) = C_2, y_0(\eta) = C_1, A = 2\|f\|_2 \geq \sqrt{A\eta\|f\|_2},$$

Деп белгілеп (12) пайдаланып $|C_2 - C_1| \leq A$ табамыз. Осыдан, 2.1 теоремасының

а)-в) шарттары бойынша $\tilde{L}$ операторы үшін [7] жұмыстың 3 теоремасының барлық шарттары орындалады. Демек, L операторы бөліктенеді, яғни

$$\|y''\|_2 + \|\tilde{q}(x)y\|_2 \leq C(\|\tilde{L}y\| + \|y\|_2),$$

мұндағы C , $y \in D(\tilde{L})$ элементінен тәуелсіз, ал $D(\cdot)$ - оператордың анықталу обылысы, ал $\|\cdot\|$ - норма, $L_2(D)$ кеңістігінде анықталған.

Енді бізге $y_0(x) \in D(\tilde{L})$ жататынын дәлелдеу керек. Кері жориық, $y_0(x) \notin D(\tilde{L})$ жатпасын дейік. Онда 2.1 леммасы бойынша $y_1(x) \in W_2^1(R)$ табылып, $y_1(x) = \tilde{L}^{-1} f_0$. Яғни, болжам бойынша $y_0(x) \in W_2^1(R)$ оң жағы $f_0(x)$ болатын (I) теңдеудің шешімі болады, онда

$$\tilde{L}y_2 = 0, y_2 = y_1 - y_0 \in L_2(R).$$

Теореманың дәлелдеуін толық аяқтау үшін келесі лемманы қарастырамыз.

2.2 леммасы 2.1-теоремасының а) және б) шарттары орындалсын. Онда $\tilde{L}y = 0$ теңдеуінің $y(x) \in L_2(R)$ шешімі болмайды.

Дәлелдеуі. Егер $\tilde{q}(x) \geq \delta > 0$, онда $y''(x) = q(x)y$ теңдеуінің шешімі экспоненциалды түрде өсетіні белгілі. Ол $x \rightarrow -\infty$, және $x \rightarrow +\infty$ солай болады. Сондықтан ло шешім $L_2(R)$ кеңістігінде жатпайды.

Лемма дәлелденді.

Осы леммадан $y_0(x) = y_1(x)$ болатынын табамыз. Қарама қайшылыққа келдік.

2.1 теоремасы толығымен дәлелденді.

Осындай жолдармен 2.2, 2.3 теоремалары да дәлелденеді.

3. $L_2(R^3)$ кеңістігіндегі сызықтық емес Шредингер типтегі операторы

Енді мына түрдегі теңдеуді

$$-\Delta u + q(x, u)u = f(x) \quad (13)$$

$L_2(R^3)$ кеңістігінде қарастырайық.

3.1 леммасы. $q(x, u) \geq \delta > 0$ және екі айнымалы бойынша R^2 кеңістігінде үзіліссіз болсын, онда кез келген $f \in L_3(R^3)$ үшін (13) теңдеудің $W_2^1(R^3)$ кеңістігінде жататын әлсіз шешімі бар болады.

Бұл лемма 1.1 леммасы сияқты дәлелденеді.

3.2 леммасы. $q(x, u) \geq \delta > 0$ және екі айнымалы бойынша R^2 кеңістігінде үзіліссіз болсын, онда кез келген $f \in L_2(R^3)$ үшін (13) теңдеудің әлсіз шешімі бар болады және мына теңсіздік орынды

$$\|u\|_{L_\infty(R^3)} + \|u\|_{W_2^1(R^3)} \leq C \|f\|_{L_2(R^3)}, \quad (14)$$

C тұрақты саны u және f функцияларынан тәуелсіз.

Дәлелдеуі.

$$q_N(x, u) = \begin{cases} q(x, u), & \text{если } q(x, u) \leq N, \\ N, & \text{если } q(x, u) \geq N \end{cases}$$

болсын дейік. Мына теңдеудің шешімінің бар болуы

$$-\Delta u + q_N(x, u)u = f_N \quad (15)$$

3.1. леммасынан шығады.

$u_x \in W_2^1(R^3)$ - (15) теңдеудің шешімі болсын дейік. Келесі теңдеуді қарастырайық

$$L_u = f_N, \quad (16)$$

мұндағы $L = -\Delta + \tilde{q}_N(x)$, $\tilde{q}_N(x) = q_N(x, u_N)$

$q_N(x, u_N)$ және $\tilde{q}_N(x)$ шенелгендіктен по (3) теорема бойынша, [11] L операторы өзіне өзі түйіндес және (16) теңдеудің u_N мен беттесетін жалғыз шешімі бар болады.

Егер $q_1(x) \leq q_2(x)$, онда $Q_1(x, y) \geq 0$ және $Q_2(x, y) \geq 0$, және $Q_1(x, y) \geq Q_2(x, y)$, мұндағы $Q_1(x, y)$ и $Q_2(x, y)$ - сәйкес $-\Delta + q_1(x)$, $-\Delta + q_2(x)$ операторларының Грин функциялары.

$Q_N(x, y)$ - L операторының Грин функциясы болсын, онда жоғарыда айтылған деректерден

$$Q_N(x, y) \leq Q_0(x, y), \quad (17)$$

болатыны шығады, мұндағы $Q_0(x, y)$ - функциясы $-\Delta + 1$ операторының Грин функциясы. Осыдан және (17) ден

$$|u_x(x)| = \left| \int_{R^3} Q_N(x, y) f(y) dy \right| \leq \int_{R^3} Q_N(x, y) f(y) dy \leq \int_{R^3} Q_0(x, y) |f(y)| dy. \quad (18)$$

Оператор $(Qf)(x) = u_0(x) = \int_{R^3} Q_0(x, y) |f(y)| dy$ $L_2(R^3)$ кеңістігінен $W_2^2(R^3)$

кеңістігіне әсер ететіні белгілі. Сондықтан Соболевтың енгізілу теоремалары бойынша [10], мынаны аламыз

$$\|u_N(x)\|_{L_\infty(R^3)} \leq C_0 \|f\|_{L_2(R^3)}, \quad (19)$$

мұндағы C_0 , N және f тен тәуелсіз. Басқа жағынан қарағанда мына бағалау орынды

$$\|u_N(x)\|_{W_2^1(R^3)} \leq C_1 \|f\|_{L_2(R^3)}, \quad (20)$$

мұнда да C_1 тұрақтысы N және f - тен тәуелсіз. Шынында да скаляр көбейтінді құрайық $\langle Lu_N, u_N \rangle$. Бөлшектеп интегралдау арқылы (20) аламыз.

(19) және (20) теңсіздіктерден

$$\|u_N(x)\|_{L_\infty(R^3)} + \|u_N\|_{W_2^1(R^3)} \leq C_2 \|f\|, \quad (21)$$

мұндағы $C_2 = \max(C_1, C_0)$. $N \rightarrow \infty$ шекке көшсек

$$\|u(x)\|_{L_\infty(R^3)} + \|u(x)\|_{W_2^1(R^3)} \leq C_2 \|f\|_{L_2(R^3)}.$$

$u(x)$ функциясының (13) теңдеудің әлсіз шешім екенін дәлелдеу қиын емес (3.1) леммасын қараңыз). Лемма дәлелденді.

4. Шешімнің тегістігі

4.1 теоремасы Мына шарттар орындалсын: а) $q(x, y) \geq \delta > 0$; б) $q(x, y)$ - екі айнымалы бойынша R^2 кеңістігінде үзіліссіз болсын және

$$\sup_{|x-y| \leq 1} \sup_{\substack{|C_1 - C_2| \leq A \\ |C_1| \leq A}} \frac{q(x, C_1)}{q(y, C_2)} < \infty,$$

мұндағы A – кез келген ақырлы шама. Онда: а) Онда кез келген $f \in L_2(R^3)$ үшін (13) теңдеудің $u(x)$ шешімі бар болады және $\Delta u \in L_2(R^3)$; б) $r(x)$, R^3 - үзіліссіз функция болсын, егер кез келген $k > 0$ үшін

$$B = \sup_{x \in R} \sup_{|C_1| \leq K} \sup_{0 < \eta \leq m^{-1}(x, C_1)} \left[\eta^{-p} \int_{|t-x| < \eta} |r(t)|^\theta dt \right]^{1/\theta}$$

шамасы ақырлы болса, онда

$$r(x) D^2 u(x) = L_\theta(R^3), \quad (2 \leq \theta < \infty, \quad p = -\frac{\theta}{2}, \quad m(x, C_1) = (q(x, C_1))^{1/2}.$$

Мына функцияны енгізейік

$$q_\varepsilon^*(t, C_0) = \inf \left\{ d^{-1}; d \geq \inf_{e \in F_d^{(\varepsilon)}(t)} \int_{\theta_d(t)|_e} q(x, C_0) dx \right\},$$

мұндағы $F_d^{(\varepsilon)}(t)$ барлық $\theta_d(t)$ кубтардың мына теңсіздікті $m \varepsilon \leq \varepsilon d^n$, $\varepsilon \in (0, 1)$ қанағаттандыратын компакттік ішкі жиындарының жиынтығы.

4.2 теоремасы. 4.1 теоремасының а), б) шарттары орындалсын және

$$\sup_{|x-y| \leq 1} \sup_{|C_0 - C_1| \leq A} \frac{q_\varepsilon^*(x, C_0)}{q_\varepsilon^*(x, C_1)} < \infty,$$

болсын $m(x, C_0) = q_\varepsilon^*(x, C_0)$, ал $A_p(x, C_0)$ - деп

$$A_p(x, C_0) = m^{-1-\beta}(x, C_0) \sup_{|C_1| \leq K} \sup_{0 < \eta \leq m^{-1}(x, C_1)} \eta^{-\beta} \int_{|x-t| < \eta} q(t, C_1) dt,$$

теңдігімен анықталған функцияны белгілейік, мұндағы K – кез келген ақырлы сан, $\beta = 2(\frac{3}{p} - 1)$, $p \in (1, 2)$ интервалындағы кез келген сан. Онда, егер кез келген $p \in (1, 2)$ үшін

$$A_p = \sup_{|C_0| \leq K} \sup_{x \in R^3} A_p(x, C_0),$$

шамасы ақырлы болса, онда кез келген $f(x) \in L_2(R^3)$ үшін (13) теңдеудің шешімі бар болады $u(x) \in L_2(R^3)$ және $\Delta u \in L_2(R^3)$.

4.1, 4.2 теоремалары 2.1-2.3 теоремалары сияқты [7] жұмыстың нәтижелерін пайдалану арқылы дәлелденеді.

1. Everitt W.H., Yiertz M. Some propereties of certein operators. Proc. London Math. Soc., 23(3), 1971, 301-304.
2. Everitt W.N., Yiertz M. Some inequalies associated with certein differential equations, Math. Z., 126, 1972, 308-326.
3. Everitt W.N., Yiertz M. On some properties of the rowers of a formally self-adjoints differential expressions. Proc. London Math. Soc., 24(3), 1972, 149-170.
4. Everitt W.N., Yiertz M. On some properties of the prower-ties of a formally self-adjoints differential expressions. Proc. London Math. Soc., 24(3), 1972, 756-768.
5. Бойматов К.Х. Теоремы разделимости.-Докл. АН СССР, 1973, т. 213, № 5, с. 1009-1011.
6. Биргебаев А. Элементы теорем вложения и теории разделимости. КазНПУ им.Абая Алматы-2008, 88 стр.уч. пос.
7. Отелбаев М. Коэрцитивные оценки и теоремы разделимости для эллиптических уравнений в R^m . Труды МИАН, 1983.
8. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1973.
9. Треногин В.А. Функциональный анализ. - М.: Наука, 1980.
10. Соболев С.Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. - Л.: ЛГУ, 1952.
11. Отелбаев М. Об условиях самосопряженности оператора Шредингера с операторным потенциалом. - Укр. мат. ж., 1976, т. 280, № 6.

УДК 531+539.376

К. Бисембаев

КОЛЕБАНИЯ ТЕЛА КАЧЕНИЯ СО СПРЯМЛЕННОЙ ПЛОЩАДКОЙ ОПИРАНИЯ

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

Мақалада қайтымсыз деформация салдарынан түзетілген аудан пайда болатын жағдайда тербелмелі тіректің сфералық беттің бойымен тербелісі туралы есеп қарастырылады. Бұл жұмыста теңселмелі тіректің тербелісі сызықты емес екендігі тағайындалған. Амплитуда – фазалық сипаттамасы алынды. Резонанстық күй зерттелді.

In this article it is considered equation about body fluctuation, leaning against a spherical surface in the conditions of formation of the straightened platform owing to irreversible deformations. In work it is established that body fluctuations is nonlinear. It is investigated resonant conditions of systems.

Тела качения используются во многих технических устройствах для реализации кинематической виброзащиты технических устройств на подвижном основании.

В частности, опоры качения используются в сейсмозащитных устройствах, или оснащаются транспортные средства для перевозки крупногабаритных грузов. С помощью опор качения достигается статическая определимость мостовых конструкций и др.

Ввиду того, что в опорах качения на малых участках создаются большие напряжения, материал опор в течение длительного времени будет деформироваться с искажением первоначальной формы. В настоящей статье рассматривается задача о плоских колебаниях тела качения с учетом образования площадки опирания конечных размеров за счет необратимых деформаций.

Постановка задачи. Рассмотрим твердое тело I опирающееся сферической частью на сферическую поверхность основания 2 (рисунок 1) [1]. Под действием длительной нагрузки опорная поверхность и основание получили необратимые деформации. В разрезе эти поверхности представлены кривыми, состоящими из дуг соответственно AK и AK_1 , NC и N_1C_1 окружностей и прямолинейных участков KN и K_1N_1 . Очевидно, что предлагаемая постановка задачи остается справедливой, если площадки контакта KN и K_1N_1 будут иметь какую-либо иную форму поверхности. Обозначим радиусы дуг AK и AK_1 окружностей через r и R , а их центры кривизны - O_2 и O_1 .

Прямолинейные участки опорных поверхностей равны и соприкасаются в равновесном положении. Центр тяжести тела I находится в точке O . Обозначим через $h = OF$ высоту центра масс тела над основанием, а через $2l = KN$ ширину области контакта, образованной в теле деформированной опоры. Положение тела I будем определять обобщенной координатой $\varphi(t)$.

Под действием горизонтального смещения основания с ускорением $\ddot{x}_{осн} = \ddot{x}_0(t)$ и силы тяжести, движение тела I будет описываться дифференциальным уравнением:

$$J\ddot{\varphi} = -mgL - mh\ddot{x}_0(t) - \alpha\dot{\varphi} \quad (1)$$

где J - момент инерции тела, L - плечо силы тяжести относительно точки касания A опорной поверхности с основанием, m - масса тела, α - коэффициент трения.

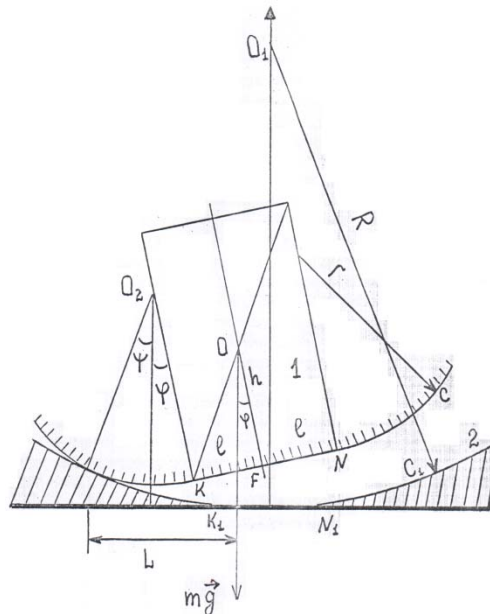


Рисунок 1 - Схема опоры качения, имеющий спрямленный участок опирания.

В случае малых колебаний имеет место следующее соотношение (рисунок 1);

$$\psi = \frac{r}{R-r}\varphi + \frac{l}{R-r}\text{sign}\varphi; \quad L = R\psi - h\varphi = \left(\frac{Rr}{R-r} - h\right)\varphi + \frac{Rr}{R-r}\text{sign}\varphi; \quad (2)$$

Подставляя эти соотношения в уравнения (1), получим уравнение

$$\ddot{\varphi} + 2\beta\dot{\varphi} + K^2\left(\frac{Rr}{R-r} - 1\right)\varphi + K^2\frac{Rl}{(R-r)h}\text{sign}\varphi = -\frac{K^2}{g}\ddot{x}_0(t), \quad (3)$$

где $K^2 = \frac{mgh}{J}$, $2\beta = \frac{\alpha}{J}$.

Рассмотрим свободное колебание тела при отсутствии рассеивания энергии. Полагая в уравнении (3) $\beta = 0, \ddot{x}_0 = 0$ будем находить решение однородного уравнения (3) в виде [2]

$$\varphi = \sum_{n=1}^n A_{2n-1} \sin(2n-1)\omega t \quad (4)$$

При этом нелинейный член $\text{sign}(\varphi)$ можно представить разложением

$$\text{sign}\varphi = \frac{4}{\pi} \sum_{i=1}^n \frac{\sin(2n-1)\omega t}{2n-1}; \quad (5)$$

Подставляя (4) и (5) в уравнение (3), получим для определения частоты и амплитуды высших гармоник следующие формулы

$$\omega = K \sqrt{\frac{Rr}{(R-r)h} + \frac{4Rl}{\pi(R-r)hA_1} - 1} \quad (6)$$

$$A_3 = K^2 \frac{4Rl}{3(R-r)h\pi} \frac{1}{9\omega^2 - K^2\left(\frac{Rr}{(R-r)h} - 1\right)};$$

.....

$$A_{2n-1} = K^2 \frac{4Rl}{(2n-1)(R-r)h\pi} \frac{1}{(2n-1)^2\omega^2 - K^2\left(\frac{Rr}{(R-r)h} - 1\right)}; \quad (7)$$

Из формулы (6) видно, что частота свободных колебаний с уменьшением амплитуды A_1 возрастает до бесконечности (рисунок 2). Такие колебания известны в литературе под названием «дребезг». Исследованию этого явления посвящены фундаментальные работы [1-3].

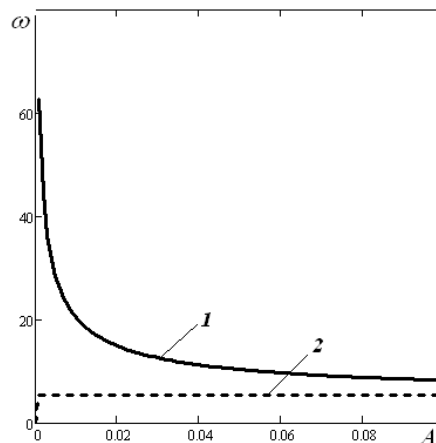


Рисунок 2 - Зависимость частоты собственных колебаний от амплитуды для тел качения со спрямленными участками.

При больших амплитудах A_1 частота свободных колебаний стремится к постоянному значению

$$\omega = K \sqrt{\frac{Rr}{(R-r)h} - 1} \quad (8)$$

Из этого выражения следует, что для устойчивости тела расстояние (превышение) его центра масс над основанием h должно быть ограниченным неравенствами

$$h < \frac{Rr}{R-r} \quad (9)$$

Формулы (7) дают возможность определить форму нелинейного колебания, которая отличается от гармонической. Для исследования интенсивности затуханий будем полагать, что амплитуда A_1 заменяются во времени, за счет потери полной энергии на трение [4].

Полагаем $A_1 \neq 0, A_3 = A_5 = \dots = A_{2n-1} = 0$. Используя энергетический метод, определим амплитуду A_1 как функцию времени. Полная энергия опоры качения колеблющегося с амплитудой A_1 имеет вид

$$E = \frac{1}{2} J \omega^2 A_1^2.$$

Следовательно, изменение энергии за период равно

$$\Delta E = J \omega^2 A_1 \Delta A_1, \quad (10)$$

где ΔA_1 - соответствующее изменение амплитуды. Вычислим работу сил трения за период

$$- 2 \int_0^{\tau/2} \alpha \dot{\varphi}^2 dt = - \pi \alpha A_1^2 \omega. \quad (11)$$

Изменение полной энергии опоры качения обусловлено работой сил трения. Следовательно, из (10) и (11) имеем:

$$\frac{\Delta A_1}{A_1} = - \frac{\pi \alpha}{J \omega} = - \beta T \quad (12)$$

Поскольку β предполагается малыми, то A_1 является медленно меняющейся функцией времени. Это позволяет заменить (12) дифференциальными выражениями

$$\frac{dA_1}{dt} = - \beta A_1 \quad (13)$$

откуда

$$A_1 = A_0 e^{-\beta t} \quad (14)$$

Рассмотрим теперь вынужденные колебания тела, обусловленные движением основания по закону $x_0 = Q \sin pt$ в предположении отсутствия рассеивания энергии. Представляя решение уравнения (3) в виде

$$\varphi = \sum_{n=1}^n C_{2n-1} \sin(2n-1)pt \quad (15)$$

а нелинейную часть разложением (5) и приравнивая выражения при одинаковых гармониках, получим следующее выражение:

$$\begin{aligned}
C_1 &= \frac{K^2}{p^2 - K^2 \left(\frac{Rr}{(R-r)h} - 1 \right)} \left(\frac{4Rl}{\pi(R-r)h} - \frac{p^2 Q}{g} \right); \\
C_3 &= \frac{4K^2 Rl}{\left[9p^2 - K^2 \left(\frac{Rr}{(R-r)h} - 1 \right) \right] 3\pi(R-r)h}; \\
&\dots\dots\dots \\
C_{2n-1} &= \frac{4RK^2}{(2n-1)(R-r)h} \frac{1}{(2n-1)^2 p^2 - K^2 \left(\frac{Rr}{(R-r)h} - 1 \right)};
\end{aligned} \tag{16}$$

Из уравнения (3) следует, что угловые колебательные движения тела, находившегося в начальный момент в положении равновесия, возникают при условии $\max(mh \ddot{x}_0) > mgl$ или при условии

$$\frac{Qp^2}{g} > \frac{l}{h}. \tag{17}$$

При невыполнении этого условия тело будет двигаться вместе с основанием.

Предполагая, что условия (17) выполняются, проведем анализ амплитуды вынужденных колебаний на основании формулы (16).

Резонансные кривые, построенные на основании выражения (16), указаны на рисунках 3 и 4.

Из выражения (16) следует, что резонанс наступает при значении частоты колебаний основания

$$P = K \sqrt{\frac{Rr}{(R-r)h} - 1} \tag{18}$$

При значении частоты $P = 2 \sqrt{\frac{Rgl}{\pi(R-r)hQ}}$ амплитуда вынужденных колебаний обращается в нуль. При больших значениях частоты возмущающей силы амплитуда вынужденных колебаний стремится $C_1 \rightarrow \frac{K^2 Q}{g}$.

Вид резонансной кривой в большой степени зависит от амплитуды возбуждения Q . При значении амплитуды вынужденных колебаний Q , определяемых равенством

$$\frac{Q}{l} = \frac{4R\rho^2}{\pi h[Rr + (R-r)h]} = \tilde{N},$$

где ρ - радиус инерции тела относительно центра масс ($J = m\rho^2$), в резонансной точке (18) имеет место неопределенность вследствие чего амплитуды вынужденных колебаний остается ограниченной или равна нулю (рисунок 3, линия-2). При нарушении этого условия имеет место $\frac{Q}{l} < \tilde{N}$. Резонансная кривая имеет вид, показанный на рисунке 3, (линия-1). В случае же, когда $\frac{Q}{l} > \tilde{N}$, резонансная кривая имеет вид, показанный на рисунке 4.

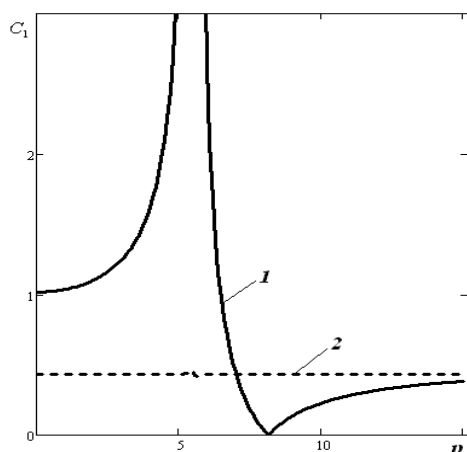


Рисунок 3 - Резонансная кривая для тела со спрямленными участками на подвижном основании при $\frac{Q}{l} < \tilde{N}$ и при $\frac{Q}{l} = \tilde{N}$

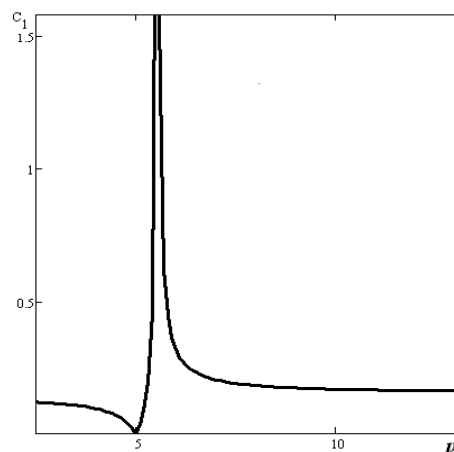


Рисунок 4 - Резонансная кривая качения для тела качения со спрямленными участками на подвижном основании при $\frac{Q}{l} > \tilde{N}$

По результатам исследования колебаний тела качения с учетом образования конечной площадки опирания вследствие деформации установлено, что вид резонансной кривой сильно меняется при изменении уровня возбуждения, а именно: при малом уровне возбуждения тело движется вместе с основанием. При высоких уровнях возбуждения в зависимости от амплитуды возмущающих сил могут иметь место три типа резонансных кривых. Резонансные кривые первого типа имеют широкий резонанс на низких частотах и участок, близкий к нулевым значениям за резонансной области (рисунок 3, линия 1); резонансная кривая второго рода представлена одинаковыми амплитудами во всем диапазоне частот возмущения в области резонанса. Резонансные кривые третьего типа имеют в пререзонансной области участок частот, близкий к нулю (рисунок 4).

1. Бабицкий В.И., Крупенин В.А. Колебания в сильно нелинейных системах. – М.; Наука, 1985.-320 с.
2. Коловский М.З. Нелинейная теория виброзащитных систем. - М.; Наука, 1966.- 317 с.
3. Нагаев Р.Ф. Механические процессы с повторными затухающими соударениями - М.; Наука, 1985.- 200с.
4. Блэкьер О. Анализ нелинейных систем.- М.; Мир, 1969.- 400с.

КОЛЕБАНИЯ УПРУГИХ КОНСТРУКЦИИ С ТЯЖЕЛЫМ ОСНОВАНИЕМ, ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ВОЗМУЩЕНИИ

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

Мақалада түзетілетін беттермен шектелген дірілқорғанысты дөңгелеу үйкелісі бар ауыр негізді серпімді құрылғының релаксияланатын жер қабатындағы тербелістері зерттелген. Жүйенің қозғалыс теңдеулері алынған. Тербелмелі қозғалыстың стационар режимі зерттеліп, орнықтылық критеріі анықталған.

This paper discusses issues related to oscillations of homogenous elastic construction situated on vibratory bearings with straightened surfaces. In course of investigation a motion equation of system has been achieved. Stationary and non-stationary regimes for oscillatory processes of the system have been investigated and the criterion of its stability has been determined.

Сейчас известно большое количество виброзащитных устройств, применение которых основано на известных принципах пассивной виброизоляции объектов, подверженных вибрационным воздействиям. Кинематические и динамические свойства опоры ограниченной поверхностями высокого порядка с достаточной полнотой описаны в работах [1], [2]. В настоящей статье рассматривается об оценке вибрации однородной упругой конструкции на опорах качения ограниченных поверхностями вращения высокого порядка при воздействии вертикальной сейсмической нагрузки с учетом трения качения на релаксирующих грунтах. Модель кинематического фундамента показана на рисунке 1. Опоры качения, ограниченные снизу и сверху поверхностями, описаны уравнениями $y_1 = \alpha_1 x_1^n$; $y_2 = \alpha_2 x_2^n$ соответственно. Горизонтальное и вертикальное смещения нижнего и верхнего оснований кинематического фундамента обозначим соответственно $x_0(t)$, $y_0(t)$ и $x(t)$, $y(t)$. Рассмотрим плоские колебания однородной стержневой конструкций, опирающейся на подвижное основание с опорами качения (рисунок 2). Голономная связь конструкции с подвижным основанием, реализуемая узлами опоры качения со спрямленными поверхностями определяется соотношением [1],

$$y(t) - y_0(t) = -\frac{1}{2H}(x - x_0)^2 + \frac{n-1}{nH} N_n (x - x_0)^{\frac{n}{n-1}}, \quad (1)$$

где $N_n = \frac{1}{(nH)^{\frac{1}{n-1}}} \left[\frac{1}{\alpha_1^{\frac{1}{n-1}}} + \frac{1}{\alpha_2^{\frac{1}{n-1}}} \right]$, H – высота опоры.

Трения качения, возникающие при качении опоры, ограниченной поверхностями вращения высокого порядка на релаксирующих грунтах определяются выражением [3],

$$F_{mp} = \frac{\varepsilon \omega_0^2 N_n M}{n-1} \frac{\dot{x} - \dot{x}_0}{(x - x_0)^{\frac{n-2}{n-1}}}, \quad (2)$$

где $\omega_0^2 = \frac{g}{H}$, g – ускорение свободного падения, M – масса конструкции с подвижным основанием, ε – период релаксации грунта. Обозначим горизонтальное смещение каждой точки стержневой конструкции относительно неподвижных систем координат $u(z, t)$, а относительно подвижных систем координат, связанных с верхним основанием $u_1(z, t)$. Тогда имеет место, следующее соотношение

$$u(z, t) = x(t) + u_1(z, t) \quad (3)$$

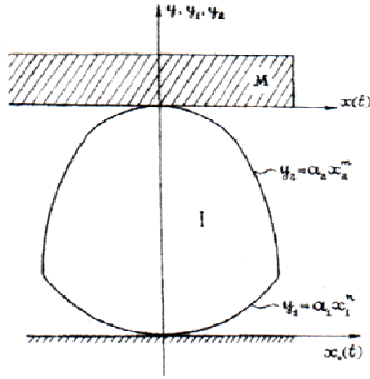


Рисунок 1.

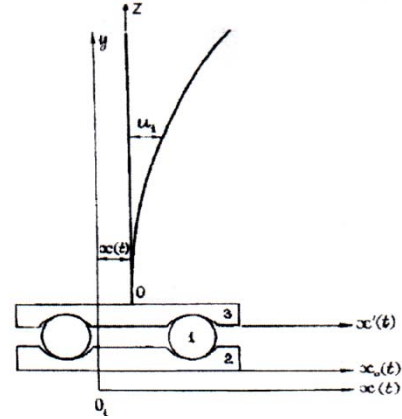


Рисунок 2.

Сила внутреннего сопротивления по Фохту принимается равной

$$R = \mu EJ \frac{\partial^5 u_1(z, t)}{\partial t \partial z^4} \quad (4)$$

где μ – постоянный коэффициент, характеризующий внутреннее трение материала, EJ – жесткость на прогибе упругой конструкции.

Предположим, что стержень с длиной l , с прямолинейной осью, но незакрученного сечения, совершает изгибные колебания в плоскости Oxz (ось Oz направлена вдоль оси стержня и проходит через центры тяжести сечений). Считаем, что поперечные сечения стержня при деформировании остаются плоскими и перпендикулярными к деформированной оси стержня, а нормальные напряжения на площадках, параллельных оси, пренебрежимо малы. Пренебрегаем массой опоры качения. Потенциальная и кинетическая энергия системы определяются выражением

$$\begin{aligned} \Pi &= \frac{1}{2} \int_0^l EJ \left(\frac{\partial^2 u_1}{\partial z^2} \right)^2 dz + \frac{1}{2} \int_0^l m(z) [g + \ddot{y}_0(t)] \left(\frac{\partial u_1}{\partial z} \right)^2 dz + [M + m(z)l] [g + \ddot{y}_0(t)] \Delta y; \\ T &= \frac{1}{2} \int_0^l m(z) \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 dz + \frac{1}{2} [M + m(z)l] \dot{x}^2; \end{aligned}$$

где M – масса верхнего основания кинематического фундамента (масса тела 3. рисунок 2), $m(z)$ – погонная масса стержня.

Для вывода дифференциальных уравнений движения упругой конструкции на опорах качения, ограниченных поверхностями высокого порядка, воспользуемся уравнениями Эйлера – Лагранжа, рассматривая уравнение (1) в качестве голономной связи, наложенной на вертикальное перемещение тела. Уравнения движения упругой конструкции на опорах качения будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(EJ \frac{\partial^2 u_1}{\partial z^2} \right) + \mu \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(EJ \frac{\partial^3 u_1}{\partial t \partial z^2} \right) + [g + \ddot{y}_0(t)] \frac{\partial}{\partial z} \left(m(z) \frac{\partial u_1}{\partial z} \right) + m(z) \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} &= -m(z) \ddot{x}(t); \\ m(z) \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} + \left[\frac{M}{l} + 2m(z) \right] \ddot{x} + \frac{\varepsilon \omega_0^2 N_n}{n-1} \left[\frac{M}{l} + m(z) \right] \frac{\dot{x} - \dot{x}_0}{(x - x_0)^{\frac{n-2}{n-1}}} - \lambda \left[-\frac{1}{H} (x - x_0) + \right. \\ &\left. + \frac{N_n}{H} (x - x_0)^{\frac{1}{n-1}} \right] = 0; \quad \left[\frac{M}{l} + m(z) \right] \ddot{y} + \left[\frac{M}{l} + m(z) \right] [g + \ddot{y}_0(t)] + \lambda = 0; \end{aligned}$$

где λ – неопределенный множитель Лагранжа.

Присоединяя к этим уравнениям уравнение связи (1), получим систему четырех уравнений с четырьмя неизвестными.

Исключая λ и y с помощью уравнения связи (1) и учитывая малости колебаний, получим следующие дифференциальные уравнения

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(EJ \frac{\partial^2 u_1}{\partial z^2} \right) + \mu \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(EJ \frac{\partial^3 u_1}{\partial t \partial z^2} \right) + [g + \ddot{y}_0(t)] \frac{\partial}{\partial z} \left(m(z) \frac{\partial u_1}{\partial z} \right) + m(z) \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} = -m(z) \ddot{x}(t); \\ & \ddot{x} + \frac{\frac{M}{l} + m(z)}{\frac{M}{l} + 2m(z)} \frac{\varepsilon \omega_0^2 N_n}{n-1} \frac{\dot{x} - \dot{x}_0}{(x - x_0)^{\frac{n-2}{n-1}}} + \frac{\frac{M}{l} + m(z)}{\frac{M}{l} + 2m(z)} \left[1 + \frac{\ddot{y}_0(t)}{g} \right] \times \\ & \times \left[\omega_0^2 N_n (x - x_0)^{\frac{1}{n-1}} - \omega_0^2 (x - x_0) \right] = -\frac{m(z)}{\frac{M}{l} + 2m(z)} \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2}; \end{aligned} \quad (5)$$

Рассмотрим колебания однородной упругой конструкции постоянного сечения при гармоническом вертикальном смещении нижнего основания кинематического фундамента

$$x_0(t) = 0, \quad y_0(t) = B \sin 2pt \quad (6)$$

Предположив, что $M \gg ml$, $m = \text{const}$, $EJ = \text{const}$ и подставив (6) в уравнение движения (5), получим систему нелинейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами

$$\begin{aligned} & EJ \frac{\partial^4 u_1(z, t)}{\partial z^4} + \mu EJ \frac{\partial^5 u_1(z, t)}{\partial t \partial z^4} + m[g - 4p^2 B \sin 2pt] \frac{\partial^2 u_1(z, t)}{\partial z^2} + m \frac{\partial^2 u_1(z, t)}{\partial t^2} = -m \ddot{x}(t); \\ & \ddot{x} + \varepsilon \dot{\Phi}(x) + [1 - 4\lambda_0 p^2 \sin 2pt] [\Phi(x) - \omega_0^2(x)] = 0; \end{aligned} \quad (7)$$

где $\lambda_0 = \frac{B}{g}$, $\Phi(x) = \omega_0^2 N_n(x)^{\frac{1}{n-1}}$.

Ограничимся простейшим случаем, когда форма параметрических колебаний упругой конструкции совпадает с формой собственных изгибных колебаний.

Решение первого уравнения из системы уравнений (7) ищем по методу главных координат в виде

$$u_1(z, t) = \sum_{j=1}^{\infty} \varphi_j(z) q_j(t) \quad (8)$$

где $\varphi_j(z)$ удовлетворяет уравнению $EJ \frac{\partial^4 \varphi_j}{\partial z^4} - m \omega_j^2 \varphi_j = 0$, и заданных граничных условий, ω_j – собственные частоты упругих конструкций. Подставляя (8) в (7), умножая результат на $\varphi_j(z) dz$, и интегрируя от 0 до l , получим счетное множество независимых уравнений относительно главных искоемых координат $q_j(t)$ и $x(t)$.

$$\begin{aligned} & \ddot{q}_j + \mu \omega_j^2 \dot{q}_j + \omega_j^2 \left[\left(1 - \frac{mg}{P_{kpi}} \right) + \frac{4mp^2 B}{P_{kpi}} \sin 2pt \right] q_j = -E_{0j} \ddot{x}(t); \\ & \ddot{x} + \varepsilon \dot{\Phi}(x) + [1 - 4\lambda_0 p^2 \sin 2pt] [\Phi(x) - \omega_0^2 x] = 0; \end{aligned} \quad (9)$$

где

$$E_{0j} = \frac{\int_0^l \varphi_j(z) dz}{\int_0^l \varphi_j^2(z) dz}; \quad P_{kpi} = \frac{EJ \int_0^l (\varphi_j''(z))^2 dz}{\int_0^l (\varphi_j'(z))^2 dz}; \quad \omega_j = \frac{\kappa_j^2}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}} \quad (10)$$

P_{kpj} – критическая сила при потере устойчивости по j – й собственной форме. κ_j – корень уравнения частот. Преобразуем систему уравнений (9) к виду

$$\begin{aligned}\ddot{q}_j &= -\mu\omega_j^2\dot{q}_j - \omega_j^2\left[\left(1 - \frac{mg}{P_{kpj}}\right) + \frac{4mp^2B}{P_{kpj}}\sin 2pt\right]q_j + \\ &+ \varepsilon E_{0j}\dot{\Phi}(x) + E_{0j}\left[1 - 4\lambda_0 p^2 \sin 2pt\right]\left[\Phi(x) - \omega_0^2 x\right] \\ \ddot{x} &= -\varepsilon\dot{\Phi}(x) - \left[1 - 4\lambda_0 p^2 \sin 2pt\right]\left[\Phi(x) - \omega_0^2 x\right]\end{aligned}\quad (11)$$

В начале рассмотрим случай отсутствия горизонтального возмущения т.е. $x_0 = 0$. Предположив, что для случая гармонического колебания, в котором составляющая основной частоты, имеющая период $2\pi/p$, преобладает над более высшими гармониками периодического решения, и нелинейный член систем уравнений (11) можно приближенно представить в виде

$$q_j = a_j \sin pt + b_j \cos pt; \quad x = a \sin pt + b \cos pt; \quad \Phi(x) = C \sin pt + D \cos pt \quad (12)$$

где коэффициенты нелинейного члена определяются методом коллокаций [2] и имеют вид

$$C = \omega_0^2 N_n K_1 \frac{a}{[a^2 + b^2]^{\frac{n-2}{2(n-1)}}}; \quad D = \omega_0^2 N_n K_1 \frac{b}{[a^2 + b^2]^{\frac{n-2}{2(n-1)}}}; \quad K_1 = \frac{1}{3} \left[\frac{1}{2^{\frac{1}{n-1}}} + \sqrt{3} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^{\frac{1}{n-1}} + 1 \right] \quad (13)$$

Предположим, что амплитуды a_j, b_j и a, b являются функциями времени и медленно меняются в зависимости от t . С точностью до величин порядка малости ε мы можем положить, что в течение интервала времени порядка $2\pi/p$

$$\dot{q}_j = a_j p \cos pt - b_j p \sin pt; \quad \dot{x} = ap \cos pt - bp \sin pt; \quad \dot{\Phi}(x) = Cp \cos pt - Dp \sin pt. \quad (14)$$

Подставляя (12) и (14) в (11) и приравнявая к нулю отдельно коэффициенты при членах, содержащих $\sin pt$ и $\cos pt$, получим

$$\begin{aligned}\dot{a}_j &= \frac{1}{p} \left\{ \left[p^2 - \omega_j^2 \left(1 - \frac{mg}{P_{kpj}} \right) \right] b_j - \omega_j^2 \left(\mu p + \frac{2mp^2B}{P_{kpj}} \right) a_j + \right. \\ &+ E_{0j} [\varepsilon p W - 2\lambda_0 p^2 (W - \omega_0^2)] a + E_{0j} (W - \omega_0^2) b \Big\}; \\ \dot{b}_j &= -\frac{1}{p} \left\{ \left[p^2 - \omega_j^2 \left(1 - \frac{mg}{P_{kpj}} \right) \right] a_j + \omega_j^2 \left(\mu p - \frac{2mp^2B}{P_{kpj}} \right) b_j - \right. \\ &- E_{0j} [\varepsilon p W + 2\lambda_0 p^2 (W - \omega_0^2)] b + E_{0j} (W - \omega_0^2) a \Big\}; \\ \dot{a} &= \frac{1}{p} \{ -[\varepsilon p W - 2\lambda_0 p^2 (W - \omega_0^2)] a + [p^2 - (W - \omega_0^2)] b \}; \\ \dot{b} &= -\frac{1}{p} \{ [p^2 - (W - \omega_0^2)] a + [\varepsilon p W - 2\lambda_0 p^2 (W - \omega_0^2)] b \};\end{aligned}\quad (15)$$

В нашем дальнейшем исследовании уравнение (15) играет важную роль при изучении как переходных, так и установившихся состояний.

Рассмотрим сначала установившееся состояние, когда амплитуды a_j, b_j и a, b постоянны. Подстановкой

$$a_j = A_j \sin \beta, \quad b_j = A_j \cos \beta; \quad a = A \cos \beta, \quad b = A \sin \beta, \quad A_j = \chi_j A$$

система уравнений (15) может быть сведена к виду

$$\left[(p^2 - \Omega_j^2) \chi_j - 2E_{0j} \lambda_0 p^2 \omega^2 \right]^2 A^2 + \nu_j^2 \chi_j^2 A^2 = E_{0j}^2 \varepsilon^2 p^2 (\omega^2 + \omega_0^2) A^2 + (E_{0j} \omega^2 + F_j \chi_j)^2 A^2; \quad (16)$$

$$4\lambda_0^2 p^4 \omega^4 A^2 = (\omega^2 - p^2)^2 A^2 + \varepsilon^2 p^2 (\omega^2 + \omega_0^2)^2 A^2; \quad (17)$$

$$\operatorname{tg} \beta = (\omega^2 - p^2) \chi_j / 2 \lambda_0 p^2 \omega^2 + \varepsilon p (\omega^2 + \omega_0^2); \quad (18)$$

$$A = \sqrt{a^2 + b^2}, W = \omega_0^2 N_n K_1 / A^{\frac{n-2}{n-1}}, \omega^2 = W - \omega_0^2,$$

где

$$\Omega_0^2 = \omega_j^2 \left(1 - \frac{mg}{P_{kpi}} \right), \nu_j = \mu p \omega_j^2, F_j = \frac{2mp^2 B \omega_j^2}{P_{kpi}}. \quad (19)$$

Одно из решений уравнений (16) и (17) будет тривиальным $A = 0$, нетривиальное решение исходит из систем уравнения

$$\begin{aligned} & \left[(p^2 - \Omega_j^2)^2 + \nu_j^2 - F_j^2 \right] \chi_j^2 - 4 \left[(p^2 - \Omega_j^2) E_{0j} \lambda_0 p^2 \omega^2 + \frac{1}{2} E_{0j} F_j \omega^2 \right] \chi_j + \\ & + E_{0j}^2 \left[4 \lambda_0^2 p^4 \omega^4 - \varepsilon^2 p^2 (\omega^2 + \omega_0^2)^2 - \omega^4 \right] = 0; \end{aligned} \quad (20)$$

$$(\omega^2 - p^2)^2 + \varepsilon^2 p^2 (\omega^2 + \omega_0^2)^2 - 4 \lambda_0^2 p^4 \omega^4 = 0. \quad (21)$$

Предположим, что $\omega^2 \gg \omega_0^2$. Решение квадратного уравнения имеет вид

$$\chi_{j/2} = G_{j\pm} \omega^2 \quad (22)$$

$$\text{где } G_{j\pm} = \frac{2E_{0j} [(p^2 - \Omega_j^2) \lambda_0 p^2 + F_j]}{(p^2 - \Omega_j^2)^2 + \nu_j^2 - F_j^2} \pm \sqrt{4 \left\{ \frac{[(p^2 - \Omega_j^2) \lambda_0 p^2 + F_j] E_{0j}}{(p^2 - \Omega_j^2)^2 + \nu_j^2 - F_j^2} \right\}^2 + \frac{E_{0j}^2 [1 + \varepsilon^2 p^2 - 4 \lambda_0^2 p^2]}{(p^2 - \Omega_j^2)^2 + \nu_j^2 - F_j^2}},$$

Учитывая (22), преобразуем уравнение (21) к виду

$$\omega^4 - \frac{2p^2 [1 - \varepsilon^2 \omega_0^2]}{\sigma_{j\pm}} \omega^2 + \frac{p^2 (p^2 + \varepsilon^2 \omega_0^4)}{\sigma_{j\pm}} = 0. \quad (23)$$

$$\text{где } \sigma_{j\pm} = 1 + \varepsilon^2 p^2 - 4 \lambda_0^2 p^4;$$

Решив биквадратное уравнение (23) и принимая во внимание выражение (19), определим нетривиальное решение A .

$$A = \left\{ \frac{\omega_0^2 N_n K_1 \sigma_{j\pm}}{\omega_0^2 \sigma_{j\pm} + p^2 (1 - \varepsilon^2 \omega_0^2) \pm \sqrt{(1 - \varepsilon^2 \omega_0^2)^2 p^4 - p^2 \sigma_{j\pm} (p^2 + \varepsilon^2 \omega_0^4)}} \right\}^{\frac{n-1}{n-2}}; \quad (24)$$

а угол сдвига фазы β определяется уравнением

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{p^2 A^{\frac{n-1}{n-2}}}{\omega_0^2 N_n K_1 (2 \lambda_0 p^2 + \varepsilon p)}; \quad (25)$$

Из системы уравнений (15) следует, что при нулевых начальных условиях амплитуда равна нулю при малом t ; если система сначала была в равновесии, то она остается в равновесии и в дальнейшем.

При ненулевых начальных условиях система совершает колебательное движение. Зависимости параметров A , A_1 и β от частоты возмущений (A – амплитуда основания и A_1 – амплитуда соответствующей первому тону упругой конструкции) при следующих значениях параметров системы

$$n = 4, a_1 = 6,25 \cdot 10^{-8} \text{ см}^{-3}, a_2 = 1,421 \cdot 10^{-7} \text{ см}^{-3}, H = 300 \text{ см}, l = 50 \cdot 10^2 \text{ см}, \varepsilon = 0,06 \text{ с},$$

$$EJ = 0,5 \cdot 10^{14}, m = 7 \cdot 10^3 \text{ кг}, \mu = 0,001, \lambda_0 = 0,0035, B = 3,43, \omega_1 = 0,012$$

представлены на рисунках 3-4.

На рисунок 3 показаны также скелетные кривые (пунктирная кривая), построенные по формуле (19). Точку пересечения резонансной кривой с осью абсцисс может определить из уравнения (24) при условии $A = 0$, т.е. опорные точки имеют вид

$$P_r = \frac{\sqrt{2}\varepsilon}{4\lambda_0} \sqrt{1 + \sqrt{1 + 16\frac{\lambda_0^2}{\varepsilon^4}}}; \quad (26)$$

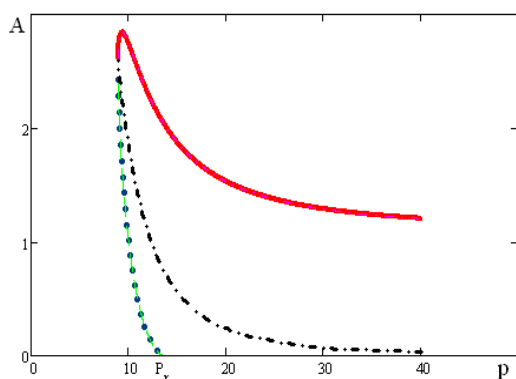


Рисунок 3. Зависимость амплитуды A от частоты возбуждения p

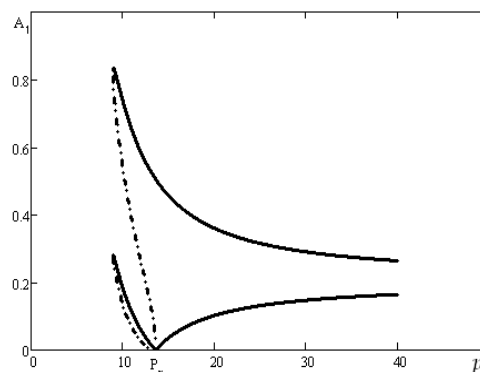


Рисунок 4. Зависимость амплитуды A_1 от частоты возбуждения p

На рисунках 3, 4 сплошные линии в резонансных кривых соответствуют устойчивым состояниям равновесия, точечной линией представлена часть диаграммы, соответствующая неустойчивым решениям.

1. Бисембаев К. Колебания тела на опорах со спрямленными поверхностями// Изв. АН КазССР. сер. физ.-мат. 1988. №3. с. 65-69.
2. Бісембаев К., П'ятецький В. О. Дослідження нелінійних коливань тіла на опорах кочення зіспрямленими поверхнями // Вісник Київського Університету. Физ.-мат. Науки. №5. с.12-17.
3. Бисембаев К. Трение опоры качения со спрямленными поверхностями по релаксирующему грунту // Вестник сер.физ.-мат., КазНПУ, 2007. №4(20).с.75-81

УДК 621.01; 622.271

Ю.М. Дракунов, А.А. Тулешова

ДИНАМИКА ОПУСКАНИЯ И ПОДЪЕМА СНАРЯДА КАРОТАЖНОЙ СТАНЦИИ

(г.Алматы, КазНУ имени аль-Фараби, КазЭУ имени Т.Рыскулова)

Иілгіш сым жүйесі негізінде жасалған каротаж станциясының снарядының механизмінің динамикасы қарастырылған. Снарядты түсіру мен көтеру қозғалысын автоматтандыру үшін қажет формулалар мен динамика теңдеулері қортылып алынды. Каротажды станцияның бұл механизмінің қозғалысын автоматты түрде басқаратын бағдарламалар жазылды. Сыртқы актив күш әр түрлі болғанда, снарядтың қозғалысының әр жағыдайы қарастырылды. Снарядты түсіру және көтеру қозғалысының графиктері салынды.

Dynamics of the mechanism of lowering and shell lifting well-logging stations on a basis rope systems is considered. Basic formulas for automation of calculation of dynamic parameters of the mechanism and the analysis shell movement at its lowering and lifting are received. Programs of the analysis of dynamics of the mechanism which enter the automated control system well-logging stations are developed. Various cases against active forces acting on the shell, and the analytical solutions of equations of motion graphics shell. Constructed lifting and lowering of the projectile.

Каротажная станция (КС) представляет собой сложную электромеханическую систему, состоящую из двигателя, редуктора, датчика и лебедки с каротажным

тросом [2]. В датчике размещаются источники ионизирующего излучения, детектор, в качестве которого используется пропорциональный счетчик, предварительный усилитель (ПУ) и шаговый двигатель выдвижения датчика. Многоэлементное опробование проводится флуоресцентным рентгенорадиометрическим методом, в основе которого лежит зависимость плотности потока характеристического излучения элемента в исследуемом объеме от его содержания[2].

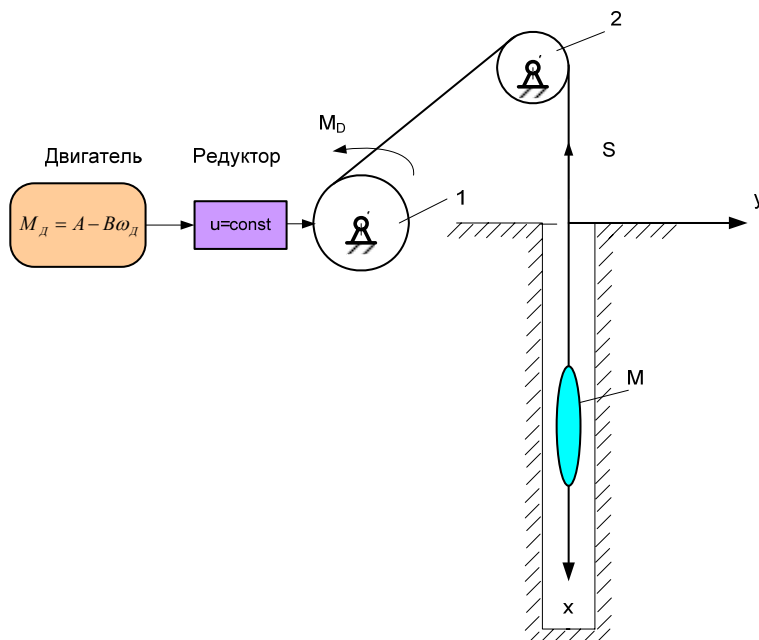


Рисунок 1. Схема механической части каротажной станции

В данной работе решается задача динамического анализа процесса опускания и подъема снаряда с учетом характеристики двигателя. Эта необходима для правильного планирования режима и оценки динамических параметров каротажной станции. На рисунке 1 представлена схема КС. Пусть M – масса снаряда, будем считать каротажный трос также имеющим некоторую массу, m отнесенную к длине l , т.е.

$\mu = \frac{m}{l}$ – погонная масса троса, J_1, J_2 – моменты инерции шкивов 1 и 2.

Запишем уравнение движения системы в форме уравнений Лагранжа 2-го рода[1]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x, \quad (1)$$

где x - координата движение снаряда.

Найдем кинетическую энергию системы

$$T = \frac{1}{2} M \dot{x}^2 + \frac{1}{2} \mu x \cdot \dot{x}^2 + \frac{1}{2} J_2 \left(\frac{\dot{x}}{r_2} \right)^2 + \frac{1}{2} J_1(x) \left(\frac{\dot{x}}{r_1} \right)^2 \quad (2)$$

где $J_1(x)$ – момент инерции барабана лебедки является переменным, т.к. происходит сматывание (наматывание) троса на барабан.

Производные, входящие в уравнение (1) можно записать

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial x} &= \frac{1}{2} \mu \dot{x}^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial J_1(x)}{\partial x} \left(\frac{\dot{x}}{r_1} \right)^2, \\ \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} &= M \dot{x} + \mu x \cdot \dot{x} + \frac{J_2}{r_2^2} \dot{x} + \frac{J_1(x)}{r_1^2} \dot{x} = a(x) \cdot \dot{x}, \end{aligned}$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) = a(x) \cdot \ddot{x} + \frac{\partial a(x)}{\partial x} \cdot \dot{x}^2,$$

Здесь введено обозначение

$$a(x) = M + \frac{J_2}{r_2^2} + \frac{J_1(x)}{r_1^2} + \mu x.$$

Обобщенную силу Q_x найдем из равенства работ на возможных перемещениях [1]:

$$Q_x \delta x = (M + \mu x) g \delta x - M_D \frac{\delta x}{r_1};$$

$$Q_x = (M + \mu x) g - \frac{M_D}{r_1}. \quad (3)$$

Окончательно согласно дифференциальным уравнениям (1) уравнения динамики каротажной станции можно записать в виде:

$$\left[M + \frac{J_2}{r_2^2} + \mu x + \frac{J_1(x)}{r_1^2} \right] \ddot{x} + \frac{1}{2} \left[\mu + \frac{1}{r_1^2} \frac{\partial J_1(x)}{\partial x} \right] \dot{x}^2 - \mu x g = Mg - \frac{M_D}{r_1} \quad (4)$$

$$a(x) \ddot{x} + \frac{1}{2} \frac{\partial a(x)}{\partial x} \dot{x}^2 - \mu g x = Mg - \frac{M_D}{r_1} \quad (5)$$

Процесс опускания снаряда. Начальные условия для системы из уравнений (4) и (5) в режиме опускания снаряда имеют вид при $t = 0$; $x = 0$; $\dot{x} = 0$.

Момент инерции при сматывании троса с барабана лебедки имеет следующий вид

$$J_1(x) = J_1^0 - \int_0^x \mu r_1^2 dx = J_1^0 - \mu r_1^2 x. \quad (*)$$

Здесь J_1^0 - момент инерции барабана лебедки с полной намоткой.

Окончательно дифференциальные уравнения движения (4) можно записать

$$\left(M + \frac{J_2}{r_2^2} + \frac{J_1^0}{r_1^2} \right) \ddot{x} - \mu x g = Mg - \frac{M_D}{r_1} \quad (6)$$

Если ввести обозначение

$$m_L = M + \frac{J_2}{r_2^2} + \frac{J_1^0}{r_1^2}$$

то уравнение (6) можно записать

$$\ddot{x} - k^2 x = \alpha - \beta M_D = P, \quad (7)$$

где коэффициенты $k = \sqrt{\mu g m_L^{-1}}$, $\alpha = M g m_L^{-1}$, $\beta^{-1} = r_1 m_L$ и $P = \alpha - \beta M_D$ - статическая характеристика двигателя.

На рисунке 2 приведены решения $x(t)$ и $\dot{x}(t)$ дифференциального уравнения движения КС (6) в трех характерных случаях с использованием, разработанных нами программы Maple на языке Delphi7 [3].

Первый случай. Если P есть величина постоянная, то решение уравнения (7) может быть записано

$$x = \frac{P}{k^2} [ch(kt) - 1]. \quad (8)$$

Решение уравнению (8) в общем случае, когда $J_1 = \text{var}$ согласно (*), приведено на рисунке 2 а. Перемещение снаряда имеет красный цвет (верхняя линия), скорость – синий цвет (нижняя линия).

Второй случай. Если $J_1(x) = J_1^0 = const$ то уравнение (5) примет следующий вид

$$(m_L + \mu x)\ddot{x} + \frac{1}{2}\mu\dot{x}^2 - \mu xg = Mg - \frac{M_D}{r_1}. \quad (9)$$

Уравнение (9) имеет первый интеграл

$$\dot{x} = \sqrt{\frac{2(Mg - M_D/r_1)x + \mu gx^2}{m_L + \mu x}}. \quad (10)$$

Решения дифференциального уравнения (9) в случае $P = const$ приведено на рисунке 2,б. Перемещение снаряда имеет красный цвет (верхняя линия), скорость – синий цвет (нижняя линия).

Третий случай. Если принять $\mu = 0$, т.е. не учитывать массу троса, то из уравнении (6) получим следующее дифференциальное уравнение

$$m_L\ddot{x} = Mg - \frac{M_D}{r_1}. \quad (11)$$

Решение этого уравнения (11) при $P = const$ имеет вид $x = Pt^2$. Графики этого решения изображены на рисунке 2,в. Перемещение снаряда имеет красный цвет (верхняя линия), скорость – синий цвет (нижняя линия). В этом случае скорость линейна.

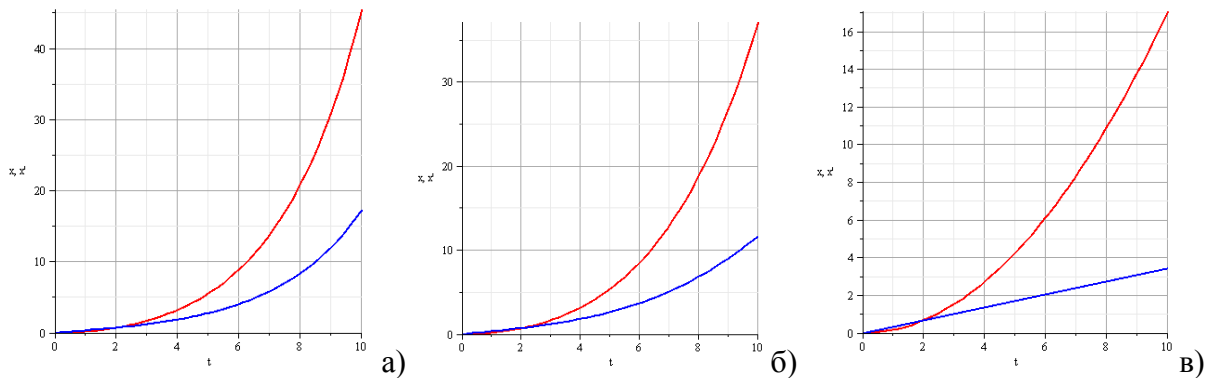


Рисунок 2. Графики перемещения и скорости снаряда КС в случае $P = const$

При опускании снаряда натяжение троса S , необходимого для порога срабатывания датчиков натяжения, можно определить по формуле

$$S = \mu x + Mg - M\ddot{x} \quad (12)$$

Максимальное значение натяжения S_{max} определяется максимальной высотой опускания снаряда, т.е. при $x = L$.

Четвертый случай рассмотрен с учетом статической характеристики шагового двигателя[4], изображенной на рисунке 3,а. Были получены решения дифференциального уравнения (6) с учетом характеристики двигателя и условия (12), по результатам построены соответствующие графики, один из них приведен на рисунке 3,б. При этом моделирование динамики КС проводился для трех различных характеристик шагового двигателя, когда напряжение равны $U = 30; 60; 80$ [В]. Наиболее приемлемым для режима опускания снаряда КС при постоянной силе сопротивления является $U = 60$ В, т.к. режим опускания снаряда получается равномерным, что желательно для нормальной работы каротажной станции. Как мы видим, что скорость опускания снаряда практически постоянна.

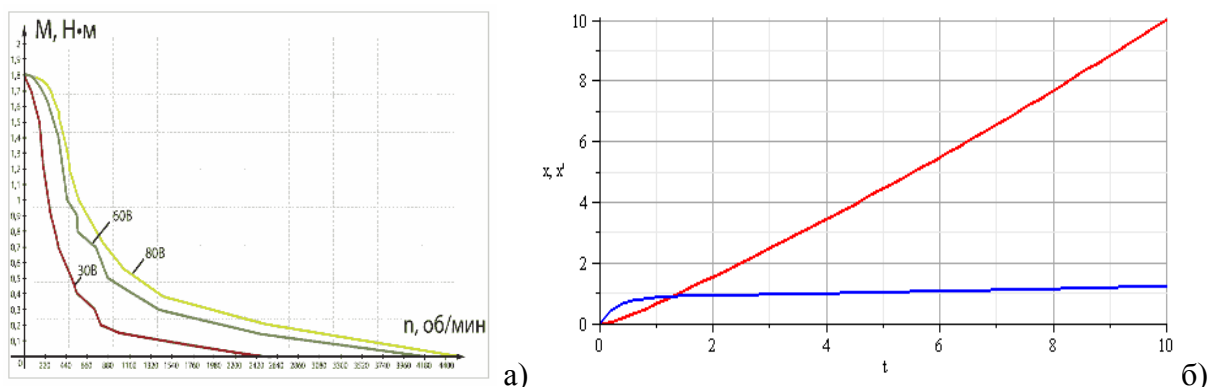


Рисунок 3. Характеристика ШД и решение уравнений динамики с учетом двигателя

Процесс подъема снаряда. При подъеме каротажного снаряда, кроме силы тяжести датчика, на систему действует также сила трения снаряда о стенку скважины. Эту постоянную силу трения обозначим через F_T . В режиме подъема снаряда происходит сам процесс каротажа. Имеется два варианта каротажного исследования: непрерывный и стартстопный [1]. На исследования процесса подъема это не влияет, т.к. получаем просто разное время интегрирования дифференциальных уравнений.

Уравнения движения каротажной системы (6) в этом случае можно записать

$$\left(M + \frac{J_2}{r_2^2} + \frac{J_1^0}{r_1^2} \right) \ddot{x} - \mu x g = Mg + F_T - \frac{M_D}{r_1}. \quad (13)$$

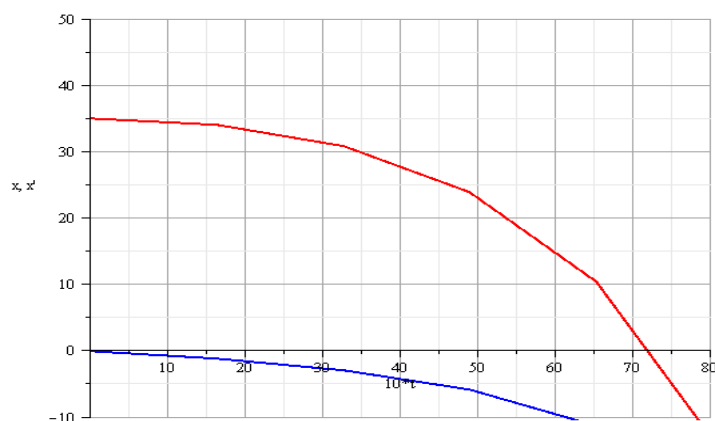


Рисунок 4 - Графики положения и скорости при подъеме снаряда КС

Начальные условия в режиме подъема снаряда имеют вид при $t = 0$; $x = L$; $\dot{x} = 0$.

Графики решения уравнения (13) в случае подъема снаряда представлены на рисунке 4. Перемещение снаряда имеет красный цвет (верхняя линия), скорость – синий цвет (нижняя линия). Отрицательное значение перемещения связано с тем, что начало координат системы отчета находится на уровне поверхности Земли.

1. Молдабеков М.М., Тулешов А.К., Уалиев Г.У. Математическое моделирование динамики механизмов и машин. Учеб. пособие для Вузов.- Алматы, 1998 -204 с.
2. Дракунов Ю.М., Лезин А.Н., Пуха Н.П. Современная каротажная станция// Журнал «Вычислительные технологии», Новосибирск, 2007., №2 – С.47-55.
3. Архангельский А.Я. Delphi7. Справочное пособие. М. Бином., 2004, 1024с.
4. Тулешов А.К., Дракунов Ю.М., Тулешова А.А. Моделирование динамики шагового двигателя каротажной станции// Вестник НИА РК №1(35), Алматы, 2010. - С. 56-63

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ И ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ УПРУГОГО $p^7\text{Li}$ РАССЕЯНИЯ

(г. Алматы, ¹Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова,
²Институт ядерной физики НЯЦ РК)

Қазіргі заман астрофизикасының маңызды проблемасы бұл энергиялық шығымды түсіндіру, яғни күннің және біздің ғалам жұлдыздарының жарық шығару қабілеті. Қазірше бұл жағдайды ғалымдар сол ғалам денелері ішіндегі әртүрлі термоядролық процесстермен байланыстрады. Осы мақсатты көздей отырып термоядеролық реакциядағы ^7Li ядросының протонды радиациялық ұстап қалу қабілеті зеріттелді. Зерттеу барысында фазалық талдау өткізілді және $p^7\text{Li}$ реакциясының серпімді шашырау потенциалы алынды. Бұл потенциалдар $p^7\text{Li}$ реакциясын астрофизикалық энергияда сипаттауға қолданылады.

One of the important problems of modern astrophysicists is an explanation of the energy output Sun and stars our Universe, which occur, as is it usually considered, due to different thermonuclear process, proceeding inwardly them. For this purpose, for consideration one of the possible thermonuclear reaction radiative proton capture on ^7Li , is organized phase shifts analysis and are received potentials for description elastic $p^7\text{Li}$ scattering at astrophysical energies.

Реакция радиационного $p^7\text{Li} \rightarrow ^8\text{Be}\gamma$ захвата с образованием ядра ^8Be , которое распадается на две - частицы, может проходить, как один из финальных процессов протон - протонного цикла термоядерных реакций [1] и ее изучение представляет несомненный интерес для ядерной астрофизики сверхнизких энергий. При выполнении расчетов различных характеристик радиационного $p^7\text{Li}$ захвата, в том числе астрофизических S - факторов в потенциальной кластерной модели [2] (ПКМ) требуется знание потенциалов $p^7\text{Li}$ взаимодействия, которые могут быть построены на основе описания фаз упругого $p^7\text{Li}$ рассеяния в некоторых парциальных волнах. Для получения фаз упругого рассеяния, в данном случае рассеяния протонов на ядре ^7Li , требуется выполнить фазовый анализ экспериментальных данных, например, дифференциальных сечений упругого рассеяния [3].

Известны экспериментальные данные по дифференциальным сечениям упругого рассеяния $p^7\text{Li}$ при астрофизических энергиях [4] (360÷1400 кэВ) и семи углах рассеяния, которые мы будем использовать для выполнения фазового анализа. При рассмотрении упругого рассеяния в системе частиц со спином $S = 1/2 + 3/2 = 1$ или 2 без учета спин - орбитального расщепления фаз дифференциальное сечение представляется в виде [5]:

$$\frac{d\sigma(\theta)}{d\Omega} = \frac{3}{8} \frac{d\sigma_1(\theta)}{d\Omega} + \frac{5}{8} \frac{d\sigma_2(\theta)}{d\Omega}, \quad (1)$$

где индексы в сечениях 1 и 2 относятся к состояниям рассеяния с полным спином 1 и 2 и

$$\begin{aligned} \frac{d\sigma_1(\theta)}{d\Omega} &= |f_1(\theta)|^2 \\ \frac{d\sigma_2(\theta)}{d\Omega} &= |f_2(\theta)|^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Амплитуды рассеяния записываются

$$\begin{aligned}
f_{1,2}(\theta) &= f_c(\theta) + f_{1,2}^N(\theta), \\
f_c(\theta) &= - \left(\frac{\eta}{2k \sin^2(\theta/2)} \right) \exp \{ i\eta \ln[\sin^{-2}(\theta/2)] + 2i\sigma_0 \} , \\
f_1^N(\theta) &= \frac{1}{2ik} \sum_L (2L+1) \exp(2i\sigma_L) [S_{1,L} - 1] P_L(\cos\theta) , \\
f_2^N(\theta) &= \frac{1}{2ik} \sum_L (2L+1) \exp(2i\sigma_L) [S_{2,L} - 1] P_L(\cos\theta) , \tag{3}
\end{aligned}$$

где $S_{1(2),L} = \eta_L^{1,2} \exp[2i\delta_L^{1,2}(k)]$ - матрица рассеяния в состояниях с полным спином $S = 1$ или 2 .

Зная экспериментальные дифференциальные сечения рассеяния [4] можно найти некоторый набор фаз $\delta_{S,L}^J$, способный с той или иной точностью передать поведение этих сечений. Качество описания экспериментальных данных на основе некоторой теоретической функции (функционала нескольких переменных) можно оценить по методу χ^2 , который представляется в виде [5]

$$\chi^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\frac{\sigma_i^t(\theta) - \sigma_i^e(\theta)}{\Delta\sigma_i^e(\theta)} \right]^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \chi_i^2 ,$$

где σ^e и σ^t - экспериментальное и теоретическое, т.е. расчетное при некоторых заданных значениях фаз $\delta_{S,L}^J$ рассеяния, сечение упругого рассеяния ядерных частиц для i -го угла рассеяния, $\Delta\sigma^e$ - ошибка экспериментальных сечений при этих углах, N - число измерений.

Выражения (1-3) являются разложением некоторого функционала $d\sigma(\theta)/d\Omega$ в числовой ряд, и нужно найти такие вариационные параметры разложения $\delta_L^{3,5}$, которые наилучшим образом описывают его поведение. Поэтому для поиска ядерных фаз рассеяния по экспериментальным сечениям выполнялась процедура минимизации функционала χ^2 , как функции $2L+2$ переменных, каждая из которых является фазой $\delta_L^{3,5}$ определенной парциальной волны рассеяния [6].

На основе методов, изложенных в [6] был проведен фазовый анализ экспериментальных данных [4] в резонансной, при 441 кэВ [7], области энергий 435÷445 кэВ. Оказалось, что данная область вполне может быть описана только S -фазами рассеяния без присутствия резонанса в P -волне - результаты данного анализа показаны на рисунок.1.

Сечения упругого рассеяния [4] (точки) и результаты анализа (линии), полученного с данными фазами, представлены на рисунок 2. На рисунках показаны также энергии рассеяния в л.с., значения χ^2 и сами фазы, полученные для этой энергии. При энергии до 442 кэВ с $\chi^2 < 1$ наличие в анализе только двух S -фаз рассеяния позволяет вполне приемлемо описать имеющиеся экспериментальные данные. И только при более высокой энергии видно, что S -фаз уже не достаточно для правильного описания дифференциальных сечений. Однако, и в этой области не удастся найти какие-либо значения P -фаз, которые приводили бы к улучшению описания рассматриваемых данных. При нахождении χ^2 использовалась 10%-ная величина ошибок в экспериментальных данных.

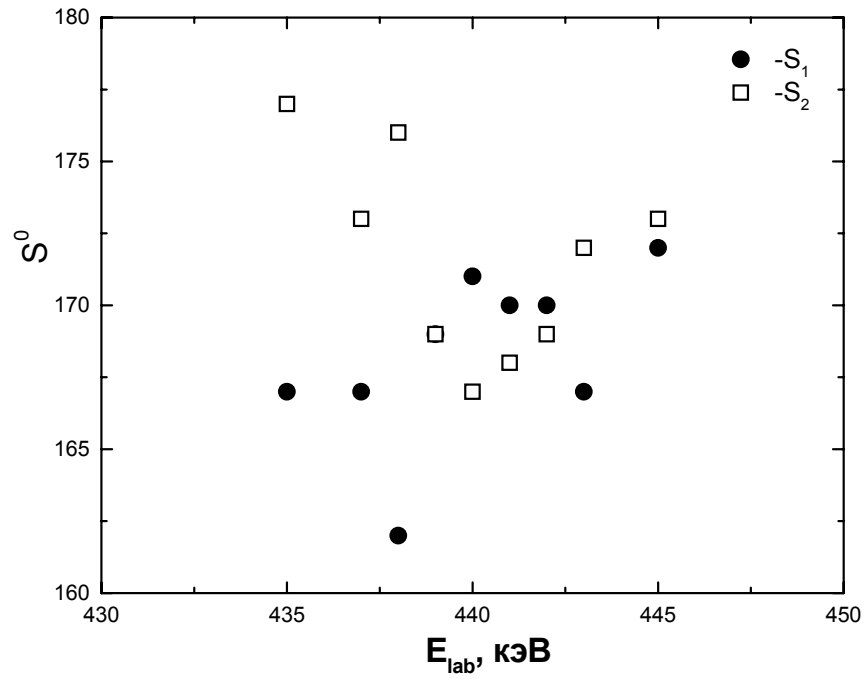
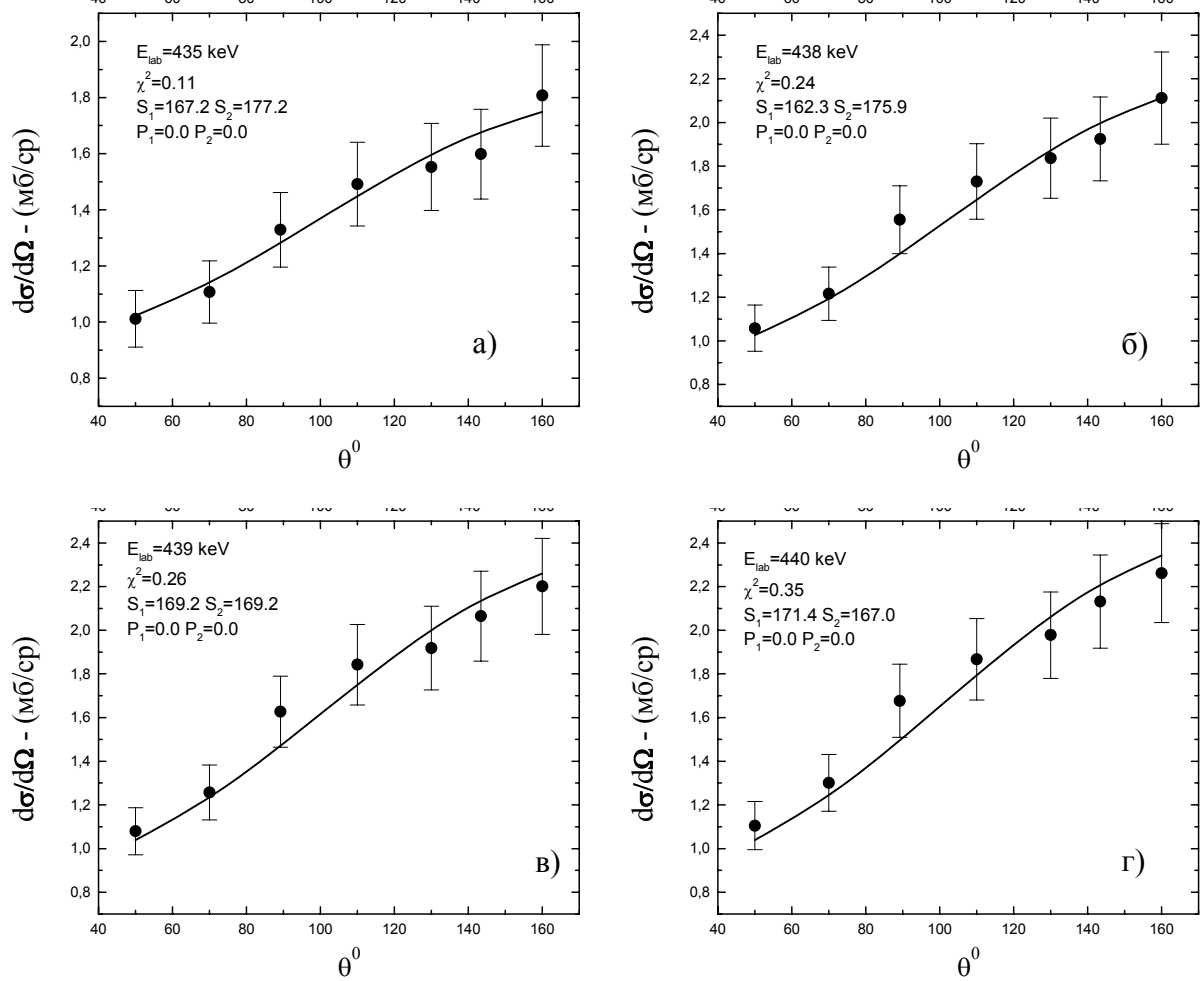


Рисунок 1 - $^{3,5}S$ - фазы упругого p^7Li рассеяния.



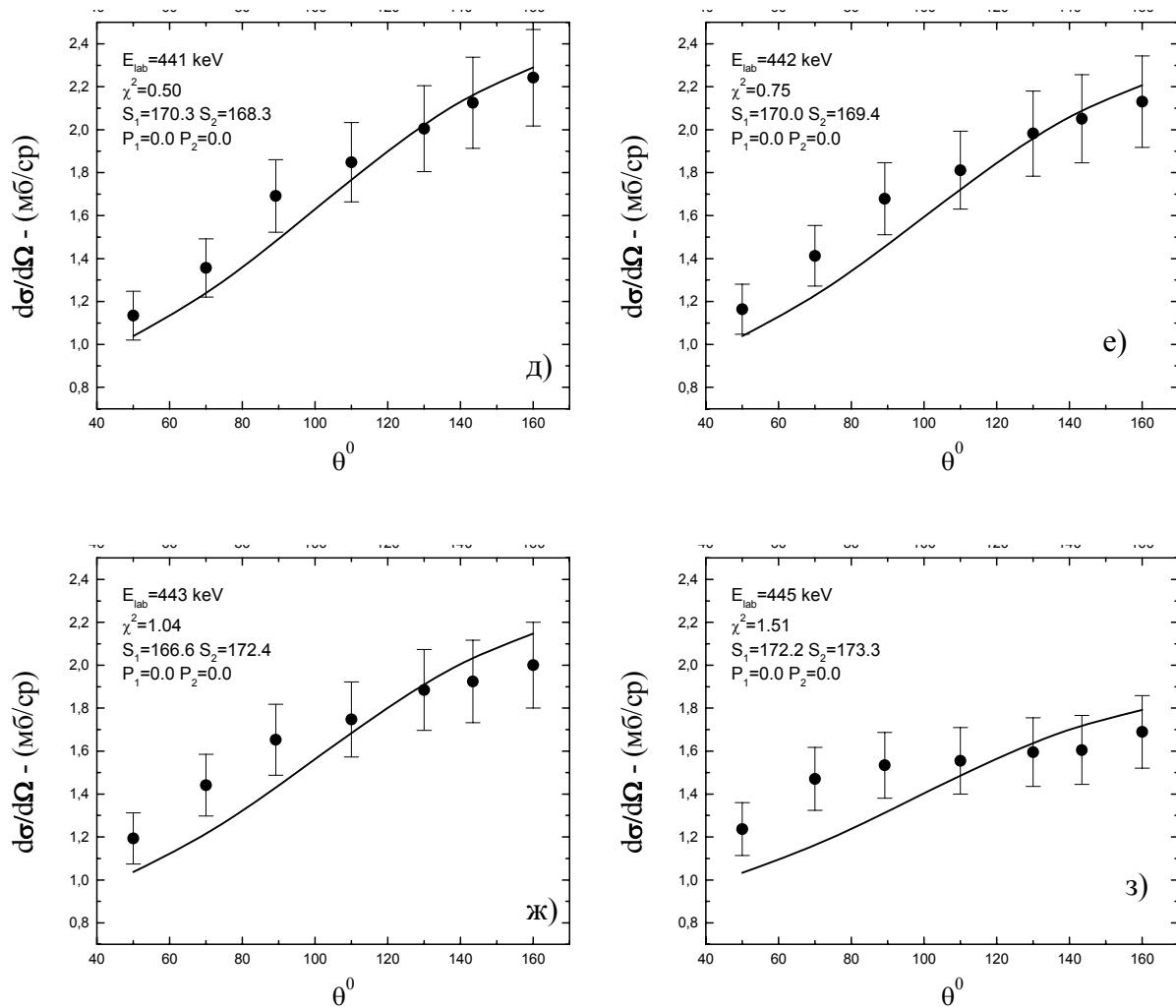


Рисунок 2 - Сечения ${}^7\text{Li}$ упругого рассеяния при различных параметрах взаимодействия.

Сечения упругого рассеяния [4] (точки) и результаты анализа (линии), полученного с данными фазами, представлены на рисунок 2. На рисунках показаны также энергии рассеяния в л.с., значения χ^2 и сами фазы, полученные для этой энергии. При энергии до 442 кэВ с $\chi^2 < 1$ наличие в анализе только двух S - фаз рассеяния позволяет вполне приемлемо описать имеющиеся экспериментальные данные. И только при более высокой энергии видно, что S - фаз уже не достаточно для правильного описания дифференциальных сечений. Однако, и в этой области не удастся найти какие-либо значения P - фаз, которые приводили бы к улучшению описания рассматриваемых данных. При нахождении χ^2 использовалась 10%-ная величина ошибок в экспериментальных данных.

В результате можно заключить, что в данной системе не удастся выполнить правильный, с учетом P - волны, фазовый анализ, как это было сделано ранее в нашей работе [8] для ${}^6\text{Li}$ упругого рассеяния без учета спин - орбитального расщепления. Возможно, наличие резонансной P - фазы рассеяния [7] не позволяет использовать подобные методы для данной системы. Отсутствие в данном анализе спин-орбитального расщепления, а так же смешивания фаз с $J = 1$ и $S = 1$ или 2 в P - волне не позволяет правильно описать имеющиеся экспериментальные данные по

дифференциальным сечениям. По-видимому, только учет этих эффектов может позволить получить резонансное поведение P_1 - фазы при энергиях 441 кэВ (л.с.) [7].

Именно такой фазовый анализ был выполнен в работе [9] и его результаты мы будем использовать далее для построения межкластерных потенциалов p^7Li взаимодействия. В работе [9] получено, что S - фаза при энергиях до 800 кэВ просто равна нулю, а P - волна имеет правильный резонансный характер при 441 кэВ с шириной около 12 кэВ [7]. Приведем здесь вид P - фазы, полученной в анализе [9], и параметры потенциала, который позволяет описать ее поведение.

Вид межкластерного потенциала выбирается нами в простой гауссовой форме с точечным кулоновским членом

$$V(r) = -V_0 \exp(-\alpha r^2)$$

Здесь V_0 и α - параметры потенциала, определяемые на основе описания фаз упругого рассеяния в определенных парциальных волнах.

Для выполнения настоящих расчетов были переписаны и модифицированы наши компьютерные программы [6] для расчета полных сечений упругого рассеяния, радиационного захвата и характеристик связанных состояний ядер с языка TurboBasic на современный язык Fortran-90, имеющий заметно больше возможностей, что позволило существенно поднять точность всех вычислений. Теперь, например, точность вычисления кулоновских волновых функций для процессов рассеяния, контролируемая по величине Вронскиана находится на уровне $10^{-15} \div 10^{-20}$. Для вычисления самих кулоновских функций рассеяния использовалось быстро сходящееся представление в виде цепных дробей [10], позволяющее получить их значения с высокой степенью точности и в широком диапазоне переменных с малыми затратами компьютерного времени.

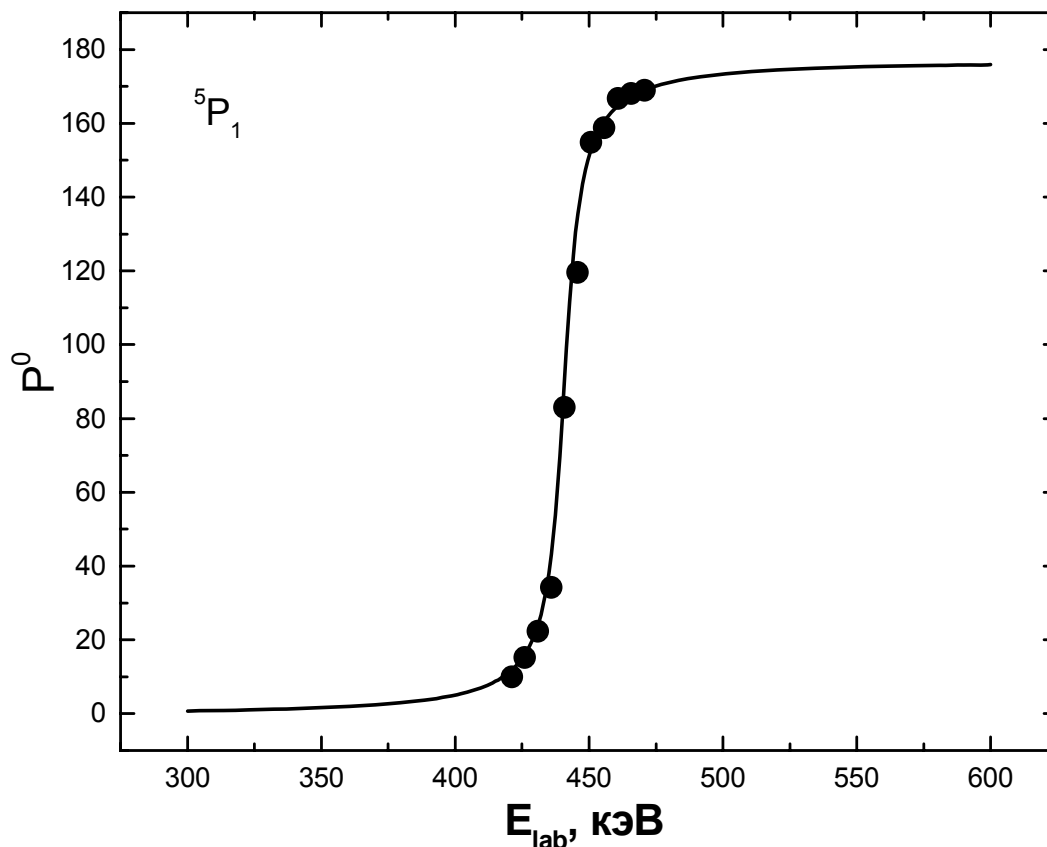


Рисунок 3. 5P_1 - фаза, смешанная с 3P_1 фазой, упругого p^7Li рассеяния [9].

В результате было получено, что практически нулевая фаза при энергиях 0 - 800 кэВ получается с потенциалом, приведенного выше вида с параметрами

$$V_0 = 147 \text{ МэВ и } \alpha = 0.15 \text{ Фм}^{-2}.$$

Он содержит два запрещенных состояний (ЗС), как это следует из классификации состояний, приведенной в [3]. Конечно, S_1 - фазу, близкую к нулю, можно получить и с помощью других вариантов параметров потенциала с двумя ЗС. В этом смысле, не удастся однозначно фиксировать его параметры, и возможны другие комбинации V_0 и α . Тем не менее, такой потенциал, так же, как приведенный выше, должен иметь сравнительно большую ширину, которая дает малое изменение фазы рассеяния при изменении энергии в области $0 \div 800$ кэВ.

Для описания Р - фазы [9], показанной точками на рисунок 3, может быть использован потенциал приведенного вида с параметрами

$$V_0 = 5862.43 \text{ МэВ и } \alpha = 3.5 \text{ Фм}^{-2}.$$

Этот потенциал, смешанный по изоспину с $T = 0$ и 1, имеет два ЗС, а результаты расчета P_1 - фазы рассеяния показаны на рисунок 3 непрерывной линией. При столь резком возрастании, извлеченной из экспериментальных данных, P_1 - фазы параметры потенциалы, который ее описывает, фиксируются вполне однозначно, а сам потенциал должен иметь очень малую ширину.

Поскольку далее мы будем рассматривать астрофизический S - фактор только при астрофизических энергиях, т.е. до 800 кэВ, то вполне можно считать, что оба полученные выше потенциала приемлемо описывают результаты фазового анализа для двух рассмотренных парциальных волн в этой области энергий [9].

1. Капитонов И.М., Ишханов Б.С., Тутьнь И.А., Нуклеосинтез во вселенной. // М.: Либроком, 2009.
2. Немец О.Ф. и др., Нуклонные ассоциации в атомных ядрах и ядерные реакции многонуклонных передач. // Киев: Наукова Думка, 1988. 488с.
3. Дубовиченко С.Б., Свойства легких атомных ядер в потенциальной кластерной модели. // Алматы, Данекер, 2004, 248с.
4. Warters W.D., Fowler W.A., Lauritsen C.C., The elastic scattering of proton be lithium // Phys. Rev. 1953. V.91. P.917-921.
5. Ходгсон П.Е., Оптическая модель упругого рассеяния. // М.: Атомиздат, 1966. 230с.
6. Дубовиченко С.Б., Методы расчета ядерных характеристик. // Алматы: Комплекс, 2006. 311с.
7. Tilley D.R. et al., Energy level of light nuclei. $A=8$ // Nucl. Phys. 2004. V.A745. P.155.
8. Дубовиченко С.Б., Зазулин Д.М., Фазовый анализ упругого $p^6\text{Li}$ рассеяния при астрофизических энергиях. // Изв. ВУЗов Физика. 2010. №4.
9. Brown L. et al., Polarization and phase shifts in $^7\text{Li}(p,p)^7\text{Li}$ from 0.4 to 2.5MeV and the structure of ^8Be // Nucl. Phys. 1973. V.A206. P.353-373.
10. Barnet A. et al., Coulomb wave function for all real η and ρ // Comput. Phys. Comm. 1974. V. 8. P. 377-395.

КРАЕВАЯ ЗАДАЧА С НЕЛОКАЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ ДЛЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ С ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИМ ВЫРОЖДЕНИЕМ ТИПА ВНУТРИ ОБЛАСТИ

(г. Алматы, КазНУ имени аль-Фараби, КазНПУ имени Абая)

Облыс ішінде түрі ерекше өзгертін гиперболалық теңдеу үшін локалды емес шекаралық есеп. Түрі ерекше өзгертін гиперболалық теңдеу берілген. Осы теңдеудің төрт сипаттаушы қисықтарымен шектелген облыс қарастырылады. Теңдеу түрін ерекше өзгертін нүктелер облыстың ішінде орналасқан. Функция мәндері облыстың шекарасында локалды емес түрде берілген. Қойылған есептің шешімінің жалғыздығы әрі бар екендігі дәлелденген.

Boundary problem with nonlocal boundary conditions for hyperbolic equations with characteristic degeneration of type in the domain. Hyperbolic equation with characteristic degeneration of type is given. The domain limited by four characteristic equations is considered. The degeneration points of type of the equation are in the domain. Values of function on the boundary are nonlocal defined. Uniqueness and existence and of the solution is proved.

1. Постановка задачи. Рассмотрим уравнение

$$k(y)u_{yy} - u_{xx} + \mu(y)u_y = 0, \quad (1)$$

где при $y > 0$, $k(y) = y^{m_1}$, $\mu(y) = \alpha_1 y^{m_1-1}$, при $y < 0$, $k(y) = (-y)^{m_2}$, $\mu(y) = \alpha_1 (-y)^{m_2-1}$, $m_i, \alpha_i = \text{const}$, $0 < m_i < 2, i = 1, 2$, $0 < \alpha_1 < -1$, $-1 < \alpha_2 < 0$, причем $m_1 < 2\alpha_1$, $0 < -2\alpha_2 < m_2 < 1 - \alpha_2$.

Введем обозначения: Ω - конечная односвязная область плоскости переменных x, y , ограниченная выходящими из точек $A(0; 0)$ и $B(1; 0)$ характеристиками AC, AD, BC, BD уравнения (1):

$$\Omega_1 = \Omega \cap \{y > 0\}; \quad \Omega_2 = \Omega \cap \{y < 0\}; \quad AB \equiv J \equiv \{0 < x < 1, y = 0\};$$

$$AC: x - \frac{2}{2-m_1} y^{\frac{2-m_1}{2}} = 0; \quad BC: x + \frac{2}{2-m_1} y^{\frac{2-m_1}{2}} = 1;$$

$$AD: x - \frac{2}{2-m_2} (-y)^{\frac{2-m_2}{2}} = 0; \quad BD: x + \frac{2}{2-m_2} (-y)^{\frac{2-m_2}{2}} = 1.$$

Задача. Требуется найти решение уравнения (1)

$$u(x, y) = \begin{cases} u_1(x, y), & (x, y) \in \Omega, \\ u_2(x, y), & (x, y) \in \Omega, \end{cases}$$

из класса $u(x, y) \in C(\bar{\Omega}) \cap C(\Omega_1 \cup J) \cap C^1(\Omega_2 \cup J) \cap C^2(\Omega_1 \cup \Omega_2)$, удовлетворяющие краевым условиям

$$\alpha_i(x) D_{\alpha}^{1-\beta_i} u_i[\theta_0^i(x)] + \beta_i(x) D_{x_i}^{1-\beta_i} u_i[\theta_1^i(x)] = \gamma_i(x), \quad \forall x \in J, \quad (2)$$

$i = 1, 2$ и условию сопряжения

$$\lim_{y \rightarrow 0+} y^{\alpha_1} u_y(x, y) = \alpha(x) \lim_{y \rightarrow 0-} (-y)^{\alpha_2} u_y(x, y) + \beta(x), \quad (3)$$

где $\beta_i = \frac{m_1}{1-2m_1}$; $\theta_0^i(x)$, $\theta_1^i(x)$ - аффиксы точек пересечения характеристик уравнения

(1), выходящих из точек $(x, 0) \in J$, с характеристиками AC, AD, BC, BD соответственно, $\alpha_i(x)$, $\beta_i(x)$, $\gamma_i(x)$, $\alpha(x)$, $\beta(x)$ - заданные гладкие функции, причем

$$\alpha_i^2(x) + \beta_i^2(x) \neq 0, \quad \forall x \in \bar{J}, \quad i = 1, 2, \quad (4)$$

$\alpha_i(x)$, $\beta_i(x)$, $\gamma_i(x)$, $\alpha(x)$, $\beta(x) \in C^1(\bar{J}) \cap C^3(J)$, $D_{0x}^{1-\beta_i} f$, $D_{x_1}^{1-\beta_i} f$, $(i = 1, 2)$ - операторы дробного дифференцирования в смысле Лиувилля [1].

Теорема. В области Ω не может существовать более одного решения задачи (1)-(4), если выполнено либо

$$\alpha(x) > 0, \beta_1(x) = 0, \alpha_2(x) = 0, \forall x \in \bar{J}, \quad (5)$$

либо

$$\alpha(x) \equiv 1, (1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x) + x^{\beta_1} \beta_1(x) \neq 0, i = 1, 2, \forall x \in J, \quad (6)$$

$$\alpha_i(x) \neq 0, \left[\left(\frac{x}{1-x} \right)^{\beta_i} \frac{\beta_i(x)}{\alpha_1(x)} \right]' \geq 0, \quad i = 1, 2, \forall x \in J, \quad (7)$$

и хотя бы в одной точке интервала J выполняются неравенства

$$(1-x)^{\beta_i} \alpha_i(x) + x^{1-\beta_i} \beta_i(x) \neq 0, \quad i = 1, 2, \quad (8)$$

либо $\alpha(x) \neq 0$ и выполняются условия

$$(1-x)^{\beta_j} \alpha_i(x) + x^{\beta_j} \beta_i(x) \neq 0, \quad i = 1, 2, \quad \forall x \in J, \quad (9)$$

$$(1-x)^{\beta_j} \alpha_j(x) + x^{\beta_j} \beta_j(x) \neq 0, \quad i = 1, 2, \quad i \neq j, \quad \forall x \in J. \quad (10)$$

2. Доказательство единственности решения задачи. Введем для удобства обозначения:

$$\tau(x) = u(x, 0), \quad v_1(x) = \lim_{y \rightarrow 0+} y^{\alpha_1} u_y(x, y), \quad v_2(x) = \lim_{y \rightarrow 0-} (-y)^{\alpha_2} u_y(x, y).$$

Удовлетворяя решение видоизмененной задачи Коши [2] для уравнения (1) краевым условиям (2), получим соотношения между $\tau(x)$, $v_1(x)$, $v_2(x)$, принесенные на J из областей Ω_1 и Ω_2 соответственно:

$$\begin{aligned} C(m_1)(1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x) + x^{\beta_1} \beta_1(x) v_1(x) &= \frac{\Gamma(\beta_1)}{\Gamma(2\beta_1)} x^{\beta_1} (1-x)^{\beta_1} \gamma_1(x) - \\ &- (1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x) D_{0x}^{1-2\beta_1} \tau(x) - x^{\beta_1} \beta_1(x) D_{x_1}^{1-2\beta_1} \tau(x); \end{aligned} \quad (11)$$

$$C(m_1) = \left(\frac{m_1 + 2}{4} \right)^{1-2\beta_1} \frac{\Gamma(\beta_1) \Gamma(2-2\beta_1)}{\Gamma(2\beta_1) \Gamma(1-\beta_1)};$$

$$\begin{aligned} C(m_2)[(1-x)^{\beta_2} \alpha_2(x) + x^{\beta_2} \beta_2(x)] v_2(x) &= (1-x)^{\beta_2} \alpha_2(x) D_{0x}^{1-2\beta_2} \tau(x) + \\ &+ x^{\beta_2} \beta_2(x) D_{x_1}^{1-2\beta_2} \tau(x) - \frac{\Gamma(\beta_2)}{\Gamma(2\beta_2)} x^{\beta_2} (1-x)^{\beta_2} \gamma_2(x); \end{aligned} \quad (12)$$

$$C(m_2) = \left(\frac{m_2 + 2}{4} \right)^{1-2\beta_2} \frac{\Gamma(\beta_2) \Gamma(2-2\beta_2)}{\Gamma(2\beta_2) \Gamma(1-\beta_2)}.$$

В силу условий (5) при $\gamma_i(x) \equiv 0$, $i = 1, 2$ равенства (11), (12) примут вид

$$v_1(x) = -\frac{1}{C(m_1)} D_{0x}^{1-2\beta_1} \tau(x), \quad (13)$$

$$v_2(x) = \frac{1}{C(m_2)} D_{x1}^{1-2\beta_2} \tau(x). \quad (14)$$

В соответствии с принципом экстремума для гиперболических уравнений [3] положительный максимум (отрицательный минимум) функции $u(x, y)$ в $\bar{\Omega}_1$ и $\bar{\Omega}_2$ достигается в точке $(x, 0) \in J$. Но дробные производные $D_{0x}^{1-2\beta_1} \tau(x)$, $D_{x1}^{1-2\beta_2} \tau(x)$ в точке положительного максимума строго положительны (в точке отрицательного минимума строго отрицательны) [3]. Поэтому из (13) и (14) следует, что $v_1(x) < 0$, $v_2(x) > 0$. А это противоречит условию (3) при $\beta(x) = 0$ и $\alpha(x) > 0$. Полученное противоречие доказывает единственность решения задачи в случае выполнения условий (5) теоремы.

Теперь докажем, что решение задачи единственно и при выполнении условий (6)-(8). Для этого сначала докажем, что $J_1(x) = \int_0^1 \tau(x) v_2(x) dx$ не может быть отрицательными.

При $\gamma_2(x) \equiv 0$ (12) примет вид

$$C(m_2) v_2(x) = a_2(x) D_{0x}^{1-2\beta_2} \tau(x) + b_2(x) D_{x1}^{1-2\beta_2} \tau(x),$$

где

$$a_2(x) = \frac{(1-x)^{\beta_2} \alpha_2(x)}{(1-x)^{\beta_2} \alpha_2(x) + x^{\beta_2} \beta_2(x)}, \quad b_2(x) = \frac{x^{\beta_2} \beta_2(x)}{(1-x)^{\beta_2} \alpha_2(x) + x^{\beta_2} \beta_2(x)}.$$

Преобразуем интеграл

$$\Gamma(2\beta_2) C(m_2) \int_0^1 \tau(x) v_2(x) dx = \int_0^1 a_2(x) \tau(x) \left[\frac{d}{dx} \int_0^x \frac{\tau(t) dt}{(x-t)^{1-2\beta_2}} \right] dx = - \int_0^1 b_2(x) \tau(x) \left[\frac{d}{dx} \int_0^1 \frac{\tau(t) dt}{(x-t)^{1-2\beta_2}} \right] dx,$$

который после введения обозначений

$$\frac{\sin 2\pi\beta_2}{\pi} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{\tau(t) dt}{(x-t)^{1-2\beta_2}} = \tau_1(x), \quad - \frac{\sin 2\pi\beta_2}{\pi} \frac{d}{dx} \int_0^1 \frac{\tau(t) dt}{(t-x)^{1-2\beta_2}} = \tau_2(x)$$

и формулы обращения интегрального уравнения Абеля [4] будет иметь вид

$$\Gamma(2\beta_2) C(m_2) J_1(x) = \frac{\pi}{\sin 2\pi\beta_2} \int_0^1 a_2(x) \tau_1(x) dx \int_0^x \frac{\tau_1(\xi) d\xi}{(x-\xi)^{2\beta_2}} + \frac{\pi}{\sin 2\pi\beta_2} \int_0^1 b_2(x) \tau_2(x) dx \int_x^1 \frac{\tau_2(t) dt}{(\xi-x)^{2\beta_2}}$$

Применим известную формулу для гамма - функций [4]:

$$\int_0^\infty t^{\mu-1} \cos kt dt = \frac{\Gamma(\mu)}{k^\mu} \cos \frac{\mu\pi}{2}, \quad k > 0, \quad 0 < \mu < 1.$$

Полагая в ней $k = |x - \xi|$, $\mu = 2\beta_2$, получим

$$\frac{1}{|x - \xi|^{2\beta_2}} = \frac{1}{\Gamma(2\beta_2) \cos \pi\beta_2} \int_0^\infty t^{2\beta_2-1} \cos t|x - \xi| dt,$$

а отсюда после некоторых преобразований будем иметь

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi} \Gamma^2(2\beta_2) C(m_2) \sin 2\pi\beta_2 \cos \pi\beta_2 J_1(x) &= \frac{1}{2} \int_0^\infty t^{2\beta_2-1} \{ a_2(1) [(\int_0^1 \tau_1(\xi) \cos t\xi d\xi)^2 + \\ &+ (\int_0^1 \tau_1(\xi) \sin t\xi d\xi)^2] - \int_0^1 a_2'(x) [(\int_0^x \tau_1(\xi) \cos t\xi d\xi)^2 + (\int_0^x \tau_1(\xi) \sin t\xi d\xi)^2] dx \} dt - \\ &- \frac{1}{2} \int_0^\infty t^{2\beta_2-1} \{ -b_2(0) [(\int_0^1 \tau_2(\xi) \cos t\xi d\xi)^2 + (\int_0^1 \tau_2(\xi) \sin t\xi d\xi)^2] - \end{aligned}$$

$$-\int_0^1 b'_2(x) \left[\left(\int_x^1 \tau_2(\xi) \cos t\xi d\xi \right)^2 + \left(\int_x^1 \tau_2(\xi) \sin t\xi d\xi \right)^2 \right] dx \} dt. \quad (15)$$

В силу условий (6), (7) и того, что $C(m_2) \sin 2\pi\beta_2 \cos \pi\beta_2 > 0$, заключаем, что интеграл $J_1(x) \geq 0$.

Аналогичными рассуждениями и выкладками можно прийти к заключению, что $\int_0^1 \tau(x) v_1(x) dx \leq 0$. А так как $v_1(x) = v_2(x)$ при $\alpha(x) \equiv 1, \beta(x) \equiv 0$, то

$$\int_0^1 \tau(x) v_i(x) dx = 0, \quad i = 1, 2.$$

Таким образом, левая часть равенства (15) равна нулю. Поскольку слагаемые справа в (15) неотрицательны, то они тоже равны нулю.

В частности,

$$\int_0^\infty t^{2\beta_2-1} dt \left(\int_0^1 \tau_i(\xi) \cos t\xi d\xi \right)^2 = 0, \quad \int_0^\infty t^{2\beta_2-1} dt \left(\int_0^1 \tau_i(\xi) \sin t\xi d\xi \right)^2 = 0, \quad i = 1, 2.$$

Так как при $t \geq 0, t^{2\beta_2-1} \geq 0$, то

$$\int_0^1 \tau_i(\xi) \sin t\xi d\xi = 0, \quad \int_0^1 \tau_i(\xi) \cos t\xi d\xi = 0, \quad i = 1, 2$$

для всех $t \in [0, \infty)$, в частности и при $t = 2\pi k, k = 0, 1, 2, \dots$. При этих значениях t функции $\sin t\xi$ и $\cos t\xi$ образует полную ортогональную систему функций в L_2 . Следовательно, $\tau_i(\xi) = 0$ почти всюду, а так как они непрерывны по условию, то $\tau_i(\xi) = 0$ всюду. Таким образом $\tau(x) = 0$, что означает, что $v_i(\xi) = 0$ и $u_i(x, y) \equiv 0, i = 1, 2$, как решения видоизмененной задачи Коши с нулевыми данными.

Пусть теперь выполняются условия (9), (10) теоремы при $i = 2, j = 1$. В этом случае (12) при $\gamma_2(x) \equiv 0$ можно записать в виде

$$\frac{d}{dx} \int_0^1 \frac{\tau(t) dt}{|x-t|^{1-2\beta_2}} = 0, \quad \text{т.е.} \quad \int_0^1 \frac{\tau(t) dt}{|x-t|^{1-2\beta_2}} = C_1, \quad C_1 \equiv \text{const}. \quad (16)$$

В классе функций $\tau(x)$, которые непрерывны на интервале $0 < x < 1$ и могут обращаться в бесконечность порядка ниже $2\beta_2$ на концах $x = 0$ и $x = 1$, решение уравнения (16) имеет вид

$$\tau(x) = C_1 \frac{\sin \pi\beta_2}{\pi} x^{-\beta_2} (1-x)^{-\beta_2}.$$

Отсюда можно сделать заключения: в искомом классе $C(\bar{J})$ уравнение (16) имеет только тривиальное решение. Этим завершается доказательство единственности решения поставленной задачи.

3. Доказательство существования решения задачи. Пусть $m_2 \geq m_1$. Докажем существование решения задачи в случае, когда выполняются условия (6):

$$A_i(x) = \alpha_i(x)(1-x)^{\beta_i} + \beta_i(x)x^{\beta_i} \neq 0, \quad i = 1, 2.$$

Удовлетворяя (11), (12) условию сопряжения (3), при $\alpha_1(x) \neq 0$ получим интегральное уравнение

$$D_{0x}^{1-2\beta_2} \tau(x) + B_1(x) D_{x1}^{1-2\beta_2} \tau(x) + B_2(x) D_{0x}^{1-2\beta_2} \tau(x) + B_3(x) D_{x1}^{1-2\beta_2} \tau(x) = f(x), \quad (17)$$

где

$$B_1(x) = \frac{x^{\beta_1} \beta_1(x)}{(1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x)}, \quad B_2(x) = \frac{C(m_1)(1-x)^{\beta_2-\beta_1} \alpha(x) \alpha_2(x) A_1(x)}{C(m_2) \alpha_1(x) A_2(x)},$$

$$B_3(x) = \frac{C(m_1) x^{\beta_2} \alpha(x) \beta_2(x) A_1(x)}{C(m_2)(1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x) A_2(x)},$$

$$f(x) = \frac{\Gamma(\beta_1)}{\Gamma(\beta_2)} \frac{x^{\beta_1} \gamma_1(x)}{\alpha_1(x)} - \frac{C(m_1) \beta(x) A_1(x)}{(1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x)} + \frac{C(m_1) \Gamma(\beta_2) x^{\beta_2} (1-x)^{\beta_2} \gamma_2(x) \alpha(x) A_1(x)}{C(m_2) \Gamma(2\beta_2)(1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x) A_2(x)}.$$

Применяя к обеим частям уравнения (17) оператор $D_{0x}^{2\beta_1-1}$, получим

$$\begin{aligned} \tau(x) &= D_{0x}^{2\beta_1-1} B_1(x) D_{x1}^{1-2\beta_1} \tau(x) + D_{0x}^{2\beta_1-1} B_2(x) D_{0x}^{1-2\beta_2} \tau(x) + \\ &+ D_{0x}^{2\beta_1-1} B_3(x) D_{x1}^{1-2\beta_2} \tau(x) = D_{0x}^{2\beta_1-1} f(x). \end{aligned} \quad (18)$$

Для изучения вопроса разрешимости интегрального уравнения (18) преобразуем его левую часть:

$$\begin{aligned} J_2(x) &= D_{0x}^{2\beta_1-1} B_1(x) D_{x1}^{1-2\beta_1} \tau(x) = \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \frac{d}{dt} \int_t^1 \frac{\tau(\xi) d\xi}{(\xi-t)^{1-2\beta_1}} = \\ &= \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \int_t^1 \frac{\tau(\xi) d\xi}{(\xi-t)^{1-2\beta_1}} - \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \int_0^x \frac{B_1'(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \int_t^1 \frac{\tau(\xi) d\xi}{(\xi-t)^{1-2\beta_1}} = J_3(x) - J_4(x). \end{aligned}$$

Поменяв порядок интегрирования в $J_3(x)$ и $J_4(x)$, получим

$$J_4(x) = \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \int_0^x K_1(x, \xi) \tau(\xi) d\xi + \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \int_0^x K_2(x, \xi) \tau(\xi) d\xi,$$

где

$$\begin{aligned} K_1(x, \xi) &= \int_0^\xi \frac{B_1'(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}}, \quad K_2(x, \xi) = \int_0^\xi \frac{B_1'(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}}, \\ J_3(x) &= \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \frac{d}{dx} \left[\int_0^x \tau(\xi) d\xi \int_0^\xi \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} + \int_x^1 \tau(\xi) d\xi \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} \right]. \end{aligned}$$

Введем функцию

$$J_\delta(x) = \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \frac{d}{dx} \left[\int_0^{x-\delta} \tau(\xi) d\xi \int_0^\xi \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} + \int_{x+\delta}^1 \tau(\xi) d\xi \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} \right].$$

Тогда

$$\begin{aligned} J_3(x) &= \lim_{\delta \rightarrow 0} J_\delta(x) = \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \lim_{\delta \rightarrow 0} \{ -[\tau(x) - \tau(x-\delta)] \int_0^{x-\delta} \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} - \\ &- [\tau(x+\delta) - \tau(x)] \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x+\delta-t)^{1-2\beta_1}} - \tau(x) \left[\int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} - \right. \\ &- \left. \int_0^{x-\delta} \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} \right] + \int_{x+\delta}^1 \tau(\xi) d\xi \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} + \\ &+ \left. \int_0^{x-\delta} \tau(\xi) d\xi \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} \right\}. \end{aligned}$$

Отсюда в силу условий теоремы следует, что

$$\begin{aligned} \lim_{\delta \rightarrow 0} [\tau(x) - \tau(x - \delta)] \int_0^{x-\delta} \frac{B_1(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} &= 0, \\ \lim_{\delta \rightarrow 0} [\tau(x + \delta) - \tau(x)] \int_0^x \frac{B_1(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x+\delta-t)^{1-2\beta_1}} &= 0, \\ \lim_{\delta \rightarrow 0} \left[\int_0^x \frac{B_1(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x+\delta-t)^{1-2\beta_1}} - \int_0^{x-\delta} \frac{B_1(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} \right] &= -\pi \operatorname{tg} 2\pi\beta_1 B_1(x). \end{aligned}$$

Поэтому, переходя к пределу в $J_3(x)$ при $\delta \rightarrow 0$, учитывая $J_4(x)$ и $J_3(x)$, $J_2(x)$ перепишем в виде

$$\begin{aligned} J_2(x) &= \pi \operatorname{tg} 2\pi\beta_1 B_1(x) \tau(x) + \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \int_0^x [K_2(x, \xi) - K_1(x, \xi)] \tau(\xi) d\xi + \\ &+ \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \int_x^1 [K_4(x, \xi) - K_2(x, \xi)] \tau(\xi) d\xi, \quad K_3(x, \xi) = \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{B_1(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}}, \\ K_4(x, \xi) &= \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B_1(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}}. \end{aligned}$$

Теперь рассмотрим интеграл

$$\begin{aligned} J_5(x) &= D_{0x}^{2\beta_1} B_3(x) D_{x1}^{1-2\beta_2} \tau(x) = \frac{1}{\Gamma(2\beta_2) \Gamma(1-2\beta_1)} \int_0^x \frac{B_3(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \frac{d}{dt} \int_t^1 \frac{\tau(\xi) d\xi}{(\xi-t)^{1-2\beta_2}} = \\ &= \frac{1}{\Gamma(2\beta_2) \Gamma(1-2\beta_1)} \left[\frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B_3(t)}{(x-t)^{2\beta_1}} \int_t^1 \frac{\tau(\xi) d\xi}{(\xi-t)^{1-2\beta_2}} - \int_0^x \frac{B_3'(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \int_t^1 \frac{\tau(\xi) d\xi}{(\xi-t)^{1-2\beta_2}} \right]. \end{aligned}$$

Проводя аналогичные преобразования, получим при $n > m$

$$J_5(x) = \frac{1}{\Gamma(2\beta_2) \Gamma(1-2\beta_1)} \left[\int_0^x K_5(x, \xi) \tau(\xi) d\xi + \int_x^1 K_6(x, \xi) \tau(\xi) d\xi \right],$$

а при $m = n$

$$J_5(x) = \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \left[\int_0^x K_5(x, \xi) \tau(\xi) d\xi + \int_x^1 K_6(x, \xi) \tau(\xi) d\xi \right] + \pi \operatorname{tg} 2\pi\beta_1 B_3(x) \tau(x),$$

где

$$\begin{aligned} K_5(x, \xi) &= \int_0^\xi \frac{B_3'(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_2}} - \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{B_3(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_2}}, \\ K_6(x, \xi) &= \int_0^x \frac{B_3'(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_2}} - \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B_3(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_2}}. \end{aligned}$$

Точно так же преобразуется интеграл

$$\begin{aligned} J_6(x) &= D_{0x}^{2\beta_1-1} B_2(x) D_{0x}^{1-2\beta_2} \tau(x) = \frac{1}{\Gamma(2\beta_2) \Gamma(1-2\beta_1)} \int_0^x \frac{B_2(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \frac{d}{dt} \int_0^x \frac{\tau(\xi) d\xi}{(t-\xi)^{1-2\beta_2}} = \\ &= \frac{1}{\Gamma(2\beta_2) \Gamma(1-2\beta_1)} \int_0^x K_7(x, \xi) \tau(\xi) d\xi, \\ K_7(x, \xi) &= \frac{d}{dx} \int_\xi^x \frac{B_2(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (t-\xi)^{1-2\beta_2}} - \int_\xi^x \frac{B_2'(t)dt}{(x-t)^{2\beta_1} (t-\xi)^{1-2\beta_2}}. \end{aligned}$$

В дальнейшем необходимо установить свойства ядер $K_i(x, \xi)$, $i = 1, 2, \dots, 7$. В смысле гладкости ядра $K_3(x, \xi) - K_1(x, \xi)$ и $K_4(x, \xi) - K_2(x, \xi)$ ведут себя так же, как и ядра $K_3(x, \xi)$ и $K_4(x, \xi)$. Поэтому ограничимся изучением только их свойств

$$K_3(x, \xi) = B_1(\xi) \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} - \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{B_1(\xi) - B_1(t)}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} dt.$$

Гладкость ядра $K_3(x, \xi)$ определяется гладкостью первого интеграла правой части

$$J_7(x, \xi) = B_1(\xi) \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} = \frac{1}{2\beta_1} B_1(\xi) \frac{d}{dx} \left(\frac{\xi}{x} \right)^{2\beta_1} F(2\beta_1, 1, 1+2\beta_1, \frac{\xi}{x}),$$

где $F(a, b, c, z)$ - гипергеометрическая функция Гаусса [5].

Принимая во внимание формулу [5]

$$\frac{d}{dz} z^a F(a, b, c, z) = az^{a-1} F(a+1, b, c, z),$$

получим

$$J_7(x, \xi) = -\frac{\xi^{2\beta_1} B_1(\xi)}{x^{1+2\beta_1}} F(1+2\beta_1, 1, 1+2\beta_1, \frac{\xi}{x}),$$

которое с учетом формулы [5]

$$F(a, b, a, z) = (1-z)^{-b}, \quad |\arg(1-z)| < \pi,$$

перепишется в виде

$$J_7(x, \xi) = -\left(\frac{\xi}{x}\right)^{2\beta_1} \frac{B_1(\xi)}{x-\xi}.$$

Аналогично для ядра

$$K_4(x, \xi) = B_1(\xi) \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} - \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B_1(\xi) - B_1(t)}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} dt.$$

Гладкость, которого определяется гладкостью интеграла

$$J_8(x, \xi) = B_1(\xi) \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} = \frac{B_1(\xi)}{1-2\beta_1} \frac{d}{dx} \left(\frac{\xi}{x} \right)^{1-2\beta_1} F(1-2\beta_1, 1, 1-2\beta_1, \frac{x}{\xi}) = \left(\frac{\xi}{x} \right)^{2\beta_1} \frac{B_1(\xi)}{\xi-x}$$

Гладкость ядра $K_5(x, \xi)$ определяется гладкостью интеграла

$$\begin{aligned} J_9(x, \xi) &= B_3(\xi) \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_2}} = \\ &= \frac{B_3(\xi)}{2\beta_2} \frac{d}{dx} \frac{\xi^{2\beta_2}}{x^{2\beta_1}} F(2\beta_1, 1, 1-2\beta_1, \frac{\xi}{x}) = \\ &= -2 \frac{\beta_1}{\beta_2} \frac{B_3(\xi) \xi^{2\beta_2}}{x^{1+2\beta_1}} F(2\beta_1+1, 1, 1-2\beta_1, \frac{\xi}{x}). \end{aligned}$$

Применяя формулу автотрансформации [5]

$$F(a, b, c, z) = (1-z)^{c-a-b} F(c-a, c-b, c, z), \quad |\arg(1-z)| < \pi,$$

при $m_2 \geq m_1$ имеем

$$J_9(x, \xi) = -2 \frac{\beta_1 B_3(\xi)}{\beta_2} \left(\frac{\xi}{x} \right)^{2\beta_2} \frac{1}{(x-\xi)^{1-2(\beta_2-\beta_1)}} F(2\beta_2-2\beta_1, 2\beta_2, 1+2\beta_2, \frac{\xi}{x}).$$

Интеграл

$$J_{10}(x, \xi) = B_3(\xi) \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_2}},$$

подобно предыдущему интегралу, имеет вид

$$J_{10}(x, \xi) = \frac{1-2\beta_2}{1-2\beta_1} B_3(\xi) \left(\frac{\xi}{x}\right)^{2\beta_1} \frac{1}{(\xi-x)^{1-2(\beta_2-\beta_1)}} F(2\beta_2-2\beta_1, -2\beta_1, 1-2\beta_1, \frac{\xi}{x})$$

и определяет гладкость ядра $K_6(x, \xi)$.

При $m_2 \geq m_1$ поведение ядра $K_7(x, \xi)$ определяется поведением интеграла

$$\begin{aligned} J_{11}(x, \xi) &= B_2(\xi) \frac{d}{dx} \int_\xi^x \frac{dt}{(x-t)^{2\beta_1} (t-\xi)^{1-2\beta_2}} = \\ &= B_2(\xi) \frac{d}{dx} (x-\xi)^{2(\beta_2-\beta_1)} \int_0^1 z^{2\beta_2-1} (1-z)^{-2\beta_2} dz = \\ &= 2(\beta_2 - \beta_1) B(2\beta_1, 1-2\beta_1) B_2(\xi) (x-\xi)^{2(\beta_2-\beta_1)-1}, \end{aligned}$$

где $B(2\beta_1, 1-2\beta_1)$ - бета - функция [5].

Таким образом, уравнение (18) имеет вид

$$A(x)\tau(x) + \int_0^1 \frac{K_{11}(x, \xi)\tau(\xi)d\xi}{\xi-x} = F(x), \quad (19)$$

где $K_{11}(x, \xi) = K(x, \xi)(\xi-x)$,

$$K(x, \xi) = \begin{cases} \left[\frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} [K_3(x, \xi)] - K_1(x, \xi) + \frac{K_5(x, \xi) - K_7(x, \xi)}{\Gamma(2\beta_2)\Gamma(1-2\beta_1)} \right] (1-x)^{\beta_1}, & \xi \leq x; \\ \left[\frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} [K_3(x, \xi)] - K_1(x, \xi) + \frac{K_5(x, \xi)}{\Gamma(2\beta_2)\Gamma(1-2\beta_1)} \right] (1-x)^{\beta_1}, & \xi \geq x, \end{cases}$$

$$\begin{aligned} A(x) &= \begin{cases} \pi \operatorname{ctg} 2\pi\beta_1 \cdot B_1(x)(1-2)^{\beta_1}, & m_2 > m_1; \\ \pi \operatorname{ctg} 2\pi\beta_1 [B_1(x) + B_3(x)](1-x)^{\beta_1}, & m_1 = m_2, \end{cases} \\ F(x) &= (1-x)^{\beta_1} D_{0x}^{2\beta_1-1} f(x). \end{aligned}$$

Из установленных свойств ядер $K_i(x, \xi)$, $i = 1, 2, \dots, 7$, можно сделать заключение о том, что ядро $K(x, \xi)$ дважды непрерывно дифференцируемо в квадрате $0 < x, \xi < 1$ при $\xi \neq x$ и при $m_2 \geq m_1$ допускает оценку:

$$K(x, \xi) = O(1)(\xi-x)^{-1}.$$

Из вида функции $f(x)$ и свойств дробных интегралов делаем заключения, что правая часть $F(x) \in C^{(0, \lambda)} \cap C^2(J)$, где $\lambda > 0$, причем $F'(x)$ может обращаться в бесконечность порядка не выше $1-\beta_1$ при $x=1$ и в бесконечность порядка не выше $2\beta_1$ при $x=0$. Поэтому уравнение (19) при $A(x) \neq 0$ является сингулярным интегральным уравнением [6].

Условие $A^2(x) + K_{11}^2(x, x) \neq 0$ обеспечивает существование регуляризатора, приводящего уравнение (19) к интегральному уравнению Фредгольма второго рода. Отсюда и из единственности решения поставленной задачи следует и существование ее решения.

Исследование случая $m_1 > m_2$ осуществляется, так же как и при $m_2 \geq m_1$.

В случае, когда выполняются условия (9), (10), например при $i = 2, j = 1$, полагая $\alpha_2(x) = x^{\beta_2} \mu(x)$, $\beta_2(x) = -(1-x)^{\beta_2} \mu(x)$, причем $\mu(x) \neq 0, \forall x \in \bar{J}$, из (12) получим

$$\frac{d}{dx} \int_0^1 \frac{\tau(t) dt}{|x-t|^{1-2\beta_2}} = \Gamma(\beta_2) \frac{\gamma_2(x)}{\mu(x)}. \quad (20)$$

Интегральное уравнение (20) разрешимо при выполнении условия

$$\int_0^1 t^{-\beta_2} (1-t)^{-\beta_2} \frac{\gamma_2(t)}{\mu(t)} dt = 0.$$

Подставляя найденное $\tau(x)$ в (11), находим $v_1(x)$ и $v_2(x)$.

1. Hardy C., Littlewood Y. Some properties of fractional integrals //J.Math. Zeitsch. – 1928, 27. J 64. p. 565-606.
2. Бицадзе А.В. Уравнения смешанного типа. – М: Издательство АН СССР, 1959, 164 с.
3. Нахушев А.М. Обратные задачи для вырождающихся уравнений и интегральные уравнения Вольтерра третьего ряда //Дифференциальные уравнения. – 1974, т.10, №1, стр. 100-111.
4. Бейтмен Г., Эрдей И.А. Высшие трансцендентные функции. М: Наука. 1973. – 296 с.
5. Лебедев Н.Н. Специальные функции и их приложения. М: Фиматиз.- 1963. – 380 с.
6. Мусхелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения. М: Наука. 1968. – 512 с.

УДК 378

Ж.Р. Жамашева

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА В УНИВЕРСИТЕТЕ

(г.Алматы, КазНПУ имени Абая)

Мақалада университетте ішкі аудитті ұйымдастыру мәселелері білім беру сапасын қамтитын жоғары оқу орнының негізгі құраушысы ретінде қарастырылады. Жоғары оқу орнындарындағы сапа жүйесін құрудың негізгі принциптері айқындалды. Ішкі аудитті жоспарлау және өткізу әрекеттерінің тізбектері келтірілген. Аудиттің жылдық циклын талдау параметрлері анықталған.

In article questions of the organization of internal audit at university as basic making system of maintenance of quality of formation at university are considered. Main principles of its construction are revealed. The sequence of actions is shown at planning and carrying out of internal audit. Parameters of the analysis of an annual cycle of audits are defined.

В настоящее время одним из наиболее важных параметров качества образования является качество образовательных услуг. Очевидно, что повысить эффективность, правильность и своевременность управленческих решений и, как следствие, улучшить качество образовательных услуг можно лишь с помощью информационно-коммуникационных технологий применяемых как для мониторинга, так и для реализации.

Целями проведения мониторинга качества образования в вузе является обобщение полученной в результате информации:

- ознакомление вузовской общественности с состоянием качества подготовки специалистов и привлечение академического сообщества к его обсуждению в вузе;
- информирование заинтересованных сторон об обеспечении качества образования в вузе;
- определение стратегии развития высшего учебного заведения;
- корректировка нормативно-правовых документов, определяющих специфику и порядок деятельности вуза;
- модернизация внутривузовской системы менеджмента качества.

Цели внедрения и использования информационно-коммуникационных технологий в образовательный процесс, как правило, связываются с созданием новых возможностей в образовательных системах для всех ее участников и их взаимодействия, которые выражаются в следующем:

- реализуется возможность учета и удовлетворения образовательных потребностей обучающихся;
- сокращается время, затрачиваемое преподавателями и обучающимися на поиск необходимой учебной и научной информации и доступ к ней;
- ускоряется обновление содержания за счет сокращения времени преподавателей на разработку новой учебной и методической литературы;
- высвобождается дополнительное время у слушателей для индивидуальной самостоятельной работы, а у преподавателей и организаторов (при соответствующей организации их деятельности) на совершенствование и развитие образовательного процесса;
- уменьшается время, необходимое для достижения обучаемыми установленных требований (норм, стандартов) к качеству образования и др.

Основываясь на требованиях модели стандартов ISO серии 9000 внутривузовская модель оценки качества образования университета предусматривает следующие направления мониторинга, измерения и анализа:

1) Измерение и анализ удовлетворённости потребителей и других заинтересованных сторон (для вузов должны быть определены требования потребителей к образовательным услугам, законодательные и другие обязательные требования, требования не обязательные и не определённые потребителями, но необходимые для предполагаемого использования, и любые дополнительные требования). Предполагается, что вся информация о предоставляемых образовательных услугах, прохождения запросов и обратной связи должна поддерживаться и быть доступной.

2) Мониторинг условий, состояния и динамики показателей.

3) Внутренние проверки (аудиты) системы качества образовательной организации являются необходимым механизмом системы качества, поскольку представляют собой систематический, независимый и документированный способ получения объективных свидетельств о результатах деятельности вуза с целью установления степени соответствия установленным критериям.

4) Интеграцию различных механизмов и форм проверок, осуществляемых для мониторинга качества образовательной деятельности, включая проверки коллегиальных органов и самооценку.

5) Оценка и демонстрация способности оценивать качество образования в контексте достижения удовлетворенности потребителя.

Основными принципами построения внутривузовской системы качества в университете определены следующие: ориентация на потребителя и удовлетворённость

заинтересованных сторон; политика и обеспечение руководством единства цели и направлений деятельности; оптимальность процедур оценки качества, сопоставимых с требованиями и потребностями заинтересованных сторон; мониторинг образовательных программ; комплексность оценки знаний студентов; вовлечение всех работников в процесс реализации поставленных задач и качество преподавательского состава; качество условий и ресурсов; использование информационно-коммуникационных технологий и информационных ресурсов.

В казахстанских вузах основной упор в обеспечении качества приходится на процедуру внутреннего аудита СМК. Проведение внутренних аудитов осуществляется в соответствии с МС ИСО 9001 и МС ИСО 19011 по разработанному, внедрённому и результативно поддерживаемому годовому плану аудита. Целью годового плана аудита является планирование вида и количества аудитов, идентифицирование и обеспечение ресурсами, необходимыми для их проведения. Каждый аудит основывается на документированных целях, области и критериях, входящих в годовой план аудита. Годовой план проведения внутренних аудитов должен разрабатываться ответственным по качеству с учётом:

- статуса и важности процессов и участков, подлежащих аудиту;
- результатов предыдущих аудитов;
- указаний высшего руководства;
- целей аудитов (как всей системы менеджмента качества, так и её отдельных требований);
- динамики появления дефектов (несоответствий) образовательной услуги (далее «продукция»);
- замечаний, содержащихся в протоколах «Дней качества»;
- актов по результатам сертификации и инспекционного контроля;
- проведения структурных или других организационных изменений (изменение структуры управления, формы собственности и т.п.).
- изменения требований ГОСО специальностей и направлений подготовки и требований потребителей.

Годовой план проведения внутренних аудитов СМК содержит: цели аудита; критерии аудита; область аудита (отделы, функции, процессы СМК, которые подвергаются аудиту, период времени аудита); Ф.И.О. главного аудитора; Ф.И.О. аудиторов. Годовой план проведения внутренних аудитов согласовывается с руководителями проверяемых структурных подразделений.

Изменения в годовой план проведения внутренних аудитов вносятся по решению ПРК в следующих случаях: введение в действие новых документов СМК; поступление информации от потребителей или контролирующих внешних организаций о несоответствии качества продукции установленным требованиям; наличие рекомендаций аудиторов. Назначение области аудита определяются целью и видом аудита (плановый или внеплановый).

Среди типовых целей аудита можно выделить:

- оценка степени соответствия СМК требованиям МС ИСО 9001 и другим критериям аудита (стандартам, ГОСО, контракту и т.д.);
- оценка результативности функционирования СМК и определение возможностей и путей её улучшения (идентификация области потенциального улучшения СМК);
- установление соответствия и несоответствия СМК установленным требованиям;
- оценка способности организации выполнять требования контракта (договора);

- определение всех причин выявленных несоответствий (основных, дополнительных, сопутствующих);

- проверка и оценка результативности корректирующих и предупреждающих действий по результатам предыдущих проверок.

Последовательность действий при планировании и проведении внутреннего аудита можно представить в виде следующей последовательности.

1. Планирование аудита:

- 1) определение целей, объёма и критериев аудита;
- 2) подбор возможных членов аудиторской группы;
- 3) устранение конфликта интересов;
- 4) назначение аудиторской группы;
- 5) определение осуществимости аудита;
- 6) установление первоначального контакта с проверяемым подразделением или ответственными за проверяемый процесс.

2. Проведение анализа документации

- 7) анализ документации системы качества образовательного организации,
- 8) анализ документации проверяемого процесса,
- 9) соответствующих подразделений,
- 10) анализ документации образовательных программ и учебных дисциплин.

3. Подготовка к проведению аудита на местах

- 11) подготовка план-графика аудита;
- 12) подготовка программы аудита;
- 13) ознакомление проверяемых с программой аудита;
- 14) подготовка вопросника для проведения аудита;
- 15) распределение обязанностей в аудиторской группе;
- 16) подготовка рабочих документов.

4. Проведение аудита на местах:

- 17) проведение вступительного совещания;
- 18) связь в процессе аудита;
- 19) роли и обязанности сопровождающих и наблюдателей;
- 20) сбор и проверка информации;
- 21) формирование наблюдений аудита;
- 22) подготовка заключений по результатам аудита;

5. Подготовка, утверждение и рассылка отчёта по аудиту:

- 23) подготовка отчёта по аудиту;
- 24) утверждение отчёта по аудиту;
- 25) разработка плана корректирующих и предупреждающих действий.

6. Завершение аудита:

- 26) реализация и контроль исполнения плана корректирующих и предупреждающих действий;
- 27) разработка анализа функционирования системы менеджмента качества;
- 28) проведение заключительного совещания;
- 29) проведение последующего (повторного) аудита.

Программа внутреннего аудита разрабатывается на основании годового плана внутренних аудитов СМК и включает:

- наименование проверяемого структурного подразделения и/или процессов СМК;

- основание для аудита;

- цели, критерии, объёмы данного аудита;

- состав группы аудиторов и сопровождающих лиц;

- график и сроки работы, включая совещания;
- сроки обобщения и согласования результатов аудита;
- распределение ресурсов для проведения аудита;
- ссылки на соответствующие стандарты, методические и рабочие документы.

Представитель руководства по качеству периодически анализирует результаты внутренних проверок и представляет их в виде отчёта для утверждения и принятия решений, содержащего следующую информацию:

- результаты проверок, сгруппированные по структурным подразделениям;
- оценку динамики изменения зарегистрированных данных;
- среднее количество несоответствий, приходящихся на одну проверку;
- описание повторяющихся критических несоответствий, место их выявления;
- анализ результативности корректирующих и предупреждающих мероприятий;
- предложения по совершенствованию документации СМК;
- оценку результативности функционирования СМК;
- предложения по совершенствованию СМК.

Результаты анализа внутренних аудитов должны использоваться при разработке текущих и перспективных планов, программ по повышению качества продукции и удовлетворению потребностей и ожиданий потребителей.

Создание базы данных внутреннего аудита позволяет оперативно обобщать сведения по результатам аудита, предоставлять реальную картину.

УДК 539.17.01

А.Б. Кабулов

КОРРЕЛЯЦИИ ДВУБОЗОННЫХ КЛАСТЕРНЫХ И КОЛЛЕКТИВНЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ В ЧЕТНО-ЧЕТНЫХ ИЗОТОПАХ УРАНА И ПЛУТОНИЯ

(г.Алматы, КазНПУ имени Абая)

Жалпыланған кластерлік бозон моделі бойынша атом ядросының екі бозондық кластерлікүйлерінің квадрупольды ротациялық қозуларымен әсерлесуі дамытылған. Жұп жұп уран ($A=232, 234, 236, 238$) және плутоний ($A=238, 240, 242$) изотоптарының екі бозондық кластерлік күйлерінің квадрупольды ротациялық деңгейлерімен корреляциясы есептелінген. Теорияның параметрлері келтірілген.

It is developed in the frame clustering boson model the correlation of two boson clustering state with quadrupole collective rotational excitations. They are calculated correlations of two boson clustering states with quadrupole collective rotational excitations in even even isotopes of uranium ($A=232, 234, 236, 238$) and plutonium ($A=238, 240, 242$). They are obtained parameters of theory.

В настоящее время идентификация природы кластерных состояний в атомных ядрах актиноидной области является актуальной. В предыдущих наших работах [1,2] была развита модель корреляции коллективного квадрупольного и кластерного движений в атомном ядре. Вычисления проводились в приближении взаимодействия одного дипольного бозонного возбуждения с квадрупольными вращательными состояниями.

В данной работе развивается теория корреляции коллективного квадрупольного и кластерного движений, вычисляются корреляции двубозонного состояния кластерной природы с квадрупольными вращательными возбуждениями в четно-четных изотопах

урана ($A=232, 234, 236, 238$) и плутония ($A=238, 240, 242$). Определены возможные энергетические полосы данного типа, приведены параметры теории.

Если коллективная мода имеет квадрупольный характер, а кластерная – дипольный, в бозонном формализме такая модель будет описываться динамической симметрией $U(6) \otimes U(4)$. Здесь квадрупольное коллективное движение нуклонов отражается s - и d -бозонами, в свою очередь, кластерная мода – S_p - и p -бозонами.

Общий гамильтониан, симметричный $U(6) \otimes U(4)$ группе, имеет вид

$$H = H_d + H_p + V_{pd}. \quad (1)$$

Первый член H_d , симметричный $U(6)$ группе, отражает квадрупольное коллективное движение нуклонов, второй член H_p , симметричный $U(4)$ группе, описывает дипольную кластерную моду, третий член V_{pd} представляет собой диполь-квадрупольное взаимодействие, обусловленное корреляцией квадрупольного коллективного и кластерного движений нуклонов в атомном ядре.

Исследуем ротационный предел $U(6) \otimes U(4)$ группы. Соответствующая этому пределу редукционная цепочка для группы $U(6) \otimes U(4)$ записывается в следующей форме

$$U(6) \otimes U(4) \supset SU_d(3) \otimes U_p(3) \supset SU_d(3) \otimes SU_p(3) \supset SU(3) \supset O(3) \supset O(2). \quad (2)$$

В редукции (2) на первом этапе проводятся независимо две редукции $U(6) \supset SU_d(3)$ и $U(4) \supset U_p(3)$, далее осуществляется редукция $U_p(3) \supset SU_p(3)$, затем прямое произведение групп $SU_d(3)$ и $SU_p(3)$ сводится к группе $SU(3)$, и, наконец, строится стандартная процедура $SU(3) \supset O(3) \supset O(2)$. Следует специально остановиться на генераторах групп редукции (3). Генераторы $SU_d(3)$ группы формируются из s - и d -бозонов, генераторы $U_p(3)$ и $SU_p(3)$ состояются только из p -бозонов.

Представления групп редукции (2) являются искомыми квантовыми числами, по которым классифицируются состояния атомного ядра. Представление $U(6)$ группы – это $N_1 = N_s + N_d$, представление $U(4)$ группы – $N_2 = N_{sp} + N_p$, представления $SU_d(3)$ и $U_p(3)$ групп соответственно $(\lambda, \mu)_d$ и N_p , представление $SU_p(3)$ группы – $(\lambda, \mu)_p$, представление $SU(3)$ группы – (λ, μ) , представление $O(3)$ группы – I (полный спин) и, наконец, $O(2)$ группы – M (проекция полного спина). Таким образом, квантовыми числами, по которым классифицируются коррелированные состояния атомных ядер в ротационном пределе кластерной бозонной модели, являются полное число бозонов $N = N_1 + N_2$, $(\lambda, \mu)_d$, N_p , $(\lambda, \mu)_p$, (λ, μ) , I , M , а также дополнительные квантовые числа K , определяемые значениями λ и μ . Следует иметь в виду, что $N_p = 0, 1, 2, \dots, N_2$. Значения квантовых чисел λ и μ определяются по известному правилу Янга [3]. Например, если $N_p = 1$

$$(\lambda, \mu)_d \otimes (1, 0)_p = (\lambda_d + 1, \mu_d) \oplus (\lambda_d - 1, \mu_d + 1) \oplus (\lambda_d, \mu_d - 1), \quad (3)$$

если $N_p = 2$

$$\begin{aligned} & [(\lambda, \mu)_d \otimes (1, 0)_p] \otimes (1, 0)_p = (\lambda_d + 1, \mu_d) \otimes (1, 0)_p \oplus \\ & \oplus (\lambda_d - 1, \mu_d + 1) \otimes (1, 0)_p \oplus (\lambda_d, \mu_d - 1) \otimes (1, 0)_p, \end{aligned} \quad (4)$$

и так далее. Причем $\lambda, \mu \geq 0$. В схеме Эллиота значения полного спина, которые имеют место при заданном (λ, μ) , определяются [3]

$$I = K, (K + 1), \dots, K + \max(\lambda, \mu) \text{ при } K \neq 0,$$

$$I = \max(\lambda, \mu), \max(\lambda, \mu) - 2, \dots, 1 \text{ или } 0 \text{ при } K = 0,$$

где $K = \min(\lambda, \mu), \min(\lambda, \mu) - 2, \dots, 1 \text{ или } 0$.

Подгрупповая структура $U(6) \otimes U(4)$ группы позволяет записать гамильтониан через инварианты групп цепочки (2). Гамильтониан, симметричный редукции, запишется

$$\begin{aligned} H = & \mathcal{E}_p \cdot C[U_p(3)] + \alpha_p \cdot C[SU_p(3)] + k_d \cdot C[SU_d(3)] + \\ & + k \cdot C[SU(3)] + k' \cdot C[O(3)] \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь $C[]$ оператор Казимира (инвариант) соответствующей группы, $\mathcal{E}_p, \alpha_p, k_d, k, k'$ – параметры теории. По квантовому числу M (проекция полного спина) имеет место вырождение и по этой причине инвариант $O(2)$ группы в (5) отсутствует.

При проведении многих практических расчетов достаточно учесть смешивание состояний основной дипольной полосы состояний $(\lambda_p, 0)$ $SU_p(3)$ группы с состояниями (λ_d, μ_d) представления $SU_d(3)$ группы. Такое допущение оправдано тем, что вклады в смешивание других (λ_p, μ_p) полос с (λ_d, μ_d) представлениями будут проявляться при значительно больших энергиях возбуждений. В таком случае, $(\lambda_p, 0) = (N_p, 0)$, собственное значение оператора Казимира такого представления $SU_p(3)$ группы равно

$$C(\lambda_p, 0) = C(N_p, 0) = N_p \cdot (N_p + 3). \quad (6)$$

С учетом (6) формула, определяющая энергетический спектр коррелированных состояний, примет вид

$$E = \mathcal{E}_p \cdot N_p + \alpha_p \cdot N_p (N_p + 3) + k_d \cdot C(\lambda_d, \mu_d) + k \cdot C(\lambda, \mu) + k' \cdot I(I + 1). \quad (7)$$

Перейдем к обсуждению проведенных вычислений. В качестве объекта были выбраны четно-четные изотопы урана ($A=232, 234, 236, 238$) и плутония ($A=238, 240, 242$), в энергетических спектрах которых наряду с квадрупольными возбуждениями генерируются кластерные состояния. В работе [2] полосы возбуждений $K=0^-$ и $K=1^-$ в этих ядрах интерпретировались нами как результат взаимосвязи ираст состояний с однобозонными кластерными возбуждениями. Полученные из сравнения теории с экспериментальными данными [4] позволяют вычислить коррелированные состояния, генерированные взаимосвязью квадрупольных вращательных и двубозонных кластерных состояний. В таблице 1 приведены параметры теории и энергии первых коррелированных состояний при $N_p=1,2$ для атомных ядер четно-четных изотопов урана ($A=232, 234, 236, 238$) и плутония ($A=238, 240, 242$). Параметр α_p приравнялся нулю.

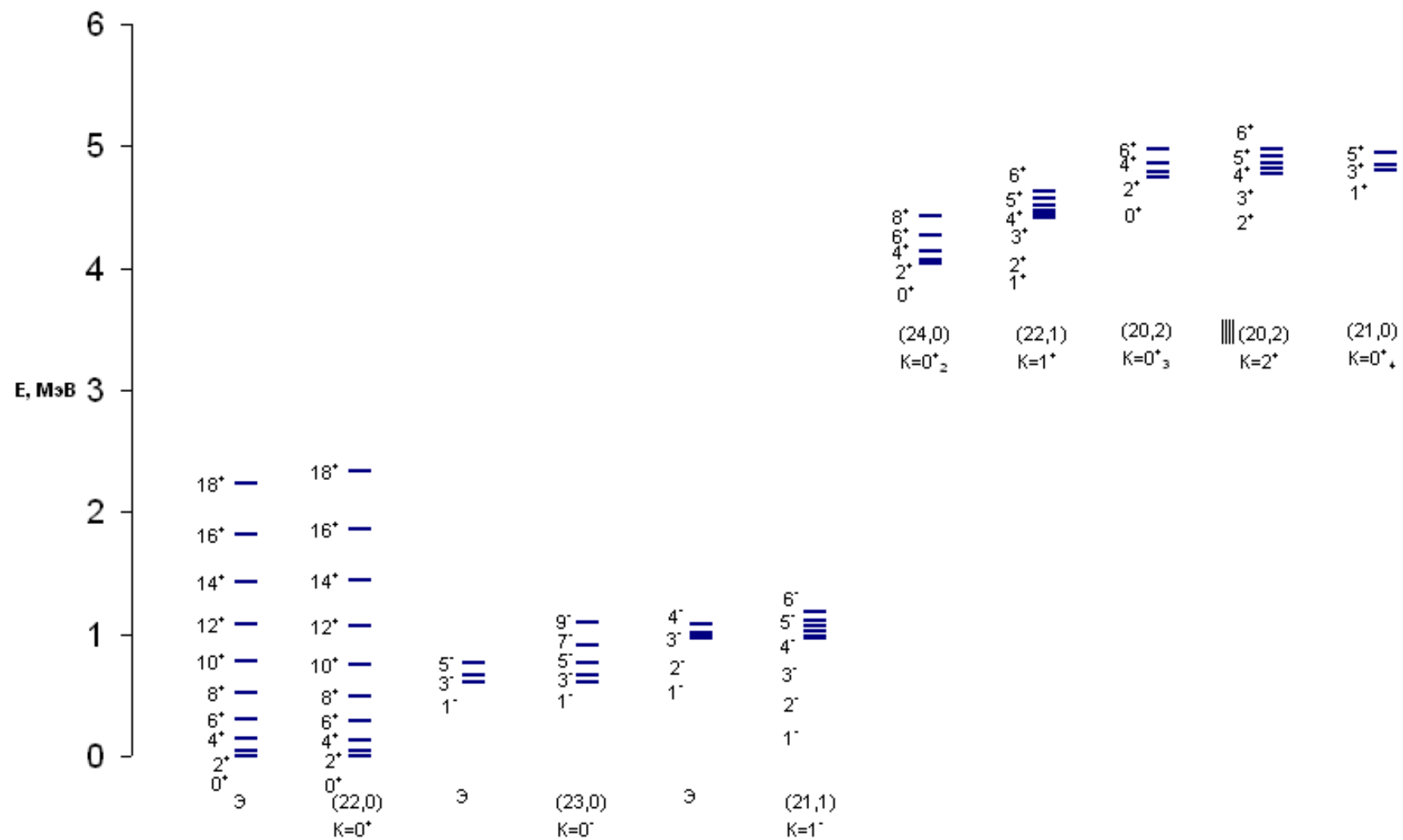


Рисунок 1 - экспериментальные и теоретические спектры при $N_p=0, 1, 2$

Как видно из таблицы 1 при $N_p=2$ генерируются полосы коррелированных состояний положительной четности с $K = 0_2^+, 1^+, 0_3^+, 2^+, 0_4^+$. Энергии первых возбуждений для данных ядер находятся в интервале $2,7 \div 4,1$ МэВ.

На рисунке 1, в качестве примера, приведено сравнение экспериментального [4] и теоретического энергетических спектров атомного ядра $^{238}_{94}\text{Pu}$. Коррелированные уровни отрицательной четности, возбуждаемые в полосах $K = 0^-$ и 1^- , генерируются при $N_p=1$.

В настоящее время, когда техника физического эксперимента с тяжелыми ионами достигла высокого уровня, поиск и идентификация коррелированных кластерных состояний при $N_p=2$ является реальной задачей.

Таблица 1. Параметры теории и энергии первых коррелированных состояний при $N_p=1,2$. Значения параметров даны в кэВ

Ядро	k'_d	$-k$	k'	ε_p	$I = 0^+$ $K = 0_2^+$	$I = 1^+$ $K = 1^+$	$I = 0^+$ $K = 0_3^+$	$I = 2^+$ $K = 2^+$	$I = 0^+$ $K = 0_4^+$
$^{232}_{92}\text{U}$	7	8,28	6,18	3363	3598	4057	4442	4479	4504
$^{234}_{92}\text{U}$	6,67	3,07	6,25	2053	2694	2890	3044	3082	3074
$^{236}_{92}\text{U}$	6,57	4,44	5,83	2910	3381	3685	3940	3975	3978
$^{238}_{92}\text{U}$	6,5	3,63	5,34	2840	3328	3600	3829	3861	3861
$^{238}_{94}\text{Pu}$	6,84	5,19	5,5	3698	4033	4417	4749	4782	4791
$^{240}_{94}\text{Pu}$	6,7	4,55	5,46	3771	4111	4477	4794	4827	4832
$^{242}_{94}\text{Pu}$	6,6	2,31	5,28	2640	3275	3480	3649	3681	3574

1. Кабулов А.Б. Корреляция колебательного коллективного и кластерного движений в легких актиноидных ядрах // Вестник НЯЦ РК. – 2007. – В.4 (32). – С.18-23.
2. Кабулов А.Б. Взаимосвязь вращательного коллективного и кластерного движений нуклонов в деформированных ядрах // Вестник КазНПУ им. Абая. Сер. «Физ.-мат.науки». – 2007. – № 2(18). – С. 122-127.
3. Elliot J.P. Collective motion in the nuclear shell model. Classification scheme for states of mixed configurations // Proc. Roy. Soc. – 1958. – Vol. A245. – P. 128-145.
4. Richard B. Firestone Table of isotopes CD-ROM Lawrence Berkley National Laboratory. – Berkley: University of California, USA, 1999. – 432 p.

ПРИРОДА КОЛЛЕКТИВНЫХ И КЛАСТЕРНЫХ СОСТОЯНИЙ В ЛЕГКИХ ЧЕТНО-ЧЕТНЫХ ИЗОТОПАХ РАДОНА

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

Жалпыланған кластерлік бозон моделінің вибрация шегі бойынша жұп-жұп радон изотоптарының ($A = 218, 220, 222$) коллективтік және кластерлік қозулары зерттелінген. Коллективтік қозулар квадрупольды боп анықталынған. Кластерлік күйлерінің табиғаты коллективтік және кластерлік қозғалыстарының корреляциясы боп табылған. Теория $2^-, 4^-, 6^-, \dots$ кластерлік жолығың болжайды.

They are investigated in the frame vibrational limit of generalized clustering boson model collective and clustering excitations in even-even radon isotopes ($A = 218, 220, 222$). They are conclusions: collective excitations are quadrupole, the nature of clustering states are the correlation of collective and clustering motions. The theory predicts clustering band $2^-, 4^-, 6^-, \dots$.

В работах [1-3] на основе вибрационного предела обобщенной кластерной бозонной модели исследованы низковозбужденные кластерные возбуждения легких четно-четных изотопов радия ($A = 218, 220, 222$) и тория ($A = 220, 222$). Кластерные состояния этих ядер были связаны с дипольной степенью свободы. Ниже мы изучаем кластерные состояния четно-четных изотопов радона ($A = 218, 220, 222$).

В энергетических спектрах этих ядер наряду с состояниями основной полосы $0^+, 2^+, 4^+, 6^+, 8^+$ возбуждаются уровни отрицательной четности $1^-, 3^-, 5^-, 7^-, 9^-$ [4]. Энергетический сдвиг начал этих полос составляет $600 \div 800$ кэВ. По своей природе указанные четно-четные изотопы радона являются слабodeформированными. Поэтому для анализа кластерных состояний приемлема $U_d(6) \otimes U_p(4) \supset U_d(5) \otimes U_p(3) \supset O_d(5) \otimes O_p(3) \supset o_d(3) \otimes O_p(3) \supset O(3)$ симметрия, отражающая вибрационный предел обобщенной кластерной бозонной модели [1-3].

В вибрационном пределе члены бозон-бозонного взаимодействия C_L, C_{PL}, X_L будут определяющими и, потому рассмотрим гамильтониан

$$\begin{aligned}
 H = & \varepsilon_d \sum_m d_m^+ d_m + \sum_L \frac{1}{2} (2L+1)^{1/2} C_L \left[(d^+ d^+)^{(L)} (dd)^{(L)} \right]^{(0)} + \\
 & + \varepsilon_p \sum_m p_m^+ p_m + \sum_L \frac{1}{2} (2L+1)^{1/2} C_{pL} \left[(p^+ p^+)^{(L)} (pp)^{(L)} \right]^{(0)} + \\
 & + \sum_L \chi_L \left[(d^+ p^+)^{(L)} (dp)^{(L)} \right]^{(0)}.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Диагонализация гамильтониана (1) в базисе $|d^{N_d} \chi_d L_d; p^{N_p} \chi_p L_p; IM\rangle$ должна производиться численными методами. Но если ограничить число p -бозонов единицей, то имеют место значительные упрощения расчетов. В таком случае диагональные матричные элементы уравнения (1) с базисными состояниями $|d^{N_d} \chi_d L_d; p; IM\rangle$ записываются

$$\begin{aligned} \langle d^{N_d} \chi_d L_d; p; IM | H | d^{N_d} \chi_d L_d; p; IM \rangle &= E(d^{N_d} \chi_d L_d) + \varepsilon_p + N_d(2L_d + 1) \cdot \\ &\cdot \sum_{\chi^J} [d^{N_d-1}(\chi^J) dL_d | \{ d^{N_d} \chi_d L_d \}^2 \sum_{J'} (2J' + 1) X_{J'} \left\{ \begin{matrix} J & 2 & L_d \\ 1 & I & J' \end{matrix} \right\}, \end{aligned} \quad (2)$$

а недиагональные матричные элементы –

$$\begin{aligned} \langle d^{N_d} \chi_d L_d; p; IM | H | d^{N_d} \chi'_d L'_d; p; IM \rangle &= \\ N_d \left[(2L_d + 1)^{1/2} (2L'_d + 1)^{1/2} \cdot \sum_{\chi^J} [d^{N_d-1}(\chi^J) dL_d | \{ d^{N_d-1} \chi_d L_d \} \right. \\ &\cdot [d^{N_d-1}(\chi^J) dL'_d | \{ d^{N_d} \chi'_d L'_d \} \cdot \\ &\sum_{J'} (2J' + 1) X_{J'} \left\{ \begin{matrix} J & R & L_d \\ 1 & I & J' \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} J & R & L'_d \\ 1 & I & J' \end{matrix} \right\}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $[d^{N_d-1}(\chi^J) dL_d | \{ d^{N_d} \chi_d L_d \}]$ являются d - бозонными генеалогическими коэффициентами, а $\begin{Bmatrix} a & b & c \\ \alpha & \beta & \gamma \end{Bmatrix}$ обозначают 6j – символы Вигнера. В выражении (1)

$E(d^{N_d} \chi_d L_d)$ представляет собой энергию d^{N_d} конфигурации, метод вычисления которой общеизвестен. Можно получить дальнейшие упрощения, если учитывать связь p -бозона с состояниями d^{N_d} - конфигурации, относящимися к основной полосе $L_d = 2N_d$. Так как в этом случае генеалогические коэффициенты в уравнении (2) равны единице, то

$$\begin{aligned} \langle d^{N_d}, L_d = 2N_d; p; IM | H | d^{N_d}, L_d = 2N_d; p; IM \rangle &= \\ = E(d^{N_d}, L_d = 2N_d) + \varepsilon_p + N_d(2L_d + 1) \sum_{J'} (2J' + 1) X_{J'} \cdot \left\{ \begin{matrix} L_d - 2 & 2 & L_d \\ 1 & I & J' \end{matrix} \right\}. \end{aligned} \quad (4)$$

Значения матричных элементов (4) для состояний с $I = 2N_d + 1$ и $I = 2N_d$ равны:

$$E(d^{N_d}, L_d = 2N_d; p; I = 2N_d + 1) = E(d^{N_d}, L_d = 2N_d) + \varepsilon_p + N_d \cdot X_3, \quad (5)$$

$$E(d^{N_d}, L_d = 2N_d; p; I = 2N_d) = E(d^{N_d}, L_d = 2N_d) + \varepsilon_p + N_d \cdot X_3 + ((2N_d + 1)/3) \Delta_2, \quad (6)$$

где $\Delta_2 = X_2 - X_3$.

Общие виды операторов электрических E2-, E1- и магнитных M1-переходов в низшем порядке записываются

$$T_k(E2) = q_2 (d_k^+ + (-)^k d_{-k})^{(2)} + q'_2 (d^+ d)_k^{(2)}, \quad (7)$$

$$T_k(E1) = q_1 (p^+ + (-)^{(1-k)} p_{-k}) + q'_1 (d^+ p + p^+ d)_k^{(1)} + q''_1 [(d^+ d)^{(2)} (p + p^+)^{(1)}]_k^{(1)}. \quad (8)$$

$$T_k(M1) = m_1 (d^+ d)_k^{(1)} + m'_1 [d^+ (d^+ d)^{(1)} + (d^+ d)^{(1)} d]_k^{(1)}. \quad (9)$$

Заметим, что первый и третий члены (8) обуславливают E1-переходы с полосы отрицательной четности на основную ($N \rightarrow Y$), а второй член (8) описывает обратные ($Y \rightarrow N$) E1-процессы. Используя алгебру тензорных операторов для определения матричных элементов T(E2) и T(E1) в базисе состояний $|d^{N_d} \chi_d L_d; p; IM\rangle$ можно вычислить приведенные вероятности E2-, E1- и M1-переходов

$$B(E2) = q_2^2 \cdot (N_d + 1), \left\{ \begin{matrix} I_i = 2N_d + 2 \rightarrow I_f = 2N_d, \\ I_i = 2N_d + 3 \rightarrow I_f = 2N_d + 1, \end{matrix} \right. \quad (10)$$

$$B(E1; I_i = 2N_d + 1 \rightarrow I_f = 2N_d) = \left\{ q_1 + q_1'' N_d \left(\frac{1}{35} \right)^{1/2} \right\}^2, \quad (11)$$

$$B(E1; I_i = 2N_d + 2 \rightarrow I_f = 2N_d + 1) = \frac{3}{5} q_1'^2 (N_d + 1), \quad (12)$$

$$B(M1; I_i = 2N_d + 1 \rightarrow I_f = 2N_d) = m_1^2 \cdot \frac{3N_d}{5(2N_d + 1)}. \quad (13)$$

Проведем анализ экспериментальных данных [4] по четно-четным изотопам радона ($A = 218, 220, 222$) и сравнение их с расчетными в предположении корреляции квадрупольного коллективного движения ядра с однобозонным кластерным возбуждением в вибрационном пределе. С помощью уравнения (5) вычислены энергетические спектры приведенных выше ядер. Параметры теории ε_d и C_4 получены из сопоставления с экспериментальными данными основной полосы, а характеристики кластерных состояний ε_p , X_3 из подгонок по уровням отрицательной четности $1^-, 3^-, 5^- \dots$. Значения параметров теории приведены в таблице 1. На рисунке 1 дано сравнение экспериментального [4] и вычисленных энергетических спектров для ядер атомов $^{218, 220, 222}_{86}Rn$. Как видно из рисунка 1, теория удовлетворительно описывает как коллективные, так и кластерные возбуждения четно-четных изотопов радона. В настоящее время экспериментальных данных по вероятностям электрических и магнитных переходов, к сожалению, не имеется.

Таким образом, обобщенная кластерная бозонная модель удовлетворительно описывает основные характеристики коллективных и кластерных возбуждений четно-четных изотопов радона ($A = 218, 220, 222$). Из полученных результатов можно сделать для этих ядер следующие выводы. Во-первых, тип коллективного движения квадрупольный, во-вторых, природа кластерных состояний – это корреляция коллективного квадрупольного и дипольного кластерного движений, в-третьих, характер движений является вибрационным. Теория предсказывает в области низких возбуждений кластерную полосу $2^-, 4^-, 6^-, \dots$.

Таблица 1 - Параметры квадрупольных и кластерных состояний для четно-четных изотопов радона

Ядро	ε_d кэВ	C_4 кэВ	ε_p кэВ	X_3 кэВ
$^{218}_{86}Rn$	320	13,5	600	-90
$^{220}_{86}Rn$	240	45	450	-70
$^{222}_{86}Rn$	185	60	440	-45

1. Кабулов А.Б., Кабулова Г.С. Структура коллективных состояний легких актиноидов и кластерное обобщение модели взаимодействующих бозонов // Изв. АН Каз ССР. Сер. физ.-мат. – 1990. – № 2. – С. 45-52.
2. Баимбетова Г.А., Кабулов А.Б., Сатыпалды Ж. Корреляция коллективного квадрупольного и дипольного кластерного движений нуклонов в сферических и слабдеформированных актиноидных ядрах // 6-я Международная конференция «Ядерная и радиационная физика», 4-7 июня.-2007.- Алматы, 2007.-С.109-110.
3. Кабулов А.Б. Корреляция колебательного коллективного и кластерного движений в легких актиноидных ядрах // Вестник НЯЦ РК. – 2007. – В.4 (32). – С.18-23.
4. Richard B. Firestone Table of isotopes CD-ROM Lowrence Berkley National Laboratory. – Berkley: University of California, USA, 1999. – 432 p.

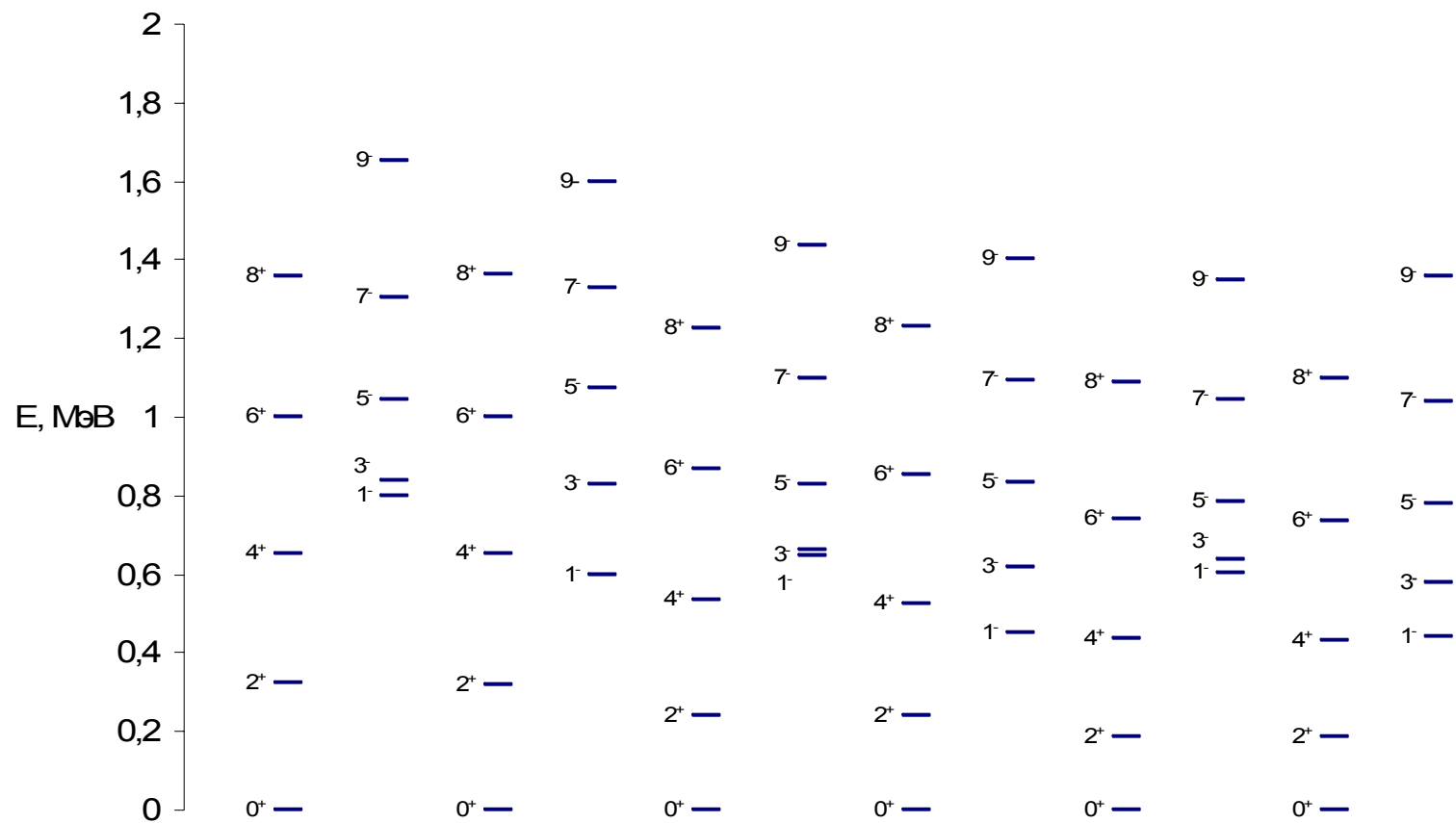


Рисунок 1 - Экспериментальные и теоретические энергетические спектры изотопов радона (A=218, 220, 222)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ПОВОРОТА ЗЕРКАЛА ГАЛЬВАНОМЕТРА И СОБСТВЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВИБРАТОРА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ MATLAB

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая, КазНУ имени аль-Фараби)

Мақалада шлейфтік осциллографтың (жарықтық) электромагниттік жүйесі зерттелген. Электромагниттік құралдың негізін өлшеуіш механизм құрайды. Онда қозғалмалы және қозғалмайтын есеп беру бөліктері бар. Гальванометрдің айнасының айналу бұрышын анықтау есебі шығарылды және шлейфтік осциллографтың вибраторының жеке жиілігі анықталды. Бұл есепке Matlab жүйесі арқылы программа құрылып, графигі шығарылды.

In given article the electromechanical system – loopful (light) oscillograph is investigated. A basis of the electromechanical device is the measuring mechanism having count off the device, motionless and mobile parts. The problem by definition of an angle of rotation of a mirror of a galvanometre and own frequency of the vibrator loopful an oscillograph is solved. The program of the decision of a problem in program Matlab is made and schedules are received.

Современные технологические процессы очень часто требуют наличия оборудования, позволяющие с высокой точностью осуществлять измерения неэлектрических величин, в частности, перемещение, скорость, ускорение, момент инерции и др. звеньев механизма. Для регистрации электрических сигналов, поступающих от соответствующих датчиков, используется шлейфовый (световой) осциллограф. По принципу действия осциллограф относится к магнитоэлектрическим измерительным приборам. Они применяются для измерения постоянных токов и напряжений, а в сочетании со схемами преобразования частоты и формы сигнала – для измерения многих радиотехнических величин. Шлейфовый осциллограф является измерительным прибором с особо высокой чувствительностью, быстродействием. Электрический сигнал, поступающий на осциллограф, преобразуется в параметрическое изображение полученной в результате измерения информации в виде кривой на ленте (осциллограмме), характеризующей изменение исследуемого процесса во времени [1, 2].

Целью данной работы является определение угла φ поворота зеркала гальванометра и собственной частоты вибратора шлейфового осциллографа. Построение графиков зависимости угла поворота гальванометра от тока I и собственной частоты колебаний вибратора от длины петли с использованием программы MatLab.

Постановка задачи. Вибратор шлейфового осциллографа (рисунок 1) состоит из проволочной петли l , на которой укреплено квадратное зеркало 2, и постоянного магнита 3, создающего в зазоре между полюсами поле индукции B . Нижний конец петли прикреплен к пружине, создающей силу натяжения $2T$. Расстояние между проволоками петли d равно длине стороны зеркала, рабочая длина проволок $2L$ ($d \ll L$), ширина полюсов магнита l .

Пренебрегая массой проволоки петли по сравнению с массой m зеркала, определить угол φ поворота зеркала при протекании по петле постоянного тока I и собственную частоту колебаний вибратора [3].

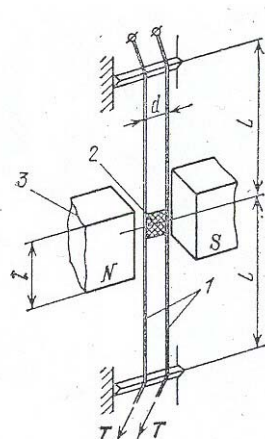


Рисунок 1 - Вибратор шлейфового осциллографа

Решение задачи. Дифференциальное уравнение моментов, описывающее работу измерительного механизма, имеет вид [1, 2]:

$$J \cdot \left(\frac{d^2 \varphi}{dt^2} \right) = \sum M, \quad (1)$$

где J - момент инерции подвижной части измерительного механизма; φ - угол отклонения зеркала; $\frac{d^2 \varphi}{dt^2}$ - угловое ускорение.

На подвижную часть электромеханической системы, при движении воздействуют следующие соответствующие моменты:

- вращающий момент M , определяется скоростью изменения энергии электромагнитного поля ω_s , сосредоточенной в механизме, по углу отклонения α

$$M_{ep} = \frac{\partial \omega_s}{\partial t} \quad (2)$$

- противодействующий момент M_{np} , создается как, правило, при помощи спиральных пружин и растяжек

$$M_{np} = -W_{np} \cdot \varphi \quad (3)$$

где W_{np} - удельный противодействующий момент на единицу угла закручивания пружины (определяется её материалом, длиной, площадью) и он всегда направлен встречно вращающему моменту.

- момент успокоения M_{ycn} - момент сил сопротивления движению. Всегда направлен встречно вращающему моменту

$$M_{ycn} = -p \frac{d\varphi}{dt} \quad (4)$$

где p - коэффициент успокоения (демпфирования) подвижной части.

После подстановки всех составляющих моментов в основное уравнение получим:

$$\begin{aligned} J \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} &= M_{ep} + M_{np} + M_{ycn} \text{ или} \\ J \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + p \frac{d\varphi}{dt} + W_{np} \cdot \varphi &= M_{ep} \end{aligned} \quad (5)$$

В статическом режиме, т.е. когда зеркало вибратора шлейфового осциллографа находится в неподвижном состоянии при каком-то угле отклонения φ , можно записать:

$$M_{ep} = M_{np} \quad (6)$$

В результате взаимодействия магнитного поля с током в проволочной петле вибратора создается вращающий момент. Зеркало гальванометра при этом поворачивается на угол φ . Электромагнитная сила $F_{эм}$ равна

$$F_{эм} = B \cdot l \cdot I \quad (7)$$

Вращающий момент M_{ep} создаваемый силами $F_{эм}$

$$M_{ep} = F_{эм} \cdot 2 \cdot L = B \cdot 2 \cdot L \cdot I \cdot l \quad (8)$$

Повороту зеркала противодействуют пружины, создающие противодействующий момент, пропорциональный углу закручивания φ

$$M_{np} = -W \cdot \varphi = 2 \cdot T \cdot d \cdot \varphi \quad (9)$$

Зеркало гальванометра устанавливается в некотором положении при условии $M_{ep} = M_{np}$, т. е. тогда

$$B \cdot l \cdot I \cdot 2 \cdot L = 2 \cdot T \cdot d \cdot \varphi$$

Угол поворота зеркала гальванометра

$$\varphi = \frac{B \cdot l \cdot I \cdot 2 \cdot L}{2 \cdot T \cdot d} = \frac{B \cdot l \cdot I \cdot L}{T \cdot d}.$$

Собственная частота колебаний вибратора определяется как круговая (угловая) частота [4]

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot c}{m}}, \quad (10)$$

где c - коэффициент жесткости проволочной петли вибратора

$$c = \frac{2 \cdot T}{L} \quad (11)$$

Подставляя уравнение (11) в уравнение (10) получим

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot T \cdot \pi}{L \cdot m}} = 2 \sqrt{\frac{3 \cdot T}{L \cdot m}} \quad (12)$$

Результаты эксперимента. Составлена программа решения задачи в программе Matlab [5]

`function shleif`

`m=0.1`

`B=4`

`l=2`

`I=0:0.01:1`

`T=5`

`L=2`

`d=0.3`

`fi=B*I*L/T*d`

`plot(fi,I),xlabel('I'),ylabel('fi'),title('Ugol povorota zerkala'),grid`

`m=0.1`

`T=5`

`L=2:0.1:5`

`w0=2*sqrt(3*T/L.*m)`

`plot(w0,L),xlabel('w0'),ylabel('L'),title('Sobstvennaya chastota'),grid`

`end`

Получены графики зависимости $\varphi = f(I)$ и $\omega_0 = f(L)$ (рисунки 2, 3).

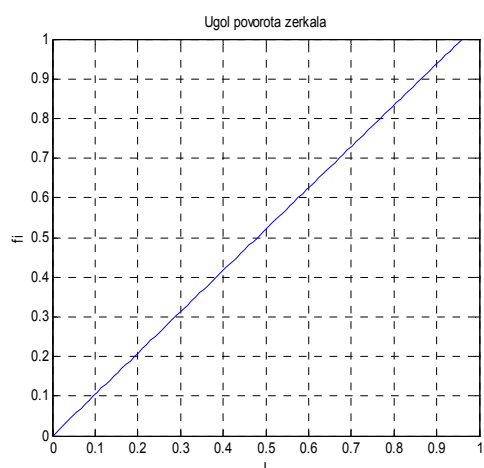


Рисунок 2 – График зависимости $\varphi = f(I)$

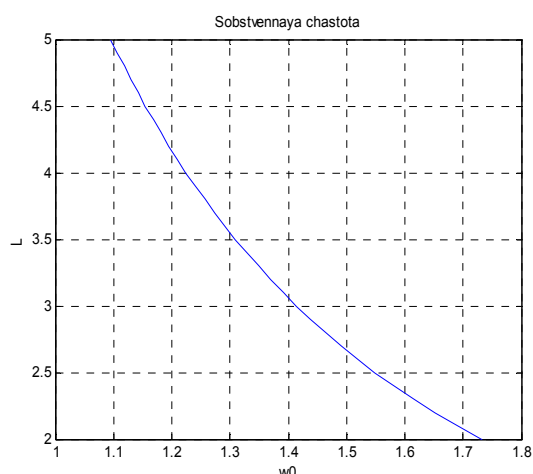


Рисунок 3 – График зависимости $\omega_0 = f(L)$

1. Кушнир Ф. В. Электрорадиоизмерения. Л.: Энергоатомиздат. 1983. - 320 с.
2. Электрорадиоизмерения. Под ред. В.И. Винокурова. М.: Высш. шк. 1976 г. – 264 с.
3. Сборник задач по теоретической механике. Под ред. К. с. Колесникова. М.: Наука. 1983. – 320 с.
4. С. П., Д. Я. Янг, У. Уивер. Колебания в инженерном деле. М.: Машиностроение. 1985 г.
5. Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. М: НТ Пресс, 2006. - 496 с.

УДК 622.011.4; 622.023

К.К. Коксалов

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ЛИТОСФЕРНОЙ ПЛИТЕ

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

Мақалада жердің литосфералық плитасының математикалық моделі жасалған. Жұқа плиталар теориясы пайдаланған. Соған байланысты дифференциалдық теңдеу құрылған. Теңдеулер эллиптикалық координаталарда қарастырылған. Осы теңдеулердің шешімі арқылы плитадағы кернеу табылған.

This article describes a mathematical model of lithospheric slabs of the Earth. Isplzovano theory of thin plates. From these data, compiled a differential equation. The equations considered in elliptical coordinates. The solution to this equation were found in the current slab.

Основная задача геодинамики – определение деформаций внутри Земли и на ее поверхности. В любой теории деформаций напряжение определяется из граничных условий с использованием соответствующего математического аппарата. Правильно сформулированная теория деформации Земли позволяет вычислить напряжение исходя из заданных деформаций. Физические законы, определяющие динамику процесса,

трансформируются в дифференциальные уравнения, составляющие сущность математической модели. Каждая модель представляет собой определенную схематизацию процесса, учитывающую не всю полноту факторов, свойственных этому процессу, а лишь некоторую их часть, характеризующую процесс с той или иной стороны. При этом ограничиваемся конечным числом параметров, называемых определяющими и в рамках которых осуществляются исследование. В рамках концепции тектоники плит рассмотрена задача построения математической модели для некоторых задач геодинамики [1].

Исследовано основное напряженно – деформированное состояние (НДС) упругого и вязкого эллипсоида вращения. Уравнение упругого равновесия и основные соотношения определены в вырожденных эллиптических координатах. Решена осесимметричная задача о напряженном состоянии эллипсоида вращения, подверженного расширению под действием равномерного давления, действующего на поверхности эллипсоида. Рассмотрено НДС расширяющего эллипсоида вращения, подверженного действию объемных сил инерции вращения.

Определены асимметричные формы возмущений, приводящих к потере устойчивости литосферы. Общее решение уравнений равновесия определено через бигармонические функции, выраженные с помощью тессеральных сферических функций [2]. Компоненты возмущений выражены через три произвольные постоянные, которые найдены из граничных условий. Определены компоненты возмущений перемещений, скоростей деформаций и напряжений вязкого эллипсоида вращения, где имеет место экспоненциальный рост компонентов возмущений во времени, сопровождаемой колебательными изменениями указанных компонентов.

Исследовано потеря устойчивости вязкопластического течения литосферной оболочки, жестко сцепленной с вязкой астеносферой, при относительно малом расширении вращающейся Земли.

Установлено, что главной причиной возникновения глобальных тектонических разломов, по которым происходит разбиение литосферной оболочки на литосферные плиты является потеря устойчивости литосферной оболочки при малом расширении вращающейся Земли.

Определены компоненты напряжений основного и возмущенного состояний литосферной оболочки из несжимаемого вязкопластического материала. Толщина литосферы составляет 2-4 % радиуса Земли, поэтому используется теория тонких безмоментных оболочек.

Физические соотношения для несжимаемой вязкопластической среды имеют вид [3]:

$$\sigma_{ij} - \delta_{ij} \sigma = 2 \left(\eta_{\cdot} + \frac{\tau_s}{H} \right) \xi_{ij}, \quad (1)$$

где

$$H = \sqrt{2\xi_{ij}\xi_{ij}}. \quad (2)$$

Тензор скоростей деформации:

$$\xi = \frac{1}{2} \bar{k}_i \bar{k}_l \left(\frac{\partial v_l}{H_i \partial q^i} + \frac{\partial v_i}{H_l \partial q^l} - \frac{v_l}{H_i H_i} \frac{\partial H_i}{\partial q^i} - \frac{v_i}{H_l H_l} \frac{\partial H_l}{\partial q^l} + 2\delta_{il} \frac{v_k}{H_i H_k} \frac{\partial H_i}{\partial q^k} \right), \quad v_i = \dot{u}_i, \quad (3)$$

где v_i -компоненты вектора скоростей перемещений u_i .

Компоненты напряжений возмущенного состояния будут:

$$\sigma_{ij}^* = \sigma_{ij}^0 + \sigma_{ij} \quad (i, j = 1, 2, 3), \quad (4)$$

где индексом «0» отмечены величины основного предкритического состояния, величины возмущений не отмечены никаким индексом. Возмущения являются малым и величинами по сравнению с величинами основного состояния. Линеаризуем физические соотношения, сохраняя малые величины до первого порядка малости включительно:

$$\sigma_{ij} = \delta_{ij} \sigma + 2 \left(\eta_l + \frac{\tau_s}{H^0} \right) \xi_{ij} - 4 \frac{\tau_s}{H^0} \xi_{ig}^0 \left[\xi_{\mu\mu}^0 (2\xi_{\mu\mu}^0 + \xi_{\varphi\varphi}^0) + \xi_{\varphi\varphi}^0 (2\xi_{\varphi\varphi}^0 + \xi_{\mu\mu}^0) \right]. \quad (5)$$

Здесь учтено, что материал литосферной оболочки принят несжимаемым. Так как литосферная оболочка является тонкой безмоментной, то для такой оболочки принимаются напряжения

$$\sigma_{ssl} = 0, \quad \sigma_{s\mu l} = 0, \quad \sigma_{s\varphi l} = 0 \quad (6)$$

Из первого условия (6) находим возмущение среднего напряжения:

$$\begin{aligned} \sigma_l = & -2 \left(\eta_l + \frac{\tau_s}{H^0} \right) \xi_{ssl} + 4 \frac{\tau_s}{H^0} \xi_{ssl}^0 \left[\xi_{\mu\mu l}^0 (2\xi_{\mu\mu l}^0 + \xi_{\varphi\varphi l}^0) + \right. \\ & \left. + \xi_{\varphi\varphi l}^0 (2\xi_{\varphi\varphi l}^0 + \xi_{\mu\mu l}^0) \right] = 2 \left(\eta_l + \frac{\tau_s}{H^0} \right) (\xi_{\mu\mu k} + \xi_{\varphi\varphi l}) - \\ & - 4 \frac{\tau_s}{H^0} (\xi_{\mu\mu l}^0 + \xi_{\varphi\varphi l}^0) \left[\xi_{\mu\mu l}^0 (2\xi_{\mu\mu l}^0 + \xi_{\varphi\varphi l}^0) + \xi_{\varphi\varphi l}^0 (2\xi_{\varphi\varphi l}^0 + \xi_{\mu\mu l}^0) \right] \end{aligned} \quad (7)$$

С учетом (8) из (5) находим остальные компоненты возмущений напряжений литосферной оболочки:

$$\begin{aligned} \sigma_{\mu\mu l} = & 2 \left(\eta_l + \frac{\tau_s}{H^0} \right) (2\xi_{\mu\mu l}^0 + \xi_{\varphi\varphi l}^0) - 4 \frac{\tau_s}{H^0} (2\xi_{\mu\mu l}^0 + \xi_{\varphi\varphi l}^0) \times \\ & \left[\xi_{\mu\mu l}^0 (2\xi_{\mu\mu l}^0 + \xi_{\varphi\varphi l}^0) + \xi_{\varphi\varphi l}^0 (2\xi_{\varphi\varphi l}^0 + \xi_{\mu\mu l}^0) \right] \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\varphi\varphi l} = & 2 \left(\eta_l + \frac{\tau_s}{H^0} \right) (\xi_{\mu\mu l} + 2\xi_{\varphi\varphi l}^0) - 4 \frac{\tau_s}{H^0} (\xi_{\mu\mu l}^0 + 2\xi_{\varphi\varphi l}^0) \times \\ & \left[\xi_{\mu\mu l}^0 (2\xi_{\mu\mu l}^0 + \xi_{\varphi\varphi l}^0) + \xi_{\varphi\varphi l}^0 (2\xi_{\varphi\varphi l}^0 + \xi_{\mu\mu l}^0) \right] \end{aligned} \quad (9)$$

$$\sigma_{\mu\varphi l} = 2 \left(\eta_l + \frac{\tau_s}{H^0} \right) \xi_{\mu\varphi l}. \quad (10)$$

1. Структурная геология и тектоника плит. В трех томах./ Под ред. К. Сейферта.- М.:Мир, 1999.
2. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Основные дифференциальные уравнения математической физики. М.: Наука, 1982, 480с.
3. Коксалов К.К. Устойчивость эллипсоидальной литосферной оболочки. Алматы.: РИО ВАК РК, 1999, 190с.

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЙ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(г. Алматы, Институт математики МОН РК)

Мақалада зерттей білуді қалыптастыру мен дамыту мәселелері бойынша зерттеуге шолу жасалынған. Зерттей білудің келесі топтары айқындалған: ақпараттық, ұйымдастыру, коммуникациялық, бағалау. Осы білімдердің мәнділігі оқу-зерттеу қызметінің үрдісінде бағаланады. Зерттей білудің сипаттамасы мектеп оқушыларының оқу-зерттеу қызметіне дайындығын қалыптастыру нәтижесі ретінде анықталды. Зерттей білудің қалыптасу деңгейін анықтау үшін критерийлер келтірілген және олардың дамуына мотивациялар келтірілген.

A review on the formation and development of research skills was conducted. The next groups of research skills: information, organizational, communication, evaluation were highlighted. The importance of these skills in the process of teaching and research activities was evaluated. Characteristics of research abilities, as result of formation of readiness of schoolboys to Educational and research activity are defined. Criteria for research abilities level definition are resulted and motivations to their development are proved.

Проблема формирования и развития исследовательских умений, как предмет исследования в течение продолжительного времени находится в поле интересов педагогического сообщества. Многими авторами, такими как В.И. Андреев [1], А.В. Леонтович [2], Е.О. Емельянова и А.Г. Иодко [3] и др. исследовательские умения определяются как способность вести самостоятельные наблюдения, проводить поиск информации об изучаемом предмете и умение проводить эксперименты. В частности В.И.Андреев рассматривает возможность применение приемов и методов научного исследования в процессе учебно-исследовательской деятельности. Е.О.Емельянова и А.Г. Иодко считают, что исследовательским умениям соответствует способность выполнять умственные и практические действия соответствующие научно-исследовательской деятельности.

А.И.Савенков [4] характеризует исследовательские умения как способность

- видеть проблемы;
- выдвигать гипотезы исследования;
- определять и классифицировать понятия;
- искать и использовать информацию;
- сравнивать, оценивать полученную информацию и результаты своих исследований;
- составлять план исследований, обосновывать суждения и формулировать выводы.

Необходимость владения приведенными умениями обязательна для возможности осуществлять исследовательскую деятельность, но, по нашему мнению, для эффективной деятельности требуется обучить школьников пользоваться исследовательскими умениями в комплексе, так как владение и использование отдельными умениями не позволит осуществить исследование в полном объеме и на должном уровне. Можно выделить **группы исследовательских умений**, которые дадут возможность планомерно сформировать и развить их у учащихся. Анализ исследований, проводимых в данном направлении, позволил выделить следующие группы исследовательских умений:

- поисковые;
- информационные;
- организационные;
- коммуникационные;
- оценочные.

Подробно рассмотрим содержание представленных групп.

Поисковые умения подразумевают способность учащегося проводить следующие действия:

- увидеть проблему и определить направление исследования;
- выбрать темы исследования (самостоятельно или с помощью руководителя);
- осуществить поиск информации, необходимой для решения поставленной задачи,
- выдвинуть гипотезу, поставить конкретную исследовательскую задачу, решающую проблему или некоторую ее часть;
- выбрать методы решения поставленной задачи;

Информационные умения отражают способность выделить из всего объема имеющихся сведений необходимые и:

- провести анализ литературы, поиск которой был проведен на предыдущем этапе;
- обработать информацию, выделить необходимый материал;
- квалифицированно использовать определения, понятия и термины;
- составлять план исследования;
- используя имеющуюся информацию, аргументировано проводить доказательство выдвинутой гипотезы;

Учитывая значимость информационных умений, подробно рассмотрим их содержание [5]. Первый и необходимый этап научного исследования это ознакомление с литературными источниками по выбранной теме, их изучение, систематизация полученных знаний, и, наконец, применение полученной информации при проведении самостоятельных исследований. Грамотно проведенная предварительная работа с литературой поможет не только войти в круг изучаемой проблемы, но и наметить для ученика пути и методы исследования.

Изучение темы следует начинать со знакомства с литературными источниками также по следующим причинам, во-первых, это дает возможность оценить актуальность и новизну выбранной темы, во-вторых, позволит выявить степень ее изученности. К работе можно приступать только после обстоятельного изучения опубликованных источников по выбранной теме.

Изучение литературы следует начинать сразу же после выбора темы проекта.

При подборе литературы следует обращаться к предметно-тематическим каталогам и библиографическим справочникам библиотеки, а также использовать систему Internet.

Изучение литературы по выбранной теме можно начинать с общих работ, чтобы получить представление об основных вопросах, к которым примыкает избранная тема, а затем уже вести поиск нового материала.

При изучении литературы не стоит стремиться к тому, чтобы освоить всю информацию, в ней заключенную, следует отбирать только имеющую непосредственное отношение к теме работы. Следует следить за оформлением выписок, чтобы в дальнейшем было легко ими пользоваться. Возможно, что часть полученных данных окажется невостребованной, это при работе с литературой случается довольно часто. Ориентироваться желательно на последние доступные данные по соответствующей проблеме, обращаться к самым авторитетным источникам.

В процессе работы над источниками и литературой рекомендуется делать выписки и заметки по фактам, событиям, относящимся к избранной теме, а также давать краткие

оценки (резюме) о наличии собственной концепции автора книги по исследуемому вопросу. Выписки целесообразно делать на одной стороне листа: это облегчит группировку и обработку материалов. При этом следует точно указывать названия источников и литературы с выходными данными, откуда сделаны выписки.

Работа с научной литературой включает следующие этапы:

- составление библиографии литературы по выбранной тематике;
- составление аннотаций интересующих публикаций;
- конспектирование выбранных научных, научно-популярных книг, статей, пособий;
- реферирование литературных источников;
- цитирование выдержек из книг, статей и другой литературы.

Рассмотрим эти этапы подробнее.

Составление библиографии поможет систематизировать поиск необходимого материала по интересующей теме, поможет выбрать ту информацию, которая соответствует области, выбранной для изучения.

Библиография литературы по выбранной тематике составляется в алфавитном порядке, согласно ГОСТу. Может показаться излишним предъявление таких требований к ученикам, но необходимо с самого начала привить им правильное понимание общепринятых правил. Можно провести экскурсию в библиотеку, показать, как работать с каталогами. Обратит внимание учащихся на то, что работы одного и того же автора расположены в историческом порядке, что отражено в библиографической карточке. Можно порекомендовать ученику организовать свою подборку карточек по исследуемой тематике. За образец можно взять библиотечную библиографическую карточку. Следует особо отметить, что работа в библиотеке одна из важнейших форм научно-исследовательской работы и соответствующие навыки желательно прививать с первых шагов в исследовательской деятельности.

Аннотирование. При изучении какого-либо литературного источника полезно составить аннотацию, которая представляет краткое изложение в несколько строк содержания статьи или пособия. Примером может служить аннотация на библиографических карточках или, как правило, аннотация присутствует в выходных данных книг и пособий.

Конспектирование. Работая с литературой необходимой для выполнения исследовательской работы, желательно составить конспект данного источника, т.е. переложить работу автора своими словами или словами автора в той логической последовательности, которая есть у автора. Причем, если некоторые факты, приведенные автором, кажутся спорными или есть несогласие с теми или иными положениями, при конспектировании свое отношение не высказывается.

Реферирование. Написание реферата научной статьи или пособия является обязательной частью научно-исследовательской работы. При изучении литературных источников предполагается анализ работы, как и при конспектировании, но можно изменить логику в зависимости от цели изучения этого источника, причем обязательным является высказывание своих мыслей и мнения о тех или иных положениях автора. Часто ученики не понимают разницы между конспектом и рефератом, поэтому необходимо особо заострить внимание учащегося на разницу между этими понятиями.

Цитирование. Одним из видов фактического материала по выбранной теме являются цитаты. Они используются для передачи без искажений мысли, высказывания автора первоисточника. Используя содержание цитат, можно построить цепочку утверждений, необходимую для доказательства утверждений и положений работы, а также объективной характеристики изучаемого вопроса.

Количество используемых цитат должно быть оптимальным, т.е. исходя из потребностей разработки темы. Перегруженность текста цитатами может создать впечатление, что автор проекта не имеет собственного мнения об исследуемой теме.

При цитировании текста цитата приводится в кавычках, а после нее в квадратных скобках указывается ссылка на литературный источник по списку использованной литературы и, желательно, номер страницы, на которой в этом источнике помещен цитируемый текст. Если делается ссылка на источник, но цитата из него не приводится, то достаточно в скобках указать фамилию автора и год в соответствии со списком использованной литературы без приведения номеров страниц. Такой порядок оформления ссылок на литературные источники позволит избежать повторения названий источников при многократном их использовании в тексте.

Если цитируются какие-то мысли, даже если они не дословные, ссылка на автора работы обязательна, иначе это ничто иное, как плагиат. Ссылки делаются следующим образом: ставится скобка, внутри скобки указывается номер автора по библиографии [17], где 17- номер по библиографии. Если цитируются точные слова автора, то их надо брать в кавычки. К сожалению, учащиеся часто забывают указывать источник полученной информации, и даже не берут цитату в кавычки.

На начальном этапе работы с литературой следует ознакомить учащихся с методами работы с литературой. В частности с возможностью различных видов чтения литературы: сплошное и выборочное.

Обычно на начальном этапе ознакомления с литературой по выбранной теме имеет место так называемое сплошное чтение, в ходе которого отмечаются интересующие факты, цитаты, или же источник конспектируется.

Когда тема определена, и объект исследования конкретизирован, применяется выборочное чтение, при котором изучаются интересующие ученика главы, разделы. При выборочном чтении материал конспектируется или выбираются цитаты.

Организационные умения характеризуют способность учащегося :

- планировать собственную исследовательскую работу;
- планировать совместную работу с другими участниками исследования;
- планировать работу с организациями образования (внешкольные учреждения, библиотеки, научные учреждения и высшие учебные заведения).

Коммуникационные умения определяют способность представить свою работу на всех уровнях: заседание кружка, конференции и конкурсы различных рангов. Эти умения:

- кратко, доходчиво и внятно представить идею исследования, полученные результаты и выводы;
- использовать наглядные формы представления материала доклада (плакаты, иллюстративный материал, использовать интерактивную доску и т.д.);
- быть готовым к вопросам по теме исследования;

Учеников следует ознакомить с процедурой защиты проекта и по возможности на заседании кружка (секции), создать обстановку имитирующую заседание секции конференции или конкурса. Защита начинается на заседании секции с доклада автора по теме проекта. Продолжительность доклада зависит от регламента, принятого на защите проектов. Обычно на изложение доклада дается от 10 до 15 минут.

Доклад следует начинать с обоснования актуальности избранной темы, описания научной проблемы и формулировки цели работы. Затем в последовательности, установленной логикой проводимого исследования, раскрыть основное содержание работы, обращая особое внимание на наиболее важные разделы и интересные результаты, критические сопоставления и оценки. Заключительная часть доклада строится по тексту заключения, перечисляются общие выводы из её текста без

повторения частных обобщений, сделанных при характеристике глав основной части, собираются воедино основные рекомендации. Автор должен излагать основное содержание своего проекта свободно, не читая письменного текста.

Рекомендуется в процессе доклада использовать заранее подготовленный наглядный графический материал (таблицы, схемы), иллюстрирующий основные положения работы. Все материалы, выносимые на наглядную графику, должны быть оформлены так, чтобы автор мог демонстрировать их без особых затруднений, и они были видны всем присутствующим в аудитории.

После завершения доклада участники заседания задают докладчику вопросы, как непосредственно связанные с темой проекта, так и близко к ней относящиеся. При ответах на вопросы докладчик имеет право пользоваться своей работой. После ознакомления с докладом начинается обсуждение работы или дискуссия. В дискуссии могут принять участие, как члены жюри, так и присутствующие заинтересованные лица. В некоторых случаях дискуссия не предусматривается, и обсуждение доклада выносится за рамки заседания.

Оценочные умения предполагают способность

- оценить достоинства и недостатки проделанной работы,
- сформулировать и обосновать эту оценку;
- дать рекомендации для дальнейшего продолжения исследования;
- иметь возможность оценить исследования других учащихся.

Для успешной учебно-исследовательской работы следует для каждого конкретного ученика установить **уровень сформированности исследовательских умений**, так как ученики в силу различного уровня общеучебных умений и навыков, личностных характеристик, в частности скорости восприятия новой информации и степени обучаемости поставлены в неравные условия. Задача педагога выявить, на каком уровне находится ученик и, используя педагогическое воздействие, развить исследовательские умения.

Приведем **критерии** для определения уровня сформированности исследовательских умений, определенные на основе изучения и анализа литературы в данном направлении, опыта автора по выявлению особенностей исследовательских умений [5, 6].

Таблица 1 – Критерии для определения уровня сформированности исследовательских умений

	По уровню представлений и суждений об исследовании	По уровню самостоятельности исследований учащихся	По способности применения специальных знаний и умений
начальный (стимульно-продуктивный)	Проводится рассуждение или исследование аналогичное проводимому ранее	Исследование проводится под руководством педагога (самостоятельных суждений нет)	Для решения поставленной задачи применяются отдельные понятия и умозаключения, отсутствуют специальные умения
средний (эвристический)	Приводятся собственные (субъективно новые) соображения относительно	Исследование проводится совместно с педагогом (руководителем) (учащийся имеет собственное мнение	Учеником используются специальные знания и умения по исследуемой теме в рамках конкретного

	проводимого исследования	относительно постановки задачи и выдвинутой гипотезы	раздела
высокий (креативный)	Подходит к проблеме творчески находит новое рациональное решение задачи	Исследование выполняется самостоятельно: ставится задача, выдвигается гипотеза, проводится доказательство	Для решения задачи привлекаются метапознавательные умения

В таблице приведены уровни сформированности исследовательских умений без учета **мотиваций** к учебно-исследовательской деятельности. Начальный уровень сформированности исследовательских умений характеризуется пассивным отношением к поисково-познавательной деятельности, отсутствуют информационные и организационные навыки, слабо развиты мыслительная деятельность и способность к анализу проблемы и поиску нетривиальных путей ее решения. Средний уровень определяет способность учащегося к достаточно развитым мыслительным действиям, познавательные интересы ограничены стандартными методами (нет стремления к поиску новых методов и способов решения), познавательная самостоятельность не идет далее чем овладение необходимым минимумом знаний, они не способны самостоятельно планировать исследование. Высокий уровень присущ учащимся, у которых багаж общеучебных знаний и умений достаточно велик и они владеют методами научного исследования (анализ, синтез, сравнение, аналогия, умозаключения, абстрагирование и т.д.), а также способны самостоятельно организовать свою исследовательскую деятельность (сформулировать задачу, применить имеющиеся знания на практике, найти информацию о поставленной задаче, изучить дополнительную литературу)

Каждый уровень развития исследовательских умений соответствует определенной степени сложности этапа обучения, а именно, на начальном этапе (можем назвать его стимульно-продуктивным) решается учебная задача и присутствуют только умения, заключающиеся в повторении действий, если же ученик попадает в ситуацию, незначительно отличающуюся от имевшей место ранее, то он способен применить отдельные исследовательские умения. Ученик, обладающий исследовательскими умениями на среднем уровне (эвристическом), способен под руководством педагога решить задачу, используя умения, добытые самостоятельно. Высокий уровень (креативный) характеризуется творческой самостоятельностью (ученик сам находит задачу, ставит цель, ищет способ решения, проводит анализ и дает рекомендации).

Умения, сформированные в процессе учебно-исследовательской деятельности, служат развитию ценностного, интеллектуального и творческого потенциала учащихся, являются средством формирования предметных и метапознавательных умений.

- 1 Андреев В.И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности.- Казань: Изд-во Казанского университета, 1988. - 238с.
- 2 Леонтович А.В. Об основных понятиях концепции развития исследовательской и проектной деятельности учащихся // Исследовательская работа школьников. – 2003. - № 4. – С. 12-17.
- 3 [Емельянова Е. О.](#), [Иодко А. Г.](#) Организация познавательной деятельности учащихся на уроках химии в 8-9 классах. Опорные конспекты с практическими заданиями, тестами. Пособие для учителя. Часть 1.- М.: Изд.: [Школьная Пресса](#), 2002.- 144 с.
- 4 Савенков А.И. Содержание и организация исследовательского обучения школьников. – М.: изд.: Сентябрь, 2003. – 204 с.

- 5 Битуова Т.Р., Кулахметова А.Т., Исакова А.Е. Организация научно-исследовательской деятельности при подготовке научных проектов школьников (II)// Дарын.- № 1, 2008.- С.85-94
- 6 Кулахметова А.Т. Некоторые педагогические аспекты творческого развития учащихся// Ұлт тағылымы № 1, 2010, С.93-96

УДК 537.311.32

М.Е. Кумеков

ЗАВИСИМОСТЬ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПЛЕНОК a-Si:H ОТ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ

(г.Тараз, Таразский Государственный Университет имени М.-Х. Дулати)

a-Si:H үлдірінің фотоөткізгіштік спектралдық байланыстарындағы айырмашылық өндіру әдістеріне тәуелді және фотондар энергиясының $h\nu > 2,5$ эВ шамасынан артық болған кезде байқалады. Фотоөткізгіштік спектрінің максимумының ығысуы үлдірдің қалыңдығына байланысты ($d_{\text{mag}} > d_{\text{тл раз}}$). Магнетрондық тозандату арқылы алынған a-Si:H үлдірдегі беттік рекомбинацияның ролі солғын разряд арқылы алынған үлдірге қарағанда әлде-қайда жоғары. Фототоктық спектрдің ультрафиолет облысындағы өсуі фотондардың энергиясы $h\nu > 4,3$ эВ асқан кезде байқалады. Бұл айырмашылықтар үлдірді алу технологиясына тікелей байланысты.

The basic difference in spectral dependences of the photoconductivity a-Si:H layers, received by different methods, is observed at photons energies $h\nu > 2,5$ eV. Shift of a maximum of spectrum of the photoconductivity is connected with various layers thickness ($d_{\text{mag}} > d_{\text{charge}}$). The role of surface recombination in layers a-Si:H, received by magnetron evaporation is, more, than in layers, received by method of glow discharge and the further growth of a photocurrent in UV areas of a spectrum is observed at more greater photons energies $h\nu > 4,3$ eV. These difference are unequivocally connected with technology of fabrication a-Si:H layers.

Фотопроводимость (ФП) плёнок a-Si:H ранее исследовалась многими авторами [1-3] в ближнем инфракрасном и видимом диапазоне спектра. Общее выражение для фототока имеет вид [4]:

$$I_{\phi} = qN(1 - R)[1 - \exp(-\alpha d)]\eta\mu\tau EL, \quad (1)$$

где $N(1-R)$ - падающий поток фотонов с учётом поверхностного отражения R ; α - коэффициент поглощения; d -толщина пленки; η -квантовая эффективность генерации носителей заряда; τ - время жизни; μ -подвижность электронов (дырок); E - электрическое поле; L - расстояние между электродами.

В области слабого поглощения выражение (1) может быть переписано в виде

$$I_{\phi} = qN(1 - R)\alpha d\eta\mu\tau EL \quad (2)$$

В области сильного поглощения ($\alpha > 10^5 \text{ см}^{-1}$) фототок определяется как:

$$I_{\phi} = qN(1 - R)\eta\mu\tau EL \quad (3)$$

Как следует из выражения (1), квантовый выход внутреннего фотоэффекта для носителей заряда в широком интервале энергий фотонов определяется как:

$$\eta(h\nu) = \frac{I_{\phi}}{qN[1 - R(h\nu)][1 - \exp(-h\nu)]\mu\tau EL} \quad (4)$$

Для исследования ФП были приготовлены плёночные структуры Al-a-Si:H-Al из нелегированного a-Si:H с планарным расположением электродов, расстояние между которыми составляло $L=10\text{--}20$ мкм и $0,2\text{--}0,5$ мм. Плёнки a-Si:H толщиной от 70 до 300 нм были получены методом разложения газовой смеси $\text{SiH}_4\text{--Ar}$ (60:40) в высокочастотном тлеющем разряде при температуре подложки $T_s = 250^\circ \text{C}$. Омические контакты создавались термическим напылением Al с последующим его вытравливанием. Геометрия образцов представлена на рисунке 1а. Спектральная зависимость фототока в области энергий фотонов $h\nu = 1,6\text{--}6,2$ эВ измерялась согласно экспериментальной методике, описанной в [1]. Для точного учёта числа поглощённых фотонов измерялись также спектры отражения $R(h\nu)$ и края оптического поглощения $\alpha(h\nu)$.

На рисунке 1 представлена спектральная зависимость стационарного фототока от энергии фотонов при $N=10^{12}$ фот/см²с, $T=295$ К, $E=10^3$ В/см с $L=10$ мкм без учёта $R(h\nu)$ и $\alpha(h\nu)$, нормированного на падающий поток фотонов. Как видно из рисунка, спектр фототока имеет сложную форму: при возрастании $h\nu$ сначала наблюдается резкий рост фототока, обусловленный ростом коэффициента поглощения в области энергий фотонов $1,7\text{--}2,1$ эВ, затем происходит некоторое падение фототока в области энергий $h\nu = 2,2\text{--}3,6$ эВ, обусловленное влиянием поверхностной рекомбинации. Это подтверждается тем, что уменьшение $i_{\text{ф}}(h\nu)$ зависит от технологии приготовления a-Si:H. Так, обработка плёнок в атмосфере водорода приводит к ослаблению поверхностной рекомбинации. Затем, начиная с $h\nu > 3,6$ эВ, фототок снова увеличивается вплоть до предельно достигнутой в эксперименте энергии $h\nu = 6,2$ эВ.

Аппроксимация зависимости $[i_{\text{ф}} \cdot h\nu / qN(1-R)]^{1/2}$ от $h\nu$ в области красной границы позволяет определить ширину запрещенной зоны $E_g = 1,75$ эВ (на вставке рис 1), что хорошо согласуется с величиной, определённой по краю оптического поглощения согласно стандартной процедуре [5]: $(\alpha \cdot h\nu)^{1/2} = (h\nu - E_g)$.

Для выяснения причины монотонного роста фототока в плёнках a-Si:H в ультрафиолетовой (УФ) области спектра был исследован квантовый выход внутреннего фотоэффекта. Согласно выражению (4), на рисунке 2 приведён результат расчёта квантового выхода $\eta(h\nu)$ в широком интервале спектра с учётом измеренных зависимостей $\alpha(h\nu)$ и $R(h\nu)$, при условии, что $\mu\tau = \text{const}$. Для $h\nu > 3,5$ эВ значение $\alpha(h\nu)$ бралось 10^6 см^{-1} . Как видно из рисунка, в области энергий фотонов $1,7\text{--}3,0$ эВ величина η постоянна и приравнена к единице, затем наблюдается некоторое уменьшение квантового выхода, обусловленное влиянием поверхностной рекомбинации. Начиная с энергии фотонов $h\nu > 3,6$ эВ, величина вновь достигая η увеличивается, удвоенного значения при $h\nu = 6,0$ эВ [6].

Ход полученной спектральной зависимости $\eta(h\nu)$ в УФ диапазоне позволяет утверждать, что в a-Si:H имеет место процесс ударной ионизации носителей заряда, и этот процесс имеет явно выраженный пороговый характер. Наличие порога увеличения $\eta(h\nu)$ означает, что при энергии возбуждающего света, равной или большей пороговой, фотозлектрон (или фотодырка) приобретают кинетическую энергию, достаточную для ионизации ещё одной электронно-дырочной пары. При этом пороговая энергия возрастания квантового выхода $h\nu_{\text{пор}}$ достигает 3,6 эВ, что соответствует удвоенной ширине запрещенной зоны $2E_g$ ($E_g = 1,75$ эВ). Другой важной характеристикой процесса ударной ионизации является величина средней энергии образования электронно-дырочной пары ε , отражающая конкуренцию между процессами ударной ионизации и другими процессами релаксации горячих носителей заряда. Определённая по наклону зависимости $\eta(h\nu)$ (пунктирная прямая на рисунке 2а) эта величина для a-Si:H оказалась равной $\varepsilon = 2,4$ эВ на еще одну электронно-дырочную пару [6].

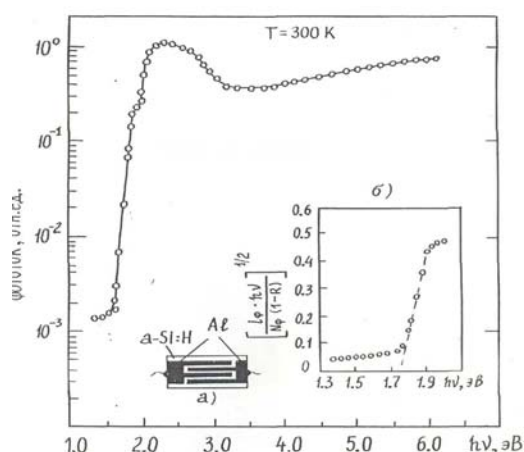


Рисунок 1. Спектральная зависимость фототока структур Al-a-Si:H-Al при T=295 K и d=10 мкм: а) геометрия образцов; б) на вставке - экстраполяция кривой $[i_\phi \cdot h\nu / qN(1-R)]^{1/2} = 0$, дающая величину $E_g = 1.75$ эВ для a-Si:H.

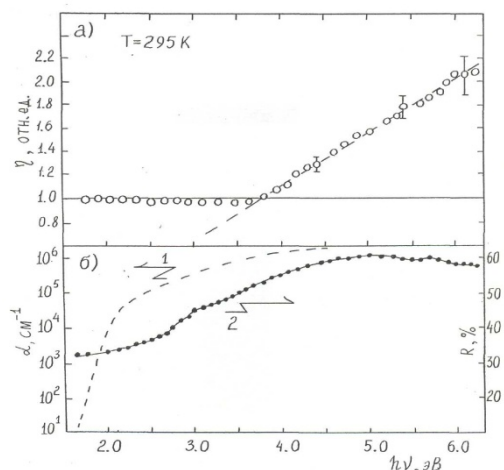


Рисунок 2. Спектральная зависимость в a-Si:H при T=295 K : (а) квантового выхода внутреннего фотоэффекта; (б) 1 - $\alpha(h\nu)$, 2 - $R(h\nu)$

Полученные значения параметров квантового выхода ($h\nu_{\text{пор}}$, ε) показывают, что в пленках a-Si:H (CD), обладающих наиболее совершенной структурой аморфной сетки, процесс ударной ионизации более эффективен по сравнению с кристаллическими полупроводниками, что может быть обусловлено снятием правил отбора по квазиимпульсу для носителей заряда в аморфных материалах [7-9].

Исследования влияния электрического поля (E) на процесс ударной ионизации показали, что зависимость i_ϕ при $h\nu = 5,0$ эВ от E линейна в широком диапазоне $E = 10 - 10^5$ В/см (рисунок 3). Такая зависимость указывает на то, что электрическое поле вплоть до $E = 10^5$ В/см не влияет на спектральные зависимости i_ϕ и $\eta(h\nu)$. Это объясняется очень малыми длинами свободного пробега горячих носителей заряда в АП ($15-20 \text{ \AA}$) [10]: фотоносители не успевают набрать избыточную энергию в электрическом поле между столкновениями, соизмеримую с E_g , что необходимо для реализации ударной ионизации. При больших значениях поля $E > 10^5$ В/см наблюдаются нелинейные зависимости $i_\phi(h\nu)$ от E, как, например, монотонное увеличение фототока со временем. Это, по-видимому, связано с инжекцией электронов из электродов. Известно, что ударная ионизация в электрическом поле в a-Si:H не наблюдается вплоть до полей 10^6 В/см. Вместе с тем наблюдалась ударная ионизация в a-Se в электрическом поле $5-10^6$ В/см [11]. Таким образом влияние температуры на ФП и на спектральную зависимость $\eta(h\nu)$ в a-Si:H. Видно, что проявляется в существовании возрастании фототока по величине, что соответствует поведению $\mu_e \tau$ (T). Красная граница фотопровод (ФП) смещается в длинноволновую область спектра, обусловленную зависимостями $E_g(T)$ и $\mu_e \tau(T)$. Наиболее существенное различие наблюдается в УФ области спектра ($h\nu > 3,1$ эВ). С увеличением температуры T порог возрастания фототока сдвигается в сторону меньших энергий фотонов, причем для T=400 K рост фототока заметно круче, чем при T=295 K.

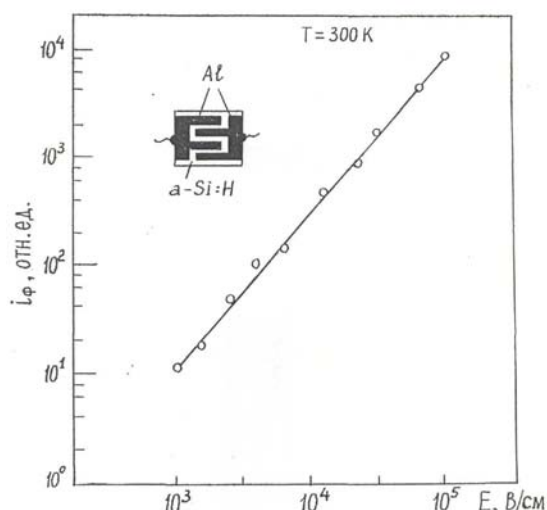


Рисунок 3. Зависимость фототока от напряженности электрического поля для структур Al-a-Si:H-Al с $d=10$ мкм. Поток фотонов - 10^{12} - 10^{13} фотон/см² с при $h\nu = 5.0$ эВ.

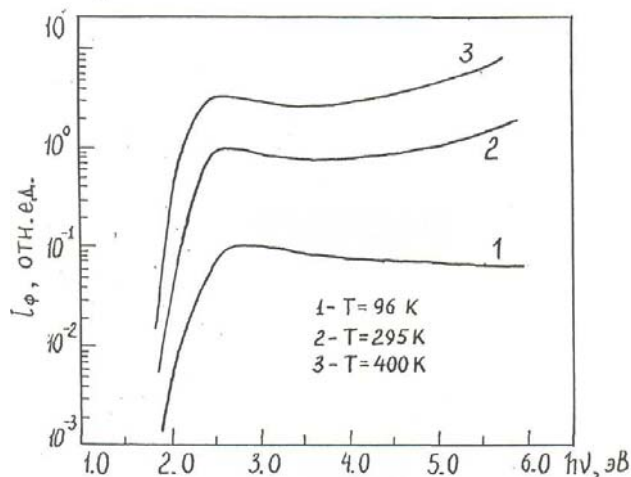


Рисунок 4. Спектральная зависимость фототока в a-Si:H при трех различных температурах T, K: 1 - 96, 2 - 295, 3 - 400.

В то же время при низкой температуре наблюдается вначале падение фототока, затем его выравнивание. Такое поведение $i_\phi(T)$ вызвано влиянием температуры на перенос неравновесных носителей заряда, а именно зависимостью $\mu_e \tau(T)$. При низкой температуре часть неравновесных носителей заряда захватываются на глубоких ловушках и лишь «горячие» носители (за время их термализации) участвуют в переносе. Вычисленные спектральные зависимости квантового выхода $\eta(h\nu)$ при разных температурах показывают, что с уменьшением температуры пороговая энергия возрастания квантового выхода $h\nu_{\text{пор}}$ сдвигается в сторону больших энергий и при $T=96$ К практически не зависит от энергии фотонов. Изменение пороговой энергии $h\nu_{\text{пор}}$ в области высоких температур, когда фотопроводимость происходит по делокализованным состояниям, определяется в основном температурной зависимостью E_g . В области же низких температур, когда фотопроводимость определяется в основном «горячими» делокализованными носителями заряда, сильная температурная зависимость их подвижности приводит к возрастанию $h\nu_{\text{пор}}$ и увеличению ε . Об этом свидетельствуют исследования температурной зависимости фотопроводимости, показывающие, что в диапазоне $T=100-240$ К $\sigma_\phi \sim \sigma_0 \exp(-E_a/kT)$. Однако эти исследования выявили существенные различия в поведении $\sigma_\phi(T)$ при освещении образца монохроматическим светом. Так при энергии квантов $h\nu = 2.5$ эВ, что соответствует $\alpha = 10^5$ см⁻¹, энергия активации фотопроводимости $E_a = 0.12$ эВ. При освещении образца с энергией фотонов $h\nu = 5.0$ эВ энергия активации достигает значения $E_a = 0.07$ эВ. Эти результаты свидетельствуют о том, что, если величина E определяет уровень, который контролирует подвижность носителей заряда (электронов), то в случае ударной ионизации подвижность носителей контролируется энергией активации $E_a = 0.07$ эВ. Этот результат свидетельствует о том, что для объяснения полученных значений $h\nu_{\text{пор}}$ и ε в зависимости от температуры следует рассматривать не только механизм ударной ионизации, но и $\mu_e \tau(T)$ при данной температуре. Полученные из экспериментов значения пороговых энергий $h\nu_{\text{пор}}$ и средних энергий образования электронно-дырочной пары ε приведены в таблице 1.

Таблица 1. Пороговые и средние энергии образования пары

$\alpha - \text{Si:H}$	T=96 K	T=295 K	T=396 K
$h\nu_{\text{пор}}, \text{эВ}$	$2E_g$	3, 6	3, 4
$\varepsilon, \text{эВ}$	1, 5 E_g	2, 4	2, 2

Как было сказано ранее, оптические и фотоэлектрические свойства $\alpha\text{-Si:H}$ зависят как от условий приготовления плёнок, так и от способа получения. Технология получения плёнок определяет микроструктуру $\alpha\text{-Si:H}$, а, следовательно, и концентрацию локализованных состояний в запрещённой зоне, которые являются центрами рекомбинации носителей заряда. Это в свою очередь непосредственно определяет времена жизни (τ) и дрейфовую подвижность (μ_D) носителей заряда. В обоих случаях при возрастании энергии фотонов $h\nu$ вначале наблюдается резкий рост фототока, обусловленный ростом коэффициента поглощения, затем происходит падение фототока, связанное с влиянием поверхностной рекомбинации и с последующим возрастанием в УФ области спектра. Основное различие в спектральных зависимостях ФП плёнок $\alpha\text{-Si:H}$, полученных разными методами, наблюдается при энергиях фотонов $h\nu > 2,5 \text{ эВ}$. Сдвиг максимума спектра ФП связан с различными толщинами плёнок ($d_{\text{магн}} > d_{\text{тл раз}}$). Роль поверхностной рекомбинации в плёнках $\alpha\text{-Si:H}$, полученных магнетронным распылением, больше, чем в плёнках, осаждённых в тлеющем разряде (падение фототока значительнее) и дальнейший рост фототока в УФ области спектра наблюдается при более больших энергиях фотонов $h\nu > 4,3 \text{ эВ}$. Эти различия однозначно связаны с технологией получения плёнок $\alpha\text{-Si:H}$.

Работа выполнена под руководством профессора Мукашева К.М. при поддержке гранта МОН РК 1.12.1-185 и гранта ректора КазНПУ им. Абая.

1. Shiraluji J., Kuwayaki M., Nagata S. Steady-state photoconductivity in glow-discharged amorphous hydrogenated silicon. // J.Non.Cryst.Solids, -1985, v.72. N.2-3. PP.199-210.
2. Spear W.E., Gloude G.S. Interpretation of the low- temperature photoconductivity in $\alpha\text{-Si}$. // Phil. Mag. lett. 1988, v.55. N.6. PP.271-276.
3. Коугия К.В., Шлимак И.О., Косарев А.М., Андреев А.А., Уткин-Эндин Д.П., Иванов Л.С. Фотопроводимость аморфного гидрогенизированного кремния, полученного ВЧ разложением силана. // ФТП. -1982, т.16. В.9. С.1534-1537.
4. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. -М.: Физматгиз, 1963. 494 с.
5. Бонч-Бруевич В.Л., Звягин И.П. Электронная теория неупорядоченных полупроводников. - М.: -1981, 384с.
6. Атаев Ж., Васильев В.А., Волков А.С, Кумеков М.Е., Теруков Е.М., Шведков И.В. Фотопроводимость и ударная ионизация в пленках $\alpha\text{-Si:H}$ в УФ области спектра. // Письма в ЖТФ, -1991, т.17, вып.3. С.81-84.
7. Вавилов В.С., Брицын К.И. О квантовом выходе внутреннего фотоэффекта в германии. // ЖЭТФ. -1958, т.34. С.521-527.
8. Ove Chrilstensen. Quantum efficiency of the internal photo-electronic effect in silicon and germanium. // J.Appl. Phys., -1976, 7.47, N.2. PP.689-695.
9. Волков А.С, Гуткин А.А, Косогов СВ., Кумеков С.Е. Спектры фоточувствительности InSb p-n переходов в области энергий фотонов до 3,3 эВ. //ФТП. -1972, т.6. Вып.П. С.2287-2289.
10. Хамагава Е. Солнечные элементы на основе аморфного кремния. Современные проблемы полупроводниковой фотоэнергетики. Пер. с англ., -М.: Мир. -1988. С.139-200.
11. JusKa G. Properties of free-carrier transport in $\alpha\text{-Se}$ and $\alpha\text{-Si:H}$. // J.Non-Cryst.Sol.- 1991, v.137-138. PP.401-406.
12. Zhu M., Von Der Linden M.B. et al. Further study of the determination of the density of gap states by thermally stimulated conductivity. //J.Non-Cryst.Sol.-991,v.137-138. PP.355-358.

ЕРКІН ШЕКАРАЛЫ СҮЗГІЛЕУ ТЕОРИЯСЫНЫҢ БІР ЕСЕБІ ЖАЙЛЫ

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая, *-магистрант)

В работе изучаются вопросы разрешимости стационарных и нестационарных задач со свободными границами фильтрации несмешивающихся жидкостей в пористых средах в двумерном случае. Считается, что движение каждой из фаз подчиняется обобщенному закону Дарси с коэффициентом фильтрации, зависящим только свойств пористой среды и насыщенности $s = s(x, y, t)$ этой среды смачивающей жидкостью. Граница раздела между жидкостями является свободной (неизвестной) поверхностью и определяется в процессе решения систем уравнений, состоящей из эллиптических (уравнения движения) и параболического (уравнение диффузии), причем последнее уравнение вырождается на искомом решении. Схема исследования состоит из: вывода основных уравнений и постановки задачи двумерном случае, об одном методе определения свободной поверхности, из применения асимптотических методов и численные методы для решения рассматриваемой задачи.

In work questions of resolvability of stationary and non-stationary problems with free borders of a filtration of not mixing up liquids in porous environments in a two-dimensional case are studied. It is considered that movement of each of phases submits to the generalised law of Darsi with the factor of a filtration depending only of properties of the porous environment and a saturation of this environment by moistening liquid. The border has undressed between liquids is a free (unknown) surface and is defined in the course of the decision of systems of the equations, consisting of elliptic (the movement equations) and parabolic (the diffusion equation), and last equation degenerates on the required decision. The research scheme consists from: a conclusion of the basic equations and problem statement a two-dimensional case, about one method of definition of a free surface, from application of asymptotic methods and numerical methods for the decision of a considered problem.

Бұл жұмыста стационарлық және стационарлық емес есептерді шешу жолдары қарастырылады. Айталық ρ_α, μ_α және p_α -лар судың ρ_v, μ_v, p_v және мұнайдың ρ_n, μ_n, p_n фазаларының әрқайсысының сәйкес тығыздығы, сұйықтық коэффициенті және қысымы болсын. [1] жұмысындағыдай Φ_α потенциалы

$$\Phi_c = p_c + \rho_c \cdot g \cdot h, \quad \Phi_m = p_m + \rho_m \cdot g \cdot h \quad (1)$$

формулалары бойынша табылады. Мұндағы h - белгілі бір деңгейде орналасқан нүктенің биіктігі, ал g - ауырлық күші үдеуі.

Жасалынған ұйғарым бойынша бұл екі фазаның әрқайсысы үшін Дарсидың кеңейтілген заңы былай жазылады [1]:

$$\bar{\mathcal{G}}_\alpha = -k_\alpha \cdot \nabla \Phi_\alpha, \quad (\alpha = c, m), \quad (2)$$

мұндағы $k = K(x, y, \Phi_\alpha) \cdot \tilde{k}(s)$ - тазарту коэффициентті. Капиллярлық күшті есепке алу жағдайында p_c мен p_m қысымдар төмендегі Лаплас қатынасы арқылы байланысты болады

$$p_m(x, y, t) - p_c(x, y, t) = p_k(s), \quad (3)$$

мұндағы $p_k(s)$ - капиллярлық қысым. Ол гидрофильдік пласт үшін $\frac{dp_k}{ds} < 0$.

Қанығу әр фаза үшін

$$\frac{\partial s_\alpha}{\partial t} = \text{div}(k_\alpha \cdot \nabla \Phi_\alpha), \quad (\alpha = c, m) \quad (4)$$

үзіліссіз теңдеуінің шығады және келесі қатынас орындалады

$$s_c + s_m = 1 \quad (5)$$

[1] жұмысындағыдай токтың ψ функциясын енгізелік:

$$\frac{\partial \psi}{\partial y} = \mathcal{J}_1, \quad \frac{\partial \psi}{\partial x} = -\mathcal{J}_2 \quad (6)$$

(4) теңдікті ескере отырып (3) теңдікті дифференциалдап келесі теңдеулер жүйесін аламыз.

$$\begin{cases} \frac{\partial s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[a \cdot \frac{\partial s}{\partial x} + c \left(f_1 + \frac{\partial \psi}{\partial y} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[a \cdot \frac{\partial s}{\partial y} + c \left(f_2 - \frac{\partial \psi}{\partial x} \right) \right], \\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = [F_1(x, y, s, \psi_x, \psi_y) + F_2(x, y, z)] \cdot (k_c + k_m), \end{cases} \quad (7)$$

мұндағы $a = -c \cdot k_m \cdot \frac{dp_k}{ds} \geq 0, \quad c = \frac{k_g}{k_u + k_g} \equiv c(s) \geq 0,$

$$f_1 = g \cdot k_m \cdot (\rho_c - \rho_m) \cdot \frac{\partial h}{\partial x}, \quad f_2 = g \cdot k_m \cdot (\rho_c - \rho_m) \cdot \frac{\partial h}{\partial y},$$

$$F_1 \equiv \left\{ \frac{\partial \psi}{\partial x} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{k_m + k_c} \right) - \frac{\partial \psi}{\partial y} \cdot \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{k_m + k_c} \right) \right\} \quad (8)$$

$$F_2 \equiv g \cdot \left\{ \frac{\partial h}{\partial y} \cdot \frac{\partial s}{\partial x} - \frac{\partial h}{\partial x} \cdot \frac{\partial s}{\partial y} \right\} \cdot (c_m \cdot \rho_m + c_c \cdot \rho_c)'_s, \quad c_\alpha = \frac{k_\alpha}{k_c + k_m}, (\alpha = c, m)$$

Облыс шекарасы Γ -да $s(x, y, t)$ және $\psi(x, y, t)$ функцияларын анықтау үшін келесі шарттар орындалады деп есептейміз:

$$s|_\Gamma = \tilde{g}(t, \sigma) \quad (9)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial n} \Big|_\Gamma = k_m \cdot \frac{\partial p_m}{\partial \sigma} + k_c \cdot \frac{\partial p_c}{\partial \sigma} + g \cdot \frac{\partial h}{\partial \sigma} \cdot (k_m \cdot \rho_m + k_c \cdot \rho_c) \equiv \theta(t, \sigma),$$

мұндағы σ , Γ -ның доғасының абсциссасы.

(9) шектік шарттарымен қатар, қатпардағы су қанығынуының $s(x, y, t)$ бастапқы таралуы белгілі деп ұйғарылады, яғни

$$s(x, y, 0) = \tilde{g}_0(x, y) \quad (10)$$

[1] жұмысында $\tilde{g}(t, \sigma)$, $\theta(t, \sigma)$ және $\tilde{g}_0(x, y)$ функциялары берілген жағдайда (7) – (10) есебінің шешімдерінің бар болуы зерттелген. Алайда, (9) шартқа h функциясы өзінің туындысымен бірге енеді және Γ шекарасының бөлігін айқындайды. Практикада h функциясын айқындау аса маңызды болып табылады. Біздің ұсынып отырған әдісіміз [2] жұмысында екі өлшемді жағдайда сұйықтықтың гидродинамиканың және магниттік гидродинамиканың теңдеулерінің нақты шешімдер класын айқындауда қолданылған.

Пуассон теңдеуін былай түрлендіруге болады: айталық $\psi^{(k)}$ k - қадамға сәйкес келетін қысымның таралуы болсын ($k=0$ болғанда ол бастапқы жуықтауға сәйкес келеді), ал

$$\chi_k = \chi_k \left(x, y, \frac{\partial \psi^{(k)}}{\partial x}, \frac{\partial \psi^{(k)}}{\partial y}, \frac{\partial s^{(k)}}{\partial x}, \frac{\partial s^{(k)}}{\partial y} \right). \quad (11)$$

Онда келесі $(k+1)$ жуықтауды табу үшін келесі шекаралық интегралдық теңдеуді пайдаланамыз:

$$\psi^{(k+1)}(x, y, t) = \int_{\Gamma} \rho(\xi, t) \cdot G(x, \xi, t) d\sigma + \iint_{\Omega} \chi_k \cdot G(x, \xi, t) dx dy + \psi_0^{(k+1)}(x, y, t) + C_2 \quad (12)$$

Мұндағы $\psi_0^{(k+1)}(x, y, t)$, $y=0$ болғанда $\frac{\partial \psi_0^{(k+1)}}{\partial y} = 0$ шартын қанағаттандыратын және бастапқы әсер етуші факторларды есепке алатын белгілі функция; ρ , ізделініп отырған Γ шекарасындағы қарапайым қабыршық потенциалының белгісіз тығыздығы; $G(x, \xi, t)$ Грин функциясы; ξ , Γ контуры нүктесінің координатасы.

$$\frac{\gamma}{k} \cdot \rho = \lambda \cdot \frac{\partial \psi^+}{\partial n} - \mu \cdot \frac{\partial h^+}{\partial n}, \quad (13)$$

мұндағы λ мен μ белгілі тұрақтылар

$$g_n^+ = \frac{\partial \psi^+}{\partial n} = -\frac{\rho}{2} + \int_{\Gamma} \rho \cdot \frac{\partial G}{\partial n} \Big|_{\Gamma} d\sigma + \frac{\partial \psi_0^{(k+1)}}{\partial n} \Big|_{\Gamma} + \frac{\partial \chi_k}{\partial n} \Big|_{\Gamma}.$$

Соңғы теңдіктен $h(x, t)$ -ға қарағандағы келесі интегро- дифференциалдық теңдеуді аламыз:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial h(\xi, t)}{\partial t} \cdot K(x, \xi, t) d\xi + g(x, t), \quad (14)$$

мұндағы $K = 2 \cdot (\nabla G, \nabla \Phi) \Big|_{\Gamma}$,

$$g(x, t) = \frac{k}{m} + \frac{k}{m} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} K(\xi, x, t) d\xi + \frac{2}{m} \cdot (\nabla \psi_0^{(k+1)}, \nabla \Phi) \Big|_{\Gamma} + 2(\nabla \chi_k, \nabla \Phi) \Big|_{\Gamma}.$$

Уақытты дискретизациялау деп отырғанымыз, біріншіден, уақыт аралығы $[t_{k-1}, t_k]$ кеінділеріне бөлінеді, екіншіден (9) теңдеу кесіндіде сызықтық түрге келтіріледі. Онда K ядросы мен $y = h(x, t_{k-1})$ -дің бос мүшелерін есептеуге болады.

1. Антонцев С.Н., Кажихов А.В., Монахов В.Н. Краевые задачи механики неоднородных жидкостей. Новосибирск. Наука, 1983, с.243.
2. К.Ректорист, Вариационные методы в математической физике и техники. М.:Мир, 1985, с. 590.
3. Жумагулов Б.Т., Мухамбетжанов С.Т., Шыганаков Н. Моделирование вытеснения нефти с учетом массообменных процессов. Алматы. Ғылым, 2004. с 264.

ПОСТРОЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ СТУДЕНТА КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

(г. Талдыкорган, Жетысуйский государственный университет имени И.Жансугурова)

Мақалада жоғары оқу орындарында білім беру үрдісінде қазіргі тенденцияларды ескеретін студенттердің білім беру траекториясын құрудың теориялық негіздері қарастырылады. Бәсекеге қабілетті мамандарды дайындау сапасына қойылатын әлеуметтік негізделген талаптар мен осы дайындықтың ғылыми негізделген болашақтағы жобалаудың жүйелілігінің жеткілікті болмауының арасындағы қайшылық айқындалған. Білім алушылардың білім беру траекториясын жобалау мәселелерін зерттеудің жүйелі-интегративті әдіснамасының моделі дайындалған.

In article theoretical bases of construction of an educational trajectory of the student, considering modern lines of educational process in high school are considered. The global contradiction between socially caused requirements to quality of preparation modern competitive experts and insufficiency of system scientifically well-founded perspective designing of this preparation is revealed. The model is developed is integrative system methodology of research of a problem of designing of educational trajectories trained.

Современный Казахстан является активным субъектом мирового политического пространства. Эта тенденция особенно ярко проявляется в образовании: Казахстан стал участником Болонской конвенции, уже 30 вузов Казахстана подписали Великую декларацию университетов. Образование как сфера деятельности переводится в конкурентоспособную среду. В связи с этим существенно меняются требования к качеству подготовки специалистов, их компетентности и конкурентоспособности, поскольку сегодняшнему выпускнику вуза приходится действовать на международном рынке труда в едином экономическом пространстве. Эта тенденция требует включения исследователей в важнейшую проблему современности - совершенствование качества подготовки профессионально компетентного, конкурентоспособного на международном рынке труда специалиста, способного к деятельности в едином экономическом пространстве.

Образовательные процессы всегда находятся под влиянием глобальных тенденций развития общества. Одной из таких тенденций является формирование единого информационного образовательного пространства с целью решения проблем координации информационных потоков, повышения оперативности и эффективности управления как отдельной организацией образования, так всей системой. Таким образом, обнаруживается глобальное противоречие между социально обусловленными требованиями к качеству подготовки современных конкурентоспособных специалистов и недостаточностью системного научно обоснованного перспективного проектирования этой подготовки, обеспечивающей личностно-ориентированное формирование профессиональной компетентности у каждого обучающегося. Выявленное противоречие порождает и ряд других, как его объективное следствие:

- между нормативным содержанием профессиональной подготовки, отраженным в ГОСО РК и дифференцированным уровнем довузовской подготовки обучающихся, необходимостью реализации свободы выбора с учетом возможностей и способностей личности и недостаточной научной методологией сближения нормативной и

ненормативной практики в управлении процессами профессиональной подготовки специалистов;

- между возрастанием социально обусловленной потребности в специалистах развивающихся отраслей, локальной практикой вузов моделирования образовательных программ профессиональной подготовки и отсутствием системного научно-педагогического сравнительного анализа этих программ с учетом требований работодателей ;

- между объективной необходимостью вхождения вузов в единое информационное образовательное пространство, развивающейся локальной вузовской практикой в этом направлении и недостаточной научной базой системного планирования информационно-образовательного ресурса вузов как основы проектирования каждым обучающимся образовательной траектории.

Установленная система противоречий позволяет утверждать, что в теории и практике высшего профессионального образования существует проблема: недостаточно разработаны научно-методологические основы личностно-ориентированного проектирования образовательной траектории обучающихся в вузе.

Для разрешения этой проблемы необходимо остановиться на основных тенденциях современного высшего образования:

1. Гуманизация образования основана на принципе учета индивидуальности и означает утверждение приоритета личностно значимых образовательных ценностей. Она предполагает создание насыщенной информационно-образовательной среды, адекватно реагирующей на образовательные запросы личности, и способствующей их удовлетворению.
2. Гуманитаризация образования предполагает решение задачи раскрытия смысла бытия человека в мире через понимание характера этого взаимодействия, направленность на интересы развития личности: гармонизация отношения человека с природой через освоение современной научной картины мира; стимуляция интеллектуального развития и обогащение мышления через освоение современных методов научного познания; социализация человека через погружение в культурную среду.
3. Фундаментализация требует целостного освоения обучающимся в значимых научных открытий и законов существования. Ее необходимость вызвана потребностями общества в подготовке кадров, имеющих опыт творческой деятельности вследствие усложнения решаемых проблем, отставания содержания образования от стремительного развития информационного общества. Основой фундаментализации является создание такой системы и структуры образования, приоритетом которых являются не прагматические, узкоспециализированные знания, а методологически важные, инвариантные знания, способствующие целостному восприятию научной картины окружающего мира, а также интеллектуальному росту личности и ее адаптации в быстро изменяющихся социально-экономических, информационных и технологических условиях.
4. Профессионализация, контекстное обучение, как процесс означает глубокое, всестороннее изучение студентами предмета своей будущей профессиональной деятельности, формирование профессиональной компетентности.
5. Информатизация состоит в обогащении традиционной технологии обучения современными информационно-коммуникационными технологиями. Ключевыми моментами такой технологии являются: базы данных по методическому обеспечению учебного процесса, включающему образовательные стандарты, учебные планы и рабочие программы дисциплин, разнообразные программно-

методические комплексы и программные средства, современные технические средства обработки информации и телекоммуникаций.

6. Научно-исследовательская направленность образования предусматривает развитие у студента интереса к научному поиску и формирование творческой личности специалиста.
7. Демократизация системы образования означает её открытость, доступность, прозрачность, учет мнений всех заинтересованных сторон и потребителей.
8. Личностная ориентация предполагает учет потребностей и возможностей обучающихся при организации образовательного процесса.

Анализ методологических подходов к исследованию проблемы

Разработки научно-методологических основ личностно-ориентированного высшего профессионального образования позволяет спроектировать модель системно-интегративной методологии исследования данной проблемы и ее решения в образовательной системе университета (рисунок 1). Модель носит структурно-функциональный характер, она обобщает наиболее актуальные парадигмы и подходы высшего профессионального образования, включая специфику университетского образования; раскрывает связь этих подходов с основными направлениями развития студента; определяет комплекс методологических принципов исследования и проектирования образовательных траекторий обучающихся в информационно-образовательном пространстве университета.

Состояние образовательного процесса теоретически на исходном этапе определяется уровнем освоения заданной системы деятельностных стандартов, а изменение их - динамикой стандартизированной вузовской системы, которая характеризует внутреннюю организацию, профессиональную ориентацию, учет потребностей работодателей и сложность того или иного типа вуза.

Стандартизированная система в образовании, с одной стороны, является надёжным средством управления образовательным процессом, позволяет ориентировать образовательный процесс в вузе на достижение заданной минимальной цели, контролируя его на этапах и по конечному результату. Определяя требования к обязательным, минимально необходимым результатам обучения, государственные общеобязательные стандарты образования призваны обеспечить минимально необходимый уровень качества знаний, обеспечить эквивалентность и сравнимость профессиональной подготовки, создать условия для принятия обоснованных управленческих решений на всех уровнях вуза. Решение этих задач в значительной степени зависит от обоснованности оценки достижения студентами определённого стандартом уровня обученности и профессиональной компетентности. Компонент по выбору, который нечетко прописан в стандарте, предназначен для удовлетворения специфических требований работодателей, своеобразной «заточки» профессиональной компетентности студентов. Кроме того в рамках этого компонента обучающиеся могут частично удовлетворить свои образовательные потребности.

Обучающиеся также могут выбирать учебные дисциплины, не включенные в типовой или рабочий учебный план специальности, но необходимые лично им для развития личностных качеств и свойств, личностно-ориентированного формирования профессиональной компетентности. Личностные возможности по освоению различных дисциплин так же удовлетворяются зачастую вне учебного плана специальности. Например: повторное прохождение той или иной дисциплины, углубленное изучение иностранных языков, ликвидация пробелов школьного курса и т.д.

Подобный учет потребностей обучающихся через формирование образовательной траектории позволяет обеспечить эффективное формирование профессиональной компетентности у каждого выпускника вуза.

Образование

Образовательная реальность высшего профессионального образования

Обучающийся	Парадигмы	Подходы	Принципы
Личностное развитие	Гуманистическая Личностная Акмеологическая	гуманистический, личностно-деятельностный, акмеологический	Гуманизации, гуманитаризации, индивидуализации, дифференциации, природосообразности, акмеологической ориентации, рефлексивности
Профессиональная компетентность	Знаниевая Академическая Профессиональная	компетентностный, теоретико-методологический, практико-ориентированный, контекстный	Научности, Системности, проблемности, методологической направленности, связи теории с практикой
Общекультурное развитие	Культурологическая	культурологический	культуросообразности

Системно-интегративная методология:

- системный подход,
- интегративный подход,
- синергетический подход.

Проектирование образовательных траекторий обучающихся

Рисунок 1 - Модель системно-интегративной методологии исследования проблемы проектирования образовательных траекторий обучающихся

КОШИ-РИМАН ЖҮЙЕСІНІҢ БІР ЖАЛПЫЛАМАСЫ ҮШІН ШЕКСІЗ ЖОЛАҚТАҒЫ ШЕКАРАЛЫҚ ЕСЕП

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ)

В данной работе рассматривается краевая задача в полосе для многомерного аналога системы Коши-Римана. Доказана разрешимость данной задачи в пространстве $W_2^1(D)$. В силу полученных оценок показали, что решение единственно.

In the given work we considered the regional problem in a strip for multidimensional analogue of Cauchy-Riemann's system. It is proved resolvability of the given problem in the space $W_2^1(D)$. It is shown owing to the received estimations that the decision is unique.

Коши – Риман

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x} \quad (1)$$

жүйесінің көпөлшемді аналогтары, үшөлшемді жағдайда,

$$\begin{aligned} u_x + v_y + w_z &= 0, & s_x + w_y - v_z &= 0, \\ s_y + u_z - w_x &= 0, & s_z - u_y + v_x &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

төртөлшемді жағдайда,

$$\begin{aligned} s_t - u_x - v_y - w_z &= 0, & u_t + s_x + w_y - v_z &= 0, \\ v_t - w_x + s_y + u_z &= 0, & w_t + v_x - u_y + s_z &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

белгілі [1].

Біз (t, x, y, z) айнымалыларының төртөлшемді R^4 кеңістігінде Петровский бойынша бірінші реттік эллипстік теңдеулер жүйесін

$$LU + A(x)U = F(x), \quad (4)$$

қарастырамыз, мұндағы $U = (s, u, v, w)$, $A(x)$ – берілген төртөлшемді шаршы матрица, $F(x)$ – берілген $F = (f_1, f_2, f_3, f_4)$ төртөлшемді вектор функция, (s, u, v, w) – ізделінуші нақты функциялар, ал

$$LU = \sum_{i=1}^4 E_i U_{x_i},$$

арқылы (3) жүйесінің сол жағы белгіленген, яғни

$$E_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad E_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad E_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad E_4 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$x_1 = t, \quad x_2 = x, \quad x_3 = y, \quad x_4 = z, \quad s = u_1, \quad u = u_2, \quad v = u_3, \quad w = u_4.$$

Есептің қойылуы. $D = \{x = (x_1, x_2, x_3, x_4) \in R^4 : 0 < x_1 < h, (x_2, x_3, x_4) \in R^3\}$ аймағында (4) жүйесінің компоненттері Γ шекарасында

$$u_1|_{x_1=0} = u_2|_{x_1=0} = u_3|_{x_1=0} = u_4|_{x_1=0} = u_1|_{x_1=h} = u_2|_{x_1=h} = u_3|_{x_1=h} = u_4|_{x_1=h} = 0 \quad (5)$$

шекаралық шарттарын қанағаттандыратын $U(x) \in C^\infty(\bar{D}) \cap W_2^2(D)$ шешімін табу керек.
 (5) шарттарын қанағаттандыратын $U(x) \in C^\infty(\bar{D}) \cap W_2^2(D)$ функциялар класын C_L , ал C_L -дің $W_2^1(D)$ кеңістігінің нормасы арқылы тұйықталуын S_L арқылы белгілейік.

Кез келген C_L - дегі $U(x)$ вектор- функциясын алып,

$$(LU, U_{x_1})_0 = \sum_{i=1}^4 (E_i U_{x_i}, U_{x_1})_0 \quad (6)$$

интегралын түзіп, бұл қосындығын әрбір қосылғышын жеке- жеке қарастырайық;

$$(E_1 U_{x_1}, U_{x_1})_0 = (U_{x_1}, U_{x_1})_0 = \|U_{x_1}\|_0^2. \quad (7)$$

Енді (6) –дан екінші қосылғышын алып, оны бөліктеп интегралдасақ

$$(E_2 U_{x_2}, U_{x_1})_0 = \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + u_3 \frac{\partial u_4}{\partial x_2}) n_1 d\Gamma - \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_2}{\partial x_1} + u_3 \frac{\partial u_4}{\partial x_1}) n_2 d\Gamma, \quad (8)$$

дәл осылай

$$(E_3 U_{x_3}, U_{x_1})_0 = \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_3}{\partial x_3} - u_2 \frac{\partial u_4}{\partial x_3}) n_1 d\Gamma - \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_3}{\partial x_1} - u_2 \frac{\partial u_4}{\partial x_1}) n_3 d\Gamma, \quad (9)$$

$$(E_4 U_{x_4}, U_{x_1})_0 = \int_{\Gamma} (u_2 \frac{\partial u_3}{\partial x_4} - u_4 \frac{\partial u_1}{\partial x_4}) n_1 d\Gamma - \int_{\Gamma} (u_2 \frac{\partial u_3}{\partial x_1} - u_4 \frac{\partial u_1}{\partial x_1}) n_4 d\Gamma. \quad (10)$$

Сонда,

$$(LU, U_{x_1})_0 = \|U_{x_1}\|_0^2 + \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + u_3 \frac{\partial u_4}{\partial x_2} + u_1 \frac{\partial u_3}{\partial x_3} - u_2 \frac{\partial u_4}{\partial x_3} + u_2 \frac{\partial u_3}{\partial x_4} - u_4 \frac{\partial u_1}{\partial x_4}) n_1 d\Gamma = \|U_{x_1}\|_0^2. \quad (11)$$

өйткені, (8)- (10) теңдіктердің екінші интегралдарындағы $n_2 = \cos(n_{x_2}, x_1) = 0$,

$n_3 = \cos(n_{x_3}, x_1) = 0$, $n_4 = \cos(n_{x_4}, x_1) = 0$, ал (11) теңдіктегі интеграл астындағы өрнек Γ шекарасында нөлге тең. Сонымен,

$$(LU, U_{x_1})_0 = \|U_{x_1}\|_0^2. \quad (12)$$

Бұдан белгілі Гельдер теңсіздігі көмегімен

$$\|LU\|_0 \geq \|U_{x_1}\|_0 \quad (13)$$

теңсіздігін аламыз. Ал $U(x) \in S_L(D)$ класынан болғандықтан

$$u_n(x_1, x') = \int_0^{x_1} u_{n_{\xi}}(t, x') d\xi, \quad n = 1, 2, 3, 4,$$

$$\int_D u_n^2(x_1, x') dD = \int_D (\int_0^{x_1} u_{n_{\xi}}(\xi, x') d\xi)^2 dD \leq \int_0^h x_1 dx_1 \int_{-\infty}^{\infty} dx' \int_0^h u_{n_{\xi}}^2(\xi, x') d\xi = \frac{h^2}{2} \int_D u_{n_{x_1}}^2(x) dx_1 dx'.$$

Онда

$$\|U\|_0^2 \leq \frac{h^2}{2} \|U_{x_1}\|_0^2. \quad (14)$$

Осы теңсіздіктен (13) теңсіздік көмегімен

$$\|LU\|_0 \geq \|U_{x_1}\|_0 \geq C \|U\|_0 \quad (15)$$

Сонымен, мынадай тұжырымды дәлелдедік.

1 – тұжырым. Кез келген $U(x) \in S_L(D)$ вектор-функциясы үшін (13), (15) теңсіздіктері орынды, мұндағы $C=C(h) - \text{const}$.

2 – тұжырым. Кез келген $U(x) \in C_L$ вектор-функциясы үшін

$$C_1 \|U\|_1 \leq \|LU\|_0 \leq C_2 \|U\|_1, \quad C_1, C_2 = \text{const} > 0,$$

теңсіздіктері орынды.

Дәлелдеу. $\forall U(x) \in C_L(D)$ үшін

$$(LU, LU)_0 = \sum_{i=1}^4 (E_i U_{x_i}, E_i U_{x_i})_0 + \sum_{i,j=1}^4 (E_i U_{x_i}, E_j U_{x_j})_0. \quad (16)$$

$$E_i, i = \overline{1, 4} \text{ матрицаларының қасиеттері бойынша } E_i E_j = \begin{cases} -E, & i = j, \\ 0, & i \neq j, \end{cases} \quad j = \overline{2, 4}.$$

$$\text{Сондықтан } (E_1 U_{x_1}, E_1 U_{x_1})_0 = (U_{x_1}, U_{x_1})_0 = \|U_{x_1}\|_0^2,$$

$$(E_i U_{x_i}, E_i U_{x_i})_0 = (U_{x_i}, U_{x_i})_0 = \|U_{x_i}\|_0^2, \quad i = \overline{2, 4},$$

Бөліктеп интегралдап

$$(E_i U_{x_i}, E_i U_{x_i})_0 = 0, \quad i = \overline{2, 4},$$

екенін аламыз, өйткені, мысалы (8) бойынша

$$(E_1 U_{x_1}, E_2 U_{x_2}) = \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + u_3 \frac{\partial u_4}{\partial x_2}) n_1 d\Gamma = 0,$$

себебі, $(u_1, u_2, u_3, u_4)|_{\Gamma} = 0$. Дәл осылай (9) – (10) интегралдары да нөлге тең.

Енді $\sum_{i,j=1}^5 (E_i U_{x_i}, E_j U_{x_j})_0, i \neq j$, қосындысының нөлге тең екенін көрсетейік.

Мысалы,

$$(E_3 U_{x_3}, E_4 U_{x_4})_0 = \int_D \left(\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{1x_3} \\ u_{2x_3} \\ u_{3x_3} \\ u_{4x_3} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{1x_4} \\ u_{2x_4} \\ u_{3x_4} \\ u_{4x_4} \end{pmatrix} \right) dD = 0.$$

Демек,

$$\|LU\|_0^2 = \sum_{i=1}^4 \|U_{x_i}\|_0^2.$$

Ал, (14) теңсіздіктерді қолдансақ,

$$\|LU\|_0^2 = \frac{1}{h^2} \left(\frac{h^2}{2} \|U_{x_1}\|_0^2 + \frac{h^2}{2} \|U_{x_1}\|_0^2 \right) + \sum_{i=2}^4 \|U_{x_i}\|_0^2 \geq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 \|U_{x_i}\|_0^2 + \frac{1}{h^2} \|U\|_0^2.$$

$$\text{Сонда, } \exists C_1, C_2 > 0, \quad C_1 \|U\|_1 \leq \|LU\|_0 \leq C_2 \|U\|_1. \quad (17)$$

3 – тұжырым. Егер матрица $A(x) \in C(\overline{D})$ және $\|AU\|_0 \leq \delta \|U\|_0$ теңсіздігін қанағаттандыратын $\delta < \frac{\sqrt{2}}{h}$ оң саны табылса, онда кез келген $U(x) \in S_L$ вектор – функциясы үшін

$$C_3 \|U\|_1 \leq \|PU\|_0 \leq C_4 \|U\|_1, \quad C_3, C_4 = \text{const} > 0. \quad (18)$$

Дәлелдеу үшін кез келген $U(x) \in S_L$ вектор-функциясы үшін $(LU + AU, LU)_0$ интегралын былай

$$\begin{aligned} |(PU, LU)_0| &= |(LU + AU, LU)_0| = \left| \|LU\|_0^2 + (AU, LU)_0' \right| \leq \|LU\|_0^2 + \|AU\|_0 \|LU\|_0 \leq \\ &\leq \|LU\|_0^2 + \delta \|LU\|_0 \|U\|_0 \leq C \|LU\|_0^2, \quad C > 0, \end{aligned}$$

түрлендіреміз. Екінші жағынан,

$$|(LU + AU, LU)_0| \geq \|LU\|_0^2 - \delta \|LU\|_0 \|U\|_0 \geq \|LU\|_0^2 (1 - \delta \frac{h}{\sqrt{2}}) = K \|LU\|_0^2, K > 0.$$

Бұл соңғы екі бағалаудан және (17) теңсіздіктерінен (18) теңсіздіктер шығады.

Осы дәлелденген үш тұжырым негізінде мынандай қорытынды [3] жасаймыз: Егер $A(x)$ матрицасы үшінші тұжырымның шарттарын қанағаттандырса, онда кез келген $F(x) \in L_2(D)$ вектор- функциясы үшін (4)- (5) есебінің $U(x) \in W_2^1(D)$ шешімі бар және жалғыз.

1. Токибетов Ж.А., Сапакова С.З. Об одном методе решения задачи Римана-Гильберта для пятимерного аналога системы Мойсила – Теодореско // Материалы VI Казахстанско - Российской международной конференции «Математическое моделирование научно- технических и экологических проблем в нефтегазодобывающей промышленности». – Астана, 2007. – С. 295- 298.
2. В.С. Виноградов. Об одной эллиптической системе, не имеющей нетеровых граничных задач // ДАН СССР, 1971, т. 199, № 5, с. 1008-1010.
3. Б.Б. Ошоров. Об одном четырехмерной аналоге системы уравнений Коши-Римана // Неклассические уравнения математической физики. – Новосибирск, 2007. – С. 212-220.

ӨОЖ 681.51

Р.С. Ниязова

БАСҚАРУ ПРОЦЕССТЕРІН БЕРІКТІКТІ ҚАМСЫЗДАНДЫРУ ПРОЦЕСІМЕН ҰЙЫМДАСТЫРУ

(Алматы қ., Қ.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ)

В данной статье рассматриваются организации управления процессом обеспечения надежности. Предлагаются различные варианты организации процесса управления по замену, каждый из которых обеспечивает выполнения требования к качеству. Также рассматриваются принцип управления надежностью, который будет происходить в цикле управления надежностью распределенных компьютерных систем(РКС). Центральное управление (ЦУ) может имеет различных вариант реализации.

In given article the organisations of management are considered by process of maintenance of reliability. Various variants of the organisation of process management on replacement are offered, each of which provides requirement performance to quality. Also are considered a principle of management by reliability which will occur in a cycle of management of reliability of the distributed computer systems . The central management can has a various variant of realisation.

Ауыстырылатын элемент немесе ауысу-жағдаяты қауіп деңгейімен сипатталады және осыдан барып тез арада ауыстырудың талап деңгейлері туындайды. Сондай-ақ ауыстыруға қатысты басқару процесін ұйымдастырудың әртүрлі варианттары туындайды. Олардың әрқайсысы талаптардың әртүрлі дәрежеде орындалуын қамтамасыз етеді.

Сол варианттардың ішіндегі біреуі, яғни сапа талаптарын қанағаттандыратын варианты қатарына төрт деңгейлі басқару процесін ұйымдастыру ісі жатады:

Детерминделген:

1. Қызу ауысу контуры;
2. жергілікті автономды (автоматты) қайта қосылуды резервке ауыстыру. Локальді- автономды ауыстыру.
3. орталық-серверден қабылданған шешімді орталықтандырылған жолмен ауыстыру;
4. эквивалентті элементті іздеуге қатысты ауыстыру.

Детерминделмеген:

1. Жөнделмеген элементті ауыстыру үшін лайықталған адаспа агент. Агенттің ізденісі мен агент тапқан стохастикалық таңдау.
2. ауыстыру ықтималдары;
3. Таралып кеткен ауысымдар.

Ауыстырылғаннан кейін мына мәселелерді қайта шешуге тура келеді:

құрамына жаңадан енген элементтердің құрылымын қалыптастыру құрылғысы, желі тармақтары, тұтастықтағы желі, қолданбалы нұсқаулықтар, акпараттар қоры, т.б.

Құрылымдық қалыптасуды бейімделгіш, өміршең көпклеткалы ағзамен баламалауға (ұқсатуға) болады.

Беріктікті басқару қағидасы. Беріктікті басқару таратылған компьютерлік жүйе (ТКЖ) –гі беріктікті басқару циклінде жүзеге асады. Басқару циклінде (БЦ) қызмет беріктігінің әртүрлі вариантта таралуы көрініс табуы мүмкін. Жеке алғанда ол мынадай көрініс табады:

- таза бағдарламалық, кері қайтарылмайтын байланыс;

- нысанды басқару циклінің кейбір жеке кезеңдеріндегі кері қайтарылатын байланыс.

Бірінші вариант екінші варианттың жеке жағдайы деп саналады. Сондықтан басқару циклінің әртүрлі схемасын сипаттауға тура келеді.

ТКЖ беріктігін жағдаяттық тұрғыдан басқарудың топтық әдістерін ұсынамыз. Бұл әдістің мәні мынадан көрініс табады.

Күрделі нысанды жүзеге асырудың толық ауқымын Ω деп белгілейік. Сонда ол $\Omega = \cup_i \omega_i$, $i=1, n$, үлгіде көрініс табады. Ондағы ω_i – Ω кеңістігінің іші болады, онда мына шарттар орындалады:

$$(\forall x_{ij}, x_{ik} \in \omega_i)(\rho(PK(x_{ij}), PK(x_{ik}))) \leq \Delta';$$

$$(\forall x_{ij} \in \omega_i)(\forall x_{in} \in \Omega \setminus \omega_i)(\rho(PK(x_{ij}), PK(x_{in}))) > \Delta'$$

ω_i кеңістік ішін біржақты-кеңістік деп атайық, ал $PK \quad PK = \{PK_i\}$ - Ω кеңістігіндегі бірінші деңгей көрсеткішінде ұсынылған тізімдер (вектор). Бұл тізім жедел басқару кезінде аса маңызды болатын (басқару объекті) БО сипаттамасы мен қасиеттеріне тікелей сәйкес келуі тиіс. $\forall PK_i \in PK$ мазмұны ұсынылған өлшем шкаласы бойынша $Sh = \langle \Xi, \mathfrak{Z}, \aleph \rangle$ есептеледі, онда өлшем көрсеткішінің өлшемі (Ξ) беріледі, тәсілі ($\mathfrak{Z}$) және құралы ($\aleph$) көрсетіледі.

Әрбір ω_i негізделген нысанды басқару үшін топтық деп аталатын ΓMi басқару әдісін анықтаймыз. Осы әдіс үшін мына шарттар орындалады: $Fi(\Gamma Mi) = (\geq \delta$, жағдайда $(\forall x_{ij} \in \omega_i)$ және $< \delta$, жағдайда $(\forall x_{in} \in \Omega \setminus \omega_i)$), мұндағы $Fi(.)$ – Γmi әдістің тиімділік-қызметі; δ - тиімділікке апаратын биіктік өлшемі

$\forall \Gamma Mi \in \Gamma M$ теңдеуі иерархиялық құрылымға ие:

$\Gamma Mi = \langle Uci, Upi, Udi \rangle$, мұндағы Uci – стратегиялық деңгей; Upi – процедуралық деңгей; Udi – мәліметтер деңгейі; кіріс және шығыс, априорлы мәліметтер деңгейі (ақпараттар мен білім қоры).

Топтық басқару (ТБ) құрылымындағы деңгейлер мынадай қызметті атқарады. Стратегиялар деңгейі CO басқару процесінің логико-операторлық схемасын

бейнелейді. Процедуралар деңгейі стратегия операцияларын тарататын шешімді қабылдау процедураларына сәйкес келеді.

Мәліметтер деңгейі БО туралы білімдер моделінен құралады және басқару міндеттерін шешуге аса қажетті болатын оның ағымдық күйін сипаттаудан тұрады.

Усі- стратегиялық деңгей БЦ басқару цикліндегі әрекеттерді орындауға арналған метаережелер немесе сценарийлер болып саналады. Және ол аксиома, ереже, қорытынды және теоремалар мен теориялық-әдістемелік қордан жинақталған логикалық шарттылықтардан құралады.

[1-2] тәжірибесі негізінде және теориялық сілтемелер негізінде Ус стратегиясының негізгі түрлері анықталды.

Кейбір Ус логико-операторлық мысалдары 1-кестеде келтірілген.

1- кесте. *Топтық әдістерді басқару стратегиясының мысалдары*

C1: $H A q_1 \uparrow^1 P R \downarrow^1 S,$	C6: $H \uparrow_2 A q_1 \uparrow^1 \uparrow_4 P R q_4 \downarrow^4 q_2 \downarrow^2 \downarrow^1 S,$
C2: $H \uparrow_2 A q_1 \uparrow^1 P R q_2 \downarrow_2 \downarrow^1 S,$	C7: $H A q_1 \uparrow^1 \uparrow_4 P R \uparrow_3 P q_3 \downarrow^3 q_4 \downarrow^4 \downarrow^1 S,$
C3: $H A q_1 \uparrow^1 \uparrow_2 P R q_2 \downarrow^2 \downarrow^1 S,$	C8: $H \uparrow_2 A q_1 \uparrow^1 \uparrow_4 P \uparrow_3 R q_3 \downarrow^3 q_4 \downarrow^4 q_2 \downarrow^2 \downarrow^1 S,$
C4: $H A q_1 \uparrow^1 P \uparrow_2 R q_2 \downarrow^2 \downarrow^1 S,$	C9: $H A q_1 \uparrow^1 B P R \downarrow^1 S,$
C5: $H \uparrow_2 A q_1 \uparrow^1 P \uparrow_3 R q_3 \downarrow^2 q_2 \downarrow^2 \downarrow^1 S,$	C10: $H \uparrow_2 A q_1 \uparrow^1 B P R \downarrow_2 \downarrow^1 S.$

Топтық әдістер стратегиясында қолданылған символдар мынадай мағыналарға ие:

- H, S – Басқару циклінің басы мен соңының предикаттары;
- A, B, P, R – Басқару циклі фазаларының макро-операторлары: талдау (және/немесе диагностикалау), мақсатты таңдау, шешім қабылдау, басқарушы шешімдерді тарату.
- Белгілер: q_1 – патологияның болмауы; q_2 (q_4) – БО фактілі және жоспарлы соңғы (аралық) бүтін күйіне келіспеушіліктің болуы; q_3 – басқарушы шешімнің соңына дейін орындалмауы.

1. Жөнделмеген компонентпен орындалатын әрбір қызметті қайта қалпына келтіруге қатысты талаптары мыналар:

1.1. Қайта қалпына келтірудің жедел орындалуы (оперативтілігі). Таратылған ақпараттық есептеуіш жүйе (ТАЕЖ) элементін орындайтын қызмет, яғни жөнделмейтін күйге түскен қызмет қалпына келудің әртүрлі уақытта (жылдамдықта) болуын талап етеді, яғни жедел орындалу көрсеткішінің метрикасы (t^B) мынадай болуы мүмкін:

- тез арада $t^B \approx 0$, блоктан шығу сигналы толық шыққанға дейін;
- кішігірім кешіктіріліп орындалуы мүмкін, яғни $t^B \leq \Delta\tau'$,
- қалпына келуде тез, жедел болуды аса қажетсінбеуі мүмкін, яғни $t^B \geq \Delta\tau'$.

1.2. Толықтай қайта қалпына келу. Толықтай қалпына келу қызметі. Қалпына келуді толықтай атқару қызметінің көрсеткіш өлшемі мынадай көрініс береді:

$$W(F_i) = \sum v_{ij} \varsigma_{ij}(f_{ij}), i=1,n; j=1,m,$$

Мұнда, $\varsigma_{ij}(f_{ij})$ – қызметтің орындалу деңгейі, f_{ij} , v_{ij} - аталған қызметтің салмағы.

1.3. Қалпына келтірудегі үнемдеу. Қалпына келу әрекетінде барынша аз шығын болуы тиіс. Қалпына келтіру барысындағы жұмсалатын шығындар көрсеткішінің өлшемі былайша ұсынылады:

$$Q(F_i) = \sum \theta_{ij} q_{ij}(f_{ij}), i=1,n; j=1,m,$$

Мұнда $q_{ij}(f_{ij})$ – қызметті қалпына келтіруге жіберілген шығынның көлемі; f_{ij} , θ_{ij} – аталған қызметтің салмағы. $q_{ij}(f_{ij})$ көлемі, өз кезегінде f_{ij} қалпына келтіруге қатысты әрекеттерге жұмсалған шығынның жеке түрлерінің сомасы болып танылады.

1.4. Қалпына келтіру беріктігі. Беріктік элементтерінің көрсеткіш өлшемі үш градациядан тұрады: аса берік, беріктігі әлсіз, берік емес. Элементтердің соңғы түрі басқа сенімді элемент болмаған жағдайда, оның орнан ауыстыру үшін қолданылады. Бұндай ауыстырулар ТАЕЖ-гі уақытша жұмыстар барысында немесе жөнделмейтін

элементтің қызметін уақытша орындау кезінде аса қажет.

Осыдан барып, әрбір f_i қызметі немесе F_i қызметтер тобы мынадай атрибуттармен сипатталады: $\alpha = \{\alpha_{ji}\}$. Басқаша айтатын болсақ, әрбір f_i қызметін немесе F_i қызметтер тобын орындау үшін қолданбалы міндет тұрғысынан алғанда мынадай талаптар ұсынылады: $\alpha = \{\alpha_{ji}\}$.

Әртүрлі k_j өзінің техникалық сипаттамаларымен анықталады: $\beta = \{\beta_{ji}\}$.

Осылайша, әрбір f_i қызметі немесе F_i қызметтер тобы, яғни k_j блогымен көрініс табатын қызмет мынадай атрибуттармен сипатталады: $\eta = \{\eta_{ji}\}$.

Осыдан барып, қатардан шыққан қызметті τ уақытынан да аз мерзім ішінде ауыстыру үшін лайықты элемент таңдалады, сонымен қоса, функционалдық бүтіндігін жоғалтпайтындай немесе $\Upsilon\%$ пайызымен есептегенде Υ кем болмайтындай мөлшерде таңдау қажет.

1.5. қалпына келген қызметтің технологиялық қасиеті. Көрсеткіш өлшемі жөнделмейтін блокты ауыстыру үшін қажетті әрекеттердің санынан және соған кететін уақыт мөлшерінен құралады. Ауыстыру көрсеткіші ретінде ТАЕЖ құрамындағы ауыстырылатын элементтер арасындағы алшақтықты, аралықты пайдалануға болады.

Тапсырылған қызметті орындау үшін белгіленген негізгі, яғни туған (табиғи) блок/компонент өзінің сипаттамаларымен бірге ТАЕЖ жоспарлау кезінде енгізіледі.

Ал қалған блоктар, яғни негізгі блок қатардан шығып қалған жағдайда ауыстыра алатын блоктар да жүйені қалыптастыру кезеңінде жоспарланады.

Бұл блоктар аталған блок бойынша жүйе беріктігінің ресурстарын құрайды. Аталған ресурстардың құрамы үш категориядағы блоктардан тұрады: толық еркін блоктар;

Арнайы белгіленген блоктар және басқа блоктардың қызметін тарататын блоктар; Жөндеуге келмейтін жағдай туындаған кезде аталмыш блокты басқа қызметтерді тарату арқылы жүзеге асыратын блоктар.

Осыдан барып, жөнделмейтін блокты ауыстыру стратегиясы мынадай түрде көрініс табады:

Қызметті қалпына келтірудегі бүкіл кезең үш интервалдан тұрады:

Инциденттен кейінгі кезең. Бұл кезеңде егер тиімді ресурсқа ену мүмкін болмаған жағдайда, онда процесті бір рет орындауға мүмкіндік беретін уақытша қызметпен ауыстыруға тура келеді.

Жетілдіру, арттыру қызметін енгізгенге дейінгі кезеңде жетілдіре ауыстыру.

BK^{tek} блогының жоғалу деңгейін Υ өлшеміндегі t^{tek} сәтінде ғана анықталатынын ескеріп өтейік. Мысалы, толықтай іске жарамсыз, ішінара немесе секунд сәті, яғни сбой. Υ бағасының жоғалу өлшемі құрылымдық түрінде де, параметрикалық түрде де көрініс табады.

Бұнымен қоса, шықпай қалған F_i қызметін немесе BK_i^{tek} орындалатын блоктың қайта қалпына келтіру құбылысы ішінара төл (туған) BK_i^{tek} блоктармен салыстырғанда жүзеге асуы мүмкін. Яғни t^{tek} уақытында оның жарыққа шығуы қызметтің әртүрлі жоғалу барысында іске жарамсыз болуы да мүмкін.

1. Богатырев В.А., Надежность сетей хранения данных
2. Э. Таненбаум, М. ван Стен, Распределенные системы. Принципы и парадигмы.

LATEX 2E ЖҮЙЕСІНДЕ ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫСТЫ МЕМЛЕКЕТТІК ТІЛДЕ ДАЙЫНДАУ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, *- магистрант)

В данное время большую роль и значение имеет развитие государственного языка. Актуальной проблемой является подготовка документов на казахском языке в программном обеспечении. В статье описан листинг программы по оформлению дипломной работы на государственном языке в системе LaTeX 2e. Эта система очень удобна для написания дипломной работы. На печати работа отличается высоким качеством. Так же, хотелось бы отметить, что данная работа ранее не была кем предложена.

At present state language development has the big role and value. An actual problem is preparation of documents in the Kazakh language in the software. In article program listing on registration of degree work in a state language in system LaTeX 2e is described. This system is very convenient for a writing of degree work. On the press work differs high quality. As, it would be desirable to notice that the given work should earlier whom is offered.

LaTeX – бұл үстелік баспа жүйесі. Оның қолданылуы бір жолды хаттардан бастап кең бөлімді форматтарға дейін салынады. LaTeX-ті іске асыру компьютердің барлық түріне қарастырылған. LaTeX мәтіннің мазмұнына көңіл бөле отырып, онымен жұмысты жеңілдетеді. Мәтінді хаттау рәсімдерін LaTeX өзі орындайды. Шығыс құжат түрінде LaTeX мәтіндік файл болып табылады, сондықтан Нью-Йорктегі, Мадридтегі немесе Новосибирсктегі баспадағы компьютерге бірдей жарайды. Ғылыми журналдар редакциясында осыны ұсынып, кейде мақаланы LaTeX жүйесінде дайындауға мәжбүрлейді және электронды пошта арқылы қабылдайды. Тек кіріс файл преамбуласындағы баспа құжат дәрежесінің атауын ауыстыра отырып, тандаған журнал мәтініне баспада белгілі бір бейне беруге болады.

LaTeX жүйесінің тарихына тоқталып кететін болсақ: 1978 жылы Дональд Кнут TEX-тен METAFONT атты баспа құжаттарын өңдеу жүйесінің бірінші болжамын басып шығарды. Көптеген мамандар оны баспа станогының шығарылуына теңеп, XX ғасырдың ұлы жетістіктерінің біріне жатқызады. TEX бұйрық жүйесі негізі гипермәтінді белгілеудің бірінші тілі, кең танымды HTML – интернет құжаттарын белгілеу оған жатады. Мәтінді құжатқа аударатын TEX бағдарламасы қазір парсер (parser) деп аталатын бағдарламалардың жоғарғы дәрежесінің бірі болған. TEX баспа жариялымдарын дайындаудан аса сапалы жүйе болып танылған. Компьютерлік терминдер сөздігінде айтылғандай, басқа үстелік баспа жүйесіне жақындауға тырысатын үлгі қалыпты белгілейді. Келесі қадамды Лесли Лампорт (Lamport, Leslie) жасады. XX ғасырдың 80 жылдарының басында ол LaTeX баспа құжаттардың дайындау жүйесін ұсынды. Профессор Д. Кнут сияқты Л. Лампорт өз уақытынан озып кетті. Қалыптан мазмұнды бөлу идеясы XX ғасырдың 90 жылдарының аяғында шыққан, LaTeX жүйесінде іске асқан XML – белгілеу тілін кеңейтуде өз жалғасын тапқан (extensible Markup Language). LaTeX жүйесінде құжат стилін жай ғана ауыстыруы XSL (extensible Style Language) стилін ауыстыру сияқты XML белгілеуіне «кигізіп», құжаттың сыртқы келбетін бірдей батыл өзгерте алады. LaTeX формат түрінде жүзеге асқан, яғни TEX бағдарламасының орындалуына енгізілген негізгі бұйрықтардың ықшам жүйесінің қондырғысы болып табылады. Кнуттың өзі жасаған

қондырғысы «Plain Tex форматы» немесе жай TEX деп аталады. TEX форматы LaTeX форматына басты бөлік болып кіреді. LaTeX құрамында алфавиттік көрсеткішті, әдебиеттер тізімін, суреттер мен кестелерді генерациялаудың құралдары, графиканы импорттауға арналған, формуланың автоматты түрде нөмірленуін қамтамасыз ететін және басқа да ыңғайлы амалдарды орындайтын құралдар бар. TEX пен LaTeX математикалық формулаларды форматтауға үлкен жетістікке жетті. Сондықтан LaTeX ғылыми ортада ерекше белгілі Д.Кнут пен Л.Лампорттың өнертабысынан кейін 20 жылдың ішінде неше түрлі мәтін процессорлары шықты, бірақ TEX пен LaTeX өзінің орнын сақтап қалды. Себептері белгілі: баспа өнімін дайындау сапасын TEX пен LaTeX-тің әр түрлі компьютерде толық бірлестігіне көбейтіндісі [1,2].

LaTeX жүйесінің толық жұмыс істеу үшін бірнеше программаларды орнату қажеттігі туындайды. Олар жайлы төменде сипаттап, қай программа не үшін қажет болатыны айтылады:

1. **miKTeX** – Windows операциялық жүйесі үшін TeX жүйесінің ең таратылымды да тиімдісі болып табылады.
2. **Ghostscript** – бұл PostScript тілінің интерпретаторы болып, әр түрлі принтерлермен жұмыс істеуге арналған. Сонымен қатар, файлдарды әр түрлі форматтарда шығарады, соның ішінде PDF — Portable Document Format. Бұл бағдарлама барлық операциялық жүйелерге (Linux, FreeBSD, басқа түрлері UNIX, DOS, Windows және т.б.) лайықталған.
3. **Gsview** – PostScript тілінің файлдарын қарауға мүмкіндік береді.
4. **WinEdt** – бұл TeX-те файлдарды құруға, өңдеуге және өзгертуге арналған бағдарлама.
5. **Қазақ тілінің драйвері**, яғни LaTeX қазақша қаріптерді тану үшін орнатылатын бағдарлама [3].

Қазақ тілінің драйвері жайында қысқаша тоқталып кетсек, бұл драйвер Sanasoft компаниясымен жасалған. Осы уақытқа дейін LaTeX қазақша қаріптерді тану үшін әр түрлі амалдар қолданылған болатын, бірақ ешқайсысы дәл осындай жетістікке жеткен емес. Қазақша әріпті енгізу үшін көптеген қиындықтар туындайтын, бірақ қазір өзімізге танымал Word мәтіндік редакторындағыдай, қаріпті пернетақтадан терген уақытта-ақ шығыс файлынан көруімізге болады.

Сонымен, осы бағдарламаларды игере отырып LaTeX жүйесінде қазақ тілінде дипломдық жұмысты жасауға болатындығына көз жеткізіп отырмыз. Төменде келтірілген мысал дипломдық жұмысты жасаудың «қаңқасы» деуге болады:

```
\documentclass[final]{diploma_kz}
\begin{document}
\large % 14 шрифт.
\include{title} - % Титулдық парақ
\include{tableofcontents} - %Мазмұны
\include{introduction} - %Кіріспе.
\include{ch1} - %1 ТАРАУ.
\include{ch2} - %2 ТАРАУ
\include{ch3} - %3 ТАРАУ.
\include{conclusion} - %Қорытынды
\include{bibliography} - %Әдебиеттер
\end{document}
```

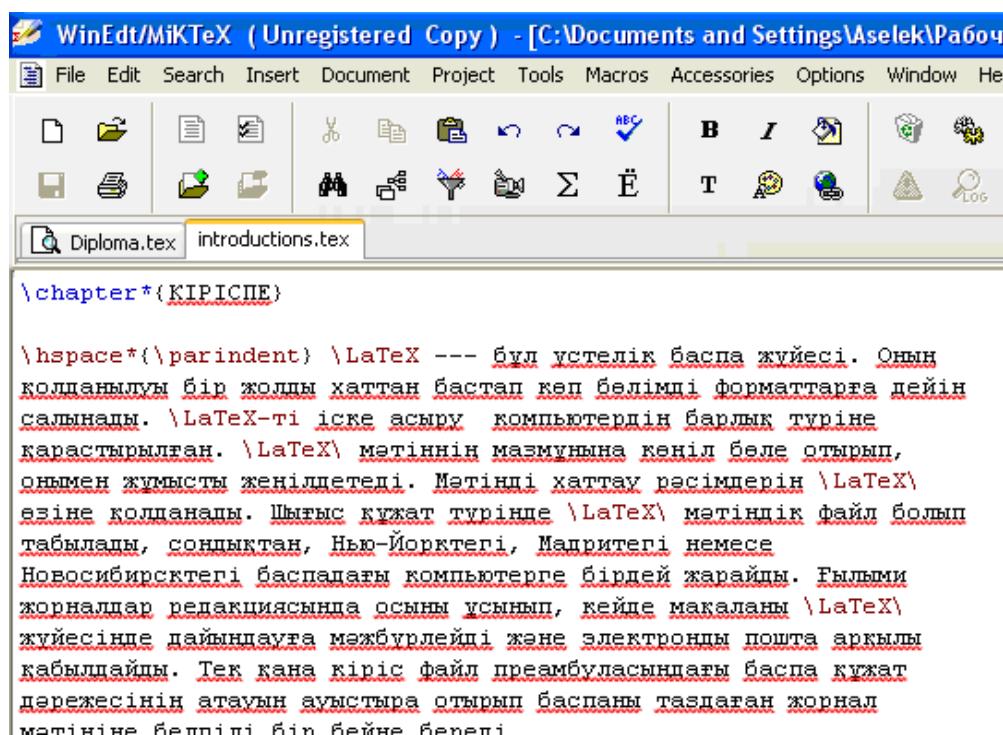
Бұл жұмыстың барлығы жоғарыда айтылған, TeX-те файлдарды құруға арналған – WinEdt-те немесе басқа да LaTeX редакторларда жасалады. Кез келген кіріс файлы

преамбуладан басталуы тиіс. Ал, преамбула декларациядан, яғни ол `\documentclass` бұйрығынан басталады. Фигуралы жақшада құжаттың диплом екені, ал квадрат жақшада міндетті емес аргумент жазылған.

TeX-те мәтін әдетте `\begin{document}` пен `\end{document}` бұйрықтары арасында жазылады. Егер бұйрыққа дейін немесе кейін мәлімет енгізетін болса, онда қате туралы хабарлама жіберіледі [4].

Қаріпті, яғни, құжат жазылатын әріп өлшемін 14 кегльмен жазылатынын `\large` бұйрығы арқылы белгілейміз.

Одан кейінгі жазылған бұйрықтар жайлы айтатын болсақ, `\include` бұл бетте сілтеме – бұйрық міндетін атқарады, яғни әр құжат бір-бірінен бөлек файлда жазылған. Бірақ, бұл өзіңіздің қалауыңыз, жұмыстың барлығын бір ғана файлға жазуға да болады, ол қате болып есептелмейді. Бұйрықтан кейінгі фигуралы жақшада сілтеме жасалатын файлдың аты берілген. Мұнда жазылған бұйрықтар LaTeX-те стандартты болып саналады: `{title}` – арқылы титулдық парақты белгілейміз; `{tableofcontents}` – жұмыстың мазмұны; `{introduction}` – кіріспе бөлімі; `{ch1}`, `{ch2}`, `{ch3}`, яғни chapter – тарауларды белгілейтін бұйрық; `{conclusion}` – қорытынды бөлімі; `{bibliography}` – бұл әдебиеттер тізімі жазылатын файл болып есептеледі. Егер жұмыс барысында тағы да басқа қосымшалар, глоссарий немесе сөздіктер қосуға қажеттік туындаса, оны шығыс файлына қосуда ешбір қиындық туындамайды. Оны бөлек құжатқа жазып, кіріс файлына `\include` арқылы қосуға болады. Мысалға, өзімнің жазған дипломдық жұмысымның қаңқасында көрсетілген `\include{introduction}` деген файлды ашсақ көрінісі төмендегідей болады:



1-сурет. Introduction файлының көрінісі.

Файлда жұмыс `\chapter` бұйрығынан басталған. Бұл бұйрық тараулар мен тараудың тақырыптарын мазмұнына автоматты түрде жазылуын қамтамасыз етеді. Бірақ, тараудың тақырыбы міндетті түрде фигуралы жақшаға жазылуы тиіс. Одан кейінгі мәтінге дейін жазылған `\hspace*{\parindent}` бұйрығы мәтіннің азат жолдан жазылуын қамтамасыз етеді.

Қорыта келе, қазіргі таңда LaTeX жүйесіне деген сұраныс арта түсуде, бірақ оны қазақ тілінде жетілдіру кеңінен таралған мәселелердің бірі. Сол себептен осы жүйеде

қазақ тілінің орнын арттыруда үлкен мән-мағына мен мақсат жатыр. Нәтижесінде, біз бұл жүйеде қазақ тілінде де жұмыс істеуге болатындығын және жұмыстың ыңғайлығын, тиімділігін аңғардық.

1. Котельников И.А., Чеботаев П.З. «Издательская система LaTeX2E», Новосибирск: Сибирский хронограф, 2004 г.
2. Воронцов К.В. «LaTeX2E в примерах», 2005 г.
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/LaTeX>
4. D.E. Knuth. The TEXbook, часть А серии Computers and Typesetting. Addison-Wesley, 1984. Русский перевод: Дональд Е. Кнут. Все про TEX. Протвино:РДТЕХ, 1993 г.

УДК 621.865.8

К.А. Ожикенов

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ СЛЕДЯЩИХ ПРИВОДОВ ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

(г. Алматы, ИММаш МОН РК имени акад. У.А. Джолдасбекова)

Жұмыс қадағалайтын жетек жүйесіне манипулятор қолының инерция моменті мен қадағалайтын жетектің кері байланыс тізбегінің күшейткіш коэффициентінің арасын байланыстыратын параметрлік реттегішті енгізу жолдарын зерттеуге арналады. Қадағалайтын жетек жүйесіндегі динамикалық үрдістердің ағымын өтпелі үрдістерді салу негізінде сандық бағалау жүргізіледі. Манипулятордың қадағалайтын жетек жүйесінің динамикасын ДЭЕМ-де моделдеудің қорытындыларынан әдеттегі қолданыстағы координатты реттелетін жүйемен салыстырғанда өтпелі үрдістердің ағым сипатының жақсарғаны және олардың берілген көрсеткіштерінің қамтамасыздарылатыны көрінеді. Манипуляторлық роботтардың қадағалайтын жетек жүйесін құрудағы осындай тәсіл болашақта сериямен шығарылатын өнеркәсіптік роботтардың көптеген түрлерінде қолдануға болады.

The follow-up drive system with the coordinating and parametric control (thereafter CPC) has been researched and compared to the traditional system with the coordinative control. The purpose of this comparative analysis was to evaluate the CPC's influence on the quality of dynamic processes that are fulfilled by a manipulating robot during positioning procedures. The research project examines different ways of solving a complicated problem of introducing the parametric control into the follow-up drive system that establishes a specific connection between the inertia moment of the manipulator's handle and the coefficient of amplification of the feedback circuit in the follow-up drives. The researchers study the quantitative assessment of dynamic processes in the follow-up drives on the basis of transient processes. The computer simulation findings of the dynamics of the follow-up drive system with the manipulator demonstrate that transient processes have a better performance and produce defined outcomes compared to the dynamics of the regular system with the coordinating drive. The same approach of creating the follow-up drive system with manipulating robots can be applied to the majority of standard industrial robots.

Следящие приводы степеней подвижности большинства манипуляторов характеризуются наличием динамического взаимовлияния друг на друга. Имеется в виду переменность инерционных нагрузок на следящие приводы за счет изменения конфигурации манипулятора.

В работе [1] в целях улучшения качества процесса управления в результате уменьшения взаимовлияния приводов манипулятора предлагается использование

наряду с координатным управлением манипулятором оптимального параметрического регулятора (ПР). Реализация ПР осуществляется с помощью отдельного блока, который в зависимости от конфигурации манипулятора автоматически, в соответствии с выражениями для значений коэффициентов усиления в цепи главной обратной связи следящего привода, вычисляет значение корректирующего параметрического сигнала. Параметрический сигнал поддерживает оптимальным указанное значение коэффициента усиления и одновременно стабилизирует значение общего коэффициента усиления следящего привода (рисунок 1). На основании этого принципа в настоящей работе было исследовано влияние указанного контура ПР на качество динамических процессов при позиционировании схвата манипулятора из одной точки рабочей плоскости в другую. Систему, в которой наряду с координатным регулированием используется параметрический регулятор в дальнейшем назовем системой с координатно - параметрическим регулированием (КПР).

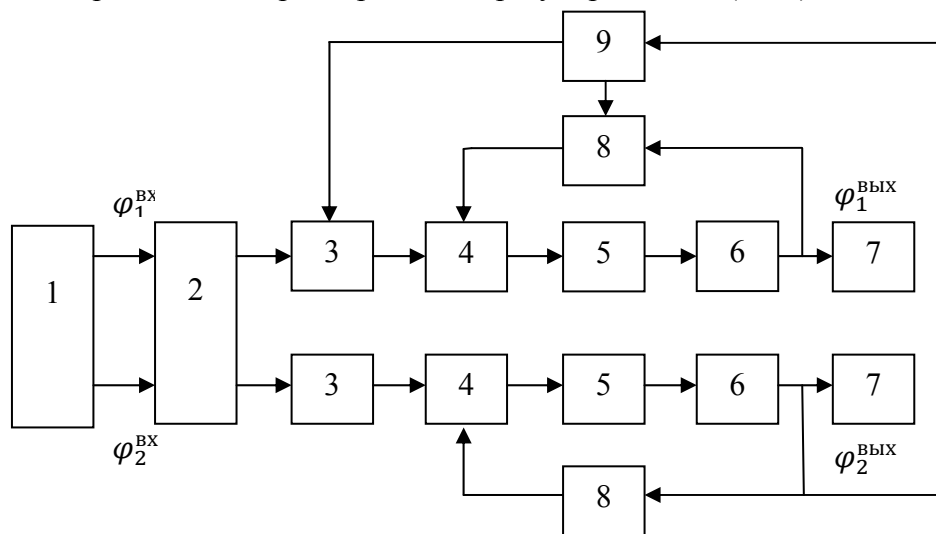


Рисунок 1 - Следящая система с параметрическим регулятором:

1 - задающее устройство; 2 - вычислительное устройство; 3 - усилитель мощности (УМ); 4 – усилитель обратной связи (УОС); 5, 6 - двигатель с редуктором, 7 – звено механизма, 8 - датчик обратной связи (ДОС); 9 - параметрический регулятор (ПР).

При этом рассматривается модель системы привода двухзвенного манипулятора, показанного на рисунке 2, динамические свойства которой характеризуются следующей системой дифференциальных уравнений 2-го порядка:

$$T_i \ddot{\varphi}_i(t) + 2T_i \gamma_i \dot{\varphi}_i(t) + \varphi_i(t) = k_i \varphi_i^{ex}(t), i = 1, 2, \quad (1)$$

где $\varphi_i(t)$, $\dot{\varphi}_i(t)$, $\ddot{\varphi}_i(t)$ - обобщенные координаты, скорости и ускорения ведущих звеньев манипулятора ($i = \overline{1,2}$); $T_i = T_i(I_{npi}, k_{oci}) = (k_{pdi} r_i I_{npi} / c_{mi} k_{ym_i} k_{oci})^{1/2}$ - постоянная времени системы привода; $\gamma_i = \gamma_i(I_{npi}, k_{oci}) = c_{ei} / 2 \times (c_{mi} k_{ym_i} k_{oci} / r_i I_{npi} k_{ym_i} k_{oci})^{1/2}$ - коэффициенты затухания ($0 \leq \gamma < 1$); $k_i = k_{ym_i} / k_{oci}$ - коэффициенты усиления системы привода; I_{npi} - приведенные моменты инерции роторов электродвигателей и подвижных элементов манипулятора; c_{mi} - коэффициенты крутящих моментов; c_{ei} - коэффициенты противо ЭДС; k_{oci} - коэффициенты усиления обратной связи; k_{ym_i} - коэффициенты усиления УМ; g_i - активные сопротивления цепи якоря; k_{pdi} - передаточные отношения редукторов.

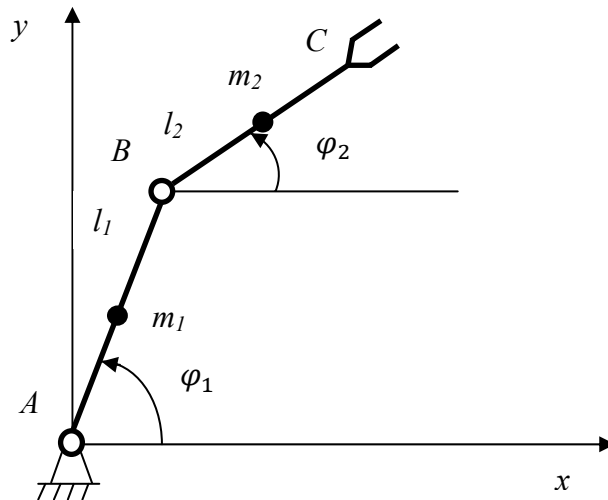


Рисунок 2 - Двухзвенный манипулятор: m_1, m_2 – массы звеньев, φ_1, φ_2 – угловые координаты, l_1, l_2 – длины звеньев.

Процесс позиционирования манипулятора из одной точки рабочей плоскости в другую моделируется за счет численного интегрирования системы дифференциальных уравнений (1) с учетом закона изменения обобщенных координат системы. Для этого в зоне, обслуживаемой этим манипулятором, задавалась подлежащая обработке траектория перемещения схвата $y_c = y_c(x_c)$ или в функции времени

$$\begin{aligned} x_c(t) &= l_1 \cos \varphi_1(t) + l_2 \cos \varphi_2(t), \\ y_c(t) &= l_1 \sin \varphi_1(t) + l_2 \sin \varphi_2(t), \quad t \in [t_0, t_k]. \end{aligned} \quad (2)$$

Путем решения ОЗК для механизма, определялись законы изменения обобщенных координат $\varphi_1(t)$ и $\varphi_2(t)$ при прохождении схватом рассматриваемого манипулятора траектории (2).

При исследовании рассматривалась следящая система с КПР в сравнении с традиционной системой с КР (координатное регулирование - без регулятора ПР на рисунке 1). Оптимальное значение коэффициента усиления УОС определяется следующим выражением

$$k_{oc_i} = k_{oc_i}(I_{\text{пр}i}) = \left[(4\bar{\alpha}_{1i} r_i^2 I_{\text{пр}i} + \bar{\alpha}_{2i} c_{\text{Mi}}^2 c_{\text{ei}}^2 k_{\text{рд}i}^{\frac{1}{2}}) / 2\bar{\alpha}_{2i} c_{\text{ei}} (c_{\text{Mi}}^3 r_i I_{\text{пр}i} k_{\text{ум}i})^{1/2} \right]^2, \quad i = 1, 2, \quad (3)$$

где $\bar{\alpha}_{1i}, \bar{\alpha}_{2i}$ – постоянные коэффициенты, и изменяются в процессе перемещения манипулятора в зависимости от принимаемой им конфигурации [2].

Приведенные моменты инерции роторов электродвигателей и подвижных элементов манипулятора

$$I_{\text{пр}i} = I_{\text{дв}i} + I_{\text{п}i} / k_{\text{рд}i}^2 \eta,$$

где $I_{\text{дв}i}$ – моменты инерции роторов исполнительных электродвигателей, $I_{\text{п}i}$ – приведенные моменты инерции звеньев манипулятора относительно оси вращения, $i = 1, 2$; η – к.п.д. двигателя.

Моменты инерции звеньев, приведенные к шарнирам A и B имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} I_{n1} &= m_1 l_1^2 / 4 + m_2 (l_1^2 + l_2^2 / 4 - l_1 l_2 \cos \varphi_2(t)), \\ I_{n2} &= m_2 l_2^2 / 4, \end{aligned}$$

где m_1 и m_2 – массы 1-го и 2-го звеньев, соответственно, l_1 и l_2 – длины звеньев.

Вследствие постоянства приведенного момента инерции в шарнире B оптимальное значение коэффициента k_{oc2} для соответствующей следящей системы будет постоянным. В то же время коэффициент k_{oc1} для системы привода шарнира A будет являться переменной величиной – функцией конфигурации руки и, конкретно, обобщенной координаты $\varphi_2(t)$.

В качестве исходных данных были использованы данные робота ТУР-10. По результатам численного интегрирования системы дифференциальных уравнений (1) с учетом выражения (3) были получены процессы изменения угловых координат φ_1 и φ_2 для случаев КПП и КР. По результатам счета построены графики кривых (рисунок 3), на которых видно, что кривая, характеризующая процесс изменения угла φ_1 при КПП, имеет значительно малую величину перерегулирования по сравнению с соответствующей кривой для системы КР, т.е. $\sigma_{кр}=19,5\%$, $\sigma_{кпп}=5,5\%$. Также были определены время переходного процесса, которые позволяют установить, что в данном случае процесс КПП заканчивается быстрее чем КР. Это видно из следующих результатов: $t_{кр}=1,3[s]$, $t_{кпп}=1,0[s]$. Время перерегулирования при этом уменьшается на 30%.

В ходе моделирования было установлено, что среднее значение перерегулирования и времени переходных процессов в следящих приводах углового перемещения манипулятора по всем 16 исследованным операциям позиционирования следующие: в системе КПП – $\sigma_{ср} = 9,45\%$, $t_{нсп} = 1,63с.$, в системе КР – $\sigma_{ср} = 28\%$, $t_{нсп} = 1,95с.$ Кривая характеризующая процесс изменения угла φ_2 остается неизменной для обоих случаев.

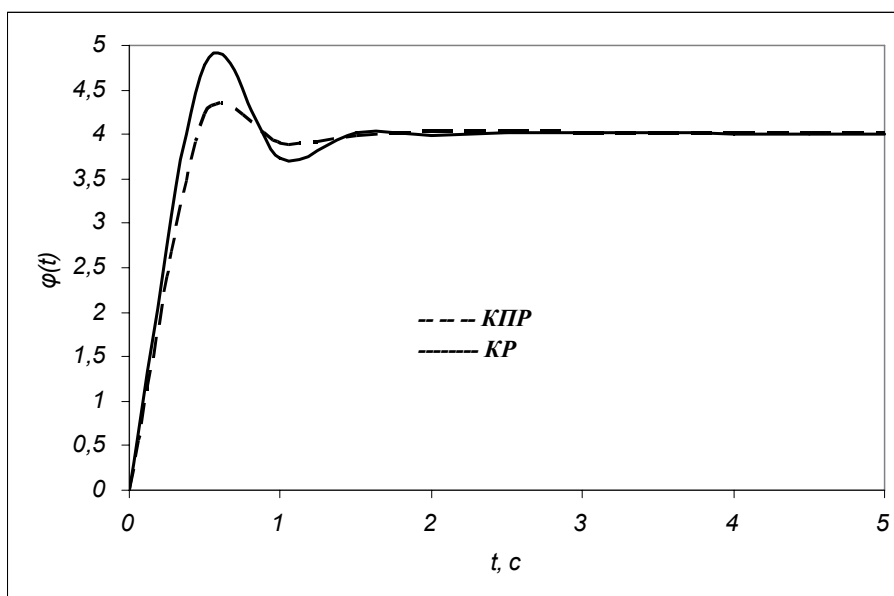


Рисунок 3 - Переходные процессы по изменению φ_1 для случаев КПП и КР

Таким образом, применения параметрического регулятора для поддержания оптимальных значений коэффициента усиления системы в зависимости от конфигурации манипулятора обеспечивает улучшение протекания динамических процессов в следящем приводе с переменной инерционной нагрузкой, и следовательно, качественных показателей процесса манипулирования. Подобный подход к построению системы следящего привода манипуляционных роботов может быть применена к большинству типов серийно выпускаемых промышленных роботов.

1. Слущкий Л.И., Сафонцев Е.А., Витюкова Г.А. Методика динамического синтеза дистанционного манипулятора на основе экспериментального исследования процесса управления. // Анализ и синтез механизмов. Сборник научных трудов. Алма-Ата, КазГУ, 1983, с. 31-37.

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПО ВРЕМЕНИ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ФИЛЬТРАЦИИ

(г.Алматы, КазНПУ им. Абая, *-магистрант)

Жұмыс екі өлшемді құбыр аймағындағы сұйықтар қозғалысының математикалық моделін зерттеуге арналған. Уақыт шексіз өскендегі шешімнің асимптотикалық жағдайы зерттелген. Құрастырылған математикалық модель стационарлық емес процестерді сипаттайды. Алдымен модельдің шешімділігі қарастырылды. Уақыт өсуіне байласты шешімдердің мінездемесі толықтай қарастырылды. Барьерлік функциялар арқылы стационарлық емес шешімінің автомодельді шешімге ұмтылатыны көрсетілді.

The work is devoted to defining ranges of distribution of a chisel solution in a chink to a zone of a layer with the help of mathematical model. The mathematical model is made on the basis of the laws of preservation of weight. It is investigated behaviour of the decision at unlimited increase of time. The constructed mathematical model describes non-stationary processes. At first resolvability of model is considered. Then with increase I eat time the behaviour of the decision is investigated. By means of barrier functions convergence of the decision of a non-stationary problem to the automodelling decision is shown.

Работа посвящена исследованию одной задачи теории фильтрации и асимптотическому поведению решения при неограниченном возрастании времени. Доказательство проведено на примере однофазной задачи Стефана в полярной системе координат. С помощью автомодельных решений установлено, что при неограниченном возрастании времени решение нестационарной задачи стремится к решению соответствующей стационарной задачи.

Считая, что рассматриваемая среда гидрофильна в окрестности нагнетательной скважины предполагается выполнение математической модели Раппопорта-Лиса в случае $\vec{u}_1 = -\vec{u}_2$, т.е. вода (вытесняющий агент) впитывается в образец, вытесняя нефть в направлении, противоположном движению воды, где $\vec{u}_i$, $i=1,2$ скорости воды и нефти. Тогда соответствующее уравнение относительно водонасыщенности принимает вид:

$$m \cdot \frac{\partial S}{\partial t} = \operatorname{div}(\Phi(S) \cdot \nabla S) + f(x, y, t), \quad (1)$$

где m - пористость, $\Phi(S) = -\frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + \mu \cdot f_2} \cdot J'(S) \geq 0$ - функция, зависящая от поведения

функций f_i , $i=1,2$, и $J(S)$. Последнее неравенство выполняется для гидрофильной среды. Описание процесса противоточной капиллярной пропитки приведено в работе [1], а также исследована соответствующая математическая задача в одномерном случае. В настоящей работе в двумерном случае, на основе результатов работ [2-3], исследована однофазная задача типа Стефана. А также исходя из результатов работы [3,4] поведение решения при $t \rightarrow \infty$.

1. Постановка задачи. Не умаляя общности, всюду ниже считается, что $m=1$. Пусть (r, φ) - полярные координаты на плоскости. Ищется двумерная область $G(t)$, ограниченная известной линией $r=R_0$ - радиус скважины и $r=R(\varphi, t)$, $R_0 < R(\varphi, t)$

искомой линией и неотрицательная функция $\theta(r, \varphi, t)$. При этом уравнение (1)

преобразованием $\theta = \int_{S_*}^S \Phi(\zeta) d\zeta$ в полярной системе координат приводится следующему виду:

$$a(\theta) \cdot \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \theta}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\frac{1}{r^2} \frac{\partial \theta}{\partial \varphi} \right) + f(r, \varphi, t) \text{ при } (r, \varphi) \in G(t), \quad (2)$$

на неизвестной границе выполняются условия:

$$\theta = 0, \quad \frac{\partial \theta}{\partial t} = \left(\frac{\partial \theta}{\partial r} \right)^2 + \frac{1}{r^2} \left(\frac{\partial \theta}{\partial \varphi} \right)^2 \text{ при } r = R(\varphi, t), \quad (3)$$

а на известной границе (на забое скважины):

$$\theta = \theta_0 \text{ при } r = R_0 \quad (4)$$

Коэффициент $a(\theta) \geq a_0 \equiv \text{const} > 0$ и $f(r, \varphi, t)$ являются известными и достаточно гладкими функциями. Кроме того, в начальный момент времени искомые функции удовлетворяют условию (3). Задача (2)-(4) решается преобразованием исходной области в прямоугольную область.

Теорема 1. Пусть $a(\theta) \in C^2[0, \infty)$, $U_1(\varphi) \in C^{2+\alpha}[0, 2\pi]$ и $U_0^2 \cdot a_0 > 2$, где $U_0 = \text{const} > 0$. Тогда при достаточном малом σ , $\theta = \theta_1(\varphi, \frac{r}{\sqrt{t}})$, $R = t^{-1/2} \cdot U_2(\varphi)$ с периодическим по φ с периодом 2π дважды непрерывно дифференцируемыми соответственно в областях $\Pi = \{\varphi: 0 < \varphi < 2\pi\}$ и $Q = \{(\varphi, \xi): 0 < \varphi < 2\pi, U_0 + \sigma \cdot U_1(\varphi) < \xi < U_2(\varphi)\}$ функциями $U_2(\varphi)$ и $\theta(\varphi, \xi)$, где постоянная σ зависит только от a_0, U_0, θ_0 и нормы функции $U_1(\varphi)$ в пространстве $C^{2+\alpha}[\Pi]$.

Исходя из результатов работы [2] для доказательства теоремы вводится переменные Мизеса:

$$\tau = t, \quad x = \varphi, \quad y = \theta(\varphi, r, t).$$

Тогда области $G(t)$ соответствует область $\Omega = \{(x, y): 0 < x < 2\pi, 0 < y < \theta_0\}$, а новая искомая функция $u(x, y, \tau) = r$ удовлетворяет в Ω уравнению:

$$a(y) \cdot \frac{\partial u}{\partial \tau} - \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{u_x}{u^2} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{1}{u^2} \cdot \left(1 + \frac{u_x^2}{u^2} \right) \right] + \frac{1}{u} = 0 \quad (5)$$

и краевым условиям

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} + \frac{1}{u_y} \cdot \left(1 + \frac{u_x^2}{u^2} \right) = 0 \text{ при } y = 0 \quad (6)$$

$$u = \tau^{1/2} \cdot [U_0 + \sigma \cdot U_1(\varphi)] \text{ при } y = \theta_0 \quad (7)$$

Методом разделения переменных по времени и пространственным переменным получаем следующую задачу:

$$\Lambda_1 U \equiv \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{1}{U_y} \left(1 + \frac{U_x^2}{U^2} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{U_x}{U^2} \right] + \frac{1}{U} + \frac{a \cdot U}{2} = 0 \text{ при } (x, y) \in \Omega \quad (8)$$

$$\Lambda_2 U \equiv \frac{U}{2} + \frac{1}{U_y} \left(1 + \frac{U_x^2}{U^2} \right) = 0 \text{ при } y = 0 \quad (9)$$

$$\Lambda_3 U \equiv U_0 + \sigma \cdot U_1(x) = U \text{ при } y = \theta_0. \quad (10)$$

Решение задачи (8) – (10) получается с помощью теоремы о неявной функции при малых возмущениях одномерной задачи Стефана в автомодельных переменных.

2. Асимптотическое поведение решения при неограниченном возрастании времени. Рассмотрим задачу Коши для уравнения (1) в области $Q = \{t \geq 0, -\infty < x < \infty, -\infty < y < \infty\}$

$$s(t, x, y)|_{t=0} = s_0(x, y) \quad (11)$$

и краевую задачу в области $P = \{t \geq 0, R = ax + by \geq 0\}$

$$s(t, x, y)|_{t=0} = s_0(x, y), \quad s(t, x, y)|_{R=0} = s_1(t, x, y) \quad (12)$$

где $\lim_{R \rightarrow \pm\infty} s_0(x, y) = s_{\pm} = \text{const} > 0$, $\lim_{t \rightarrow \infty} s_1(t, x, y) = s_1 = \text{const} > 0$. Как и в одномерном случае [1], нетрудно показать, что для конечной области изменения пространственных переменных решение нестационарной краевой задачи стабилизируется при неограниченном возрастании времени и сходится в силу единственности решения к решению соответствующей стационарной задачи.

Из результатов работы [3] ниже доказывается оценка скорости сходимости решений задач (1), (11) и (1), (12) к автомодельным решениям $\tilde{s} = \tilde{s}\left(\frac{ax + by}{\sqrt{t+1}}\right)$, зависящим

только от переменной $\zeta = \frac{ax + by}{\sqrt{t+1}}$ и удовлетворяющим обыкновенному дифференциальному уравнению:

$$\frac{d^2 \tilde{s}}{d\zeta^2} + \frac{\zeta \cdot \psi'_s}{2(a^2 + b^2)} \cdot \frac{d\tilde{s}}{d\zeta} = 0 \quad (13)$$

Теорема 2. Пусть $s_0(x, y)$ ограничена и существуют такие постоянные a, b , что $s_0(x, \frac{R - ax}{b}) \rightarrow s_{\pm}$ при $R = ax + by \rightarrow \pm\infty$ равномерно относительно $x \in (-\infty, +\infty)$.

Тогда для решения задачи Коши (1), (11) имеем

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left| s(t, x, y) - \tilde{s}\left(\frac{R}{\sqrt{t+1}}\right) \right| = 0$$

равномерно по $(x, y) \in E = \{-\infty < x < +\infty, -\infty < y < +\infty\}$.

Если для некоторого $N > 0$ выполняются неравенства

$$\tilde{s}(R - N) \leq s_0(x, y) \leq \tilde{s}(R + N),$$

то имеет место оценка

$$\left| s(t, x, y) - \tilde{s}\left(\frac{R}{\sqrt{t+1}}\right) \right| \leq \frac{K}{\sqrt{t+1}}$$

где $K > 0$ некоторая постоянная.

Полностью аналогично для решения задачи (1), (12) доказывается следующая

Теорема 3. Пусть решение краевой задачи (1), (12) с ограниченными на $\Gamma = \{t = 0, R = ax + by = 0\}$ значениями $s_0(x, y)$ и $s_1(t, x, y)$, причем существуют постоянные a, b , что равномерно по $(x, y) \in \Gamma$

$$\lim_{R \rightarrow \infty} s_0(x, y) = s_+, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} s_1(t, x, y) = s_1,$$

Тогда равномерно по $R \geq 0$ для краевой задачи (1), (12) имеем

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left| s(t, x, y) - \tilde{s}\left(\frac{R}{\sqrt{t+1}}\right) \right| = 0,$$

где $\tilde{s}\left(\frac{R}{\sqrt{t+1}}\right)$ - автомодельное решение уравнения (1), удовлетворяющее условию:

$$\tilde{s}(0) = s_1, \quad \tilde{s}(\infty) = s_+$$

Если для некоторого $N > 0$ выполняются неравенства

$$\tilde{s}\left(\frac{R-N}{\sqrt{t+1}}\right) \Big|_{\Gamma} \leq s(t, x, y) \Big|_{\Gamma} \leq \tilde{s}\left(\frac{R+N}{\sqrt{t+1}}\right) \Big|_{\Gamma},$$

то справедлива оценка

$$\left| s(t, x, y) - \tilde{s}\left(\frac{R}{\sqrt{t+1}}\right) \right| \leq \frac{K}{\sqrt{t+1}}$$

где $K > 0$ некоторая постоянная, а при выполнении условий:

$$|s_0(x, y) - \tilde{s}(R)| \leq K_1 \cdot e^{-\alpha \cdot R^2}, \quad |s_1(t, x, y) - s_1| \leq \frac{K_2}{(t+1)^{\gamma_1}}$$

имеет место оценка

$$\left| s(t, x, y) - \tilde{s}\left(\frac{R}{\sqrt{t+1}}\right) \right| \leq \frac{K}{(t+1)^{\gamma}},$$

где $\gamma \leq \min\left\{\frac{m}{2M}, \gamma_1\right\}$, $m = \min \psi'(s)$, $M = \max \psi'(s)$.

Доказательство теорем 2, 3 основано в построении нижних и верхних барьерных функций, и в применении принципа Хопфа – Зарембо – Жиро.

Замечание. Если на искомом решении уравнение (1) вырождается, то соответствующие автомодельные решения можно представить в виде предела монотонной ограниченной последовательности автомодельных решений, соответствующих невырожденному случаю. Тем самым полученные утверждения сохраняют свою силу и в случае вырождающегося уравнения вида (1).

1. Ентов В.М., Зазовский А.Ф. Гидродинамика процессов повышения нефтеотдачи. -М.: Недра, 1989. -232с.
2. Мейрманов А.М. Задача Стефана. -Новосибирск: Наука, 1986. -237с.
3. Артемова Г.Н., Хуснутдинова Н.В. Об асимптотике решений двумерного уравнения типа нестационарной фильтрации //Динамика сплошной среды. 1969. Вып. 2. С. 91 – 99.
4. Антонцев С.Н., Монахов В.Н. О некоторых задачах фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости//Динамика сплошной среды. 1969. Вып. 2. С. 156 – 167.

ТҮЗЕТІЛГЕН БЕТТЕРМЕН ШЕКТЕЛГЕН ТІРЕККЕ ОРНАТЫЛҒАН АУЫР ТАБАНДЫ ҚҰРЫЛҒЫНЫҢ ТЕРБЕЛІСІ

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

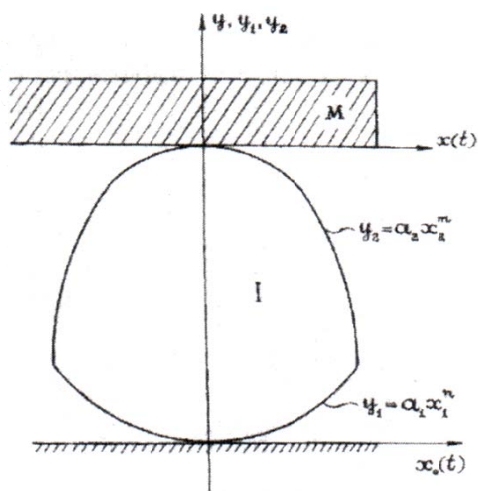
В статье рассматривается задача об оценке вибраций упругой конструкции на специальных кинематических устройствах, основными элементами которых является опора качения, ограниченных поверхностями высокого порядка. Рассмотрены плоские колебания стержневой конструкций, опирающейся на подвижное основание с опорами качения. Исследовано состояние системы при прохождении через резонанс и установившихся резонансных колебаний. Численным методом Рунге-Кутта получены решения уравнения. Построен график зависимости амплитуды упругой конструкций от ее частоты для различных значений времени релаксации грунта.

In article the problem about an estimation of vibrations of an elastic design on the special kinematic devices which basic elements is the support swing, limited to surfaces of a high order is considered. Flat fluctuations rod the designs, leaning against the mobile basis with support swing are considered. The system condition is investigated at passage through a resonance and the established resonant fluctuations. The numerical method of Runge-Kutta receives equation decisions. The schedule of dependence of amplitude elastic designs from its frequency for various values of time of a relaxation of a ground is constructed.

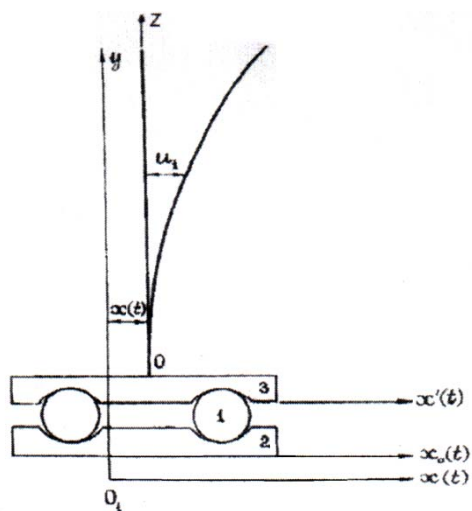
Сейсмология практикасында ғимараттарды дірілден қорғау кинематикалық теңселмелі тірек арқылы жүзеге асырылады. Жоғарғы дәрежелі беттермен шектелген теңселмелі тіректің кинематикалық және динамикалық қасиеттері [1,2] жұмыстарда жеткілікті түрде толық зерттелген.

Бұл мақалада негізгі элементі жоғарғы дәрежелі беттермен шектелген теңселмелі тірек болып келген арнайы кинематикалық қондырғыға орнатылған серпімді құрылғының дірілін бағалау есебі қарастырылған.

Кинематикалық фундаменттің моделі 1-суретте көрсетілген. Теңселмелі тірек төменгі және жоғарғы жағынан $y_1 = a_1 x_1^n$; $y_2 = a_2 x_2^m$ теңдеулері арқылы сипатталатын беттермен шектелген.



1-сурет. Кинематикалық фундамент моделі.



2-сурет. Теңселмелі тіректің қозғалмалы табанына орнатылған сырықты құрылғы.

Кинематикалық фундаменттің төменгі және жоғарғы табанының горизонталь ығысуы сәйкесінше $x_0(t)$ және $x(t)$. Теңселмелі тіректің қозғалмалы табанына орнатылған сырықты құрылғының жазық тербелісін қарастырайық (2-сурет).

Дөңгелеу үйкелісін ескеретін болсақ, релаксацияланатын беттегі кинематикалық фундаменттің жоғарғы табанының (3-дене) қозғалыс теңдеуі келесі түрде беріледі [3]

$$\ddot{x} + \varepsilon \dot{\Phi}(x - x_0) + \Phi(x - x_0) - \omega_0^2 x = -\omega_0^2 x_0(t) \quad (1)$$

$$\text{мұндағы} \quad \Phi(x - x_0) = \omega_0^2 N_n (x - x_0)^{\frac{1}{n-1}} \quad (2)$$

$$N_n = \frac{1}{(nH)^{\frac{1}{n-1}}} \left[\frac{1}{a_1^{\frac{1}{n-1}}} + \frac{1}{a_2^{\frac{1}{n-1}}} \right], \quad \omega_0^2 = \frac{g}{H}.$$

ε – өшу коэффициенті (жер қабатының релаксациялану периоды), g – еркін түсу үдеуі, H – тірек биіктігі.

Қозғалмайтын xO_y санақ жүйесіне қарағандағы дірілден қорғалатын дене нүктесінің горизонталь ығысуын $u(z, t)$, ал жоғарғы табанға бекітілген xOz қозғалмалы санақ жүйесіне қарағандағы горизонталь ығысуын $u_1(z, t)$ арқылы өрнектейік. Тербелістен қорғалатын дененің әрбір нүктесінің қозғалмайтын санақ жүйесіне қарағандағы горизонталь ығысуы келесі өрнекпен анықталады

$$u(z, t) = x(t) + u_1(z, t) \quad (3)$$

Жоғарғы дәрежелі беттермен шектелген теңселмелі тірекке орнатылған серпімді емес ішкі кедергісі бар тербелістен қорғалатын дененің мәжбүр тербелісінің теңдеуі мына түрде болады

$$EJ \frac{\partial^4 u_1(z, t)}{\partial z^4} + \mu EJ \frac{\partial^5 u_1(z, t)}{\partial t \partial z^4} + m \frac{\partial^2 u_1(z, t)}{\partial t^2} = -m \ddot{x}(t) \quad (4)$$

мұндағы EJ – майысу кезіндегі қатаңдық, μ – материалдың ішкі кедергісін сипаттайтын коэффициент, m – тербелістен қорғалатын дененің бірлік ұзындығына сәйкес келетін масса. Кинематикалық фундаменттің жоғарғы табанының стационар емес тербелмесі кезіндегі серпімді құрылғының тербелісін қарастырайық ($x_0 = 0$).

(1) жүйесінің тербелмелі қозғалысы ε параметрінің аз мәнінде квазиконсервативті болады [2]. Мұндай жүйені асимптотикалық түрде интегралдау алгоритмі [4] жұмысында көрсетілген. Осыған сәйкес (1) теңдеудің шешімін және сызықты емес мүшелерін тригонометриялық қатар түрінде бейнелейміз

$$x = \sum_{k=1}^v A_{2k-1} \sin(2k-1)\varphi, \quad \frac{dx}{dt} = \sum_{k=1}^v (2k-1)\omega A_{2k-1} \cos(2k-1)\varphi \quad (5)$$

$$\tilde{\Phi}(x) = \sum_{k=1}^v L_{2k-1} \sin(2k-1)\varphi, \quad k = 1, 2, \dots, v \quad (6)$$

мұндағы

$$\omega^2 = \left(\frac{N_2 k_1}{A_1^{\frac{n-2}{n-1}}} - 1 \right), \quad A_3 = \frac{N_2 k_1}{9\omega^2 + 1} A_1^{\frac{1}{n-1}}, \quad A_5 = \frac{N_2 k_5}{25\omega^2 + 1} A_1^{\frac{1}{n-1}}, \quad (7)$$

$$L_1 = N_2 k_1 A_1^{\frac{1}{n-1}}, \quad L_3 = N_2 k_3 A_1^{\frac{1}{n-1}}, \quad L_5 = N_2 k_5 A_1^{\frac{1}{n-1}}, \quad K_1 = \frac{1}{3} \left[\frac{1}{2^{\frac{1}{n-1}}} + \sqrt{3} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^{\frac{1}{n-1}} + 1 \right],$$

$$K_3 = \frac{1}{3} \left[2^{\frac{n-2}{n-1}} - 1 \right], \quad K_5 = \frac{1}{3} \left[\frac{1}{2^{\frac{1}{n-1}}} - \sqrt{3} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^{\frac{1}{n-1}} + 1 \right], \quad \varphi = \omega(A_1) \cdot (\tau + \tau_0)$$

$x(\tau)$ периодты функциясының синусоидалы емес өлшемі ретінде клирфактор χ алынады және келесі өрнекпен анықталады

$$\chi^2 = \sum_{k=2}^{\infty} \frac{A_{2k-1}^2}{A_1^2} < \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{(2k-1)^4} - 1 = 0.01467803.$$

Осыдан (5) периодты шешімі синусоидалы тербеліске жақын (клирфактор аз болуынан) екендігін байқаймыз. Сондықтан, (1) теңдеудің шешімін келесі түрде алуға болады

$$x = A_1 \sin \varphi, \quad \dot{x} = \omega A_1 \cos \varphi \quad (8)$$

[4] жұмысында тағайындалған алгоритмге сүйене отырып, әрі жаңа айнымалы ретінде A_1 амплитудасы мен φ фазасын қабылдап және (8) өрнегіндегі қайсібір айнымалыларды алмастыру нәтижесінде (1) қозғалыс теңдеуін бірінші ретті екі теңдеулер жүйесіне түрлендіреміз

$$\frac{dA_1}{d\tau} = \frac{2\varepsilon\omega}{\Delta} \frac{d\tilde{\Phi}}{d\varphi_{x_\varphi}} x_\varphi, \quad \frac{d\varphi}{d\tau} = \omega(A_1) - \frac{\varepsilon\omega}{\Delta} \frac{d\tilde{\Phi}}{d\varphi} x_{A_1}, \quad (9)$$

мұндағы $\Delta = \left[(x_{A_1} \cdot x_{\varphi\varphi} - x_{A_1\varphi} \cdot x_\varphi) \omega - \frac{d\omega}{dA_1} x_\varphi^2 \right].$

Δ функциясы тек қана A_1 амплитудасынан тәуелді. Бұл шарт [4] жұмысында тағайындалған және келесі қатынас орынды

$$E_{A_1} = -\omega\Delta \quad (10)$$

мұндағы E_{A_1} – пайда болған жүйенің толық энергиясынан амплитуда бойынша алынған туынды. (8), (10) теңдеулерін (9) теңдеулер жүйесіне қойып және оң жағын жылдам айнымалының периоды арқылы орталаңдыру нәтижесінде ықшамдалған теңдеулер жүйесін аламыз

$$\frac{dA_1}{d\tau} = -\varepsilon N_2 K_1 \frac{\left[N_2 K_1 - A_1^{\frac{n-2}{n-1}} \right] A_1^{\frac{1}{n-1}}}{N_2 - A_1^{\frac{n-2}{n-1}}} \quad (11)$$

$$\frac{d\varphi}{d\tau} = \omega(A_1). \quad (12)$$

Бастапқы $\tau = 0$, $A_1 = A_0$ шарттары үшін (11) теңдеулер жүйесінің интегралы мына түрде болады

$$A_1(t) = \left[K_1 A_0^{\frac{n-2}{n-1}} + N_2 K_1 (K_1 - 1) \ln \left(1 - \frac{A_0^{\frac{n-2}{n-1}}}{N_2 K_1} \right) - \frac{n-2}{n-1} \varepsilon N_2 K_1^2 t \right]^{\frac{n-1}{n-2}} \quad (13)$$

(13)-ті (12) өрнегіне қойып және $\tau = 0$, $\varphi = 0$ бастапқы шарттары жағдайында интегралдасақ,

$$\varphi(t) = \frac{n-1}{n-2} \frac{1}{\varepsilon N_2 K_1} \left[\sqrt{W(N_2 K_1 - W)} - \sqrt{\left(W - \frac{n-2}{n-1} \varepsilon N_2 K_1^2 t \right) \left(N_2 K_1 - W + \frac{n-2}{n-1} \varepsilon N_2 K_1^2 t \right)} + \right.$$

$$+ N_2 K_1 \left[\arcsin \sqrt{\frac{W}{N_2 K_1}} - \arcsin \sqrt{\frac{W - \frac{n-2}{n-1} \varepsilon N_2 K_1^2 t}{N_2 K_1}} \right], \quad (14)$$

$$\text{мұндағы } W = K_1 A_0^{\frac{n-2}{n-1}} + N_2 K_1 (K_1 - 1) \ln \left(1 - \frac{A_0^{\frac{n-2}{n-1}}}{N_2 K_1} \right).$$

$\ddot{x}(t) = A_1(t) \omega^2(t) \sin \omega(t)t$ болғандағы (4) теңдеудің шешімін қарастырайық. (4) теңдеуінің шешімін академик А.Н.Крыловтың әдісі бойынша ішкі кедергісі ескерілмеген арқалық үшін алынған $X_j(z)$ фундаментальды функциялары бойынша қатарға жіктеу арқылы

$$u_1(z, t) = \sum_j y_j(t) X_j(z), \quad (15)$$

мұндағы $X_j(z)$ функциялары шеттерінің бекітілу әдістеріне тәуелді болатын анықталған мәндерге ие болады. (15)-ті (4) теңдеуіне қойып, әрі

$$X_j''(z) = k_j^4 X_j(z),$$

$$\text{ескеріп, } \sum X_j(z) [\ddot{y}_j(t) + \mu \Omega_j^2 \dot{y}_j(t) + \Omega_j^2 y_j(t)] = \omega^2(t) A_1(t) \sin(\omega(t)t),$$

аламыз, мұндағы $\Omega_j = \frac{k_j^2}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}}$, ал Ω_j - i -ші тонға сәйкес меншікті жиілік. Бұл өрнектің екі жағын да $X_i(z) dz$ -ке көбейтіп, әрі 0-ден 1-ге дейінгі шекте интегралдау арқылы келесі теңдікті аламыз

$$\ddot{y}_j(t) + \mu \Omega_j^2 \dot{y}_j(t) + \Omega_j^2 y_j(t) = \omega^2(t) H A_1(t) \sin(\omega(t)), \quad (16)$$

$$\text{мұндағы } H = \int_0^1 X_j(z) dz \bigg/ \int_0^1 X_j^2(z) dz.$$

Интегралдың мәнін [4] әдебиетінен алуымызға болады.

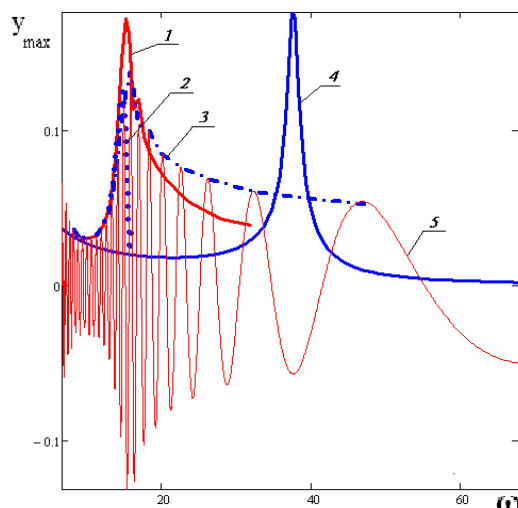
(16) теңдеуін Рунге-Кутта ,сандық әдісі бойынша келесі параметрлер арқылы шешеміз;

$$EJ = 0,1 \cdot 10^{21} \text{ Н} \cdot \text{см}^2, \quad l = 50 \cdot 10^2 \text{ см}, \quad H = 300 \text{ см}, \quad m = 7 \cdot 10^3 \text{ кг/см},$$

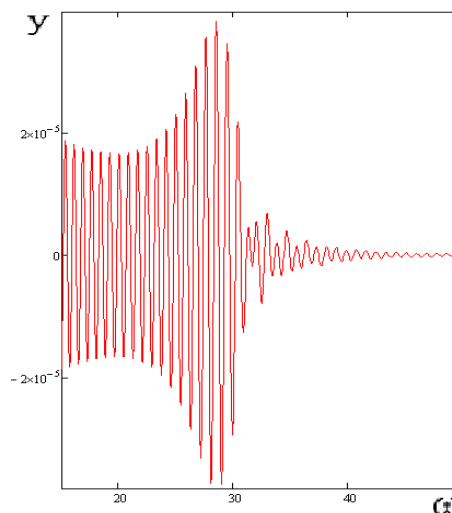
$$\mu = 0,009 \text{ с}, \quad \varepsilon = 0,02 \text{ с}, \quad n = 4, \quad a_1 = 6,25 \cdot 10^{-8} \text{ см}^{-3}, \quad a_2 = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ см}^{-3}.$$

Уақыттың әртүрлі мезетіндегі беттің ε релаксациясының (өшу коэффициенті) жүйе резонансы жағдайындағы қисықтары 3-суретте келтірілген. 1,2,3 сызықтарымен серпімді құрылғы амплитудасы мен жиілігі арасындағы $\varepsilon_1 = 0,003$; $\varepsilon_2 = 0,005$; $\varepsilon_3 = 0,009$, кезіндегі тәуелділік, сәйкесінше 4 сызығымен стационар процесс үшін резонансты қисық келтірілген. (1) теңдеуінің $\varepsilon_3 = 0,009$ кезіндегі шешімі 5 қисығы арқылы көрсетілген.

(1) теңдеуінің жүйенің $\varepsilon_3 = 0,005$ екінші тонына сәйкес шешімі 4-суретте көрсетілген.



3-сурет. Жүйе резонансы жағдайындағы серпімді құрылғы амплитудасы мен жиілігі арасындағы тәуелділік



4-сурет. Жүйенің $\varepsilon_3 = 0,005$ екінші тонына сәйкес шешімі

Жүйенің бірінші тонында резонанстан өту кезінде тербеліс амплитудасының максимал мәні орныққан резонансты тербеліс жағдайына қарағанда аз. Және де айырмашылығы көп болған сайын өшу коэффициенті көбейеді.

Тербеліс амплитудасының максимал мәніне ұйытқушы күш жиілігі мен жүйенің меншікті жиілігі сәйкес келген кезден әлдеқайда бұрынырақ кезде жетеді; резонанстан өту кезінде максимум мәні аз жиіліктер жағына ығысады.

1. Бисембаев К. Колебания тела на опорах со спрямленными поверхностями // Изв. Ан КазССР.сер. физ-мат. 1988. №3. с. 65-69.
2. Бісембаев К., П'ятецький В.О. Дослідження нелінійних коливань тіла на опорах качения зіспрямленими поверхнями // Вісник Київського Університету. Физ-мат. Науки. 1992. №5. с. 12-17.
3. Калыбаев А.А., Бисембаев К. Теории виброзащиты сооружений с опорами качения для различных моделей грунтов // Международная научно-техническая конференция «II Ержановские чтения» Актобе.2007 г. с. 159-164.
4. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. М.: Машиностроение 1985.с. 472.

БЕЙНЕ ТАҢУ ЕСЕБІНДЕ ТОПТЫҚ ШЕШІМ АЛУДАҒЫ ТИІМДІЛЕУ ӘДІСТЕРІ

(Алматы қ., ҒжБМ Информатика және басқару проблемалары институты)

В работе рассмотрены методы группового синтеза в задачах распознавания образов и классификации. Исходной информацией для алгоритма групповых решений является результаты отдельных алгоритмов классификации. Предложен алгоритм, основанный на построения матрицы групповых решений. Построенная матрица групповых решений дает однозначное решение. Предложен метод структурной коррекции матрицы групповых решений.

In work methods of group synthesis in problems of recognition of images and classification are considered. The initial information for algorithm of group decisions is results of separate algorithms of classification. The algorithm, the matrix of group decisions based on constructions is offered. The constructed matrix of group decisions gives the unequivocal decision. The method of structural correction of a matrix of group decisions is offered.

Топтық синтез есебіннің негізгі мақсаты топтың негізгі базалық жиынтығын құрайтын таксономиялық алгоритмдерден туындайтын бөлінулер негізінде алғашқы объектілер жиынынан тиімді нәтижелік бөліну алу. Тиімділік ұғымы әрбір классификация есебі үшін нақтыланады. Топтық синтез есебін қалыптастырайық.

Айталық, $S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ классификациялауға ұсынылған объектілер болсын. Сипаттамалық белгілемелер деп аталатын сандық параметрлермен S жиынының әрбір объектісі $S_i \in S$ бейнеленеді. Сонымен, S және n – өлшемді кеңістіктің бағыныңқы жиыны. Классификациялау алгоритмдер тобының базалық алгоритмдер жиыны – $A = (A_1, A_2, \dots, A_l)$ жиыны болсын.

$A_u \in A$ әрбір алгоритмі S жиынына қолданғанда бөлінуді құрайды:

$$A_u(S) = R_u, R_u = K_1, K_2, \dots, K_l,$$

$$K_i \cap K_j = 0, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2, \dots, l, \quad u = 1, 2, \dots, t. \quad (1)$$

A -ның әрбір алгоритмінің шешімдерін біріктіретін R^* – нәтижелік бөлінуді құру есебі қойылады [1-3]. Осындай нәтижелік бөліну ретінде $R_1, R_2, \dots, R_t$ бөлінулерінің R^* қиылысуын алуға болады

$$R^* = \bigcap_{u=1, \dots, t} R_u \quad (2)$$

Бірақ бөлінудің нақты қиылысуын тұрғызу көптеген мүмкін нұсқаларды қарастыруды қажет ететін күрделі есеп.

Сондықтан, мұнда топ алгоритмдерінің базалық жиынтығының бөліну жиынындағы мазмұнды тиімді нәтижелік бөлінулерді тұрғызу туралы сұрақ өзекті болады. Таксономиялық бөлінулерді бейнелеуді қалыптастыру үшін екі негізгі тәсіл бар. Бірінші тәсіл – сол жиындағы объектілердің қандай да бір класқа тәуелділігін көрсететін ақпараттық матрица түріндегі бөлінуді баяндаудан тұрады, ал екінші тәсіл (S_i, S_j) объектілерінің әрі жұбының бірдей немесе әр түрлі кластарға кіруін бейнелейтін сыбайластық матрица түрінде болады. R бөлінуінің $\|a_{ij}\|_{m \times l}$ ақпараттық матрицасы тану алгоритмдерінің ақпараттық матрицасының аналогы болып табылады.

Олардың тек бір айырмашылығы $\|a_{ij}\|_{m \times l}$ – матрицасының әр векторы S жиынының қиылыспайтын кластарға бөлінуін анықтап беретін бірлік бір құрауышыдан тұрады. A_u тану есептерінде ақпараттық матрица қиылыспайтын кластардың бар бөлу мүмкіндігін береді.

$\|C_{ij}\|_{m \times m}$ – сыбайластық матрицасының әр элементі (S_i, S_j) , $S_i, S_j \in S$ объектілері әр жұбы бір немесе әр түрлі класқа жататынын көрсететін матрица:

$$C_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{егер } S_i \in K_u, S_j \in K_u, \\ 0, & \text{егер } S_i \in K_u, S_j \notin K_u. \end{cases} \quad (3)$$

Енді айтылған тәсілдердің әрқайсысын бөлінулерді қалыптастыруда топтық синтез есебіне қолданылуын қарастырайық.

S жиынына $A_i \in A$ әр алгоритмін қолдану ақпараттық матрицалар жиынтығын береді.

$$A(S) = \|a^1_{ij}\|_{m \times l}, \|a^2_{ij}\|_{m \times l}, \dots, \|a^t_{ij}\|_{m \times l}. \quad (4)$$

A топты алгоритмдерінің жұмысының нәтижелерін біріктіруді алдын ала

$$\|b_{ij}\|_{m \times l} = \sum_{u=1}^t \|a^u_{ij}\|_{m \times l} \quad (5)$$

түрде өрнектелетін $\|a^*_{ij}\|_{m \times l}$ нәтижелік матрицасы түрінде көрсетуге болады. Әрі қарай, $\|b_{ij}\|_{m \times l}$ матрицасына шешуші ереже қолданылады, мысалы мына түрде :

$$a^*_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{егер } b_{ij} > \Omega \\ 0, & \text{егер } b_{ij} \leq \Omega \end{cases} \quad (6)$$

мұнда, Ω – әдейі алынған табалдырық мән.

Мұндай нәтижелік бөлінуді баяндау негізінде көптеген қиындықтардан өту керектігін ескерген жөн.

Көрсетілген көзқарастан ең қолайлысы екінші тәсіл - топты құрайтын алгоритмдердің жұмыс нәтижелерінің ережелері бойынша қалыптасатын $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ нәтижелі матрица түріндегі алгоритмдер тобының қосылғандағы жұмыс нәтижесімен байланысты тәсіл.

Ол тәсілдің ерекшелігі келесіде.

Айталық, $\|C^k_{ij}\|_{m \times m}$, $k = 1, 2, \dots, t$ – $A = (A_1, A_2, \dots, A_t)$ базалық алгоритмдер тобының сыбайластық матрицалар жиынтығы болсын.

Онда $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ матрицасы келесі түрде қалыптастырылады:

$$D_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{егер } \sum_{k=1}^t c^k_{ij} \geq Q \\ 0, & \text{баска жағдайда, } 1 \leq Q \leq t, i \neq j \end{cases}. \quad (7)$$

Әрі қарай $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ матрицасын A тобының топтық шешімдер матрицасы деп, ал оны құрылым алгоритмін C1 корректоры деп атаймыз.

A -дан алгоритмдер нәтижесін топтық шешімдер матрицасы түрінде баяндау топтық синтез есебін толық шешпейді. Бірақ ондай баяндау негізгі есепті шешуге қандай да бір нәтиже алуға бір қадам жақындатады.

Топтық синтез есебінің шешімі келесі негізгі амалдар көмегімен жүзеге асады. Бірінші амал – “тура (түзу) классификация” деп аталып, тану есебінің шешімімен жалғастырылатын топтық шешімдер матрицаның объектілі құрылымында ішкі жиындарды құрудан тұрады.

Екінші амал ізделінген нәтижені беретін және эквиваленттілік қатынасын қанағаттандыратын түрге әкелу мақсатында топтық шешуші матрицаның объектілі құрылымын түзетуден тұрады.

“Құрылымдық түзету” деп аталатын екінші амалды толығымен қарастырайық.

Эквиваленттілік қатынасының негізгі түсініктерін келтірейік.

Егер $S \times S$ декартты көбейтіндісі R ішкі жиынында берілсе,

$S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ жиынында R қатынасы беріледі және тек қана сонда, егер $S_u, S_v \in R$ болғанда $S_v, S_v \in S$ объектісі $S_u, (S_u \approx S_u)$ объектісіне R қатынасында болады. Егер келесі шарттар орындалса, S жиынында эквиваленттілік қатынас анықталған деп атаймыз:

$S_v \approx S_u$ - дан $S_u \approx S_v$ шығады.

Егер кез келген $S_i, S_i \in S$ үшін $S_i \approx S_i$ шығады.

Егер $S_v \approx S_u$ -дан $S_u \approx S_i$ шығады.

Егер $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ матрицасының объектілі құрылымында эквиваленттілік қатынасы анықталса, онда оның S жиынының қиылыспайтын кластарға бөлінуін анықтайтындығы шығады.

Топтық шешімдер матрицаның объекті құрылымының түсінігін енгіземіз.

$\|D_{ij}\|_{m \times m}$ – топтық шешімдер матрицаның объектілі құрылымы деп, қабырғалары былай анықталған :

$$B_{ij} = \begin{cases} \text{бірінші т е к т і кабырға, егер } D_{ij} = 1 \\ \text{екінші т е к т і кабырға, егер } D_{ij} = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Егер $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ матрицасы транзитивті болса, онда ол S жиынының қиылыспайтын кластарға бөлінуін анықтайды.

Сонымен, құрылымдық түзету әдісін пайдалынатын транзитивтік қатынасты қанағаттандыратын түрге топтық шешімдер матрицаның объектілі құрылымын келтіруден тұратын топтық синтез есебін шешуін негізгі амалы анықтайды.

Жоғарыда көрсетілгендей, базалық алгоритмдер тобының қорытпа жұмысын көрсету үшін $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ матрицасы қолайлы. Оның әр элементі зертелетін жиынның объектілер жұбының бір немесе бірнеше кластарға жатуы туралы ақпарат береді.

Егер S_i, S_j объектілері бір класқа жатса, онда $D_{ij}=1$, қарсы жағдайда $D_{ij}=0$.

Осылай ойды өрбіте отырып, осы мақалада топтық шешулер матрицасының қалыптастыру есебін толық қарастыру берілген және де онымен байланысты тиімділеу есептерінің бірқатарын шешу көрсетілген.

$\{A_1, A_2, \dots, A_t\}$ тобының базалық жиынтығының әр алгоритмі S объектілер жиынына қатысты сыбайластық матрицалар жиынтығын құрайды:

$$A_i(S) = \|C_{uv}^i\|_{m \times m}, \quad i = 1, 2, \dots, t, \quad (9)$$

мұнда,

$$C_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ егер } S_i \in K_v, \\ 0, \text{ егер } S_i \in K_v, S_j \notin K_v \end{cases} \quad (10)$$

Қандай да бір $Q, Q > 0$ сандық табалдырық мән енгізіп, $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ топтық шешімдер матрицасын тұрғызу (құру) үшін пайдалынатын келесі ережені анықтаймыз:

$$F(D_{ij}) = \begin{cases} 1, \text{ егер } \sum_{v=1}^t C_{ij}^v \geq Q, \quad i \neq j \\ 0, \text{ баска жағдайда} \end{cases}$$

Топты құрайтын $A_1, A_2, \dots, A_t$ алгоритмдердің маңыздылық дәрежесін беретін сәйкес $W_1, W_2, \dots, W_t$ салмақтың коэффициенттерін енгізу арқылы біз (10) шешуші ережесін келесідей түрлендіреміз:

$$F(D_{ij}) = \begin{cases} 1, \text{ егер } \sum_{v=1}^t W_v C_{ij}^v \geq Q \\ 0, \text{ баска жағдайда} \end{cases} \quad (11)$$

Осыдан соң (11) ережесін түзетуші ереже, ал C_I – түзетушісі деп атаймыз.

C_I – түзетушісінің негізгі есебі – топтық шешімдер матрицасының тиімді объектілі құрылымын құру, яғни топ алгоритмдерінің ортақ жұмысының нәтижесін нақты бейнелейтін құрылымды құру.

C_I корректорында $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ матрицаны құруды анықтайтын негізгі көрсеткіштер

ретінде келесілерді қарастыруға болады: $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_t$ – шамаларды $A_1, A_2, \dots, A_t$ ішкі көрсеткіштері.

$W_1, W_2, \dots, W_t$ шамалары $A_1, A_2, \dots, A_t$ алгоритмдерінің салмақтық коэффициенттері. Q – C_I түзетушінің шешуші ережесінің табалдырық мәні.

Осы келтірілген өлшемдер жиынын жеке-жеке қарастырып, олардың топтық шешімдер матрицаның объектілік құрылымының қалыптасуына әсер ету деңгейін анықтаймыз.

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_t$ – көрсеткіштері. Бұл көрсеткіштер жиыны топты құрайтын әр алгоритмдердің жұмыс сапасын анықтайды.

$W_1, W_2, \dots, W_t$ – салмақтың коэффициенттер. $W_1, W_2, \dots, W_t$ – параметрлері топ алгоритмдерінің әр қайсысының маңыздылығын анықтайтын сыртқы көрсеткіштер болып табылады.

$W_1, W_2, \dots, W_t$ – көрсеткіштері негізінде топтық синтез есебін ұтымды шығара аламыз. Ол үшін $W_1 = 1$, қалғандарын $W_2 = W_3 = \dots = W_t = 0$ деп анықтаймыз.

Бұл жағдайда A -топты $A_1, A_1 = A$ алгоритміне туындайды, ал $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ топтық шешімдер матрицасы – A_I алгоритмінің $\|C_{uv}^I\|_{m \times m}$ – сыбайластық матрицасының түріне енеді.

Негізінде келтірілген мысал жасанды, бірақ ол топтық шешімдер матрицасын қалыптастыруда салмақтық коэффициенттердің әсерін көрсетеді.

$F(D_{ij})$ – шешуші ережесінің Q табалдырығы.

C_I түзетушінің шешуші ережесінің Q табалдырығы $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ – топтың шешімдер матрицасының объектілі құрылымын анықтайтын негізгі көрсеткіш.

Топты құрайтын алгоритмдердің әр қайсысында оптималды бөлінуі құру мақсатында $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_t$ – ішкі көрсеткіштер бойынша оптимизациялау.

C_1 корректорының тиімділік көтеру мақсатында топ алгоритмдерінің $W_1, W_2, \dots, W_t$ салмақтық коэффициенттерінің оптималды мәнін анықтау. C_1 корректорының Q шегінің ережесінің оптималды мәнін анықтау.

Бірінші есеп – стандартты жақсы зерттелген оптималды бөлімді құру есебі болып табылады.

Бөлім сапасын бағалау үшін қолданылған функционалдардың стандартты түрімен қатар, жұмыста анықтау алгоритмін пайдаланатын “тұрақты” бөлімді алуға қолданылатын процедура да бар.

Бұл жағдайда анықталатын бөлім ретінде әр базалық топ алгоритмдерімен алынатын бөлімдер қолданылады.

A_j – анықтау алгоритмі әр кластағы тұрақсыз объектілерге сүйене отырып, соңғы бөлінуді қалыптастырады.

Анықтама. $\Gamma(S_p, K_j) > \Gamma(S_p, K_t)$ $j \neq t$ болғанда K_j класының тұрақты объектісі деп $S_p \in K_j$ объектіні атайды, мұнда $\Gamma(S_p, K_j)$ – S_p объектісінің K_j класына жақындығының бағасы.

Ондай объектілер санының өзгеруін алгоритм сапасының функционалы бағалайды.

Екінші есеп, салмақтық коэффициенттер мәні сапа функционал мәнімен алынатын оптималды классификациялау есебі болып табылады, мұнда салмақтық коэффициенттер өлшем сапа функционалының нормаланған мәні ретінде алынады.

$A_i, i = 1, 2, \dots, t$ алгоритмдер жұмысы нәтижесінде S жиынының бөлімі мына түрде құрылсын: $A_1(S) = R_1, A_2(S) = R_2, \dots, A_t(S) = R_t$, сонымен қатар мына функционалдардың мәндері есептелген: $\varphi(R_1), \varphi(R_2), \dots, \varphi(R_t)$

Мына $\varphi(R_1), \varphi(R_2), \dots, \varphi(R_t)$ жиынтығындағы максимал шаманы анықтайық:

$$\varphi^* = \max[\varphi(R_1), \varphi(R_2), \dots, \varphi(R_t)] \quad (12)$$

Сонда параметрлердің нормаланған $W_1^*, \dots, W_t^*$ мәндері былай анықталады:

$$W_i^* = \varphi(R_i) / \varphi^*, \quad i = 1, 2, \dots, t. \quad (13)$$

Салмақ коэффициенттерінің есептелген шамалар топ құрамындағы әр алгоритмнің маңыздылығын сипаттайды және әрі қарай C_1 – түзеткішінің шешуші ережесінде қолданылады.

Қарастырылған мысалдардан көрінетіндей, Q параметрі $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ топтық шешімдер матрицасының объектік құрылымын құруға өз үлесін айтарлықтай қосады.

Q параметрінің жуық мәнін анықтауды қарастырайық. Алгоритмдер тобындағы әр алгоритмнің жұмыс ерешелігінің негізгі саналық сипаттамасы ретінде алғашқы ақпарат жиынында құрылатын кластер (кластар) саны болатынын атап айтуға болады.

Әрбір $A_i, i = 1, 2, \dots, t$ алгоритмі алғашқы S жиынына қолдану нәтижесінде S жиыны l_i қиылыспайтын кластарға бөлінген R_i бөлуін құрайды. Сонда әр $A_i, i = 1, 2, \dots, t$ алгоритмге l_i мәнін сәйкестендіруге болады.

A -ны алгоритмдерімен анықталған $l_1, \dots, l_t$ мәндері L – дискретті құрайтынын көруге болады.

Сонымен, барлық $l_1, \dots, l_t$ мүмкін мәндерімен және сәйкес $p(l_1), \dots, p(l_t)$ ықтималдықтар мәндерімен анықталған кездейсоқ шама анықталды.

Шешуші ереженің табалдырық деңгейін тура классификациялау алгоритімін қолдану $\|D_{ij}\|_{m \times m}$ матрицасының объектілік құрылымында тығыршық бағыныңқы (ядро) жиындардың саны L^* мәніне жуық болатындай етіп таңдап аламыз.

Топтық синтез есебін шешу үшін ұсынылған әдістер бейне тану тәсілдерін қолдануға негізделеді.

Қорыта келгенде, мақалада бейне тану және классификациялау есебінің нәтижесін жақсарту (дәлдеу) мақсатында топтық шешімді синтездеу әдістеріне негізделген жолдарды қарастырдық.

1. Журавлев Ю.И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания и классификации. // Проблемы кибернетики. – М.: Наука, вып. 33. 1978. –С. 93 - 103.
2. Журавлев Ю.И., Камилов М.М., Туляганов Ш.Е. Алгоритмы вычисления оценок и их применение. – Ташкент.: ФАН. 1974. -120 с.
3. Айдарханов М.Б., Амиргалиев Е.Н., Мухамедгалиев А.Ф. О синтезе результатов алгоритмов классификации. // Известия АН Каз ССР. серия физ. мат. - 1998. - № 1. -С. 11-17.
4. Амиргалиев Е.Н., Мухамедгалиев А.Ф. Оптимизационная модель алгоритмов классификации (таксономии). // Жур. вычисл. мат. и матем. физ. - 1985.- № 11. - С. 1733 - 1737.
5. Дюран Н., Одел П. Кластерный анализ. – М.: Статистика, 1977. - 128 с.
6. Загоруйко Н.Г. Методы распознавания образов и их применение. – М.: Советское радио. 1972. - 288 с.

УДК 521.17

Ж.Т. Рахметуллина

РАСЧЕТ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА ОРБИТЫ, АМПЛИТУДЫ, КОСМИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ПЛОСКОСТИ ГРАВИТИРУЮЩЕГО ДИСКА

(г. Усть-Каменогорск, ВКГТУ имени Д.Серикбаева)

Біздің ғаламның гравитациялық өрісін зерттеу үшін оның диаметріне қарағанда қалыңдығының аз шама болатындығын ескеріп, жазық дөңгелек диск түрінде модельдеу тиімді. Бұл мақалада жазық дисктің потенциалы қолданылады. Гравитациялық дисктің жазықтығындағы материалдық нүкте қозғалысының эксцентриситет, амплитуда, космостық жылдамдықтарын анықтайтын өрнектер алынды. Классикалық жағдаймен салыстырмалы талдау жасалынды. Бастапқы шарттар арқылы сандық есептеу нәтижелері көрсетілген.

Studying the gravitational field of our Galaxy and given the smallness of its thickness compared to its diameter, can simulate galaxy flat round disc. This article applies the potential of a flat disk, obtained earlier by the author. Determined expression that allow to find the eccentricity of the orbit, the amplitude of space velocities of a point in the plane of the gravitating disk. Obtain a comparative analysis with the classical case of a gravitating point. The results of numerical calculation for the initial conditions of the parameters.

При изучении движения небесных тел – как естественных, так и искусственных – необходимо в первую очередь принимать во внимание силы взаимного притяжения тел в пространстве. Свою основную задачу классическая небесная механика видела в изучении движения тел именно под воздействием их взаимного притяжения.

Для космонавтики очень важны многие виды траекторий, с которыми практически не приходится встречаться при изучении движения естественных небесных тел и которые поэтому почти не рассматривались в прошлом. Все планеты, кроме Меркурия, Венеры и Плутона, имеют по крайней мере по одному спутнику. Сатурн помимо десяти «лун» имеет кольцо, состоящее из миллионов мельчайших спутников неопределенной природы, движущейся вокруг планеты по компланарным почти круговым орбитам. Действительно, известно, например, что кольцо Сатурна имеет крайне незначительную толщину (ее оценивают 15 км , в то время как наружный диаметр кольца составляет 275000 км). Поэтому в небесной механике при изучении движений близких спутников Сатурна, когда необходимо учитывать и притягивающее влияние кольца, последнее можно рассматривать с достаточной степенью точности как плоское материальное круглое кольцо и его притяжение определять силовой функцией вида (1). Известно, что каждая из больших планет Солнечной системы по внешнему виду весьма похожа на эллипсоид вращения, полярная ось которого меньше экваториальной. Сжатие каждой из этих планет весьма мало и во всяком случае меньше указанного предела.

Перейдем к рассмотрению простейших случаев разложения силовой функции двумерного притягивающего тела или простого слоя. Сначала рассмотрим слой, распределенный на плоском кольце или диске с использованием разложения по полиномам Лежандра. Очевидно, что в этом случае притягивающее тело обладает геометрической осевой симметрией относительно прямой, проходящей через центр кольца, перпендикулярно к его плоскости.

Потенциалом простого слоя приходится пользоваться в различных областях знания, в частности, в астрономии и в гравиметрии. Например, если в гравиметрии рассматривается рудный пласт, толщина которого мала по сравнению с длиной и шириной, то часто бывает возможно пренебречь этой малой толщиной и рассчитывать притяжение пласта как притяжение куска материальной поверхности, потенциал которой определяется формулой (2).

Рассмотрим разложение силовой функции подобного простого слоя для случая, когда слой обладает также и механической симметрией относительно той же оси

$$U(r, d) = -\frac{fm}{r} \left[1 + \frac{1}{8} \cdot \frac{a_2^2 - a_1^2}{r^2} + \frac{3}{64} \cdot \frac{a_2^4 - a_1^4}{r^4} \right], \quad (1)$$

Точно так же, изучая гравитационное поле нашей Галактики и учитывая малость ее толщины по сравнению с ее диаметром, можно моделировать эту галактику плоским круглым диском и опять воспользоваться потенциалом простого слоя (2).

$$U(r, d) = -\frac{fm}{r} \left[1 + \frac{1}{8} \frac{d^2}{r^2} + \frac{3}{64} \frac{d^4}{r^4} \right], \quad (2)$$

Чтобы получить дифференциальное уравнение траектории материальной точки в плоскости гравитирующего диска исходными соотношениями будут интеграл площадей и теорема об изменении кинетической энергии. Получим уравнение движения материальной точки в плоскости гравитирующего диска:

$$\frac{d^2 u}{d\varphi^2} + u = \frac{fm}{C^2} \left[1 + \frac{3}{8} d^2 u^2 + \frac{15}{64} d^4 u^4 \right], \quad (3)$$

Применяя метод малого параметра Боголюбова – Крылова можно построить асимптотические приближения решения:

$$u = a \cos \psi + \varepsilon u_1(a, \psi) + \varepsilon^2 u_2(a, \psi) + \dots,$$

Таким образом, получается процесс для последовательного однозначного определения интересующих нас величин:

$$\begin{aligned} u_1(a, \varphi) &= \frac{3}{2^4} a^2 d + \frac{45}{2^9} a^4 d^3 - \left(\frac{1}{2^4} a^2 d + \frac{5}{2^7} a^4 d^3 \right) \cos 2\varphi - \\ &\quad - \frac{1}{2^9} a^4 d^3 \cos 4\varphi \\ u_2(a, \varphi) &= \left(\frac{3}{2^{10}} a^3 d^2 - \frac{27}{2^{15}} a^5 d^4 - \frac{405}{2^{19}} a^7 d^6 \right) \cos 3\varphi + \\ &\quad + \left(\frac{11}{2^{15}} a^5 d^4 + \frac{115}{2^{19}} \right) \cos 5\varphi + \frac{5}{2^{20}} a^7 d^6 \cos 7\varphi \end{aligned} \quad (4)$$

Ограничиваясь приближениями до второго порядка при начальных условиях

$$u|_{\varphi=0} = \frac{1}{r_0}, \quad \dot{u}|_{\varphi=0} = 0, \quad (5)$$

получим выражение,

$$\frac{1}{p} + a + \frac{d}{p} \left(\frac{3}{2^4} a^2 d - \frac{1}{2^4} a^2 d \right) = \frac{1}{r_0},$$

которое разрешая, как квадратное уравнение относительно a , поможет определить приближенно амплитуду колебания

$$a = \frac{4p}{d^2} \left[\sqrt{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2}{p} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{p} \right)} - 1 \right]. \quad (6)$$

Эксцентриситет орбиты выражается из выражения для u_0 :

$$u_0 = \frac{1}{p} (1 + ap \cos \varphi) = \frac{1}{p} (1 + e \cos \varphi),$$

следующим образом,

$$e = a \cdot p = \frac{4p^2}{d^2} \left[\sqrt{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2}{p} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{p} \right)} - 1 \right]. \quad (7)$$

При бесконечно малом значении радиуса диска, т.е., $d \rightarrow 0$, вычислив предел от

$$e = \frac{p}{r_0} - 1$$

(7), проведем сравнение с эксцентриситетом классического случая в поле гравитирующей точки.

$$e = \lim_{d \rightarrow 0} \frac{4p^2}{d^2} \left[\sqrt{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2}{p} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{p} \right)} - 1 \right] = \left(\frac{0}{0} \right)$$

$$= \lim_{d \rightarrow 0} \frac{4p^2 \left(1 + \frac{d^2}{2p} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{p} \right) - 1 \right)}{d^2 \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{2p} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{p} \right)} + 1 \right)} = \frac{p}{r_0} - 1$$

Из условия обращения в ноль эксцентриситета (7), получим приближенное выражение для первой космической скорости

$$e = \frac{4p^2}{d^2} \left[\sqrt{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2}{p} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{p} \right)} - 1 \right] = 0 \Rightarrow$$

$$p = 0, \text{ или } \frac{d^2}{p^2} \cdot \frac{p - r_0}{r_0} = 0 \Rightarrow p = r_0,$$

$$C = r_0 v_0, \frac{C^2}{fm} = r_0 \Rightarrow \frac{(r_0 v_0)^2}{fm} = r_0 \Rightarrow v_0^2 = \frac{fm}{r_0}.$$

что определяет выражение для первой космической скорости.

$$v_I = \sqrt{\frac{fm}{r_0}}, \quad (8).$$

Числовые значения амплитуды, эксцентриситета орбиты, первой космической скорости движения, малого параметра материальной точки в плоскости гравитирующего диска при начальных условиях приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Зависимость изменения a - амплитуды колебания, e – эксцентриситета, E – малого параметра от d - радиуса диска и $R0$ - расстояния до материальной точки при V_i первой космической скорости.

d (м)	$R0$ (м)	a	e	E	V_i
1,4E+08	6,75E+08	7,43453E-10	0,501897601	0,099482	10916,2
2E+08	1,01E+09	4,95608E-10	0,501897392	0,099477	8912,799
3E+08	1,52E+09	3,30404E-10	0,501897379	0,099476	7277,258
4,6E+08	2,28E+09	2,20274E-10	0,501897455	0,099478	5941,915
6,8E+08	3,42E+09	1,46853E-10	0,501897562	0,099481	4851,622

Из условия $u(\pi) = 0$ получим вторую космическую скорость

$$\frac{1}{p} [1 + e \cos \varphi + \varepsilon p (v_0 + v_2 \cos 2\varphi + v_4 \cos 4\varphi) + \varepsilon^2 p (v_3 \cos 3\varphi + v_5 \cos 5\varphi + v_7 \cos 7\varphi)] \Big|_{\varphi=\pi} = 0.$$

Упростив и отбрасывая бесконечно малые члены имеем

$$1 - e + \varepsilon p \left(\frac{3}{2^4} a^2 d - \frac{1}{2^4} a^2 d \right) = 0, \quad (9)$$

и подставляя вместо амплитуды колебания выражение, найденное (8), имеем

$$1 - \frac{4p^2}{d^2} \left[\sqrt{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2}{p} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{p} \right)} - 1 \right] + \frac{2p^2}{d^2} \left[\sqrt{1 + \frac{d^2}{2p} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{p} \right)} - 1 \right]^2 = 0.$$

После упрощений в последнем уравнении и учитывая $p = \frac{c^2}{fm}$ и $c = r_0 v_0$

$$v_{II} = \sqrt{\frac{fm}{r_0} \left(2 + \frac{d^2}{16r_0^2} \right)} \quad (10)$$

Сравнивая полученные выражения для космических скоростей v_I , v_{II} , заметим, что первая космическая скорость будет такой же как и в поле гравитирующей точки, а вторая космическая скорость - больше, чем в классическом случае.

Если умножить обе стороны уравнения (3) на $\frac{du}{d\varphi}$, проинтегрировать учитывая,

что $u = \frac{1}{r}$ и интеграл площадей $r^2 \dot{\varphi} = c$, то найдём первый интеграл – интеграл живых сил

$$\frac{m}{2} \cdot v^2 - \frac{GMm}{r} \left(1 + \frac{1}{8} \frac{d^2}{r^2} + \frac{3}{64} \frac{d^4}{r^4} \right) = E$$

В последнем выражении, учитывая начальные условия (5), можно также определить другое выражение для второй космической скорости материальной точки, которое отличается от (10) на малое слагаемое.

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2Gm}{r_0} \left(1 + \frac{d^2}{4r_0^2} + \frac{3}{32} \frac{d^4}{r_0^4} \right)}.$$

Числовые значения амплитуды, эксцентриситета орбиты, второй космической скорости движения, малого параметра материальной точки в плоскости гравитирующего диска при начальных условиях приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Зависимость изменения a - амплитуды колебания, e – эксцентриситета, E – малого параметра от d - радиуса диска и $R\theta$ - расстояния до материальной точки при V_{II} - второй космической скорости.

d (м)	$R\theta$ (м)	a	e	E	V_{II}
1,35E+08	337500000	1,51224E-09	1,009946227	0,195848	15562,24
1,35E+08	843750000	5,94501E-10	1,001598705	0,079742	9755,444
1,35E+08	2109375000	2,37159E-10	1,000255967	0,031984	6161,521
1,35E+08	5273437500	9,48226E-11	1,000040959	0,012799	3896,049
1,35E+08	13183593750	3,79264E-11	1,000006554	0,00512	2463,993

Для анализа задачи составлена программа на языке Бейсик для получения графика траекторий при определенных значениях d и R_0 . График траекторий несколько отличается от классического случая.

Рассмотренная задача о движении материальной точки в плоскости гравитирующего диска, имеет и практические приложения: некоторые планеты обладают кольцами, и исследование влияния кольца на орбиту движущейся точки важно для космонавтики, кроме того, галактика имеет линзообразную форму и моделируя эту галактику плоским круглым диском, необходимо исследовать движение отдельной звезды в поле галактики. Сравнивая полученные выражения для космических скоростей v_l , v_d , заметим, что первая космическая скорость будет такой же как и в поле гравитирующей точки, а вторая космическая скорость - больше, чем в классическом случае.

При анализе движения искусственных спутников Земли необходимо строить математическую модель, адекватную истинной природе их движения. Простейшая модель состоит в замене КА материальной точкой m , в которой сосредоточена масса тела.

1. Рахметуллина Ж.Т. Движение материальной точки в поле гравитирующего диска. Издeниc-поиск. Научный журнал МОиН РК., Алматы, 6-2001, 161-162 стр.

2. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. М., Наука, 1975.

ӘОЖ 37.016.02:004:371.26

А.Е. Сағымбаева, Ж.Б. Базаева*

MOODLE ҚАШЫҚТАН ОҚЫТУ ЖҮЙЕСІНДЕ БІЛІМДІ БАҚЫЛАУ МҮМКІНДІКТЕРІ

*(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, *-магистрант)*

В данное время новые компьютерные технологии и Интернет развиваются очень интенсивно и наряду с ними новые методы контроля знания. Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда) — это свободная система управления обучением, ориентированная прежде всего на организацию взаимодействия между преподавателем и учениками, хотя подходит и для организации традиционных дистанционных курсов, а так же поддержки очного обучения. Актуальной проблемой является выявление и рассмотрение возможностей Moodle для контроля знаний учащихся. В статье рассмотрены вопросы контроля знания в модульно объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle.

At this time computer technology and the Internet are developing very intensively, and along with them new methods of control knowledge. Moodle (Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - is a free course management system, focused on the interaction between teacher and students, although suitable for the organization of traditional distance learning courses, as well as support for full-time study. Urgent problem is the identification and consideration of the ways to Moodle for monitoring student's knowledge. The article describes the working methods of one control knowledge - a test in Moodle (Object-Oriented Dynamic Learning Environment)

Moodle (модульді объектілі-бағдарланған динамикалық оқу ортасы) – негізі оқытушы мен оқушының арасындағы өзара қарым-қатынасты ұйымдастыруға

бағытталған, алайда дәстүрлі қашықтан оқыту курстарын ұйымдастыру үшін де, сонымен қоса күндізгі оқу формасын сүйемелдеу үшін де қолданылатын, оқытуды басқарудың еркін жүйесі.

Интерактивті оқыту жүйесінің аса маңызды элементі болып, білімді бақылау болып табылады. Moodle ортасында бұл блок кең функционалды мүмкіндіктерге ие. Тестілеу функциясының тиімді жүзеге асуы, түрлі бақыланатын мәліметтер жиынымен студенттердің тапсырған тест нәтижелері бойынша жылдам есеп беру мүмкіндігі болып табылады. Мысал ретінде қандай да бір оқып үйренушілердің тобын тестілеу нәтижелерінің статистикасын, қандай да бір сұрақтың нақтылығын анықтау үшін оның дұрыс жауаптарының пайыздық статистикасын келтіруге болады.

Тест – Moodle жүйесінің аса танымал бақылаушы-өлшеуші құралы болып табылады. Тест, сұрақтар базасынан таңдалып алынған, сұрақтардың реттелген тізімінен тұрады, және оның, сұрақтар бағасының өлшенген қосындысы ретінде есептелетін, бірыңғай бағасы бар. Мұнда көптеген баптаулар болғандықтан, мұғалімнің әр түрлі мақсаттық қажеттіліктеріне сәйкес келетін, тестерді жасауға болады.

«Тест» модулі жүйенің ең күрделі құраушыларының бірі болып табылады. Оқыту үрдісіндегі кері байланыс білім беру ортасының аса қажетті бөлімі болып табылады, ал нәтижелерді бағалау – білім берудегі маңызды үрдістердің бірі болып табылады. Жақсы құрастырылған тест, тіпті көп таңдалмалы тестің өзі де, мұғалімге оқушының материалды меңгеру деңгейі туралы қажетті ақпаратты береді. Егер кері байланыс айтарлықтай жылдам болса, онда тестілеу оқушылар үшін, өз жұмыстарын өздері бағалау және болашақ қызметін анықтау мүмкіндігін беретін, қажетті құрал бола алады.

«Тест» модулі екі компоненттен тұрады: тестен және сұрақтар қорынан. Тест, сұрақтар қорынан алынған, әр түрлі типті сұрақтардан тұрады. Әрбір сынақ автоматты түрде бекітіледі. Тесті тапсырып болған соң оқушыға тест сұрақтарының дұрыс жауаптары берілуі мүмкін. Сонымен қоса, аталған модульге оқытушы өз бағасын қоюға арналған құралдар да кіреді.

Сұрақтар қоры, не пән құрылымына сәйкес, не сіздің курсыңыздың нақты бір тақырыптарына сәйкес, не сіздің қалауыңызша құрастырылған, сұрақтардан тұруы мүмкін. Сұрақтар әр түрлі типті болуы мүмкін: бір нұсқалы жауабы бар, көп нұсқалы жауабы бар, өз жауабын жазу мүмкіндігі бар. Сонымен қоса сұрақтың, сұрақтың жауабын оқушыларға түсіндіретін, түсініктемесі де болуы мүмкін. Сіз қашықтан оқыту курсы жобалау кезінде сұрақтар қорын тақырыптарға, бөлімдерге, семестрлерге және т.б. ұйымдастырушы жүйелерге негіздей отырып құра аласыз.

Тест модулінің ерекшеліктері:

- оқытушы web-интерфейсте, әр түрлі тестерде көп рет қолданыла алатын сұрақтардан тұратын, мәліметтер қорын құра алады;
- тестер автоматты түрде бағаланады (және де сұрақтар «құндылығы» өзгерген кезде қайта бағалана алады);
- тестердің шектелген уақыттық шекаралары болуы мүмкін;
- оқытушының қалауы бойынша тестер бірнеше рет өткізілуі мүмкін, жауаптарға түсініктеме және/немесе дұрыс жауаптар берілуі мүмкін;
- сұрақтар HTML-мәтіндер мен суреттерден де тұруы мүмкін;
- жауабы берілген нұсқалардың арасынан таңдалатын сұрақтардың, бір дұрыс жауабы да, бірнеше дұрыс жауаптары да болуы мүмкін;
- жауабы сөз немесе сөйлем түрінде берілетін сұрақтар да қолданылады;
- альтернативті сұрақтар да қолданылады (дұрыс/дұрыс емес).

Бұл элементтер, онда курс оқушылары, сұрақтарға жауап бере отырып, тапсырмаларды жазбаша орындап, орындалған жұмыстарды мұғалімге жіберу арқылы ат салыса алатындықтан, басқа ресурстардан өзінің интерактивтілігімен ерекшеленеді.

Тестілеу кезінде тіркелетін маңызды ақпарат ретінде, әр бір сұрақты талдауға кететін уақыттың ескерілуі, берілген сұраққа жауап бергендердің саны және оған берілген дұрыс жауаптардың пайызы болып табылады. Осы параметрлердің негізінде сұрақ күрделілігі объектілі бағаланады. Бұндай бағалау мәліметтер қорынан кездейсоқ таңдау арқылы күрделілігі бойынша бір мәнді тестерді динамикалық құру мүмкіндігін береді. Мәліметтер қорында меңгерілетін материал бойынша сұрақтар саны көп болса, әрбір оқып үйренушіні, оған тек ол жауап бермеген, не дұрыс емес жауап берген сұрақтарды беру арқылы, бірнеше рет тестіден өткізу мүмкіндігі туындайды.

Тестпен жұмыс істеу келесі этаптардан тұрады:

1. тесті құру және орнатушы параметрлерін анықтау
2. тесті сұрақтармен толтыру
3. тесті өңдеу
4. оқып үйренушілердің тесті тапсыруы
5. тесті бағалау мен қорытындыларды саралаудан өткізу

Ең алдымен өз тестіңіздің сырт пішінін жасап алу қажет. Сонымен тесті құру үшін «Курс элементін қосу» («Добавить элемент курса») мәзірінен «Тест» элементін таңдау қажет. Пайда болған «Тест қосу» – терезесінде қажет баптаулар беріледі:

- Атауы (Название) – ол сіздің қалауыңызша, кез келген бола алады.
- Кіріспе (Вступление) – бұл тестке кірісу. Сіз форматтау батырмасын пайдалана отырып, толық форматтауды қоса аласыз.
- Тестілеуді бастау (Начать тестирование) – тест үшін ашыу мерзімі мен уақытын белгілеу. Осы уақытқа дейін оқып үйренушілер тесті ала алмайды.
- Тестілеуді аяқтау (Закончить тестирование) – тестілеудің біту мерзімі мен уақытын белгілеу. Осы уақыттан кейін оқып үйренушілер тест тапсыра аламайды.
- Уақыт лимиті (Лимит времени) – тестің өту ұзақтылығы (1-110 минут). Келісім бойынша 0 орнатылады, оқып үйренуші өзіне жеткілікті кез келген уақытта тесті орындайды.
- Сұрақтардың кездейсоқ реті (Случайный порядок вопросов) – оқып үйренуші тесті ашқан сайын (немесе тестіні ашқан, әрбір басқа оқып үйренуші үшін), тестің сұрақтар тізімі ретінің өзгеруі. Бұл оқып үйренушілерге әрбір сұраққа, жауаптарды көшіріп, бірігіп жауап беруге жол бермейді.
- Жауаптардың кездейсоқ реті (Случайный порядок ответов) – бұл алдыңғы пунктке өте ұқсас, алайда мұнда жауаптардың реті өзгереді.
- Рұқсат етілген сынақтар (Разрешенные попытки) – тестіні оқып үйренуші қанша рет орындай алатындығын береді. Бұл өте пайдалы, егер тест өзгермелі болса, өйткені оқып үйренуші оны, оқытушыны қанағаттандыратындай мөлшерде орындай алады. (Және әрбір тест бағасы оқытушығы хабарланып отырады).
- Әрбір сынақ алдыңғысынан тәуелді (Каждая попытка зависит от предыдущей) – бұл тестің алдыңғы тест нәтижелеріне тәуелді жасалатындығын не жасалмайтындығын анықтайды. Егер тесті бірнеше рет орындау рұқсат етілсе, және мәні «Иә» болып берілсе, онда құрылған тест нәтижелері осы сынаққа енгізіледі. Егер осы опция «Жоқ» болып берілсе, онда тест, оқып үйренуші оны орындаған сайын, жаңарып (тазаланып) отыратын болады.
- Бағалау әдісі (Метод оценивания) – бұл оқып үйренуші тесті бірнеше рет орындай алатын жағдайда, тест қалай бағаланатының орнату мүмкіндігін береді. Сіз бірінші немесе соңғы бағалаудың, жоғары балының, орташа балының сақталуын өзгерте аласыз.

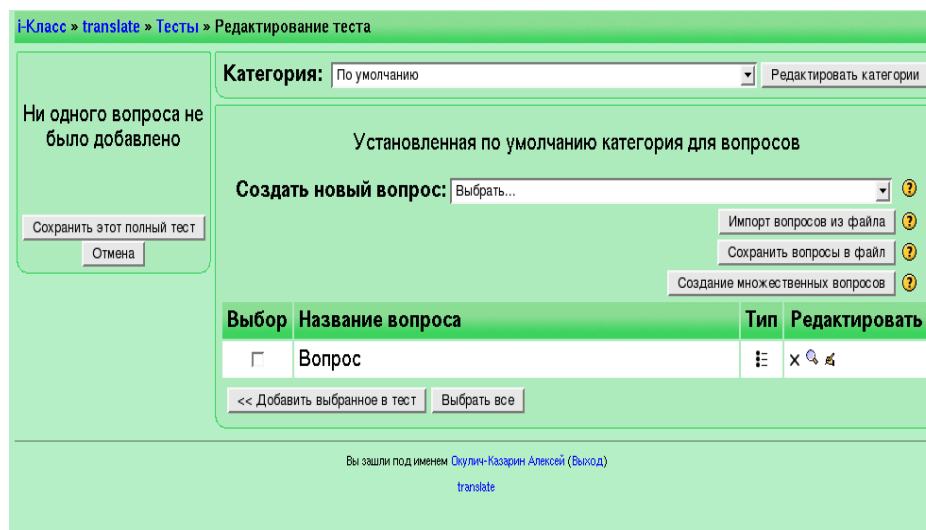
- Жауап берген соң түсініктеме беру керек па? (Комментировать ответы после ответа?) – бұл оқып үйренушіге сұрақ түсініктемесін кешіктірмей беру мүмкіндігін береді. Сіз сұраққа түсініктемені оны құру барысында беріп кетесіз. Осы опцияны екпінді ету үшін оның мәні «Иә» деп беріңіз.
- Кері байланыс кезінде дұрыс жауаптарды көрсету керек па? (Показывать правильные ответы при обратной связи?) – бұл оқып үйренушілерге сұрақтардың дұрыс жауаптарын көрсету мүмкіндігін береді.
- Шолу (Разрешить обзор) – бұл оқып үйренушілерге олар алған тесті толығымен көру мүмкіндігін береді. Егер осы опция мәні «Иә» болса, онда оқып үйренушілер тестіні жапқан соң, оны қарап шыға алады.
- Максималды баға (Максимальная оценка) – бұл маңызды баптама. Ол тест үшін максималды балды орнатады (балл мәнінен 100-ге дейін). Егер бұл функция мәні «Бағалаусыз» («Без оценки») болса, онда тесті алуға болады, бірақ бағалау болмайды.
- Құпия сөз (Необходим пароль) – бұл аса қажетті функция емес. Сіз, тест тапсырмас бұрын оқып үйренуші енгізуі қажет, паролді бере аласыз.
- Электронды адрес (Необходим электронный адрес) – бұл да аса қажетті функция емес. Сіз бұнда IP адресстерді енгізе аласыз, және осы адресстерден ғана сұрақтарды алуға болады.

Осы баптаулар орнатылғаннан кейін (бұларды кез келген уақытта өзгертуге болады), «Жалғастыру» («Продолжить») батырмасын басу керек. Осы кезде Тесті өңдеу (Редактирование теста) терезесі пайда болады:

Сурет 1 - Тесті өңдеу терезесі.

Мұнда сіз категорияны таңдай аласыз. Бұл сіздің сұрақтарыңызды ұйымдастыру тәсілі болып табылады. Жаңа категорияларды қосу үшін, «Категорияларды өңдеу» («Редактировать категории») батырмасын басып, жаңа категорияны қосып, «Сақтау» («Сохранить») батырмасын басу керек.

Сұрақ құру үшін, нақты бір категорияны таңдау керек. Сонда осы категорияда бар сұрақтар көрсетілген терезе ашылып, бұнда жаңа сұрақтарды да қосуға болады:



Сурет 2 - Категория таңдау терезесі

Сіз сұрақты жасаған кезде, ол таңдалған категорияға сақталады. Кез келген тестке кез келген уақытта мәтін қосуға болады. Жаңа сұрақ құру үшін, сырғымалы мәзірден өзіңіз қалаған типті таңдау керек.

Сіз жабық түрдегі, иә/жоқ, қысқа жауапты, сандық, есептеуіш, сәйкестікке арналған, сипаттаушы, кездейсоқ сұрақ, сәйкестік орнатуға арналған ашық формадағы кездейсоқ сұрақтар (қысқа жауап) немесе «кірістірілген жауаптар» деп аталатын, сұрақтардың арнайы түрін қоса аласыз.

Барлық бағалауларды, бағаларды топтастыру мен бейнелеу түрі бойынша көптеген баптаулардан тұратын, курстың бағалау бетінен көруге болады.

Жүйені құрастырушылар тестілеу модуліне көптеген параметрлер енгізген. Бұл бір жағынан тесті баптауды бірталай қиындатады, ал бір жағынан тестіні айтарлықтай икемді етеді. Тестерді, сұрақтардың ортақ қорынан еркін түрде тест сұрақтарын қоса отырып, түрлендіруге болады.

Қорыта келе, қазіргі таңда Moodle жүйесіне деген сұраныс арта түсуде. Сонымен қатар, оқушылардың білімін интерактивті режимде бақылау әдісінің бірі ретінде кең қолданыс табуда. Бірақ онда жұмыс істеу принциптері қазақ тілінде еш жерде нақты ашылмаған. Сондықтан, біз болашақ мұғалімдерге көмек ретінде Moodle жүйесінде бақылауды ұйымдастыруды толығымен ашып көрсеттік.

1. Бидайбеков Е.Ы., Балыкбаев Т.О., Ибрагимова Н.Ж. Методические основы измерения результатов обучения школьников по информатике // Алматы, 2007. - 152 б.
2. <http://moodle.org/>
3. <http://cdokp.tstu.tver.ru:8086/>

О ПРИБЛИЖЕННОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

Қарастырылып отырған жұмыс сызықты емес фильтрацияның бір есебін шешудің сапалы қасиеттеріне арналған. Алдыңғы жұмыстарға қарағанда бұл жұмыста дербес туындылы дифференциалдық теңдеулердің сызықты емес шектік есептерін шешудің заманауи функционалдық әдістері қолданылған. Алынған нәтижелерді қуыс ортадағы көпкомпонентті сұйықтықтың фильтрациялық үрдістерін зерттеуге қолдануға болады.

The work is devoted to the qualitative properties of solutions of nonlinear filtration problem. Unlike previous work in this paper is the application of modern functional methods for solving nonlinear boundary value problems for partial differential equations. The results can be applied to study the filtration process of multicomponent fluids in porous media.

Настоящая работа посвящена приближенному методу решения нелинейной теории фильтрации многокомпонентных систем. Рассматриваемая задача впервые предложена в работе [1] и получено решение нелинейных уравнений фильтрации многокомпонентных систем в виде стационарных волн и выполнен анализ их развития во времени в зависимости от характера массообменных процессов. Ниже изучаются качественные свойства решений, в частности, с помощью предельного перехода по параметру релаксации глин получена задача равновесной фильтрации. Всюду ниже считается, что при разработке залежей температура в ней изменяется незначительно по сравнению с изменением давления, то все величины, входящие в уравнение неразрывности, можно принять зависящими только от давления. Процессы массообмена сложным образом связаны с изменением давления. Так, в начале разработки при уменьшении давления из газовой фазы на пористую среду выпадает конденсат, который при дальнейшем уменьшении давления начинает испаряться. Период снижения давления характеризуется десорбцией. Количества десорбированного газа и испарившегося конденсата увеличивают газогидродинамические характеристики фильтрационного потока, а количество выпавшего конденсата уменьшает.

$$\operatorname{div}(\bar{\rho}\bar{v}) + \frac{\partial}{\partial t}(\rho m) = f \quad (1)$$

Массообмен между газоконденсатной системой и пористой средой особенно интенсивно происходит в глинизированных коллекторах, которые обладают хорошими сорбционными свойствами. Глинизированным коллектором присуще свойство ползучести. Это приводит к нарушению равновесного соответствия между скоростью фильтрации и градиентом давления. В работе [1] такие явления предлагается описывать с помощью интегрального преобразования. Тогда

$$\bar{v} = -\frac{k}{\mu_0} \int_0^t F(t-\tau) \operatorname{grad} P(\tau) d\tau, \quad (2)$$

где F -ядро интегрального преобразования оно определяется для различных коллекторов согласно экспериментальным данным. Но так как определение вида ядра связано с дифференцированием экспериментально определенных функций, в [2] предлагается

вид ядра задавать аналитически, а из опыта определять входящие в него параметры. Исходя из этого, ядро задается в виде

$$F(t, \tau) = \exp[-(t - \tau)/\theta] \quad (3)$$

θ - характерное время релаксации глин. Тогда (2) с учетом (3) преобразуется к виду

$$\bar{v} + \theta \frac{\partial \bar{v}}{\partial t} = -\frac{k}{\mu} \text{grad} P. \quad (4)$$

Рассмотрим особенности нелинейной фильтрации газоконденсатных систем с учетом процессов массообмена.

Пренебрегая влиянием жидкого газоконденсата на эффективную пористость системой считая пористость m и плотность ρ зависящими только от давления разложим их в ряд Тейлора в окрестности стационарного состояния (m_0, ρ_0, P_0) с сохранением членов второго порядка в малости:

$$\begin{aligned} m &= m_0 \left[1 + \beta_m (P - P_0) + \frac{\beta_m^2}{2} (P - P_0)^2 \right], \\ \rho &= \rho_0 \left[1 + \beta_\rho (P - P_0) + \frac{\beta_\rho^2}{2} (P - P_0)^2 \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

Тогда

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho m) = m_0 \rho_0 (\beta_\rho + \beta_m) [1 + (\beta_\rho + \beta_m)(P - P_0)] \frac{\partial P}{\partial t}.$$

Введем функции

$$M = \rho \bar{v}, \quad \sigma(P) = m_0 \rho_0 (\beta_\rho + \beta_m) [1 + (\beta_\rho + \beta_m)(P - P_0)] \quad (6)$$

Предполагая фильтрацию одномерной и учитывая (5) и (6), системы (1), (4) запишем следующим образом:

$$\begin{aligned} M + \theta \frac{\partial M}{\partial t} &= \frac{k_0 \rho_0}{\mu_0} \frac{\partial P}{\partial x}, \\ \frac{\partial M}{\partial x} + \sigma(P) \frac{\partial P}{\partial t} &= f(P). \end{aligned} \quad (7)$$

Решение системы (7) будем искать в классе стационарных бегущих волн, в которых все зависимые переменные являются функциями только одной переменной $\xi = x - ut$, где u – скорость распространения волны. В новой системе координат система (7) имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{dM}{d\xi} &= f(P) + u \sigma(P) \frac{dM}{d\xi}, \\ \frac{dP}{d\xi} &= -\chi M + \theta \chi u \frac{dM}{d\xi} \end{aligned} \quad (8)$$

или

$$\begin{aligned} \frac{dM}{d\xi} &= \frac{-f(P) + u \chi \sigma(P) M}{1 - u^2 \chi \sigma(P) \theta} = \varphi_1(P, M), \\ \frac{dP}{d\xi} &= -\frac{\chi M - u \chi \theta f(P)}{1 - u^2 \chi \sigma(P) \theta} = \varphi_2(P, M), \end{aligned} \quad (9)$$

где $\chi = \mu_0 / (k_0 \rho_0)$. Качественный анализ системы (9) может быть проведен на фазовой плоскости (P, M) . Раскладывая правые части зависимостей (9) в ряд Тейлора в окрестностях особых точек с сохранением членов первого порядка и учитывая, что в

особых точках $\frac{dP}{d\xi} = \frac{dM}{d\xi} = 0$, или $-f(P_0) + u\chi\sigma M_0 = 0$ и $\chi M_0 - u\chi\theta f(P_0) = 0$, вместо (9) имеем:

$$\frac{dP}{d\xi} = aP + bM, \quad \frac{dM}{d\xi} = cP + dM, \quad (10)$$

где

$$a = \frac{\partial \varphi_2(0)}{\partial P} = \frac{u\chi\theta f'_P(0)}{1 - u^2\chi\theta\sigma(0)}; \quad b = \frac{\partial \varphi_2(0)}{\partial M} = -\frac{\chi}{1 - u^2\chi\theta\sigma(0)};$$

$$c = \frac{\partial \varphi_1(0)}{\partial P} = \frac{f'_P(0)}{1 - u^2\chi\theta\sigma(0)}; \quad d = \frac{\partial \varphi_1(0)}{\partial M} = -\frac{u\chi\sigma(0)}{1 - u^2\chi\theta\sigma(0)}.$$

Здесь и далее через P и M обозначены не сами давления и массовый расход, а их отклонения относительно особых точек. Отметим, что при исследовании системы с помощью фазовой плоскости можно установить лишь характер стационарных волн, но невозможно исследовать развитие их во времени и пространстве. Для такого исследования воспользуемся методикой анализа переходного процесса. Для этого исходную систему уравнений (1), (4) приведем к следующему виду:

$$(1 + \theta \frac{\partial}{\partial t}) \frac{\partial}{\partial t} (\rho m) = \frac{\rho_0 k_0}{\mu_0} \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + (1 + \theta \frac{\partial}{\partial t}) f(P). \quad (11)$$

Аппроксимируя q_{II} и q_M линейными зависимостями

$$q_{II} = \alpha_{II}(P - P_0 - P_{II}), \quad q_M = \alpha_M(P - P_0 - P_M), \quad f(P) = q_{II} - q_M$$

и учитывая зависимости m и ρ от давления в форме (5), вместо (14) запишем:

$$(1 + \theta \frac{\partial}{\partial t}) \frac{\partial}{\partial t} (AP + BP^2) = \frac{\rho_0 k_0}{\mu_0} \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \alpha(1 + \theta \frac{\partial}{\partial t})P + D,$$

$$\text{где } P \rightarrow P' = P - P_0; \quad A = \frac{m_0}{c^2}; \quad B = \frac{P_0 m_0}{2} (\beta_m + \beta_p)^2; \quad 1/c^2 = \rho_0 (\beta_p + \beta_m); \quad \alpha = \alpha_n - \alpha_m.$$

Учитывая, что характерное время релаксации глин θ намного превышает гидродинамическое время, упростим (15):

$$A_1 \theta \frac{\partial^2}{\partial t^2} (P + B_1 P^2) - \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} - \theta \frac{\mu_0 \alpha}{k_0 \rho_0} \frac{\partial P}{\partial t} = 0 \quad (12)$$

При отсутствии нелинейности ($B_1 = 0$) и массообмена ($\alpha = 0$) решением (12) являются стационарные волны постоянного профиля. Если на $x = 0$ задано возмущение $P = F(t)$, то решением (12) будет $P(x, t) = F(t - x\sqrt{A_1 \theta})$.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \vec{v}) = f, \quad \vec{v} = -k \cdot \nabla P, \quad \rho = g(P) \quad (13)$$

Из (13) можно получить одно уравнение относительно давления следующего вида:

$$\frac{\partial g(P)}{\partial t} = \text{div}[kg(P) \cdot \nabla P] + f \quad (14)$$

Перепишем уравнение (1) через параметр θ (характерное время релаксации глин)

$$\frac{\partial \rho^\theta}{\partial t} + \text{div}(\rho^\theta \cdot \vec{v}^\theta) = f^\theta \quad (15)$$

$$\vec{v}^\theta + \theta \cdot \frac{\partial \vec{v}^\theta}{\partial t} = -\frac{k}{\mu} \cdot \nabla P^\theta, \quad \rho = g(P)$$

$$\tilde{v}_t + \frac{1}{\theta} \cdot \tilde{v} = -\frac{1}{\theta} \cdot \frac{k}{\mu} \cdot \nabla P^\theta$$

$$\tilde{v} = e^{-\frac{t}{\theta}} \left[C_0 - \frac{1}{\theta} \int \frac{k}{\mu} \cdot \nabla P^\theta \cdot e^{\frac{t}{\theta}} dt \right]$$

Введем следующие обозначения:

$$\bar{u}^\theta = \bar{v}^\theta - \bar{v}, \quad \tilde{P} = P^\theta - P, \quad \tilde{K} = K^\theta - K, \quad \tilde{f} = f^\theta - f$$

$$K^\theta \cdot \nabla P^\theta - K \cdot \nabla P = K^\theta \cdot \nabla P^\theta - K^\theta \cdot \nabla P + K^\theta \cdot \nabla P - K \cdot \nabla P = K^\theta \cdot \nabla \tilde{P} + \tilde{K} \cdot \nabla P$$

$$\bar{u}^\theta + \theta \cdot \frac{\partial \bar{v}^\theta}{\partial t} = -[K^\theta \cdot \nabla \tilde{P} + \tilde{K} \cdot \nabla P]$$

Теорема. Пусть уравнение (15) имеет решение и справедливы оценки:

$$\|\bar{v}^\theta\|_{L_2(Q_T)} \leq C_1, \quad \left\| \frac{\partial \bar{v}^\theta}{\partial t} \right\|_{L_2(Q_T)} \leq C_2, \quad \text{где } C_1, C_2 \text{ не зависят от } \theta. \quad \text{Тогда можно}$$

перейти к пределу по $\theta \rightarrow 0$ и в результате получим решение относительно уравнения вида (14).

Доказательство теоремы следует из результатов работ [2,3]. Проведены численные результаты. Если же для описания гидродинамических процессов в пласте использовать более сложные модели среды с учетом его структурного строения, то необходимо знание упругих свойств остова, сжимаемость флюида и других физических параметров, характеризующих ФЕС пласта. Используемая в последнем случае модель, более реально описывает процесс притока жидкости в скважину, где учитываются сжимаемость каждой фазы, их эффективные плотности и другие важные свойства среды. Это обстоятельство позволяет повысить ценность результатов теоретических расчетов и эффективно использовать вытекающие из них выводы и рекомендации для практических целей.

Установим закон изменения перепада давления $\Delta p(t) = p_{nl} - p_c(t)$ по времени при отборе жидкости с дебитом $Q_0 = const$ и постоянном давлении на контуре питания, т.е. $p_{nl} = const$. Учитывая $p = -\sigma/m$, $\sigma = Q_m e + Re_m$, из второго уравнения

$$\text{системы (15) получаем} \quad \frac{\partial p}{\partial r} = b(\dot{u}_r - \dot{U}_r)/m$$

В случае отбора жидкости с постоянной интенсивностью, из формул

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \frac{\lambda}{\lambda + 1} \frac{Q_0}{R_c} \exp\left(-\frac{r^2}{4\chi t}\right) \left(Q_0 = \frac{q_1 m}{2\pi \varepsilon}, \quad \varepsilon = \frac{kh}{\eta}\right), \quad (16)$$

Интегрируя уравнение (16) с условием $p = p_k$ при $r = R_k$ (R_k - радиус контура питания), получаем

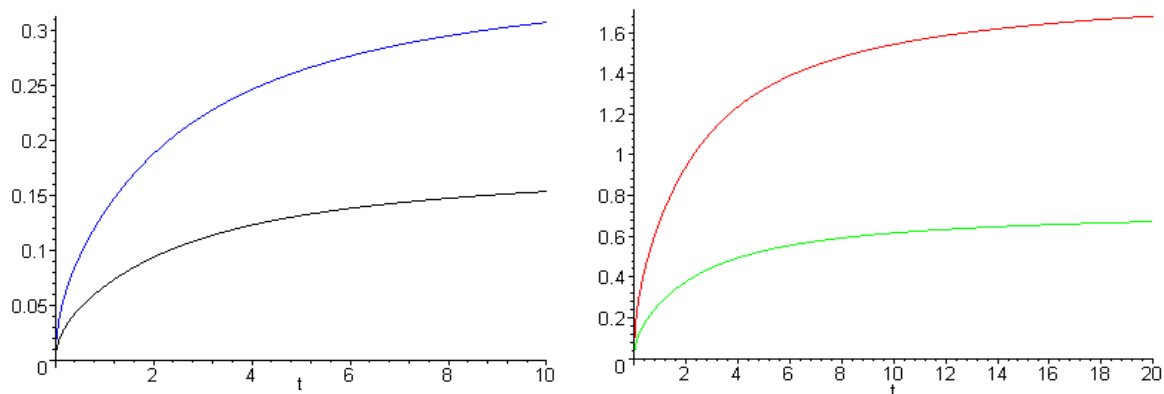
$$p = p_{nl} - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \frac{Q_0}{R_c} \int_{R_k/2\sqrt{\chi t}}^{R_k/2\sqrt{\chi t}} \exp(-\xi^2/4\chi t) d\xi. \quad (17)$$

Формула (17) позволяет установить закон изменения давления в области $R_c < r < R_k$ в произвольный момент времени. В частности на стенке скважины имеем

$$p_c = p_{nl} - \frac{\lambda}{\lambda + 1} \frac{Q_0}{R_c} \int_{R_c/2\sqrt{\chi t}}^{R_k/2\sqrt{\chi t}} \exp(-\xi^2/4\chi t) d\xi$$

На рисунке 1 представлены результаты расчетов перепада давления $\Delta p(t) = p_{nl} - p_c(t)$ (МПа) от времени t (сек) при различных радиусах контура питания

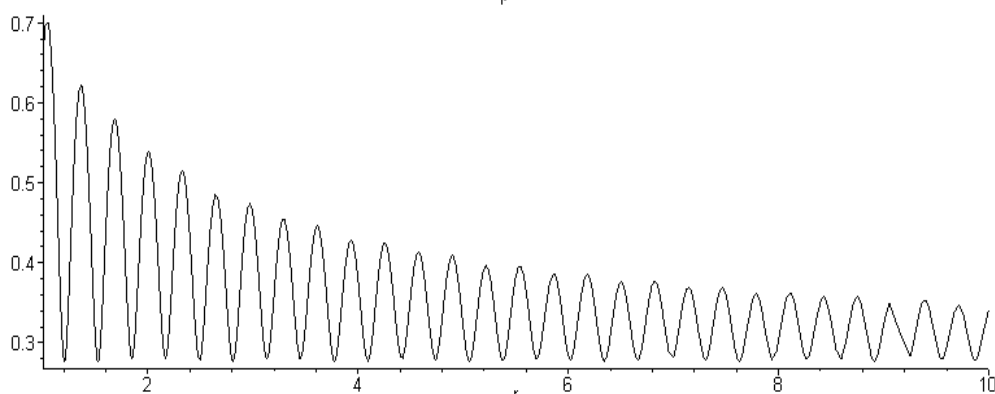
R_k (м). В расчетах принято: $P = 7300 \text{ МПа}$, $Q_m = 480 \text{ МПа}$, $R = 130 \text{ МПа}$, $\kappa = 0,1 \text{ дарси}$, $\eta = 0,005 \text{ Па} \cdot \text{с}$, $m = 0,2$, $R_c = 0,1 \text{ м}$, $h = 1000 \text{ м}$, $Q_o = 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{с}$.



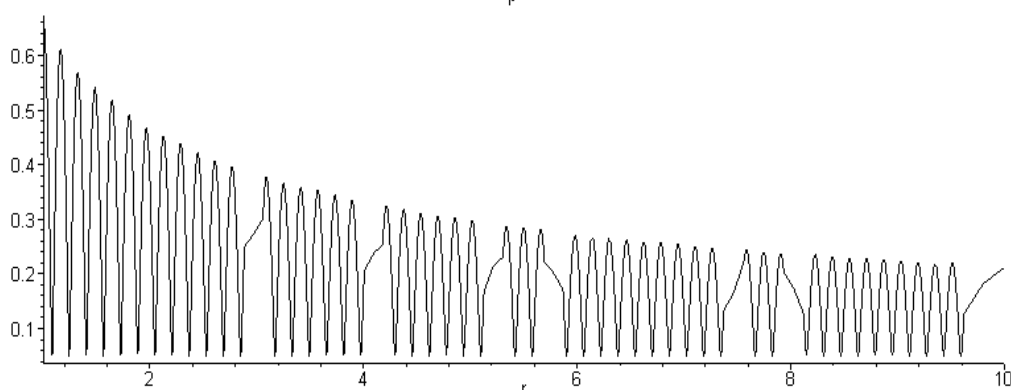
черные – $R_k = 50 \text{ м}$, синие – $R_k = 100 \text{ м}$, зеленые – $R_k = 200 \text{ м}$, красные – $R_k = 500 \text{ м}$

Рисунок 1 - Графики зависимости перепада давления $\Delta p(t) = p_{nl} - p_c(t)$ (МПа) от времени t (сек) при различных радиусах контура питания R_k

а)



б)



а - $\lambda = 5$ ($\omega = 139 \text{ кГц}$); б) $\lambda = 10$ ($\omega = 278 \text{ кГц}$)

Рисунок 2 - Графики изменения давления (отнесенного к величине p_*) от радиуса (отнесенного к R_c) при различных значениях приведенной частоты возбуждения $\lambda = \omega R_c / c_1$ для тонкозернистого песка – нефть.

Расчетное значение гидропроводности при этом будет равно $2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 / \text{МПа} \cdot \text{с}$

Из графиков видно, что при постоянном отборе жидкости значительный рост перепада давления обнаруживается в начальный момент времени (близкий закону $\approx \sqrt{\chi t}$) и далее ($t > 8-10 \text{ сек}$) практически остается постоянным. С ростом радиуса контура питания время достижения перепада давления уменьшается и его изменение по времени приближается к закону $\approx \exp(-\chi t)$.

На рисунке 2. представлены графики зависимости давления (отнесенного к p_*) от относительного расстояния $r \approx r/R_c$ от стенки скважины при различных частотах возбуждения. Анализ этих кривых показывает, что зависимость давления от этого расстояния носит колебательный характер с затухающей амплитудой. Значительное затухание амплитуды давления наблюдается при высоких частотах возбуждения.

- 1 Жумагулов Б.Т., Мухамбетжанов С.Т., Шыганаков Н.А. Моделирование вытеснения нефти с учетом массообменных процессов: Монография. – Алматы: КазгосИНТИ, 2004. - 252 с.
- 2 Смагулов Ш.С., Мухамбетжанов С.Т., Баймиров К.М. Разностные схемы для моделирования двумерных уравнений Маскета-Лeverетта на нерегулярной сетке // Доклады 3-й Казахстанско-Российской научно-практической конференции, 19-20 октября 2000г. – Алматы, -С.43-48.
- 3 Калиев И.А., Мухамбетжанов С.Т., Разинков Е.Н. Корректность математической модели неравновесных фазовых переходов воды в пористых средах // Сб.: Динамика сплошной среды / ИГиЛ СО РАН. – Новосибирск, 1989. - №93,94. - С. 46-59.

ОӘК 373.5.02.016:004(574)

И.Т. Сәлғожа, Б.Г. Бостанов, Ж. Асанова*, Ж. Түңлікбаева*

ИНФОРМАТИКАДАН СЫНЫПТАН ТЫС ЖҰМЫСТАРДА ТАНЫМДЫҚ ОЙЫНДАРДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

*(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, *-магистрант)*

В статье рассматриваются возможности проведения внеклассной работы по информатике (занимательные учебные материалы, вопросы для углубления пройденного материала) с использованием познавательных игр с целью углубления и оценки знаний пройденной темы и т.д. В работе отмечается роль познавательных игр в расширении основных понятий по информатике у обучающегося. А также, говорится о созданном электронном средстве «Танымдық ойындар», приведены фрагменты примеров этого средства на тему «Компьютерные устройства».

In article possibilities of carrying out of out-of-class work on computer science (entertaining teaching materials, questions for deepening of the passed material) with use of informative games for the purpose of deepening are considered and an estimation of knowledge of the passed theme etc. In work the role of informative games in expansion of the basic concepts on computer science at trained is marked. And also, Tanymdyқ ойындар »is told about the created electronic means«, fragments of examples of this means for a theme «Computer devices» are resulted.

Ойын дегеніміз - жас ерекшелікке қарамайтын, адамның көңіл-күйін көтеретін, ойландыратын үдеріс. Ойын - төзімділікті, алғырттықты, тапқырлықты, ұқыптылықты, ізденпаздықты, іскерлікті, дүниетаным өрісінің көлемділігінің, көп білуді, сондай-ақ,

басқа да толып жатқан сапалық қасиеттерді қалыптастыруға үлкен мүмкіндігі бар педагогикалық, тиімді әдістерінің бірі. Сондықтан, ойынды сабақтан тыс уақытта пайдалану - үлкен нәтиже берері анық. Ойын - тек жас адамның дене күш қуатын молайтып, оны шапшандыққа, дәлдіке т.б ғана тәрбиелеп қоймайды, оның ақыл-ойының толысуына, жан дүниенің қалыптасуына, есейіп өсуіне де пайдасын тигізеді [1].

Белгілі психолог Р.Н.Немов: «Ойын нақты бағытталған қызметті, қисынды ойлауды жетілдіреді, адамдармен іскерлік қарым-қатынас білігі мен дағдыларын қалыптастырып, дамытады», - деп атап көрсетеді. Балалардың ойынға қатысуы оларды өзін танытуға итермелейді, олардың табандылығын, жетістікке ұмтылуын және болашақтағы ересек өміріне қажетті басқа да пайдалы қасиеттерін дамытады. Ойын барысында ойлау қабілеті жетілдіріледі. Ойынның педагогикалық құндылығы - оның жалпы бала тұлғасын қалыптастыруға, оның ақыл-ой қабілеттерін дамытуға жағымды әсер етуінде. Қазіргі мектепте ойын қызметі оқу үдерісін жандандыру және жылдамдату үшін пайдаланылады. Ойындар ұғымды, тақырыпты, т.б. меңгерту мақсатында технология элементтері, сабақ немесе оның бір бөлігі, дербес технология ретінде қолданылады. Ойын оқушылардың танымдық қызмет үдерісіне көтеріңкі көңіл-күймен тартылуын, зерттеу тақырыбын түйсініп, терең зерделеуді, алынған білімнің тұтастығы мен жүйелілігін, танымдық қызметтің саралануын, танымдық дербестікке ұмтылу барысындағы оқушылардың танымдық белсенділігін қамтамасыз етеді [4].

Ойын баланың алдынан өмірдің есігін ашып, оның шығармашылық қабілетін оятып, танымдық қасиеттерін дамытады. Танымдық ойындардың түрлері көп. Мысалы, сөзжұмбақ, сөзтізбек, кроссворд, викторина, психологиялық жаттығулар, логикалық есептер, тренинг, тест т.б. Танымдық ойындар жас ерекшеліктеріне қарай күрделене түседі. Адам бойындағы қызығушылығын, қабілеттерін арттыруда, білімін шырдауда танымдық ойындардың алар орны ерекше. Адамның танымы биіктеген сайын, дүниеге көзқарасы да кеңейе түседі [1].

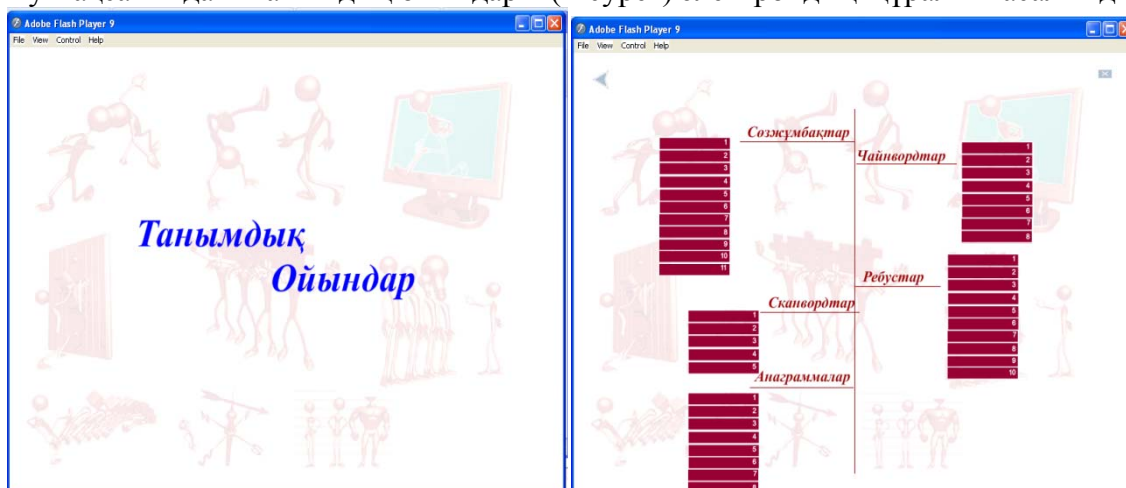
Танымдық ойындардың жалпы ортақ атауы - «Сөзжұмбақ». Сөзжұмбақтың түрлері өте көп. Олар – кроссворд, чайнворд, криптограмма, анаграмма, ребус, пиктограмма, цифрограмма, шрифтограмма, лабиринт, викторина, кросснамбер, чайннамбер және т.б.

1 Сөзжұмбақ нақты мақсаты бар дидактикалық ойындар қатарына жатады. Мұндай ойындар оқу материалдарын жеңіл меңгеруге, әртүрлі сұрақтар төңірегінде білімді тереңдету, өткен материалды меңгеру деңгейін бағалауға көмектеседі. Сөзжұмбақтар – оқушылардың ой-өрісін кеңейтеді, танымдық қызығушылықтарын, есте сақтау қабілетін дамытады [2].

Сонымен қатар, информатика курсын оқыту үдерісіндегі негізгі мәселердің бірі - оқушылардың пәндік терминологияны түсінуі. Осындай мәселелерді шешуде сыныптан тыс жұмыстарда ұйымдастырылатын қосымша сабақтардың бірін сөзжұмбақтар шешуге және оларды оқушылардың өздеріне құрғызуға арнауға болады. Қосымша сабақты ұйымдастырғанда оқушылар бір-біріне көмектесетіндей, бірлесіп жұмыс істей алатындай жағдай жасау керек. Сонда мұндай сабақ білім беру қызметін ғана емес, тәрбиелеу қызметін де атқарады. Соның нәтижесінде сабақтардың өтілуі кезінде оқушылардың бір-бірімен сөйлесу мәдениеті, тәртіптілік, топқа және бір-біріне сыйластығы артып, жауапкершілік сезімі оянады, менмендік және жалқаулық сияқты жаман қылықтардан аулақ болуға тәрбиеленеді.

Сөзжұмбақты шешкен оқушыларды бағалап, мақтап, ынталандырып отыру қажет, сонда олар сұрақтың жауабын табуға тырысып, пәнге деген қызығушылықтары артып, белсенділіктері арта түседі. Ал, сыныптан тыс жұмыстарда осы жоғарыда айтылған танымдық ойындардың электрондық түрін пайдалану оқушылардың пәнді

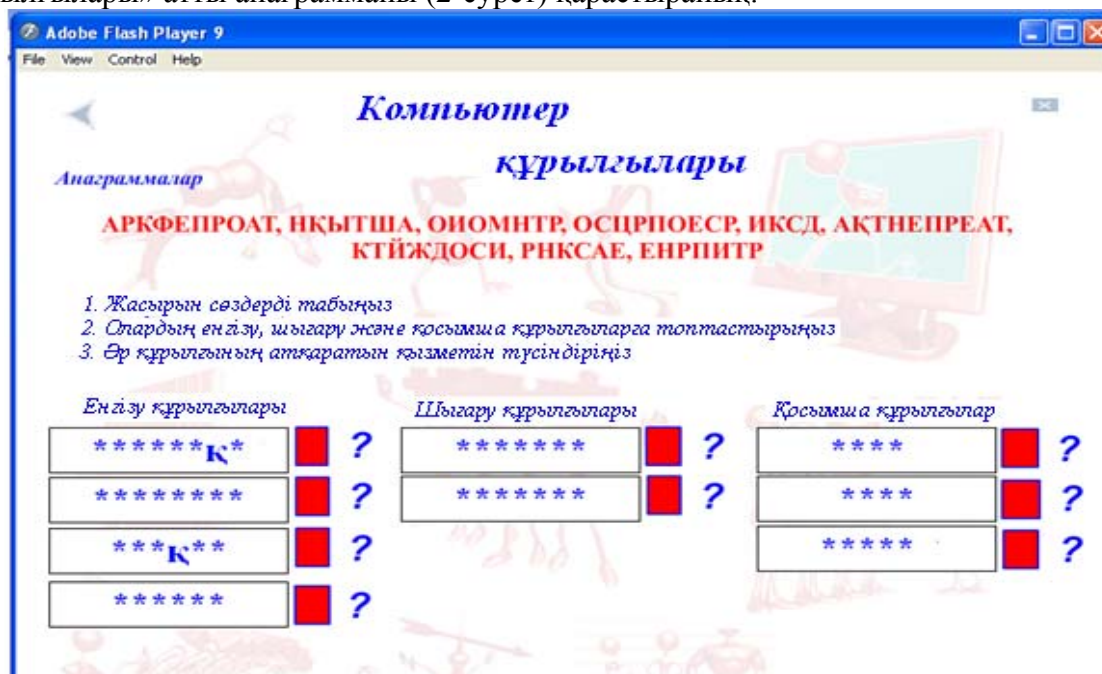
меңгеруге деген қызығушылықтарын арттыра түсетіні сөзсіз. Осындай мәселелерді шешу мақсатында «Танымдық ойындар» (1-сурет) электрондық құралы жасалынды.



1-сурет. «Танымдық ойындар» электрондық құралы.

Осы электрондық құралға тоқталайық. Бұл электрондық құрал информатика курсындағы бірнеше тақырыптарды қамтиды. Енді осы құралдағы «Компьютер құрылғылары» тақырыбына арналған танымдық ойындарды келтірейік.

Танымдық ойындардың ішіндегі ерекше бір түрі - «Анаграмма» деп аталады. Ол негізінен гректің «ана- алмастыру, gramma- әріп дегенді білдіреді. Яғни, бір сөздің әріптерінің орындарын алмастыру арқылы одан осындай екінші бір сөз тудыру, жаңа сөз жасау. Енді «Танымдық ойындар» электрондық құралындағы «Компьютер құрылғылары» атты анаграмманы (2-сурет) қарастырайық:



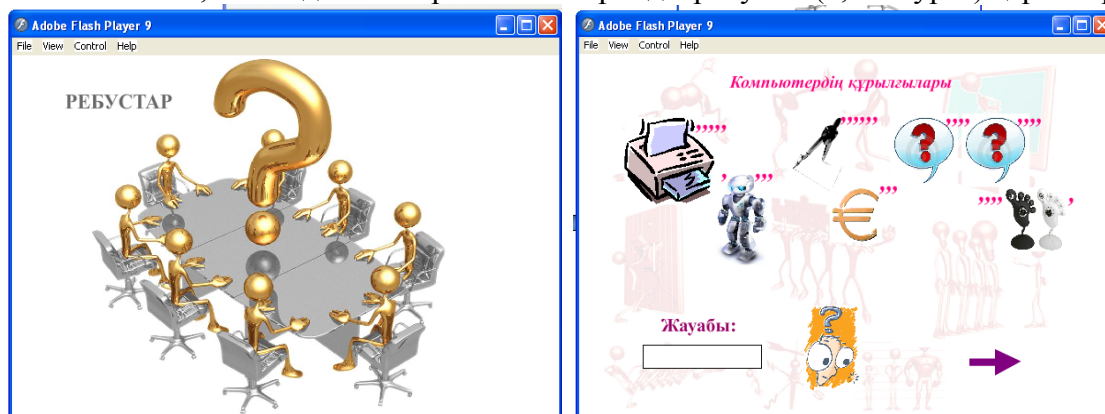
2-сурет. Анаграмма

Мұндағы жасырын сөздерден ПЕРФОКАРТА, ТЫШҚАН, МОНИТОР, ПРОЦЕССОР, ДИСК, ПЕРНЕТАҚТА, ДЖОЙСТИК, СКАНЕР, ПРИНТЕР терминдерін табады. Оларды топтастырады және атқаратын қызметтерін түсіндіреді. Сұрақ белгісін

шертiп, өздерiнiң жауаптарының «дұрыс» немесе «дұрыс емес» екендiгiн тексере алады.

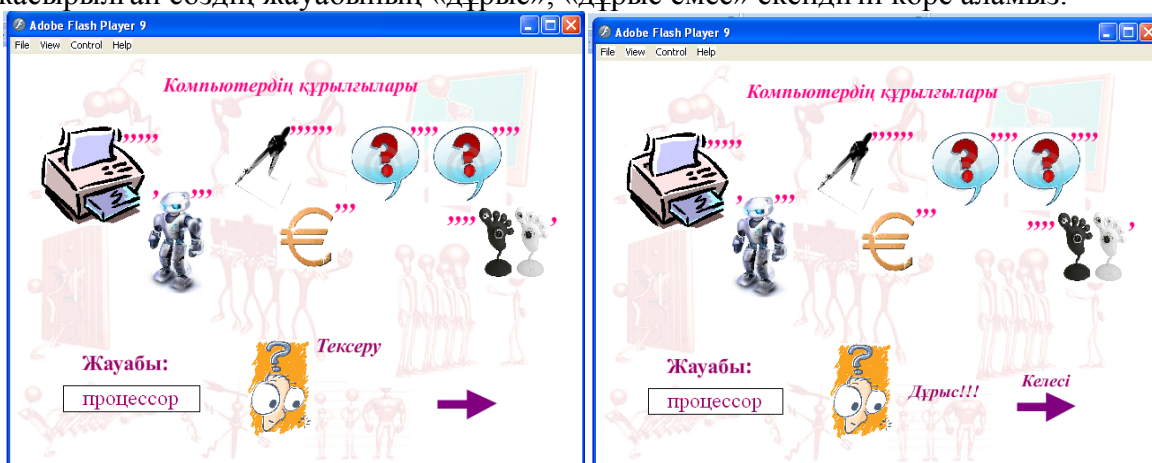
Сөзжұмбақтың тағы бiр түрi – Ребус. Ребус сөз мағынасын, алынған сөйлемдердi суретпен бейнелеп беретiн жұмбақ - ойын түрi. Латынша - non verbis, sed verbis - сөзбен емес, белгiлi бiр заттың (суреттiң) көмегiмен бейнелеу. Демек, «бейнелi сөз» деген мағынаны бiлдiредi. Мұнда сөздер суретпен (түрлi заттардың белгiсi), әрiптермен, цифр - таңбалар, алуан белгiлер арқылы көрсетiледi. Ребус ең алғаш рет Францияда XV ғасырда пайда болған. 1582 жылы Францияда Э. Табуро дегеннiң құрастыруымен тұңғыш ребустар жинағы жарық көрдi. Ал Ресейде ең бiрiншi ребус 1845 жылы «Иллюстрация» журналының бетiнде пайда болды.

Мысалы, Төмендегi келтiрiлген электронды ребусты (3.3.1-сурет) қарастырайық.



3-сурет. Ребус.

«Компьютер құрылғылары» тақырыбына арналған 1-суреттегi ребусты шешейiк. Мұндағы жұмбақтың шешуiн табу үшiн, алдымен бейнеленiп тұрған суреттiң не екенiн, сосын оның атауының қандай әрiптерiн алу керектiгiн көрсетiп тұрған белгiлерi арқылы керектi әрiптердi аламыз. Бiздiң ребусымызда принтер (бiрiншi және екiншi әрпiн), робот (екiншi әрпiн), циркуль (бiрiншi әрпiн), евро белгiсi (бiрiншi әрпiн), сұрақ (екi рет бiрiншi әрпiн), камера (бесiншi әрпiн) алу арқылы ПРОЦЕССОР терминiн аламыз. Оны ЖАУАБЫ деген жерге енгiзiп, ТЕКСЕРУ батырмасын бассaq ребустағы жасырылған сөздiң жауабының «дұрыс», «дұрыс емес» екендiгiн көре аламыз.



3.1-сурет. Шешiлген ребус нәтижесiн тексеру.

Сосын «Келесi» батырмасын басып, келесi ребуска өтуге болады.

Мұнда сонымен қатар, компьютердiң басқа да құрылғылары: пернетақта, жүйелiк диск, модем, монитор, принтер, тышқан, дискжетек, дисплей, терминал, адаптер және т.б. терминдерiне арналған ребустар бар.

Сөзжұмбақтың бірі – Чайнворд. Ол ағылшынша «тізбекті сөз» деген ұғымды білдіреді және баспасөз беттерінде «сөзтізбек» деп аталып жүр. Чайнворд – тізбектелген, жалғанған сөздерден құрастырылатын жұмбақ ойын. Ол негізінен белгілі бір тақырыпқа ғана арналып жасалады. Кроссвордқа қарағанда чайнвордтың ең басты ерекшелігі де, міне, осында. Кез келген аралас сөздерден сөзтізбек құрастыруға болмайды. Өйткені, шашыраңқы сөздер жиынтығы чайнворд тұтастығын ұстап тұра алмайды. Мысалы, «Компьютер құрылғылары» тақырыбына құрылған чайнвордты (4.4.1-сурет) келтірейік:



4-сурет. Чайнворд.

Сұрақтардың жауабын енгізіп, *Тексеру* батырмасын басып тексерулеріне болады.



4.1-сурет. Шешілген чайнворд нәтижесін көру.

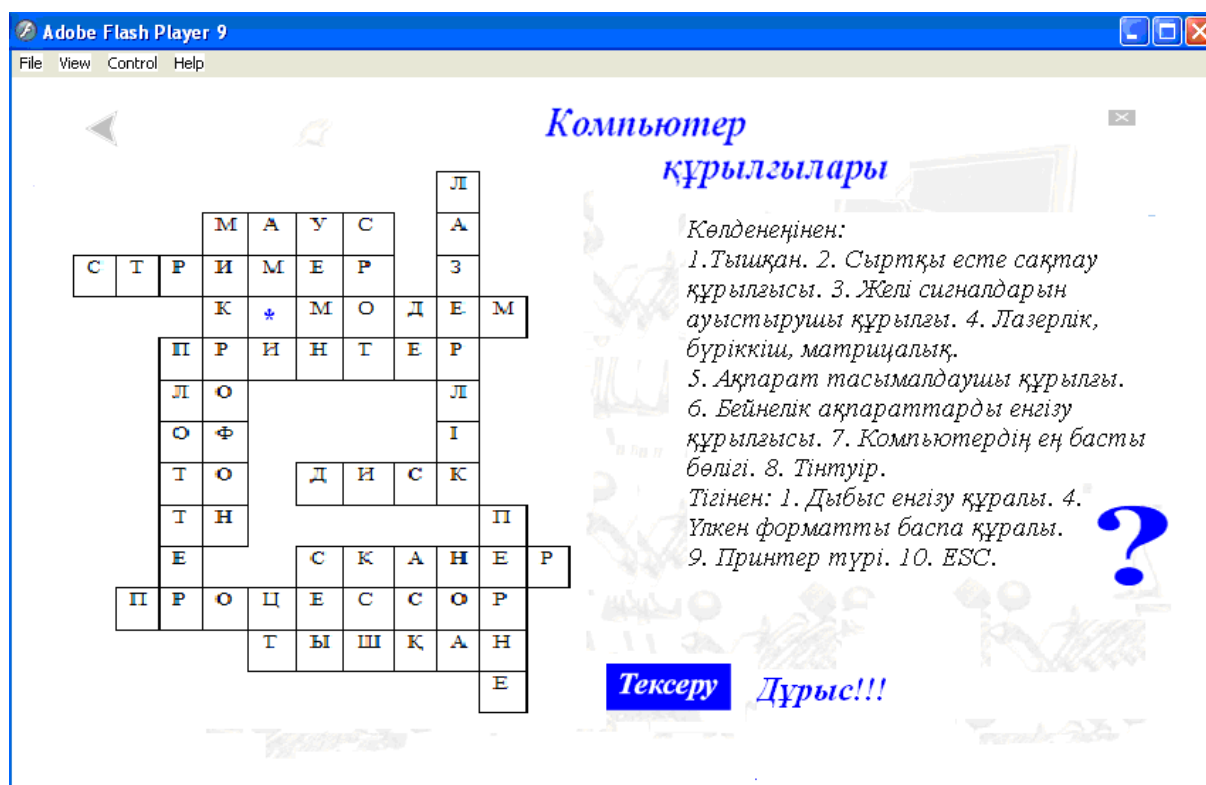
Сөзжұмбақтың ең күрделі түрі – кроссворд. Кроссворд – тоқылған сөздерден құралған жұмбақ. Ол халықаралық термин, ағылшынша cross – қилысқан және word – сөз деген ұғымдарды білдіреді. Демек, кроссворд өзара қиылысқан тор көздерді белгілі бір сөздермен толтыру арқылы құрастырылатын жұмбақ-ойын. Кроссвордты көбінесе сөзжұмбақ деп те атайды.

Кроссворд негізінен тақырыпты және тақырыпсыз болып екіге бөлінеді. Мысалы, жұмбаққа алынып отырған балама сөздер тек бір ғана тақырыптың

төңірегінде болуы мүмкін, сондай-ақ әр саланы қамтитын сөздерден құрастырылады. Кроссвордтың да түр-түрі көп. Сөзжұмбақ – мазмұны және бейнеленуі жағынан мынандай түрлерге бөлінеді: мазмұны бойынша: тақырыптық, полиглот, алфавиттік, фрагменттермен, ребустық, крисс- кросс, шашыраңқы т.б.; бейнеленуі бойынша: классикалық, ақ, сканворд, кейворд, орысша, сөздік, сызықтық, чайнворд, кроссчайнворд, филворд, немісше, венгриялық, пішінді сөзжұмбақ, сурет, қисық, дөңгелек, көлемдік, үшөлшемді және т.б. [5]



5-сурет. Кроссворд.



5.1-сурет. Шешілген кроссворд нәтижесін көру.

Осындай белгілі бір тақырыпқа арналып құрылған танымдық ойындарды пайдалану нәтижесінде - оларды шешу арқылы оқушылар: біріншіден, терминдерді қатесіз жазуға үйренеді, пәндік терминологияны түсінеді; екіншіден, тақырып бойынша

оқушы сабақ барысында түсіне алмаған тұстары жойылып, білімі толықтырылады; үшіншіден, танымдық ойындарды шешу арқылы оқушы тапқырлыққа, жылдамдыққа және өз ойын еркін жеткізе білуге, оқушылар өзара пікір алмасуға, бір-біріне көмектесіп, қиындықтарды бірлесе шешуге үйренеді, танымдық, шығармашылық қабілеттері дамып, оқушыларды шығармашылықпен жұмыс істеуге жетелейді деп есептейміз.

1. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cQdeBnfpnZkJ:www.oouk.vko.gov.kz/kz/files/conference3_04.doc
2. http://www.iro.yar.ru/resource/distant/music/sekret/tihova/tih_gl2.html
3. Салғожа И.Т. Информатика курсына сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастырудағы оқушылардың шығармашылық қабілетін дамыту әдістері. «Хабаршы», Абай атындағы ҚазҰПУ, 2002 жыл. №2(6)
4. ОРАҚОВА А.Ш. Оқу процесінде оқушылардың шығармашылығын дамытудың педагогикалық шарттары //п.ғ.к. ғыл.дәр.... дис. Алматы, 2006.
5. <http://users.i.com.ua/~cross/usebrus.htm>

УДК 517

Ж.А. Токибетов, С.З. Сапакова

ОБ ОДНОМ МНОГОМЕРНОМ АНАЛОГЕ СИСТЕМЫ КОШИ-РИМАНА

(г.Алматы, КазНУ имени аль-Фараби)

Бұл жұмыста Коши – Риман жүйесінің көпөлшемді жалпыламасы үшін жолақтағы шекаралық есеп қарастырылған. Жұмыста алынған бағалаулар шешімнің жалғыздығын көрсетеді.

In the given work we considered the regional problem in a strip for multidimensional analogue of Cauchy-Riemann's system. It is proved resolvability of the given problem in the space $W_2^1(D)$. It is shown owing to the received estimations that the decision is unique.

Рассмотрим систему уравнений первого порядка в пятимерном евклидовом пространстве R^5 переменных x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 :

$$PU \equiv LU + A(x)U = F(x), \quad (1)$$

где $U = (u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8)$, $u_i, i = \overline{1,8}$ действительные функции, $A(x)$ – заданная квадратная матрица восьмого порядка, а $F(x)$ – заданная восьмимерная $F = (f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8)$ вектор функция, а

$$LU = \sum_{i=1}^5 E_i U_{x_i},$$

здесь $E_i, i = \overline{1,5}$ блочные матрицы

$$E_1 = \begin{pmatrix} I & O & O & O \\ O & I & O & O \\ O & O & I & O \\ O & O & O & I \end{pmatrix}, E_2 = \begin{pmatrix} O & O & I & O \\ O & O & O & I \\ -I & O & O & O \\ O & -I & O & O \end{pmatrix}, E_3 = \begin{pmatrix} O & O & K & O \\ O & O & O & K \\ K & O & O & O \\ O & K & O & O \end{pmatrix},$$

$$E_4 = \begin{pmatrix} O & O & O & N \\ O & O & -N & O \\ O & N & O & O \\ -N & O & O & O \end{pmatrix}, \quad E_5 = \begin{pmatrix} O & O & O & J \\ O & O & -J & O \\ O & J & O & O \\ -J & O & O & O \end{pmatrix},$$

записанные через квадратные матрицы второго порядка

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, J = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, K = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, N = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, O = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix},$$

обладающие свойствами

$$NJ = K = -JN, NK = J = -KN, KJ = N = -JK, J^2 = N^2 = I, K^2 = -I.$$

Кроме того, имеют место равенства

$$E_l E_m = -E_m E_l, E_l^2 = -E, \quad l, m = \overline{2, 5}. \quad (2)$$

Система (1)

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_5}{\partial x_2} + \frac{\partial u_6}{\partial x_3} + \frac{\partial u_7}{\partial x_4} + \frac{\partial u_8}{\partial x_5} + a_{11}u_1 + a_{12}u_2 + \dots + a_{18}u_8 &= f_1, \\ \frac{\partial u_2}{\partial x_1} + \frac{\partial u_6}{\partial x_2} - \frac{\partial u_5}{\partial x_3} - \frac{\partial u_8}{\partial x_4} + \frac{\partial u_7}{\partial x_5} + a_{21}u_1 + a_{22}u_2 + \dots + a_{28}u_8 &= f_2, \\ \frac{\partial u_3}{\partial x_1} + \frac{\partial u_7}{\partial x_2} + \frac{\partial u_8}{\partial x_3} - \frac{\partial u_5}{\partial x_4} - \frac{\partial u_6}{\partial x_5} + a_{31}u_1 + a_{32}u_2 + \dots + a_{38}u_8 &= f_3, \\ \dots & \\ \frac{\partial u_8}{\partial x_1} - \frac{\partial u_4}{\partial x_2} - \frac{\partial u_3}{\partial x_3} + \frac{\partial u_2}{\partial x_4} - \frac{\partial u_1}{\partial x_5} + a_{81}u_1 + a_{82}u_2 + \dots + a_{88}u_8 &= f_8 \end{aligned} \quad (3)$$

эллиптическая, так как форма $D(\xi_1, \xi_2, \xi_3, \dots, \xi_8) = (\xi_1^2 + \xi_2^2 + \xi_3^2 + \dots + \xi_8^2)^4$ строго положительна. Мы еще используем кватернионную запись для системы (3). Пусть $u = u_1 + iu_2 + ju_3 + ku_4$, $v = u_5 + iu_6 + ju_7 + ku_8$ - кватернионы с законами умножения для единиц $i^2 = j^2 = k^2 = -1$, $ij = -ji = k$. Тогда систему (3) можно записать в форме

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} & \frac{\partial}{\partial \xi} \\ \frac{\partial}{\partial \xi} & -\frac{\partial}{\partial x_1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} + A \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = F,$$

где

$$\xi = x_2 + ix_3 + jx_4 + kx_5, \quad \frac{\partial}{\partial \xi} = \frac{\partial}{\partial x_2} + i\frac{\partial}{\partial x_3} + j\frac{\partial}{\partial x_4} + k\frac{\partial}{\partial x_5}, \quad \frac{\partial}{\partial \xi} = \frac{\partial}{\partial x_2} - i\frac{\partial}{\partial x_3} - j\frac{\partial}{\partial x_4} - k\frac{\partial}{\partial x_5}.$$

Поскольку операция умножения для кватернионов некоммутативная, мы получаем два различных дифференциальных оператора (системы) при умножении u на ∂_ξ справа и слева, причем умножения слева ∂_ξ понимаем

$$\partial_\xi u = \left(\frac{\partial}{\partial x_2} + i\frac{\partial}{\partial x_3} + j\frac{\partial}{\partial x_4} + k\frac{\partial}{\partial x_5} \right) (u_1 + iu_2 + ju_3 + ku_4),$$

а для умножения u на ∂_ξ справа нужно формально перемножить их как кватернионы, а затем считать $u_i \frac{\partial}{\partial x_i} = \frac{\partial u_i}{\partial x_i}$, [2]. В дальнейшем для удобства мы не будем делать различия в обозначениях вектор - функции и кватернион - функции. В области

$D = \{x = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \in R^5 : 0 < x_1 < h, (x_2, x_3, x_4, x_5) \in R^4\}$ (границу которой обозначим через Γ) рассмотрим аналогичную задачу, предложенную в работе [3].

Постановка задачи. Требуется найти решение системы (1) $U(x) \in C^\infty(\bar{D}) \cap W_2^2(D)$, компоненты которого удовлетворяют на границе Γ условиям

$$u_1|_{x_1=0} = u_2|_{x_1=0} = u_3|_{x_1=0} = u_4|_{x_1=0} = u_5|_{x_1=h} = u_6|_{x_1=h} = u_7|_{x_1=h} = u_8|_{x_1=h} = 0. \quad (4)$$

Класс вектор - функций $U(x) \in C^\infty(\bar{D}) \cap W_2^2(D)$, удовлетворяющих условиям (4), обозначим через C_p , замыкание C_p в норме пространства $W_2^1(D)$ - через S_p .

Утверждение 1. Для любой вектор функции $U(x) \in S_p$ справедливы неравенства

$$\|LU\|_0 \geq \|U_{x_1}\|_0, \|LU\|_0 \geq C\|U\|_0, \quad (5)$$

где $C=C(h) - \text{const}$.

Доказательство. Возьмем произвольную вектор- функцию $U(x) \in C_p$ и рассмотрим интеграл

$$(LU, U_{x_1})_0 = \sum_{i=1}^5 (E_i U_{x_i}, U_{x_1})_0. \quad (6)$$

Каждое слагаемое рассмотрим отдельно:

$$(E_1 U_{x_1}, U_{x_1})_0 = (U_{x_1}, U_{x_1})_0 = \|U_{x_1}\|_0^2. \quad (7)$$

Взяв второе слагаемое в (6) интегрируем его по частям:

$$\begin{aligned} (E_1 U_{x_2}, U_{x_1})_0 &= - \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_5}{\partial x_1} + u_2 \frac{\partial u_6}{\partial x_2} + u_3 \frac{\partial u_7}{\partial x_2} + u_4 \frac{\partial u_8}{\partial x_2}) n_2 d\Gamma + \\ &+ \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_5}{\partial x_2} + u_2 \frac{\partial u_6}{\partial x_2} + u_3 \frac{\partial u_7}{\partial x_2} + u_4 \frac{\partial u_8}{\partial x_2}) n_1 d\Gamma, \end{aligned} \quad (8)$$

где $\bar{n} = (n_1, 0, 0, 0, 0)$ - единичный вектор внешней нормали к Γ . Точно таким же образом, получаем

$$(E_3 U_{x_3}, U_{x_1})_0 = \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_6}{\partial x_3} - u_2 \frac{\partial u_5}{\partial x_3} + u_3 \frac{\partial u_8}{\partial x_3} - u_4 \frac{\partial u_7}{\partial x_3}) n_1 d\Gamma, \quad (9)$$

$$(E_4 U_{x_4}, U_{x_1})_0 = \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_7}{\partial x_4} - u_2 \frac{\partial u_8}{\partial x_4} - u_3 \frac{\partial u_5}{\partial x_4} + u_4 \frac{\partial u_6}{\partial x_4}) n_1 d\Gamma, \quad (10)$$

$$(E_5 U_{x_5}, U_{x_1})_0 = \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_8}{\partial x_5} + u_2 \frac{\partial u_7}{\partial x_5} - u_3 \frac{\partial u_6}{\partial x_5} - u_4 \frac{\partial u_5}{\partial x_5}) n_1 d\Gamma, \quad (11)$$

Согласно условиям (4) правые части равенств (8) – (11) равны нулю. Следовательно, на основании (7) – (11) из (6) имеем

$$(LU, U_{x_1})_0 = \|U_{x_1}\|_0^2, \quad (12)$$

Отсюда при помощи неравенства Гельдера получаем первое неравенство в (5):

$$\|LU\|_0 \geq \|U_{x_1}\|_0. \quad (13)$$

Так как вектор- функция $U(x) \in S_p(D)$, то имеем

$$u_n(x_1, x') = \int_0^{x_1} u_{n_i}(t, x') dt, \quad n = 1, 2, 3, 4,$$

$$\int_D u_n^2(x_1, x') dD = \int_D \left(\int_0^{x_1} u_{n_t}(t, x') dt \right)^2 dD \leq \int_0^h x_1 dx_1 \int_{-\infty}^{\infty} dx' \int_0^h u_{n_t}^2(t, x') dt = \frac{h^2}{2} \int_D u_{n_{x_1}}^2(x) dx_1 dx'$$

и аналогично

$$u_k(x_1, x') = \int_{x_1}^h u_{k_t}(t, x') dt, \quad n = 5, 6, 7, 8, \quad \int_D u_k^2(x_1, x') dx_1 dx' \leq \frac{h^2}{2} \int_D u_{k_{x_1}}^2(x) dx_1 dx'.$$

Тогда получается неравенство

$$\|U\|_0^2 \leq \frac{h^2}{2} \|U_{x_1}\|^2, \quad (14)$$

а с помощью, (14) и (13) получим вторую оценку в (5):

$$\|LU\|_0 \geq C \|U\|_0.$$

Утверждение 2. Для любой вектор – функции $U(x) \in C_p$ справедливо неравенство

$$C_1 \|U\|_1 \leq \|LU\|_0 \leq C_2 \|U\|_1, \quad C_1, C_2 = \text{const} > 0. \quad (15)$$

Доказательство. Для любой вектор - функции $U(x) \in C_p$ рассмотрим интеграл

$$(LU, LU)_0 = \sum_{i=1}^5 (E_i U_{x_i}, E_i U_{x_i})_0 + \sum_{i,j=1}^5 (E_i U_{x_i}, E_j U_{x_j})_0. \quad (16)$$

По свойству (2) матриц $E_i, i = \overline{1,5}$ легко получим, что

$$(E_1 U_{x_1}, E_1 U_{x_1})_0 = (U_{x_1}, U_{x_1})_0 = \|U_{x_1}\|_0^2, \quad (17)$$

$$(E_i U_{x_i}, E_i U_{x_i})_0 = (U_{x_i}, U_{x_i})_0 = \|U_{x_i}\|_0^2, \quad i = \overline{2, 5}, \quad (18)$$

Интегрированием по частям можно показать, что

$$(E_i U_{x_i}, E_i U_{x_i})_0 = 0, \quad i = \overline{2, 5}. \quad (19)$$

Так, например, по формуле (8):

$$(E_1 U_{x_1}, E_2 U_{x_2}) = \int_{\Gamma} (u_1 \frac{\partial u_5}{\partial x_2} + u_2 \frac{\partial u_6}{\partial x_2} + u_3 \frac{\partial u_7}{\partial x_2} + u_4 \frac{\partial u_8}{\partial x_2}) n_1 d\Gamma, \quad (20)$$

а в силу того, что по условиям (4)

$$u_1|_{x_1=0} = u_2|_{x_1=0} = u_3|_{x_1=0} = u_4|_{x_1=0} = 0,$$

а также по тем же условиями (4), касательные производные от u_5, u_6, u_7, u_8 на $x_1 = h$ также равны нулю, т.е.

$$\frac{\partial u_5}{\partial x_2}|_{x_1=h} = \frac{\partial u_6}{\partial x_2}|_{x_1=h} = \frac{\partial u_7}{\partial x_2}|_{x_1=h} = \frac{\partial u_8}{\partial x_2}|_{x_1=h} = 0.$$

Следовательно, интеграл по границе в правой части (20) равен нулю. Аналогично на основании условий (4) и формул (9) – (11) остальные слагаемые в (19) также равны нулю. Теперь покажем, что суммы интегралов $\sum_{i,j=1}^5 (E_i U_{x_i}, E_j U_{x_j})_0, i \neq j$, также равны нулю. Действительно, каждый интеграл $(E_i U_{x_i}, E_j U_{x_j})_0 = 0$, при $i \neq j$.

$$\begin{aligned} \text{Например, } (E_3 U_{x_3}, E_4 U_{x_4})_0 &= \int_{\Gamma} [u_6 \frac{\partial u_7}{\partial x_4} + u_5 \frac{\partial u_8}{\partial x_4} + u_2 \frac{\partial u_3}{\partial x_4} + u_1 \frac{\partial u_4}{\partial x_4}] \cos(n_{x_1}, n_{x_3}) d\Gamma - \\ &- \int_{\Gamma} [u_5 \frac{\partial u_8}{\partial x_3} + u_6 \frac{\partial u_7}{\partial x_3} + u_1 \frac{\partial u_4}{\partial x_3} + u_2 \frac{\partial u_3}{\partial x_3}] \cos(n_{x_1}, n_{x_4}) d\Gamma = 0. \end{aligned} \quad (21)$$

Таким образом, мы получили, что на основании равенств (17) – (21) интеграл (16) равен

$$\|LU\|_0^2 = \sum_{i=1}^5 \|U_{x_i}\|_0^2.$$

Теперь используя (14), получаем

$$\|LU\|_0^2 = \frac{1}{h^2} \left(\frac{h^2}{2} \|U_{x_1}\|_0^2 + \frac{h^2}{2} \|U_{x_1}\|_0^2 \right) + \sum_{i=2}^5 \|U_{x_i}\|_0^2 \geq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 \|U_{x_i}\|_0^2 + \frac{1}{h^2} \|U\|_0^2.$$

Следовательно, найдутся положительные постоянные $C_1, C_2 > 0$, такие, что

$$C_1 \|U\|_1 \leq \|LU\|_0 \leq C_2 \|U\|_1, \quad C_1, C_2 = const > 0.$$

Здесь также как в работе [2] можно положить $C_1 = \min(\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{k}), C_2 = 1$. Приближая вектор – функции $U(x) \in S_p$ вектор – функциями $U_n(x) \in C_p$ в норме $\|\cdot\|_1$, предельным переходом в последнем неравенстве получаем оценку (15) для любой функции $U(x) \in S_p$.

Утверждение 3. Если матрица $A(x) \in C(\bar{D})$ и существует положительное число $\delta < \frac{\sqrt{2}}{h}$, такое, что $\|AU\|_0 \leq \delta \|U\|_0$, то для любой вектор – функции $U(x) \in S_p$ выполняется неравенство

$$C_3 \|U\|_1 \leq \|PU\|_0 \leq C_4 \|U\|_1, \quad C_1, C_4 = const > 0. \quad (22)$$

Доказательство. Для любой вектор – функции $U(x) \in S_p$ интеграл $(PU, LU)_0$ преобразуем следующим образом

$$\begin{aligned} |(PU, LU)_0| &= |(LU + AU, LU)_0| = \left| \|LU\|_0^2 + (AU, LU)_0' \right| \leq \|LU\|_0^2 + \|AU\|_0 \|LU\|_0 \leq \\ &\leq \|LU\|_0^2 + \delta \|LU\|_0 \|U\|_0 \leq C \|LU\|_0^2, \quad C > 0, \end{aligned}$$

и с другой стороны,

$$|(PU, LU)_0| \geq \|LU\|_0^2 - \delta \|LU\|_0 \|U\|_0 \geq \|LU\|_0^2 (1 - \delta \frac{h}{\sqrt{2}}) = K \|LU\|_0^2, \quad K > 0.$$

Из этих последних двух оценок и из (15) получаем неравенство (22).

На основании этих трех утверждений получим теорему, доказанную в [3].

Теорема. Если матрица $A(x)$ удовлетворяет условию **утверждения 3**, то для любой вектор- функции $F(x) \in L_2(D)$ задача (1), (4) имеет единственное решение $U(x) \in W_2^1(D)$.

Доказательство приведем такое же, как в работе [3]. Пусть $P^*V \equiv L^*V + A(x)V$ - формально сопряженный оператор, где $L^*V = -E_1 V_{x_1} + \sum_{i=2}^5 E_i V_{x_i}$, C_{p^*}, S_{p^*} - классы вектор – функций, удовлетворяющих сопряженным граничным условиям. Введем негативное пространство S_{-1} с нормой $\|G\|_{S_{-1}} = \sup \frac{(G, U)_0}{\|U\|_1}$. Тогда с помощью утверждений 1 – 3, рассматривая вспомогательную задачу $LU = V$, $U \in C_p$, $\forall V \in C_{p^*}$, получаем оценку $\|P^*V\|_{S_{-1}} \geq \delta \|V\|_0$, $\delta = const > 0$.

Для этого используется представления в явном виде решения системы уравнений $LU = V$. Далее, $(P^*V, U)_0 = (PU, V)_0 = (PU, LU)_0 \geq \delta_1 \|U\|_1$, откуда следует нужная оценка. Затем, по обычной схеме

$$|(F, V)_0| \leq \|F\|_0 \|V\|_0 \leq c \|F\|_0 \|P^*V\|_{S_{-1}},$$

откуда, $\exists U \in S_p : (F, V)_0 = (U, P^*V)_0, \forall V(x, y) \in C_{p^*}$.

Таким образом, доказана разрешимость задачи в пространстве $W_2^1(D)$. Интегрируя по частям в тождестве $(F, V)_0 = (U, P^*V)_0, \forall V(x, y) \in C_{p^*}$ получаем, что это решение является решением почти всюду в D , т.к. тождество выполнено на плотном в $W_2^1(D)$ множестве. В силу оценки (22) это решение единственное.

1. Токибетов Ж.А., Сапакова С.З. Об одном методе решения задачи Римана-Гильберта для пятимерного аналога системы Мойсила – Теодореско // Материалы VI Казахстанско - Российской международной конференции «Математическое моделирование научно-технических и экологических проблем в нефтегазодобывающей промышленности». – Астана, 2007. – С. 295- 298.
2. В.С. Виноградов. Об одной эллиптической системе, не имеющей нетеровых граничных задач // ДАН СССР, 1971, т. 199, № 5, с. 1008-1010.
3. Б.Б. Ошоров. Об одном четырехмерной аналоге системы уравнений Коши-Римана // Неклассические уравнения математической физики. – Новосибирск, 2007. – С. 212-220.

УДК 621.01

А.К. Тулешов, Ф.Л. Таирова

ВЫВОД И АНАЛИЗ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ТЯГОВЫХ БАРАБАНОВ ВОЛОЧИЛЬНОГО СТАНА СО СКОЛЬЖЕНИЕМ

*(г.Алматы, Национальная инженерная академия,
Институт механики и машиноведения имени У.А.Джолдасбекова)*

Сым тартқыш машиналардың динамикасының құрашысы, сым тартқыш барабандардың қозғалыс тендеулері қорытылып шығырылды. Сымның созылу тендеуі негізінде сым тартқыш барабандардың қозғалыс тендеулері сымның барабан бойымен сырғанауын ескеріп қортылды. Бұл тендеулерде бастапқы кезде сымның тартылып тұрғаны ескерілді. Сымның созылу тендеулерімен қатар, барабанға әсер ететін сыртқы күштер тепе-теңдігі қарастырылған. Бұл тендеулерді талдау барысында сымның тартылыс күші, сымды тарту жылдамдығына тығыз байланысты екені анықталды.

It is considered the equations of movement of drawing drums of camps with sliding, as components of the general equations of dynamics of the drawing car. On the basis of the equations of lengthening of a processed material and as a balance, operating on a drum, the equations of movement of drawing drums of camps with sliding are received. This takes into account a prior tension wires. Mutually with the equations of tension wires consider the equations of equilibrium of forces in drums. Analyze these equations showed that the tension of the wire depends on the speed of drawing.

При волочении тонкой проволоки из низкоуглеродистой, среднеуглеродистой, высокоуглеродистой стали и меди используются машины многократного волочения со

скольжением. Машины многократного волочения работают на жидкой смазке в условиях энергичного отвода тепла и отличаются своей портативностью, возможностью достижения высокой скорости волочения. Согласование скорости и барабана обеспечивается за счет проскальзывания проволоки по барабану [1].

Волочильный стан СМВ –1-9МС предназначен для мокрого волочения со скольжением круглой и фасонной проволоки из медной катанки. Волочильная машина стана СМВ –1-9МС содержит девять основных волочильных барабанов и девять волок, через которых проходит медная проволока. Все тяговые барабаны приводятся во вращение через редуктор и главный вал от одного электродвигателя.

Рассмотрим кинематическую схему двух соседних барабанов волочильной машины, приведенную на рисунок 1. Здесь введем обозначения:

B_k – тянущий барабан, $(k = \overline{1, n})$;

$l_k[m]$ – расстояние между $(k-1)$ -м и k -м барабанами, $(k = \overline{1, n})$;

B_k – волока, $(k = \overline{1, n})$;

$l_{1k}[m]$ – длина проволоки от $(k-1)$ -го барабана до k -й волоки, $(k = \overline{1, n})$;

$l_{2k}[m]$ – длина проволоки от k -й волоки до k -го барабана, $(k = \overline{1, n})$;

$v_{1k}'[m/c]$ – линейная скорость после обжатия в k -ой волоке, $(k = \overline{1, n})$;

$v_{1k}'[m/c]$ – линейная скорость проволоки перед входом в k -ую волоку, $(k = \overline{1, n})$;

$T_k[H]$ – противонапряжение проволоки перед входом в k -ую волоку, $(k = \overline{1, n})$;

$Q_k[m^2]$ – площадь сечения проволоки на выходе k -ой волоки, $(k = \overline{1, n})$;

$N_k[H]$ – натяжение проволоки после выхода из k -ой волоки, $(k = \overline{1, n})$;

$F_k[H]$ – усилие волочения в k -ом блоке, $(k = \overline{1, n})$;

$R_k[m]$ – радиус k -го барабана, $(k = \overline{1, n})$;

$\omega_{Bk}[рад/с]$ – угловая скорость k -го барабана, $(k = \overline{1, n})$;

$v_k[m/c]$ – линейная скорость намотки проволоки на k -ом барабане, $(k = \overline{1, n})$.

Уравнения упругого удлинения обрабатываемого материала на непрерывно-поточных машинах-агрегатах получены в работах [2,3], при следующих допущениях:

- а) материал однороден и имеет по всей длине одинаковую толщину и ширину;
- б) влиянием массы материала на деформацию можно пренебречь;
- в) деформация имеет чисто упругий характер, причем равномерно распределяется по поперечному сечению;
- г) волновыми процессами, связанными с распределением деформации по длине, можно пренебречь.

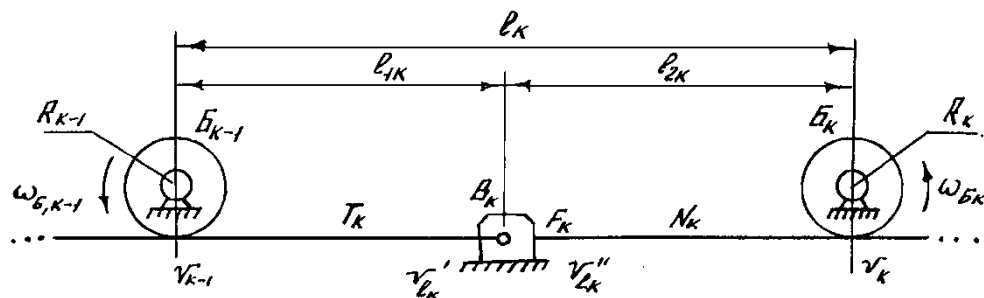


Рисунок 1- Кинематическая схема волочильных барабанов

При этих допущениях поведение проволоки в прямоточных волочильных станах на участках растяжения длиной l_{1k} и l_{2k} , соответственно можно описать дифференциальными уравнениями:

$$\begin{cases} \frac{d\varepsilon_{1k}}{dt} = \frac{1}{l_{1k}} (v'_{lk} - (1 + \varepsilon_{1k})v_{k-1}), k = \overline{1, n} \\ \frac{d\varepsilon_{2k}}{dt} = \frac{1}{l_{2k}} (v_k - (1 + \varepsilon_{2k})v''_{lk}), k = \overline{1, n} \end{cases} \quad (1)$$

где $\varepsilon_{1k} = \Delta l_{1k}/l_{1k}$ – относительное удлинение (деформация) проволоки на участке от $(k-1)$ -го барабана до k -й волоки, $(k = \overline{2, n})$;

$\varepsilon_{2k} = \Delta l_{2k}/l_{2k}$ – относительное удлинение (деформация) проволоки на участке от k -ой волоки до k -го барабана, $(k = \overline{2, n})$.

При решении практических задач с достаточной степенью точности величинами относительных удлинений ε_{1k} и ε_{2k} можно пренебречь по сравнению с единицей [2], поэтому уравнения (1) с учетом начальной деформации можно представить в виде:

$$\begin{cases} \frac{d\varepsilon_{1k}}{dt} = \frac{1}{l_{1k}} (v'_{lk} - v_{k-1}) + \varepsilon_{1k,0}, k = \overline{1, n} \\ \frac{d\varepsilon_{2k}}{dt} = \frac{1}{l_{2k}} (v_k - v''_{lk}) + \varepsilon_{2k,0}, k = \overline{1, n} \end{cases} \quad (2)$$

Из условий неизменяемости объема [4] проволоки в процессе волочения можно записать:

$$v''_{lk} = v'_{lk} \frac{Q_{k-1}}{Q_k} = v'_{lk} \mu_k, k = \overline{1, n} \quad (3)$$

где

$$\mu_k = \frac{Q_{k-1}}{Q_k}, k = \overline{1, n} \quad (4)$$

μ_k – коэффициент обжатия (вытяжки) k -ой волоки.

В волочильных станах типа СМВ –1-9МС, противонапряжения проволоки не создаются, значит $\varepsilon_{1k} = 0$, откуда следует, скорости $v_{k-1} = v_{l,k}$.

Тогда на основании уравнении (3) имеем, что

$$v''_{lk} = v_{k-1} \mu_k, k = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Если допустить, что деформация проволоки линейна и подчиняется закону Гука, то для натяжения N_k получаем уравнения в виде:

$$\begin{cases} \frac{dN_k}{dt} = \frac{EQ_k}{l_{2k}} (v_k - \mu_k v_{k-1}) + N_{k,0}, k = \overline{1, n}, \end{cases} \quad (6)$$

где E [Па] – модуль Юнга, который принят одинаковым для всех участков проволоки.

На волочильном барабане происходит проскальзывание, поэтому скорость проволоки на барабане v_k отличается от скорости барабана $v_{kB} = R_k \cdot \omega_{Bk}$, $k = \overline{1, n}$.

Определим коэффициент скольжения проволоки по барабану

$$\zeta_k = \frac{R_k \omega_{Bk} - v_k}{R_k \omega_{Bk}} = 1 - \frac{v_k}{R_k \omega_{Bk}}. \quad (7)$$

С учетом соотношения

$$v_k = (1 - \xi_k) R_k \omega_{Bk} \quad (8)$$

система (6) может быть представлена в виде:

$$\frac{dN_k}{dt} = \frac{EQ_k}{\mu_k l_k} \left(\frac{(1 - \xi_k) R_k \omega_{Bk}}{\mu_k} - (1 - \xi_{k-1}) R_{k-1} \omega_{B,k-1} \right) + N_{k,0}, k = \overline{1, n}. \quad (9)$$

Напишем уравнение баланса мощностей на барабане волочильной машины с учетом скольжения

$$- N_k v_k - P_{Tk} (\omega_{Bk} R_k - v_k) + M_{Bk} \omega_{Bk} = 0. \quad (10)$$

где P_{Tk} - сила трение на k -ом барабане;

$M_{Bk} [H \cdot m]$ – движущий момент на валу k -го барабана.

В этом уравнении направление сил учтены. Разделим уравнение (10) на $\omega_{Bk} R_k$ в результате с учетом (8) получим

$$- N_k (1 - \xi_k) - P_{Tk} \xi_k + \frac{1}{R_k} M_{Bk} = 0. \quad (11)$$

Уравнения равновесия сил на барабанах в процессе волочения имеет вид:

$$M_{Bk} = R_k \left[(1 - \xi_k) N_k + P_{Tk} \xi_k \right] \quad (12)$$

и

$$M_{Dc} = \sum_{k=1}^n M_{Bk} j_k, \quad (13)$$

Здесь передаточное число редуктора на барабане $j_k = \omega_{Bk} / \omega_D, k = \overline{1, n}$, M_D, ω_D - движущий момент и угловая скорость двигателя.

В результате система уравнений (9) и (12) совместно с уравнениями (13) представляет собой уравнения движения волочильных барабанов.

1. Пальмов Е.В., Гурьянов М.К. Современные скоростные волочильные станы. //В сб. «Расчет и конструирование заводского оборудования» – М.: Машгиз, 1950 – с.195.
2. Егоров В.Н., Шестаков В.М. Динамика систем электропривода. Л.: Энергоатомиздат, 1983
3. Джолдасбеков У.А., Молдабеков М.М., Тулешов А.К. Стабилизация натяжения проволоки в многократных прямоточных волочильных станах. – Алматы, 1998. – 127 с. ISBN 9965-408-04-1.
4. Перлин И.Л., Ерманок М.З. Теория волочения – М.: Металлургия, 1967. -345 с.

**КОРРЕКЦИОННЫЕ МОДУЛИ ПО ИНФОРМАТИКЕ: ПРИНЦИПЫ
РАЗРАБОТКИ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ***(г.Тараз, Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати)*

Бұл мақалада информатика бойынша дайындаудың мазмұнын модульдік принципті есепке ала отырып құруды ұсынады. Коррекциялау модулі бұл принципті қолданудың нәтижесі болып табылады. Жұмыста инженерлік мамандықтың студенттері үшін информатика бойынша коррекциялық модульдерді жасаудың принциптері көрсетілген. Әрбір модульді оқып-үйрену мақсаты тұрғыдан негізделген. Модульдердің оқу материалдарының мазмұндары қысқаша сипатталған.

In given article the preparation maintenance on computer science is offered to be built taking into account a modular principle. The correctional module grows out of application of this principle. In work principles of working out of correctional modules on computer science for students of engineering specialities are specified. The expediency of studying of each module is proved. The maintenance of teaching materials of the module is is short described.

Вариативные модули корректирующего характера строятся с учетом общеобразовательного характера подготовки по информатике студентов инженерных специальностей. Для построения содержания коррекционных модулей было рассмотрено содержание общеобразовательного курса информатики для среднего образования, контрольно-измерительные материалы для подготовки к промежуточному государственному контролю, одной из обязательных дисциплин которого является информатика. Проведенный анализ позволил выявить неполноту охвата содержания по информатике ГОСО РК для инженерных специальностей: в содержании не полно раскрыта линия информационных технологий, линия формализации и моделирования не рассматривается вообще. Исходя из этого, предлагаем выделить самостоятельные коррекционные модули для компенсации полноты объема содержания: «Формализация и моделирование», «Введение в информационные технологии», «Основы компьютерных сетей», «Основы защиты информации» и многие другие [1].

Анализ обобщенной информационной деятельности инженеров различного профиля позволяет выделить следующие общие виды информационной деятельности: поиск, представление, обработка, хранение, передача, использование информации. Эти виды деятельности в инвариантном ядре рассматриваются поверхностно. Поэтому для более глубокого понимания возможностей информатики и информационно-коммуникационных технологий в осуществлении данных видов деятельности необходимо усилить их изучение за счет введения коррекционных модулей. Коррекционные модули характеризуются тем, что они позволяют построить индивидуальную личностно-ориентированную траекторию обучения в зависимости от начальной подготовки по информатике в школе, а также позволяют приблизить уровень знаний и умений к тем, что необходимы для осуществления профессиональной подготовки в будущем. В процессе самостоятельной подготовки к ПГК студенты также могут использовать коррекционные модули для ликвидации пробелов по той или иной теме за счет изучения соответствующего коррекционного модуля. Например, среди измерительных материалов ПГК встречаются тестовые задания на знание баз данных, хотя данный вопрос в содержании ГОСО РК по информатике не входит, в этом случае наличие коррекционного модуля «Базы данных» позволяет ликвидировать данное упущение.

Приведем возможные коррекционные вариативные модули, основанные на перечисленных выше обобщенных видах информационной деятельности специалиста:

- «Основы Интернет», «Мировые информационные ресурсы» (поиск информации);
- «Представление графической информации» (представление информации);
- «Текстовый редактор», «Электронные таблицы», «Разработка электронных презентаций», «Растровые графические редакторы», «Векторные графические редакторы» (обработка информации);
- «Базы данных» (хранение информации);
- «Основы компьютерных сетей» (передача информации);
- «Введение в информационные технологии» (использование информации);
- «Основы защиты информации» (защита информации).

Назначение перечисленных выше модулей состоит в корректировке знаний, ликвидации неполноты общеобразовательного курса информатики в рамках существующего общеобразовательного стандарта. Данные модули также способствуют повышению результатов ПГК, общему уровню подготовки по инженерным специальностям.

При отборе содержаний коррекционных модулей учитывались общедидактические и методические принципы построения содержания по информатике, о которых подробно было изложено в параграфе, посвященном отбору содержания общеобразовательной подготовки по информатике студентов инженерных специальностей. В силу доминирования технического характера подготовки по информатике студентов инженерных специальностей необходимо этот характер компенсировать за счет модулей, формирующих знания и умения, прежде всего, по информационным технологиям. К таким модулям относятся коррекционные модули «Текстовый редактор», «Электронные таблицы», «Разработка электронных презентаций», «Растровые графические редакторы», «Векторные графические редакторы», «Базы данных», «Основы Интернет» и др. Общая цель этих модулей заключается в формировании знаний и умений по информационным технологиям, по обработке текстовой, числовой, графической информации и т.д.

Особенности коррекционных модулей заключаются в следующем:

- предлагаемые коррекционные модули служат дополнением и углублением содержания дисциплины «Информатика»;
- предназначены студентам инженерных специальностей;
- удовлетворяют квалификационным характеристикам будущих инженеров, определенных Государственным стандартом высшего профессионального образования для инженерных специальностей;
- освоение модулей является основой для дальнейшего изучения информационных технологий;
- закладывают основу для изучения специальных дисциплин с применением информационных технологий по отраслям инженерной деятельности;
- коррекционные модули могут быть использованы не только студентам инженерных специальностей, но и экономических, педагогических и др. направлений;
- в случае углубленной подготовки по информатике в общеобразовательной средней школе коррекционные модули могут быть использованы в классах с профильной ориентацией (естественно-математический, технический, экономический профили).

Рассмотрим некоторые методические особенности основных коррекционных модулей.

Коррекционный модуль «Текстовый редактор» имеет целью углубление знаний и умений по обработке текстовой информации.

Целью коррекционного модуля «Электронные таблицы» является углубление знаний, умений по информационным технологиям, а именно электронным таблицам, а также научить применять на практике современные электронные таблицы

Модуль «Базы данных» формирует представление о системах управления базами данных, учит работе с ними.

Коррекционные модули «Растровые графические редакторы», «Векторные графические редакторы» являются логическим углублением темы «Графические редакторы». Исполняют роль не только коррекции знаний, умений и развития навыков обработки графической информации, но и играют важную роль для формирования профессионально-значимых умений в области инженерной деятельности, а именно инженерно-конструкторской.

В условиях информатизации инженерного образования важно формирование информационной культуры будущего инженера, информационно-коммуникационной компетенции. Коррекционные модули «Основы компьютерных сетей» и «Основы Интернет» позволяют углубить знания по телекоммуникационным технологиям, сформировать основные умения по работе со средствами информационно-коммуникационных технологий.

Итак, каждый коррекционный модуль вносит свой определенный вклад в формирование информационно-коммуникационной компетенции будущего специалиста, его информационной культуры, закладывает базу для дальнейшего использования полученных знаний и умений в будущей профессиональной деятельности.

Для успешного внедрения и апробации, полученных в ходе педагогического исследования, коррекционных модулей необходимо наличие методических рекомендаций и материалов по этим модулям. Особенность таких материалов в том, что они в силу небольшого объема теоретического и практического материала не могут претендовать на отдельный курс и поэтому в условиях кредитной системы обучения мы ограничились лишь разработкой учебно-методических материалов модуля. В состав учебно-методических материалов модуля вошли:

- содержание модуля;
- учебно-методические материалы для организации СРСП;
- учебно-практический материал для СРС;
- контрольно-измерительные материалы для текущего контроля;
- список источников.

Материалы коррекционных модулей «вывешены» на сайте в гипертекстовом виде, такая форма представления учебного материала способствует его распространению, удобной возможности обмена учебной информацией.

1. Тунгатарова А.Т. О подходах к построению содержания общеобразовательного курса информатики для инженерных специальностей. Менеджмент в образовании, Алматы, 2010.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВУЗЕ*(г.Алматы, КазНПУ им.Абая)*

Мақалада университетте білім беруді ақпараттандыру мәселелері қоғамды ақпараттандырудың компоненті ретінде қарастырылады. Білім беруді ақпараттандыруға сыртқы және ішкі факторлардың әсері айқындалған. Білім саласында АКТ қолданудың негізгі көрсеткіші ретінде білім алушылардың жеке қажеттілігін жоғары дәрежеде қанағаттандыру мүмкіндігінің пайда болуы, олардың тұлғалық ерекшеліктері мен мүмкіндіктерін ескере отырып білімділігінің қалыптасуының үзіліссіз дамуымен қамтамасыз етуі көрсетілген. Жоғары білім беру жүйесінде АКТ енгізуде пайда болатын мәселелер сипатталған.

This article discusses the informatization of education in the university as a component of the informatization of society. The influence of external and internal factors on the computerization of education. The main indicators of ICT in education indicated the possibility of the emergence of increasingly meet the individual needs of students, to provide continuous ongoing development of the individual and the formation of education, given their personal characteristics and capabilities. It describes the problems encountered in implementing ICT in higher education.

Реформирование системы образования в последние годы внесло большие изменения в систему высшей школы Республики Казахстан. Казахстан стремится войти в международное образовательное сообщество на равных условиях. Перспектива вхождения в ВТО предопределила выход казахстанского образования на европейский рынок образовательных услуг, в связи с этим начат процесс подписания Болонской декларации. В настоящее время уже 25 Казахских вузов подписали Великую декларацию университетов. Ориентация системы образования на вхождение в Европейское образовательное пространство предполагает проведение интеграционных процессов, в качестве новых ориентиров развития образовательной системы принята концепция обучения на протяжении всей жизни (Long Life Learning – LLL). Эти тенденции характерны для всего постсоветского пространства [1].

Информатизацию образования следует рассматривать как процесс интеллектуализации деятельности обучающего и обучаемого, который развивается на основе реализации возможностей средств новых информационных технологий, при этом поддерживаются интеграционные тенденции процесса познания закономерностей предметных областей и окружающей среды (социальной, экологической, информационной и др.). Этот процесс сочетает преимущества индивидуализации и дифференциации обучения, обеспечивая тем самым многогранность педагогического воздействия на обучающихся.

Становление и развитие процесса трансформации образовательной системы определяют следующие основные направления ее информатизации: изменение структуры учебного информационного взаимодействия между участниками образовательного процесса под влиянием информационно-коммуникационных технологий; влияние информационно-коммуникационных технологий на представление учебного материала и на учебно-методическое обеспечение образовательного процесса; формирование новой информационной образовательной среды [2, 3 и др.].

В связи с бурным развитием информационных технологий в целом и активным прогрессом информатизации общества, науки и образования в частности в научно-педагогической литературе, посвященной процессам применения компьютерных технологий в обучении, предлагается широкий набор терминов и терминологических сочетаний, получающих не всегда одинаковое толкование. Поэтому для более детального и полного понимания остановимся на отдельных понятиях – «информатизация образования», «новые информационные технологии обучения», которые отражают, на наш взгляд, наиболее полно специфику исследуемого вопроса.

Под информатизацией общества понимается глобальный социальный процесс, доминирующим видом деятельности которого в сфере общественного производства являются сбор, накопление, обработка, хранение, передача, использование, продуцирование информации, осуществляемое на основе современных средств микропроцессорной и вычислительной техники, а также разнообразных средств информационного взаимодействия и обмена [4].

Информатизация образования – это, прежде всего, способ построения открытой системы образования, который позволяет каждому обучающемуся выбирать свой темп, траекторию и технологию обучения на основе имеющихся ресурсов. При этом происходит коренное изменение технологии получения нового знания через эффективную организацию познавательной деятельности обучаемых в ходе учебного процесса с применением такого важного дидактического свойства компьютера, как индивидуализация учебного процесса, которая позволяет сохранять его целостность за счет программируемости и динамической адаптированности автоматизированных учебных программ.

Под информатизацией образования, как правило, подразумевается не только процесс, обеспечивающий интенсификацию процессов обучения с применением компьютерных технологий, совершенствование форм и методов организации учебного процесса, но и организационного управления образовательным процессом, автоматизацию процессов информационно-методического обеспечения, ведения делопроизводства в учреждении образования, оценки качества образования.

Процесс информатизации образования инициирует совершенствование методологии и стратегии отбора содержания, методов и организационных форм, соответствующих задачам развития личности и формирования образованности и профессиональной компетентности обучающегося в условиях глобальной массовой коммуникации в информационном обществе; совершенствование личностно-ориентированных методических систем, способствующих формированию самостоятельной познавательной деятельности; совершенствование механизмов управления системой образования путем использования ИКТ [5].

Таким образом, информатизация образования - явление довольно многогранное, направленное на эффективное достижение конечного результата (сформированности образованности, профессиональной компетентности и т.д.), которое глубоко связано с информатизацией всего общества в целом, и зависящее от влияния двух групп факторов: внешних и внутренних.

Внешние факторы информатизации образования характеризуются достигнутым социальным уровнем развития государства, его информационной культуры, широтой применения информационных технологий во всех сферах жизни общества. Они определяют доступность и качество средств вычислительной техники, технологически возможный уровень информатизации общества, требуемую общеобразовательную подготовку и уровень владения компьютером выпускниками.

Внутренние факторы информатизации образования определяются самой системой образования и фактически отражают текущий уровень развития в целом

педагогической науки и практики, определяют способность системы воспринять и освоить средства информационных технологий. Они влияют на формы и методы организации работы учащихся, разработанность нового содержания образования, эффективность и оправданность использования информационных технологий в учебном процессе, уровень профессиональной подготовки педагогов, их знакомство с потенциальными возможностями информационных технологий и умения использовать эти возможности в своей практической деятельности. Эти факторы отображают гибкость системы управления образованием, готовность ее к изменению содержания, согласно требованиям предприятий и веяниям времени, переходу на новые прогрессивные технологии обучения.

Информатизация в вузе способствует достижению новых образовательных результатов, являющихся для выпускников вуза составляющими профессиональной компетентности, при предоставлении образовательных услуг:

- развитию информационной культуры участников образовательного процесса;
- развитию ключевых компетенций через интерактивное использование цифрового учебного оборудования и программных инструментов, работа в группе;
- освоению компетенций в виртуальных лабораториях - творческое применение знаний, умений и навыков в практических ситуациях;
- переходу от поглощения информации к производству знаний.

Таким образом, информатизация образования обеспечивает проведение и поддержку учебной, научной, учебно-методической и управленческой деятельности высшего учебного заведения.

Научно-технический прогресс способствует постоянному развитию, совершенствованию и появлению новых информационных технологий, находящих применение в образовательной деятельности. Постоянно возрастающие мощность и универсальность компьютеров открывают новые, отличающиеся от существовавших ранее, возможности преподавания и обучения, позволяют преподавателям расширять набор педагогических техник и методов обучения, а студентам – участвовать в научно-исследовательской работе. Технические ресурсы и средства позволяют обучающимся изучать и исследовать интересующие их области и темы.

В результате применения ИКТ повышается заинтересованность обучающихся в освоении изучаемого предмета, расширяется информационно-образовательная среда, улучшается качество знаний, изменяется их структура, происходит развитие компетенций, необходимых в современном мире, и формирование профессиональной компетентности. При использовании преподавателями ИКТ имеет место активное вовлечение обучающихся в учебный процесс, и это является одной из самых значительных тенденций развития образования.

В школах, в средних специальных и в высших учебных заведениях делается основной акцент на технологии мультимедиа, на интерактивные методы обучения для того, чтобы информационный обмен в процессе обучения происходил своевременно, и требуемая информация была актуальной. Так, например, процесс мониторинга оценки знаний обучающихся может быть автоматизирован, получение справочного материала из электронного сопровождения темы урока может осуществляться по запросу и т.д. Таким образом, информационные технологии обучения трансформируются в информационно-коммуникационные технологии в образовании. [6]

Одним из самых важных показателей применения ИКТ в области образования является появление возможности в большей степени удовлетворять индивидуальные потребности обучающихся, обеспечивать непрерывное поступательное развитие

личности и формирование образованности, учитывая их личностные особенности и возможности.

К проблемам, возникающим при внедрении ИКТ в системе высшего образования, относятся:

- неготовность педагогов к активному использованию информационных технологий в образовательном процессе;
- недостаточная разработанность методики применения интерактивных коммуникационных технологий в вузе;
- недостаточная информационная культура обучающихся;
- недостаточность коммуникационных умений обучающихся, обусловленная в том числе и массовым внедрением тестирования;
- пассивность обучающихся;
- разный уровень готовности образовательных организаций к внедрению информационных технологий;
- отсутствие корпоративной сети системы образования и ресурсных центров;
- недостаточная материально-техническая база вузов;
- педагогические программные средства разрабатываются выборочно, отсутствует их координируемое проектирование и подготовка;
- неоднозначность понимания термина ИКТ.

В соответствии с выдвигаемыми дидактическими задачами можно выделить следующие классы ИКТ:

- односторонние информационные технологии, которые рассчитаны только на прием информации обучающимися (чтение, просмотр, визуализация изучаемых процессов);
- интерактивные информационные технологии – получение результатов контроля знаний обучающихся, позволяющая корректировать усвояемость учебного материала за счет внесения изменений в лекционный материал, организацию СРС и СРС;
- технологии справочно-информационной поддержки обучения (телекоммуникационные сети, Интернет, Интранет, информационно-поисковые системы).

По средствам обучения:

- узко-специализированные, которые могут быть использованы только в рамках какой-то конкретной информационной технологии;
- универсальные, на основе которых можно строить различные информационные технологии.

По способу предъявления информации можно выделить следующие информационные технологии обучения:

- декларативные или рецептивные, ориентированные на последовательное предъявление обучающимся порции учебной информации и контроль ее усвоения (компьютерные учебники, обучающие и контролирующие программы, учебные видеофильмы, технология презентаций);
- процедурные, строящиеся на основе моделей изучаемых объектов, процессов и явлений (имитационные модели, предметно-ориентированные среды (базы знаний) и разрабатываемые на их основе лабораторные практикумы, тренажеры, игровые программы, виртуальная реальность);
- гипертекстовые и сетевые, позволяющие обучаемому самому выбирать последовательность изложения материала и обмениваться информацией на расстоянии (WWW-технология, HTML-технология, мультимедийные учебники, телеконференции,

экспертные системы, дистанционное обучение, системы искусственного интеллекта, е-портфолио);

– справочно-информационные, позволяющие обучающемуся самостоятельно находить необходимую информацию (базы данных, справочные системы, электронные учебно-методические комплексы).

Проблемы, возникающие при внедрении ИКТ, носят как общий характер, так и имеют свои особенности в зависимости от вида ИКТ.

1. Болонский процесс: Бергенский этап/ Под науч. ред. д-ра пед.наук, профессора В.И.Байденко. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, НАЦ МОН РК, 2006. – 184 с.
2. Бидайбеков Е.Ы., Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. Создание и использование образовательных электронных изданий и ресурсов.– Алматы: КазНПУ, 2006. - 136 с.
3. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом "Филинъ", 2003. - 616 с.
4. Бидайбеков, Е. Ы. Информатизация образования в Казахстане / Е.Ы. Бидайбеков. – А.: Китап, 1998. - 27 с.
5. Турганбаева А.Р. Об использовании компьютерных технологий для повышения профессионализма в образовании // Вестник КазНПУ им. Абая. Физико-математическая серия -№1 (9)- 2004. - С.212-215.
6. Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В. Теоретико-технологический подход к разработке электронных средств обучения //Вестник АГУ им. Абая. Физико-математическая серия. – 2001, №2(4).– С.32-37

УДК 517.9

Ж.А. Тюлеубаева*

О ПОСТРОЕНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИИ ВЯЗКО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ

*(г. Алматы КазНПУ имени Абая *-магистрант)*

Бұл жұмыста фильтрация теориясының есептеу алгоритмі құрастырылды. Қарастырылып отырған теңдеу сызықты емес, ал зерттелетін аймақ біртекті емес. Сондықтан мұндай модельдерді заманауи әдістерін математикалық физика және математикалық есептеуде кеңінен қолданылады. Зерттелетін сұлба мыналардан тұрады: әдістің негізі ағыстық қуалау, тура және кері қуалау. Күрделі геометриялық аумақтағы коэффициенттерді қуалау әдісі арқылы есептеледі.

The article is devoted construction of computing algorithm for one model of the theory of a filtration. The considered equations are nonlinear and the research area is non-uniform. Therefore studying of such models demands modern methods of research of calculus mathematics and the mathematical physics. The research scheme consists: a method substantiation adjustment, a straight line and the return of adjustment. Calculation factors for areas with difficult geometry.

Рассматривается трехслойный гидродинамический взаимодействующий нефтяной пласт, серединную прослойку которого посчитаем хорошопроницаемой, а две соседние-слабопроницаемыми. Пусть нефть отбирается произвольно расположенными

батареями скважин (галереями) в срединном пласте. Запишем математическую модель указанного фильтрационного процесса, которой в безразмерных переменных имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k^* \left(\left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|, \beta \right) \frac{\partial u}{\partial x} \right) = M(x, t, u) \frac{\partial u}{\partial t} + f(x, t) - q_n(x, t) \quad (x, t) \in Q_{1T}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(k^* \left(\left| \frac{\partial u_v}{\partial z} \right|, \beta \right) \frac{\partial u_v}{\partial z} \right) = M(z, t, u) \frac{\partial u_v}{\partial t}, \quad (x, z, t) \in Q_{2T}, \quad (2)$$

при начальных и граничных условиях

$$\left. \begin{aligned} u(x, 0) &= \varphi(x) & \text{при } x \in \overline{\Omega_0}, \\ u_v(x, z, 0) &= \varphi_v(x, z) & \text{при } (x, z) \in \overline{\Omega}, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\chi_1 u(0, t) + \bar{\lambda}_1 k^* \left(\left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|, \beta \right) \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=0} = q_0(t), \quad (4)$$

$$\chi_2 u(1, t) + \bar{\lambda}_2 k^* \left(\left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|, \beta \right) \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=1} = q_{l_1}(t), \quad (5)$$

$$\chi_{2+v} u(x, 0, t) + \bar{\lambda}_{2+v} k_v^* \left(\left| \frac{\partial u_v}{\partial z} \right|, \beta \right) \frac{\partial u_v}{\partial z} \Big|_{z=0} = q_{v,0}(t), \quad (6)$$

$$u(x, t) = u_v(x_v, 1, t), \quad t \in [0, T], \quad v = \overline{1, 2}, \quad (7)$$

$$\Omega_0 = \{0 < x < 1, \quad x \neq \xi_l, \quad l = 1, 2, \dots, l_1 - 1\}, \quad Q_{1T} = \Omega \times (0, T], \quad \Omega_v = \{0 < z < 1\},$$

$$\Omega = \Omega_0 \times (0, 1), \quad Q_T = \Omega \times (0, T),$$

$$f(x, t) = \sum_{v=1}^2 A_l(x) k_v^* \left(\left| \frac{\partial u_v}{\partial z} \right|, \beta \right) \frac{\partial u_v}{\partial z} \Big|_{z=1}, \quad (8)$$

l_1 и ξ_l - число и координаты эксплуатационных батарей (галерей) скважины, δ - обобщенная функция Дирака. Функции k, k_v, f, q_{l_1}, A и A_l считаются заданными, причем $k(x) \geq c_1 > 0$, $k_v(z) \geq c_2 > 0$, $\chi_l \geq 0$, $\bar{\lambda}_l \geq 0$, $\chi_i + \bar{\lambda}_l \neq 0$, $i = \overline{1, 4}$, $l = \overline{0, l_1}$,

$$M(x, t, u) = 1, \quad M_v(z, t, u_v) = \beta_v^* / \beta^*, \quad v = \overline{1, 2},$$

β^* и β_v^* - коэффициенты упругоэластичности прослойки; β - предельное значение начального градиента давления. Скорость фильтрации в хорошопроницаемом пласте подчиняется закону:

$$\vec{v} = - \frac{k^* \left(\left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|, \beta \right) \frac{\partial u}{\partial x}}{\mu}, \quad (9)$$

здесь k - проницаемость пласта, μ - вязкость жидкости, $k^* = k \frac{|u'_x| - \lambda_1 \beta}{\lambda_2 \beta + \sqrt{\lambda_3 \beta^2 + |u'_x|^2}}$,

λ_i - произвольные положительные параметры ($i = \overline{1, 3}$). Аналогично для слабопроницаемых слоев закон фильтрации имеет вид

$$\vec{v}_v = - \frac{k_v^* (u'_z, \beta) \frac{\partial u}{\partial z}}{\mu_v}, \quad v = \overline{1, 2}. \quad (10)$$

В частности, из (9) и (10) вытекает линейный закон Дарси при $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 0$, гиперболический закон при $\lambda_1 = 0, \lambda_2 = \lambda_3 = 1$, рассмотрим при $\lambda_2 = 1, \lambda_1 = \lambda_3 = 0$, закон с предельным градиентом давления при $\lambda_1 = 1, \lambda_2 = \lambda_3 = 0, \mu_0 = 1$; в этом случае к задаче (1)-(7) добавляется условия на границах возмущенный $l(t)$ и $H_v(x, t)$:

$$u(x, t)|_{x=l(t)} = \varphi(l, t), \quad \frac{\partial u}{\partial x}|_{x=l(t)} = \beta,$$

$$u_v(x, z, t)|_{z=H_v(x, t)} = \varphi_v(x, H_v, t), \quad \frac{\partial u_v}{\partial z}|_{z=H_v(x, t)} = \beta.$$

Вне области фильтрации давление считается равным начальному пластовому $u(x, t) = \varphi(x, t)$ при $x > l(t)$, $u_v(x, z, t) = \varphi_v(x, z, t)$ при $z > H_v(x, t)$.

Ниже приводим два расчетных алгоритма задачи (1)-(7), основанные на потоковом варианте метода подгонки. Применение этого метода вызвано тем, что, во-первых, он устойчив для сильноменяющихся коэффициентов, во-вторых, при решении задачи с предельным градиентом давления можно воспользоваться идеей метода фиктивных областей, так как в области фильтрации $k^* > 0$ и $k_v^* > 0$, вне ее $k^* = 0$ и $k_v^* = 0$. При построении стенки предположим, что функции $k(x)$ и $k_v(z)$ всюду непрерывны и строго положительны. Построим в Q_T сетку $\overline{\omega_h} = \{x : x_l = ih; i = \overline{0, N}; h = 1/N\}$, $\overline{\omega_{h_v}} = \{z : z_k = kh_v, k = \overline{0, N_v}; h = 1/N_v, v = \overline{1, 2}\}$. С равномерными шагами h, h_v на отрезке $[0, 1]$ и $0 \leq z \leq 1$ соответственно: $\overline{\omega_\tau} = \{t : t_j = j\tau, j = \overline{0, N_0}, \tau = T/N_0\}$ с шагами τ на отрезке $[0, T]$, $\overline{\omega_{h\tau}} = \overline{\omega_h} \times \overline{\omega_\tau} = \{(x_i, t_j) : x_i \in \overline{\omega_h}, t_j \in \overline{\omega_\tau}\}$ в области Q_0 , $\overline{\omega_{h, h_v, \tau}} = \overline{\omega_h} \times \overline{\omega_{h_v}} \times \overline{\omega_\tau} = \{(z, z, t) : x_i \in \overline{\omega_h}, z_k \in \overline{\omega_{h_v}}, t_j \in \overline{\omega_\tau}\}$ в области Q_T . При получении задачи (1)-(8) использована замена $\bar{z} = \frac{z-h_0}{h_1-h_0}$ при $z \in [h_0, h_1]$, $\bar{z} = \frac{h_3-z}{h_3-h_2}$ при $z \in [h_2, h_3]$.

Здесь $h_i - h_{i-1}$ - мощность i -го пласта ($i = 1, 2, 3$). Для удобства записи возвращаем старую переменную z . Разностную задачу (1)-(7) рассмотрим в расширенной сетке. Исходя из сказанного выше, уравнения (1), (2) перепишем

$$W'_x = Mu'_x + f(\bar{t}) - q_n(\bar{t}), \quad W = k^* u'_x, \quad (11)$$

$$W'_{vx} = M_v u'_{vx}, \quad W_v = k_v^* u'_{vx} \quad (12)$$

или в индексной форме

$$\left. \begin{aligned} W_{i+1}^{j+1} - W_i^{j+1} - A_i^{j+1} u_i^{j+1} &= -B_i^j \\ W_{i+1}^{j+1} - C_{i+1}^{j+1} (u_{i+1}^{j+1} - u_i^{j+1}) &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (13)$$

$$\left. \begin{aligned} W_{vi, k+1}^{j+1} - W_{vik}^{j+1} - A_{vik}^{j+1} u_{vik}^{j+1} &= -B_{vik}^j \\ W_{vi, k+1}^{j+1} - C_{vik}^{j+1} (u_{vi, k+1}^{j+1} - u_{vik}^{j+1}) &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (14)$$

Здесь $A_i^{j+1} = \frac{h}{\tau} M_i^{j+1}$; $B_i^j = \frac{h}{\tau} M_i^j u_i^j - h(f_i^{j+1} - q_n^{j+1})$, $C_i^{j+1} = k_{i+1/2}^{*s} / h$, $A_{vix}^{j+1} = \frac{h_v}{\tau} M_{vik}^{j+1}$,

$$B_{vik}^j = \frac{h_v}{\tau} M_{vik}^j u_{vik}^j, \quad C_{vih}^{j+1} = k_{vi, k+1}^{*s} / h_v, \quad k_{i+1/2}^{*s} = k_{i+1/2} \frac{|u_{i+1}^s - u_i^s| - \lambda_1 h \beta}{\lambda_2 h \beta + \sqrt{\lambda_3 (h \beta^2) + |u_{i+1}^s - u_i^s|^2}}, \quad (15)$$

$$k_{iv,k+1/2}^{*s} = k_{iv,k+1/2} \frac{|u_{iv,k+1}^s - u_{iv,k}^s| - \lambda_1 h_v \beta}{\lambda_2 h_v \beta + \sqrt{\lambda_3 (h_v \beta^2) + |u_{iv,k+1}^s - u_{iv,k}^s|^2}}, \quad (16)$$

$h > 0, h_v > 0. \tau > 0$ -шаги сетки по направлениям $Ox, Oz, Ot, v^{j+1} = v^{j+1,s+1}$,

$V^s = V^{j+1,s}, i = \overline{0, N-1}, k = \overline{0, N_v-1}, v = \overline{1, 2}, s$ -номер итерации. Для решения систем (11) и (12) введем линейную связь между сеточными функциями потока и давлением

$$\alpha_i u_i + \beta_i W_i = \gamma_i, \quad \alpha_{vik} u_{vik} + \beta_{vik} W_{vik} = \gamma_{vik}, \quad (17)$$

а также нормировку коэффициентов

$$\alpha_i - \beta_i A_i = 1; \quad \alpha_{vik} - \beta_{vik} A_{vik} = 1. \quad (18)$$

Тогда определим пригоночные коэффициенты. Отметим, что в уравнение (13) входит неизвестное пока значение $q_{n,l}^{j+1}$ которое зависит от $k_v^* \partial u_v / \partial z|_{z=1}$. Поэтому сначала находим пригоночные коэффициенты уравнения (14). Тогда названные коэффициенты уравнения определяются рекуррентными соотношениями

$$\left. \begin{aligned} \beta_{vi,k+1} &= -\frac{C_{vi,k+1} - \beta_{vik}}{1 + (C_{vi,k+1} - \beta_{vik}) A_{vi,k+1}}, \\ \gamma_{vi,k+1} &= \frac{\gamma_{vik} - \beta_{vik}}{1 + (C_{vi,k+1} - \beta_{vik}) A_{vi,k+1}}, \\ v &= \overline{1, 2}, k = \overline{0, N-1}, i = \overline{0, N-1}; A_{viN_1} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Величине $\beta_{vi0}, \gamma_{vi0}$ выводится из краевых условий (6), разностных уравнений (14) и нормировки (18):

$$\beta_{vi0} = -\frac{\bar{\lambda}_{2+v} + \chi_{2+v} C_{vi0}}{\chi_{2+v} + (\bar{\lambda}_{2+v} + \chi_{1+v}) A_{vi0}}, \quad \gamma_{vi0} = -\frac{q_{v0}}{\chi_{2+v} + (\bar{\lambda}_{2+v} + \chi_{2+v}) A_{vi0}}.$$

Теперь формулу (8), учтя условие (7), запишем в виде

$$q_{ni}^{j+1} = a_i u_i^{j+1} + b_i, \quad (20)$$

где $a_i = -\sum_{v=1}^2 \frac{1 + \beta_{viN_v} A_{viN_v}}{\beta_{viN_v}}, \quad b_i = \sum_{v=1}^2 \frac{\gamma_{viN_v}}{\beta_{viN_v}}$. Подставив (20) в (13), найдем коэффициенты

$A_i^{j+1} = h \left(\frac{M_i}{\tau} - a_i \right), \quad B_i^{j+1} = h \left(\frac{M_i}{\tau} u_i^j - f_i^j + b_i \right)$. Тогда значения поля давлений хорошо-

проницаемого пласта выразятся с помощью формул: $\beta_{i+1} = -\frac{C_{i+1}^{j+1} - \beta_i}{1 + (C_{i+1}^{j+1} - \beta_i) A_{i+1}^{j+1}},$

$$\gamma_{i+1} = \frac{\gamma_i - \beta_i}{1 + (C_{i+1}^{j+1} - \beta_i) A_{i+1}^{j+1}}, \quad i = \overline{0, N-1}, \beta_0 = -\frac{\chi_1 - \bar{\lambda}_1}{\chi_1 + (\chi_1 C_0 - \bar{\lambda}_1) A_0}, \quad \gamma_0 = -\frac{q_0^{j+1}}{\chi_1 + (\chi_1 C_0 - \bar{\lambda}_1) A_0},$$

$$W_i^{j+1} = (1 + \beta_i A_i^{j+1}) (W_{i+1}^{j+1} + B_i) - \gamma_i A_i^{j+1}, \quad u_i^{j+1} = \gamma_i - \beta_i (W_{i+1}^{j+1} + \beta_i), \quad i = \overline{N-1, 0},$$

$$u_N = \frac{\bar{\lambda}_2 \gamma_N - q_l \beta_N}{\bar{\lambda}_2 - \chi_2 \beta_N}, \quad W_N^{j+1} = \frac{q_l - \chi_2 \gamma_N}{\bar{\lambda}_2 - \chi_2 \beta_N}. \quad \text{Для определения } u_{vik}^{j+1} \text{ и } W_{vik}^{j+1} \text{ из (7) и второй}$$

формулы нормировки (8) можно найти $u_{viN_v}^{j+1} = u_i^{j+1}; \quad W_{viN_v}^{j+1} = (\gamma_{viN_v} - u_{viN_v}) \beta_{viN_v}.$

Здесь коэффициенты β_{viN_v} и γ_{viN_v} заранее вычислены по формуле (19). Совершив обратную прогонку по рекуррентным формулам $W_{vik}^{j+1} = (1 + \beta_{vik} A_{vik}^{j+1}) (W_{vi,k+1}^{j+1} + \beta_{vik}^{j+1}) - \gamma_{vik} A_{vik}^{j+1},$

$u_{vik}^{j+1} = \gamma_{vik} - \beta_{vik} (W_{vi,k+1}^{j+1} + B_{Nik}^j)$ $v = \overline{1,2}, i = \overline{0, N-1}; k = \overline{N_v-1, 0}$, вычисляем значение потока и поля давление слабопроницаемых прослоек. Следующий алгоритм тоже основан на методе прогонки. Разностные уравнения для (1) и (2) запишем в виде

$$\left. \begin{aligned} W_{i+1} - W_i &= \frac{h}{\tau} M_{i+1} u_{i+1} - \frac{h}{\tau} \Phi_{i+1}, \\ W_i &= K_{i+1/2}^{*s} \frac{u_{i+1} - u_i}{h}, \quad i = \overline{1, N-1}, \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

$$\left. \begin{aligned} W_{vi,k+1} - W_{vik} &= \frac{h_v}{\tau} M_{vi,k+1} u_{vi,k+1} - \frac{h}{\tau} \Phi_{vi,k+1}, \\ W_{vik} &= K_{vi,k+1/2}^{*s} \frac{u_{vi,k+1} - u_{vik}}{h_v}, \quad v = \overline{1,2}, \\ i &= \overline{1, N-1}, \quad k = \overline{1, N_v-1}. \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{i+1} &= -(\tau f_{i+1} - q_{n,i+1}) + M_{i+1} u_{i+1}, \\ \Phi_{vi,k+1} &= M_{vi,k+1} u_{vi,k+1}, \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

$$v_i = v_i^{j+1,s+1}, \quad u_i = u_i^j, \quad V^s = V^{j+1,s}.$$

Ищем решение разностных уравнений (21), (22) в виде

$$u_i = \frac{h}{\tau} \alpha_i W_i + \beta_i, \quad (24)$$

$$u_{vik} = \frac{\tau}{h_v} \alpha_{vik} W_{vik} + \beta_{vik}. \quad (25)$$

Значение перетока $q_{n,i+1}$ вычисляется по формуле (8). Определим прогоночные коэффициенты $\alpha_{vik}, \beta_{vik}$ в формуле (25). Из (22), (25) после некоторых преобразований запишем

$$\alpha_{vi,k+1} = \frac{1}{M_{vi,k+1} + k_{vi,k+1/2}^{*s} / (k_{vi,k+1/2}^{*s} \alpha_{vik} + h_v^2 / \tau)},$$

$$\beta_{vi,k+1} = \left(\Phi_{vi,k+1} + \frac{k_{vi,k+1/2}^{*s} \beta_{vik}}{k_{vi,k+1/2}^{*s} / (k_{vi,k+1/2}^{*s} \alpha_{vik} + h_v^2 / \tau)} \right) \alpha_{vi,k+1}, \quad i = \overline{1, N-1}; \quad k = \overline{1, N_v-1}, \quad v = \overline{1,2}.$$

Величины α_{vi1} и β_{vi1} находим из левого граничного условия и из (22) при $k = 0$:

$$\alpha_{vi1} = 1 / \left(M_{vi1} + \frac{\tau}{h_v} \frac{\chi_{2+v} k_{vi1/2}^{*s}}{\chi_{2+v} h_v - \bar{\lambda}_{2+v}} \right), \quad \beta_{vi1} = \left(\Phi_{vi1} - \frac{\tau}{h_v} \frac{k_{vi1/2}^{*s}}{\bar{\lambda}_{2+v} k_{vi1/2}^{*s} - h_v} \right) \alpha_{vi1},$$

Определим q_{ni} по формуле (20): $q_{n,i} = a_i u_i + b_i$. Здесь $a_i = \frac{A_i}{\tau} \sum_{v=1}^2 \frac{h_v}{\alpha_{viN_v}}$, $b_i = \frac{A_i}{\tau} \sum_{v=1}^2 h_v \frac{\beta_{viN_v}}{\alpha_{viN_v}}$.

Подставив q_{ni} в уравнение (21) и найдем прогоночные коэффициенты

$$\alpha_{i+1} = \frac{k_{i+1/2}^{*s} \alpha_i + h^2 / \tau}{k_{i+1/2}^{*s} / (1 + M_{i+1} \alpha_i) + M_{i+1} h_v^2 / \tau}, \quad \beta_{i+1} = \left(\frac{k_{i+1/2}^{*s} \beta_i}{k_{i+1/2}^{*s} \alpha_i + h_v^2} \Phi_{i+1} \right) \alpha_{i+1},$$

$$\alpha_1 = 1 / \left(M_1 + \frac{h}{\tau} \frac{\chi_1 k_{1/2}^{*s}}{h \chi_1 - \bar{\lambda}_1 h_{1/2}^{*s}} \right), \quad \beta_1 = \left(\Phi_1 - \frac{\tau}{h} \frac{k_{1/2}^{*s}}{h \chi_1 - \bar{\lambda}_1 h_{1/2}^{*s}} q_0 \right) \alpha_1.$$

Значение $W_i, u_i, W_{vik}, u_{vik}$ вычисляются последовательно по формулам

$$W_{i-1} = \frac{k_{i-1/2}^{*s} \left[W_i + \frac{h}{\tau} (\Phi_i - M_i \beta_{i-1}) \right]}{k_{i-1/2}^{*s} (1 + \alpha_{i-1}) + h^2 / \tau}, \quad u_{i-1} = \frac{h}{\tau} \alpha_{i-1} W_{i-1} + \beta_{i-1}, \quad i = \overline{N}, 2,$$

$$u_{viN_v} = u_i, \quad W_{vih_v} = \frac{h_v}{\tau} \frac{u_1 - \beta_{viN_v}}{\alpha_{viN_v}}, \quad W_{vi,k-1} = \frac{k_{vi,k-1/2}^{*s} \left[W_{vik} + \frac{h_v}{\tau} (\Phi_{vik} - M_{vik} \beta_{vi,k-1}) \right]}{k_{vi,k-1/2}^{*s} (1 + \alpha_{vi,k-1}) + h_v^2 / \tau},$$

$$n_{vi,k-1} = \frac{\tau}{h_v} \alpha_{vi,k-1} W_{vi,k-1} + \beta_{vi,k-1}, \quad v = \overline{1}, 2, \quad i = \overline{1}, N, \quad k = \overline{N_v}, 2.$$

Для вычисления нелинейных членов $k_{i+1/2}^{*s}$ и $k_{vi,k+1/2}^{*s}$ строим простой итерационный процесс в обоих алгоритмах I, II, который продолжит вплоть до выполнения условия

$$\max_{i,k} \left\{ \left| u_i^{s+1} - u_i^s \right|, \left| u_{vik}^{s+1} - u_{vik}^s \right| \right\} < \varepsilon.$$

Здесь s - номер итерации, $s = 0, 1, 2, \dots$, ε - заданная точность численного решения. Описанные алгоритмы легко переносятся на задачи промежуточной модели.

1. Курбанов А.К., Атанов Г.А. К вопросу о вытеснение нефти водой из неоднородного пласта. НТС Нефть и газ Тюмени, 1972, №13, с.36-38.
2. Леви Б.И., Зайдель Я.М., Санкин В.М. О методе снижения ориентационной погрешности при численном моделировании двухфазной фильтрации. - Численные методы механики сплошной среды. Новосибирск, СО АН СССР, т.9, 1978, №6, с. 105-114.
3. Воеводин А.Ф., Шугрин С.М. численные методы расчета ожномерных систем. - Новосибирск, 1981, с. 210.

УДК 539.3/.6:621.22

Ғ.У. Уәлиев, Т.И. Омаров, А.Ж. Сейдахмет

РЕЛЬСТІ МАШИНАНЫҢ ҚОЗҒАЛЫС МЕХАНИЗМІН ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ)

Рассматривается методика составления динамической модели механизма передвижения рельсовой машины. Определялись приведенные моменты инерции вращающихся масс и приведенные крутильные жесткости валов трансмиссии. Эти параметры необходимы для динамического моделирования. В результате получили трехмассовую дискретную расчетную схему с приведенными массами, жесткостями и невесомыми упругими связями. Такая модель значительно упрощает исследование рассматриваемой механической системы.

The technique of drawing up a dynamic model of the mechanism of movement of rail cars. We determined the reduced moment of inertia of the rotating mass and reduced torsional stiffness of shafts of transmission. These parameters are required for dynamic modeling. The consequence is a three-mass discrete design scheme with the reduced mass, stiffness and weightless elastic connections. This model greatly simplifies the study of the mechanical system.

Қандай да бір механизмді оның буындарындағы динамикалық жүктемелердің бар болуына зерттеу барысында механизмнің динамикалық моделін құру қажет.

Динамикалық модель – теориялық зерттеулерде және инженерлік есептеулерде қолданылатын, қарастырылатын механикалық жүйенің дәріптелген кескіні (есептеу сұлбасы).

Механизмнің динамикалық моделі көбіне шын параметрлері келтірілген параметрлермен алмастырылған динамикалық есептеу сұлбасы түрінде болады.

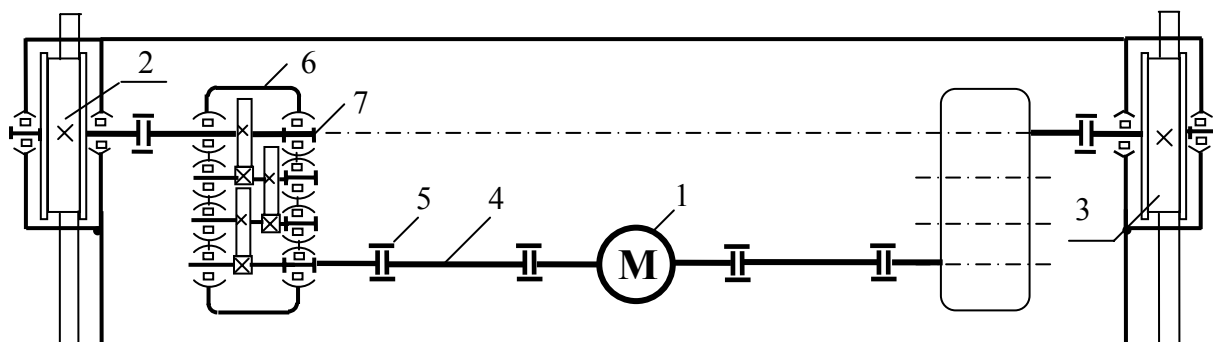
Механизмнің динамикалық моделін оның барлық буындары абсолют қатты деп құруға болады. Бірақ мұндай зерттеу қазіргі кезде көптеген машиналар үшін іске жарамайды. Мұндай есептеулердің нәтижелері машина жұмысы кезінде атқарушы механизмдер буындарының контурларында пайда болатын тәжірибе жүзінде алынған жүктемелердің мәндерінен айтарлықтай өзгеше. Сондықтан динамикалық модельдеу буындардың серпімділігі ескеріліп жасалады, қажетті жағдайда масса (инерция моменті) және серпімді буындардың қатаңдығы сияқты параметрлердің айнымалылығы ескеріледі.

Динамикалық модельдердің құрылуында шын мәнінде механизмнің күрделі механикалық жүйе екендігі ескеріледі. Бұл оның зерттелуін аса қиындатады, кейде тіпті мүмкін емес жағдайға дейін келеді.

Болат балқытатын өндірісте қолданылатын рельсті аудару машинасының қозғалыс механизмінің кинематикалық жүйесін мысал ретінде қарастырып шын мәніндегі механизмнің қиындығына көз жеткізуге болады (1-сурет). Механизмнің әрбір тармағына жүргіш білік 4, жалғастырғыштар (муфталар) 5, подшипниктер, қозғалғыш дөңгелектер 2, 3 және үшсатылы редуктор 6 кіреді, оның құрылымында муфталар арқылы жалғасқан бөлігінде 2 қозғалғыш дөңгелек орналасқан жетекші білік-тістегергіш, тісті дөңгелектер монтаждalған екі аралық біліктер және тісті дөңгелекті жетектелуші білік 7 бар. Жетекші білік-тістегергіш (жүргіш білік) электрқозғаушы роторымен 1 бір айналу өсінде орналасады.

Шын мәніндегі объектілер күрделі механикалық жүйе болғандықтан динамикалық модельдеу барысында қарастырылатын механизмде оны пайдалану кезінде пайда болатын басым түсетін (доминирующие) жүктемелерді ескеру қажет.

Рельсті машинаның динамикалық есептеу сұлбасын (динамикалық моделін) құруды қарастырайық..

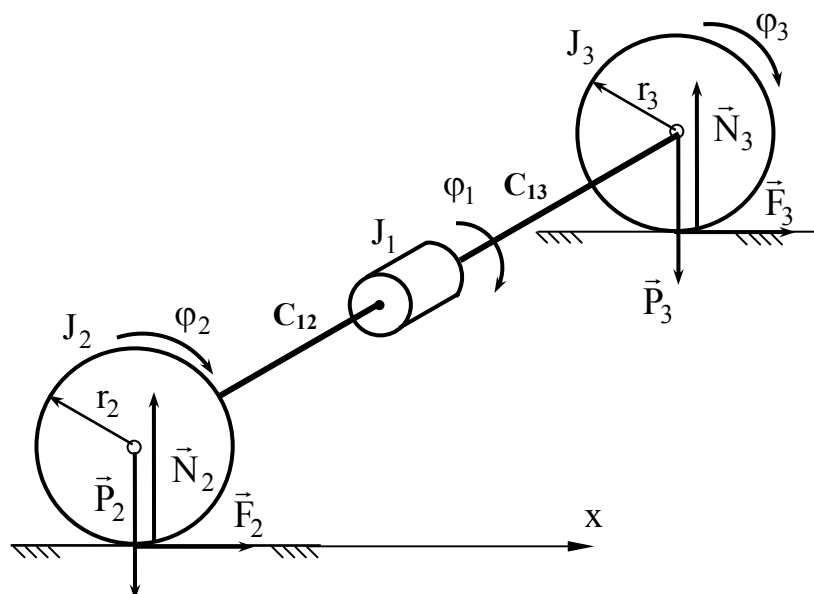


1 – сурет – Рельстық машинаның қозғалыс механизмінің кинематикалық сұлба

Рельсті машиналардың қозғалысында трансмиссиялық біліктерде, электрқозғалтқыштан машинаның қозғалғыш дөңгелектеріне берілетін, бұралу моменттері пайда болады. Берілген жағдайдағы бұралу моменттері – басым түсетін жүктеме. Машина жетегі механизмі буындарының серпімділігінен трансмиссиялық біліктерде серпімділік күшінің ауыспалытаңбалы моменттері пайда болады, яғни

машина қозғалысы бұралу тербелістерімен қабаттаса жүреді. Демек, динамикалық модельдеу кезінде тербеліс процесін суреттеуге мүмкіндік беретін параметрлерді, атап айтқанда, қозғаушы күштердің және кедергі күштердің келтірілген моменттерін, келтірілген инерция моменттерін және қозғалыс механизміндегі трансмиссия біліктерінің келтірілген бұралу қатаңдықтарын анықтау керек.

Механизмді дискретті массалардан және салмақсыз серпімді байланыстардан құралған механикалық модельмен алмастыруға болады. 2 - суретте келтірілген инерция моменттері J_1, J_2, J_3 , өзара, қатаңдықтары C_{12} және C_{13} 2 және 3 дөңгелектерінің айналу өсіне келтірілген, салмақсыз серпімді біліктермен байланысқан үш дискретті массалардан құралған механизмнің есептеу сұлбасы көрсетілген.



2 – Сурет – Рельсті машина қозғалыс механизмінің динамикалық есептеу сұлба (динамикалық модель)

Сұлбаны құрғанда жетектің барлық айналатын бөлшектерінің – біліктердің, муфталардың, тісті дөңгелектердің массалары механизмдер теориясынан белгілі тәсілдермен қозғалғыш 2, 3 дөңгелектер айналу өсіне 7 келтірілген (1-сурет) [1].

Массаларды (инерция моменттерін) келтіру есебі келтірілген және келтірілетін массалардың кинетикалық энергияларының тең болу шартынан шешіледі.

Электрқозғалтқыш роторының J_1 , жетектің сәйкесті сол және оң бөліктерінің айналу массаларының J_2, J_3 келтірілген инерция моменттерін анықтауды қарастырайық.

Электрқозғалтқыш роторының J_1 келтірілген инерция моменті

$$J_1 = J_{дв} \cdot u_{12}^2 \quad (1)$$

формуласымен анықталады, мұндағы $J_{дв}$ - электрқозғалтқыш роторының инерция моменті, оның мәні қозғалтқыштың паспорттық сипаттамаларынан алынады; u_{12} - 6-редуктордың беріліс қатынасы, оның мәні редуктордың техникалық суреттемесінде келтіріледі немесе редуктордың тісті дөңгелектерінің тістерінің санына байланысты есептеледі.

Қозғалыс механизмі жетегінің сол бөлігінің келтірілген инерция моментін J_2

$$J_2 = J_o + J_1'' + J_{II}'' + J_8'' \quad (2)$$

формуласымен анықтауға болады, мұндағы J_o - 7 өсіне қатысты инерция моменті, ол J_k - 2 дөңгелегінің, муфтаның - J_m , тісті дөңгелектің - J_3 және осы бөлшектер құрастырылған білік бөліктерінің - J_b инерция моменттерінің қосындысымен анықталады, яғни

$$J_o = J_k + J_m + J_3 + J_b, \quad (3)$$

J_I'' және J_{II}'' - тісті дөңгелектер қондырылған редуктордың аралық I және II біліктерінің сәйкесті келтірілген инерция моменттері

$$J_I'' = J_I u_I^2 \text{ және } J_{II}'' = J_{II} u_{II}^2 \quad (4)$$

формуларымен анықталады, мұндағы J_I және J_{II} - тісті дөңгелекті аралық I және II біліктерінің өз айналу өсіне қатысты инерция моменттері; u_I және u_{II} - редуктордың аралық I, II біліктерінің және 2 дөңгелек білігінің арасындағы, яғни келтірілетін және келтірілген біліктер арасындағы беріліс қатынастары; J_4 - жетектің сол бөлігіндегі 4 білігінде айналатын массалардың (электрқозғалтқыш роторынан басқа) келтірілген инерция моментін

$$J_4'' = J_4 u_{12}^2$$

формуласымен анықтаймыз, мұндағы u_{12} - редуктордың беріліс қатынасы, J_4 - 4 білігінің айналу өсіне қатысты J'_b , екі муфтаның - J'_m және жетекші біліктістегергіштің J_w қосынды инерция моменті, яғни

$$J_4'' = (J'_b + 2J'_m + J_w) u_{12}^2. \quad (5)$$

(3), (4), (5) өрнектерін ескеріп жетектің сол бөлігінің келтірілген инерция моментін J_2 анықтайтын формуланы төмендегі түрде аламыз:

$$J_2 = J_k + J_m + J_3 + J_b + J_I u_I^2 + J_{II} u_{II}^2 + (J'_b + 2J'_m + J_w) u_{12}^2. \quad (6)$$

Тісті дөңгелек, муфталар сияқты стандарт бұйымдардың инерция моменттерінің мәндері дайындаушы-зауыттың техникалық документтерінде көрсетіледі, ал егер көрсетілмесе оларды теориялық механика курсынан белгілі тәсілдермен есептеуге болады [2]. Жетектің оң бөлігі жоғарыда айтылғандарға барабар анықталады және электрқозғалтқыш 1 симметриялы орналасса оң бөліктің J_3 келтірілген инерция моменті J_2 инерция моментіне тең болады.

Трансмиссия біліктерінің бұралу қатаңдықтарын келтіруің қарастырайық..

$$\text{Біліктің бұралу қатаңдығы} \quad C = \frac{GJ_p}{\ell} = \frac{G\pi d^4}{32\ell} \quad (7)$$

формуласымен анықталады, мұндағы G - ығысу модулі (екінші текті серпімділік модулі); $J_p = \frac{\pi d^4}{32}$ - біліктің полярлық инерция моменті; d - білік диаметрі; ℓ - көлденең қимасы тұрақты біліктің ұзындығы.

Есептеу сұлбасындағы жетектің барлық айналу массалары (2-сурет) келтірілген инерция моменттерімен J_1, J_2, J_3 алмастырылған. Массалар өзара келтірілген қатаңдықтары C_{12} және C_{13} салмақсыз серпімді біліктермен байланысқан, олар жетектелуші және жетекші жүйелердің потенциалдық энергияларының теңдік шартынан анықталады. Редуктор білігінің келтірілген қатаңдығы

$$C_{пр} = C_{nm} \cdot u^2, \quad (8)$$

формуласымен анықталады, мұндағы C_{nm} - жетектелуші біліктің қатаңдығы, (7) формуласымен анықталады; u - жетектелуші және жетекші біліктердің арасындағы беріліс қатынасы.

Есептеу практикасында кейде икемділік (податливость) деп аталатын қатаңдыққа кері шаманы пайдалану ыңғайлы $e = \frac{1}{C}$ [1, 3].

Қозғалыс механизмінің бір бөлігіндегі жетек білігінің қатаңдығын келтіруді қарастырайық (1-сурет). Берілген жағдайда біліктің серпімді элементтері тізбектей, параллель немесе аралас қосылуы мүмкін. Қатаңдықтары C_i және C_k тізбектей қосылған біліктер үшін олардың икемділіктері қосылады, яғни $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_i} + \frac{1}{C_k}$, бұдан

тізбектей қосылыстағы эквивалент қатаңдық $C = \frac{C_i \cdot C_k}{C_i + C_k}$ түрінде табылады. Серпімді

элементтердің параллель қосылысында олардың қатаңдықтары қосылады $C = C_i + C_k$.

Берілген жағдайда біліктің бөліктері 4 және редуктордың жетекші білігі, редуктордың жетектелуші біліктің жүктелген бөліктері мен қозғалғыш дөңгелек 2 сияқты, муфталардың көмегімен тізбектей қосылысқан.

Трансмиссия білігінің жүктелген бөліктерінің қатаңдықтарын анықтаған соң, алынған нәтижелер 2 дөңгелегінің айналу өсіне келтіріледі де тізбекті қосылыстағы сияқты өзара анықталады. Келтірілген C_{12} қатаңдық осылай есептеледі. Қатаңдықтардың параллель қосылысы кезінде эквивалент қатаңдықтың өсетіндігі, ал тізбектей қосылысты кемітіндігі көрініп тұр.

Есептеу сұлбасындағы J_1 және J_2 массаларын қосатын салмақсыз салмақсыз серпімді біліктің келтірілген C_{12} қатаңдығы [3]

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_{32} \cdot u_{32}^2} + \frac{1}{C_{42} \cdot u_{42}^2} + \frac{1}{C_{12} \cdot u_{12}^2}$$

формуладан анықталады, мұндағы C_1 және C_2 - сәйкесті, электрқозғалтқыш роторының 4 өсіне қатысты және 7 өсіне қатысты айналатын біліктердің эквивалент қатаңдықтары (1-сурет); C_{32} және C_{42} - редуктордың аралық біліктерінің қатаңдықтары; u_{12} - редуктордың беріліс қатынасы; u_{32} және u_{42} - редуктордың аралық біліктері мен 2 дөңгелек арасындағы беріліс қатынастары.

Жетектің оң бөлігі үшін келтірілген C_{13} қатаңдық та осы сияқты анықталады. Электрқозғалтқыш симметриялы орналасса C_{12} және C_{13} қатаңдықтарын өзара тең десек те болады.

Массалар мен қатаңдықтарды келтіру нәтижесінде машинаның қозғалыс механизмі (таралған параметрлі жүйе, 1-сурет) есептеу сұлбасында өзара серпімді салмақсыз C_{12} және C_{13} қатаңдықты байланыстармен қосылған үш дискретті массалармен J_1, J_2, J_3 алмастырылады (2-сурет). Мұндай жүйеде 4 жалпыланған координата болады, яғни оның орны 4 параметрмен анықталады: φ_1 - электрқозғалтқыш роторының қозғалғыш дөңгелектердің айналу өсіне келтірілген бұрылу бұрышы; φ_2 және φ_3 - қозғалғыш дөңгелектердің бұрылу бұрыштары; x - барлық жүйенің (машинаның) ілгерілемелі қозғалысы.

Механизмде әсер ететін күштер мен күш моменттерін зерттеу ыңғайлырақ болу үшін механизмнің барлық массасы шоғырланған буынына, яғни келтіру буынына, келтірілуі керек. Келтірілген күштердің және күш моменттерінің мәндері келтірілетін және келтірілген күштердің немесе күш моменттерінің қуаттарының тең болу шартынан анықталады.

Электрқозғалтқыштың 7 өсіне келтірілген M_1 моментін $M_1\omega_2 = M_{дв}\omega_1$ тәуелділігін пайдаланып анықтаймыз. Бұл өрнектегі $M_1\omega_2$ - қозғалғыш дөңгелектің айналу өсіндегі электрқозғалтқыш қуаты, $M_{дв}\omega_1$ - ротордың айналу өсіндегі электрқозғалтқыш қуаты. Демек $M_1 = M_{дв} \frac{\omega_1}{\omega_2} = M_{дв} u_{12}$. Бұдан әрі есептеу сұлбасының келтірілген жүйе қозғалысын математикалық бейнелеу үшін қолданылуын қарастырамыз.

1. Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1973. – 592 с.
2. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. – Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2009. – 736 с.
3. Омаров Т.И., Маматова Г.У. Студенттің пәндік оқу-әдістемелік кешені «Машиналар динамикасы» пәні бойынша 050712 – машинажасау мамандығы үшін. КазҰТУ, Алматы, 2007, 102 б.

УДК 621.01

Г.У. Уалиев, Т.И. Омаров

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИВОДА РЕЛЬСОВОЙ МАШИНЫ

(г.Алматы, КазНПУ имени Абая, КазНТУ имени К.И.Сатпаева)

Рельстік машина жетегінің ішінде динамикалық құбылыстардың зерттеу үшін динамикалық модель құру қажеттілігі бар. Динамикалық модельдеу үшін басым түсетін жүктемелерді ескеру қажет. Демек, машина қозғалыс кезінде жетегінде бұралу тербелістер пайда болады. Сондықтан рельстік машина жетегінің динамикалық модель құру үшін қозғаушы күштердің және кедергі күштердің келтірілген моменттерін, келтірілген инерция моменттерін және қозғалыс механизміндегі трансмиссия бөлшектерінің келтірілген бұралу қатандықтарын анықтау керек. Осы жұмыста жоғарда айтылған негізгі параметрлер анықтау үшін методикалар қарастырылады.

To study dynamic processes in the drive mechanism of movement of rail cars need to make it a dynamic model. The model is tailored to the dominant loads: alternating torques. Consequently, the movement of vehicles accompanied by torsional oscillations. It should therefore be given to determine the driving torques and forces of resistance, the reduced moment of inertia and torsional stiffness given details of the transmission mechanism of movement. In this paper, the technique of determining the basic parameters required to generate a dynamic model of the mechanism of movement of rail cars.

Для динамического исследования механизма необходимо составить его динамическую модель, представляющую собой идеализированное отображение рассматриваемой механической системы (расчетная схема), используемое при ее теоретическом исследовании и инженерных расчетах [1]. Динамическая модель механизма обычно представляет собой расчетную динамическую схему, на которой реальные параметры механизма заменяются приведенными.

Динамическая модель механизма может быть составлена в предположении, что все его звенья абсолютно жесткие. Но такой подход к исследованию в настоящее время считается для большинства машин некорректным. Результаты таких расчетов существенно расходятся с экспериментально полученными значениями нагрузок, возникающими в контурах звеньев исполнительных механизмов при работе машин. Поэтому динамическое моделирование проводится с учетом упругости звеньев, а при необходимости учитывается переменность таких параметров как масса (момент инерции) и жесткость упругих звеньев. Составление динамической модели обусловлено тем обстоятельством, что реальный механизм представляет собой сложную механическую систему с последовательным или параллельным соединением звеньев, что значительно усложняет, а порой делает невозможным его исследование.

О сложности реального механизма можно убедиться на примере кинематической схемы механизма передвижения напольной завалочной машины сталеплавильного производства (рисунок 1). В каждую ветвь механизма входит быстроходный вал 8, муфты 7, подшипники, ходовое колесо 2 и трехступенчатый редуктор 9, в структуре которого ведущий вал-шестерня, два промежуточных вала со смонтированными на нем зубчатыми колесами и ведомый (выходной) вал 10 с зубчатым колесом. Ведущий вал-шестерня (быстроходный вал) устанавливается на одной оси вращения с ротором электродвигателя 1. Система валов трехступенчатого редуктора представляет собой последовательное соединение упругих элементов, в данном случае валов, работающих на кручение.

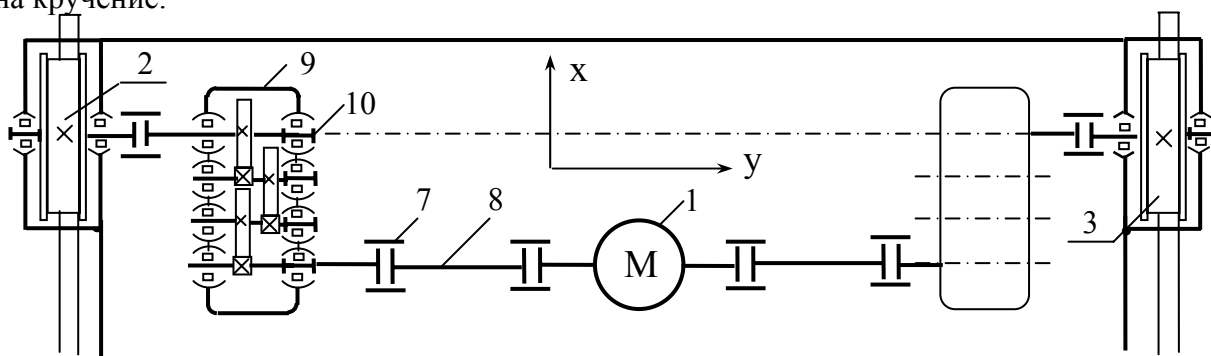


Рисунок 1 - Кинематическая схема механизма передвижения рельсовой машины

В связи с тем, что реальные объекты представляет собой сложную механическую систему при динамическом исследовании следует учитывать доминирующие нагрузки, возникающие в рассматриваемом механизме в процессе его эксплуатации. Очевидно, что при движении рельсовой машины в трансмиссионных валах возникают крутящие моменты, передающиеся от электродвигателя на ходовые колеса машины. В данном случае доминирующая нагрузка – крутящие моменты. Из-за наличия упругости звеньев механизма привода машины в трансмиссионных валах возникают знакопеременные моменты сил упругости, т.е. движение машины сопровождается крутильными колебаниями. Следовательно, при динамическом моделировании необходимо определять параметры, позволяющие описывать колебательный процесс, а именно: приведенные моменты сил движущих и сил сопротивления, приведенные моменты инерции и приведенные крутильные жесткости деталей трансмиссии механизма передвижения.

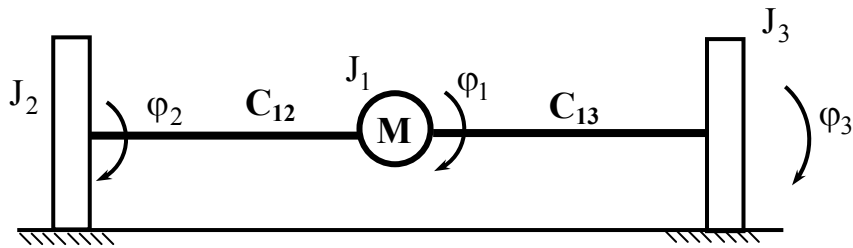


Рисунок 2 – расчетная схема (динамическая модель) механизма передвижения рельсовой машины

Механизм можно заменить механической моделью, составленной из дискретных масс и невесомых упругих связей. На рисунке 2 показана расчетная схема механизма, состоящая из трех дискретных масс с приведенными моментами инерции J_1, J_2, J_3 , связанных между собой невесомыми упругими валами с крутильными жесткостями C_{12} и C_{13} , приведенными к оси вращения колес 2 и 3.

Схема составлена в предположении, что массы всех вращающихся деталей привода, моменты сил движущих и сил сопротивления и крутильные жесткости приведены к оси 10 вращения пары ходовых колес 2,3 (рисунок 1).

Силы и моменты сил приводятся из условия равенства мощностей приводимой и приведенной силы [2]. Приведенный к оси вращения ходовых колес момент, развиваемый электродвигателем М определяется из формулы

$$M = M_{\text{дв}} \frac{\omega_1}{\omega_2} = M_{\text{дв}} u_{12}.$$

В этой формуле $M_{\text{дв}} = a - b\omega_1$ - момент электродвигателя (статическая характеристика) на оси вращения ходовых колес, ω_1 и ω_2 - угловые скорости ведущего и ведомого валов редуктора, u_{12} - передаточное отношение.

Моменты сил трения в зоне контакта ходовых колес 2, 3 с рельсами и действующие на ходовые колеса моменты сил сопротивления движению

$$M(F_2) = f_0 P_2 r_2, M(F_3) = f_0 P_3 r_3, \text{ и } M_2 = \delta P_2 \text{ и } M_3 = \delta P_3,$$

где P_2 и P_3 – нагрузки на колеса, r_2 и r_3 – радиусы колес, f_0 и δ – коэффициенты трения скольжения (покоя) и трения качения.

Задача приведения масс (моментов инерции) решается из условия равенства кинетических энергий приведенной и приводимой масс.

Формула для определения приведенного момента инерции J_2 левой части привода имеет вид

$$J_2 = J_k + J_m + J_3 + J_v + J_1 u_{24}^2 + J_{II} u_{34}^2 + (J'_v + 2J'_m + J_{III}) u_{12}^2.$$

Здесь показаны моменты инерции вращающихся деталей левой ветви привода: ходового колеса, муфт, валов, зубчатых колес; u_{24} - передаточное отношение между первым промежуточным валом редуктора и валом колеса 2, u_{34} - передаточное отношение между вторым промежуточным валом редуктора и валом колеса 2.

Значения моментов инерции стандартных изделий, таких как зубчатые колеса, муфты обычно указываются в технической документации завода-изготовителя; при отсутствии этих данных их можно вычислить, также как и для других элементов привода, известными из теоретической механики методами [3].

Рассмотрим задачу приведения жесткостей валов трансмиссии ходовой части машины.

Крутильная жесткость вала определяется по формуле

$$C = \frac{GI_p}{\ell} = \frac{G\pi d^4}{32\ell}, \quad (1)$$

где G – модуль сдвига; $I_p = \frac{\pi d^4}{32}$ – полярный момент инерции сечения вала; d – диаметр вала; ℓ – длина рассматриваемого участка вала.

Все вращающиеся массы привода в расчетной схеме (рисунок 2) заменены приведенными моментами инерции J_1, J_2, J_3 . Массы связаны между собой невесомыми упругими валами с приведенными жесткостями C_{12} и C_{13} , которые определяются из условия равенства потенциальных энергий приводимой и приведенной систем. Приведенная жесткость вала редуктора $C_{пр}$ определяется по формуле [2]

$$C_{пр} = C_{пм} \cdot u^2,$$

где $C_{пм}$ – жесткость приводимого вала, определяется по формуле (1);

u – передаточное отношение между приводимым и приведенным валами.

В расчетной практике иногда бывает удобно пользоваться величиной, обратной жесткости, называемой податливостью $e = \frac{1}{C}$.

Рассмотрим приведение жесткостей валов привода левой ветви механизма передвижения (рисунок 2). Упругие элементы, в данном случае валы, могут быть соединены последовательно, параллельно или смешанно. При последовательном соединении валов их крутильная жесткость уменьшается, а податливость увеличивается. Поэтому для определения результирующей податливости двух последовательно соединенных участков валов с жесткостями C_i и C_k их податливости $e_i = \frac{1}{C_i}$ и $e_k = \frac{1}{C_k}$ складываются т.е.:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_i} + \frac{1}{C_k}, \quad (2)$$

откуда эквивалентная жесткость при последовательном соединении

$$C = \frac{C_i \cdot C_k}{C_i + C_k}.$$

При параллельном соединении участков валов результирующая крутильная жесткость увеличивается. Поэтому для определения эквивалентной жесткости при параллельном соединении упругих элементов их жесткости складываются

$$C = C_i + C_k.$$

В данном случае (рисунок 2) участки вала 8 и ведущий вал редуктора соединены последовательно посредством муфт, также как и нагруженные участки ведомого вала редуктора.

После определения эквивалентных жесткостей нагруженных участков валов трансмиссии, полученные результаты приводятся к оси вращения колеса 2.

Результирующая приведенная крутильная жесткость C_{12} невесомого упругого вала, соединяющего на расчетной схеме массы J_1 и J_2 (т.е. аналога трансмиссии привода) определяется как при последовательном соединении валов (2) и определится из формулы

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_{24} \cdot u_{24}^2} + \frac{1}{C_{34} \cdot u_{34}^2} + \frac{1}{C_1 \cdot u_{12}^2},$$

где C_1 - эквивалентная жесткость ведущего вала, вращающегося относительно оси 8 вращения ротора электродвигателя;

C_4 - эквивалентная жесткость ведомого вала, вращающегося относительно оси 10 вращения колеса 2;

C_{24} - жесткость первого промежуточного вала редуктора;

C_{34} - жесткость второго промежуточного вала редуктора;

Определение крутильных жесткостей проводится с учетом только нагруженных участков валов.

При определении крутильных жесткостей не учитывается податливость зубчатых колес и муфт. Как показал численный расчет, проведенный с помощью формулы (1) значение крутильной жесткости одного из самых податливых зубчатых колес редуктора механизма передвижения исследуемой рельсовой машины оказалось равным $14,3 \cdot 10^8$ Нм, в то время как жесткость самого участка вала, на котором смонтировано колесо всего $83 \cdot 10^5$ Нм. Очевидно, что наиболее податливыми элементами приводов рельсовых машин являются трансмиссионные валы.

В результате приведения масс и жесткостей механизма передвижения машины (система с распределенными параметрами, (рисунок 1)) заменяется расчетной схемой с тремя дискретными (отдельными) массами (моментами инерции) J_1, J_2, J_3 (рисунок 2), соединенных между собой упругими невесомыми связями с крутильными жесткостями C_{12} и C_{13} . Такая система имеет 4 обобщенных координаты, т.е. ее положение определяют 4 параметра: φ_1 - приведенный к оси вращения пары ходовых колес угол поворота ротора электродвигателя; φ_2 и φ_3 - углы поворота ходовых колес; x - поступательное движение всей системы (машины).

Действующие в механизме передвижения машины силы и моменты сил для удобства исследования должны быть приведены к звену, в котором сосредоточена вся масса механизма, т.е. к звену приведения. Значения приведенных сил и моментов сил определяются из условия равенства мощностей приводимой и приведенной сил или моментов сил.

Полученная расчетная схема и вычисленные по предлагаемым формулам параметры используются для математического описания движения исследуемой рельсовой машины.

1. Вульфсон И.И. Колебания машин с механизмами циклового действия. – Л.: Машиностроение, 1990. – 309 с.
2. Кожевников С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах. – Киев: Наук. думка, 1986. – 288 с.
3. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. – Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2009. – 736 с.

ДИНАМИКА ОДНОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

Бұл мақалада кері байланысты электрлі механикалық жүйенің бір ерекше түрінің қозғалыс заңы қарастырылған. Қозғалыс теңдеулері Лагранж – Максвелл және Кирхгоф формулаларында жазылған. Теңдеулер системасы электр тізбектерінде ток пен электромагниттік якорьдің бұрылу бұрышының бастапқы мәндері бойынша шешілген.

В данной статье рассматривается движение одной электромеханической системы с обратной связью. Дифференциальные уравнения движения этой системы составлены в форме уравнений Лагранжа – Максвелла и Кирхгофа. Полученные системы уравнений решены при известных начальных значениях токов электрических схем и углов поворотов якоря электромагнита.

Рассмотрим динамику электромагнитного тормоза точной нити с регулируемой силой прижатия, как динамику электромеханической системы с обратной связью принцип работы которой изложена в [1].

На рисунке 1 представлен один из видов модели электромагнитного тормоза [2], в котором точная нить прижимается лапкой якоря к опорной поверхности, причем сила прижатия регулируется электрическим способом с помощью сопротивления диодной цепи. В этой модели электромагнитного тормоза используется «Земля Максвелла» и два источника питания И и И0, необходимые для форсирующего и подпитывающего режимов работы системы.

Пусть момент инерции якоря электромагнита I_1 , масса его m_1 , расстояние до центра масс ℓ_s , а к якорю электромагнита приложен момент сопротивления, $M_n = M_0 + k_n \square$ где M_0 – начальный момент сопротивления, k_n – коэффициент, зависящий от жесткости пружины. При отключенном электронном ключе ЭК будет работать только диодная цепь, для которой можно записать по законам Кирхгофа:

$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i_g = 0, \\ r_c \frac{di_1}{dt} = i_2, \\ r i_1 - U = r_0 i_g + U_q - U_0 \end{cases} \quad (1)$$

Примем для падения напряжения на диоде $I_{гг}$, следующую вольтамперную характеристику [3]

$$I_{гг} = \frac{1}{k} \ln \left(\frac{i_g}{i_H} + 1 \right) \quad (2)$$

где коэффициенты k, i_H – зависят от типа диода (для диода Д7В $i_H = 0,0001 \square$, $k = 16 \frac{1}{\text{в}}$). После преобразований из (1) с учетом (2) получим:

$$\begin{cases} cr \left(r_0 + \frac{1}{k} \frac{1}{i_g + i_H} \right) \frac{di_g}{dt} + (r_0 + r) i_g + \frac{1}{k} \ln \left(\frac{i_g}{i_H} + 1 \right) = I_{I0} - I, \\ cr \frac{di}{dt} + i_1 + i_g = 0 \end{cases} \quad (3)$$

При начальных условиях

$$t = 0, \quad i_g = 0, \quad i_l = 0$$

Уравнения (3) определяют характер нарастания токов в электрической цепи при отключенном электронном ключе.

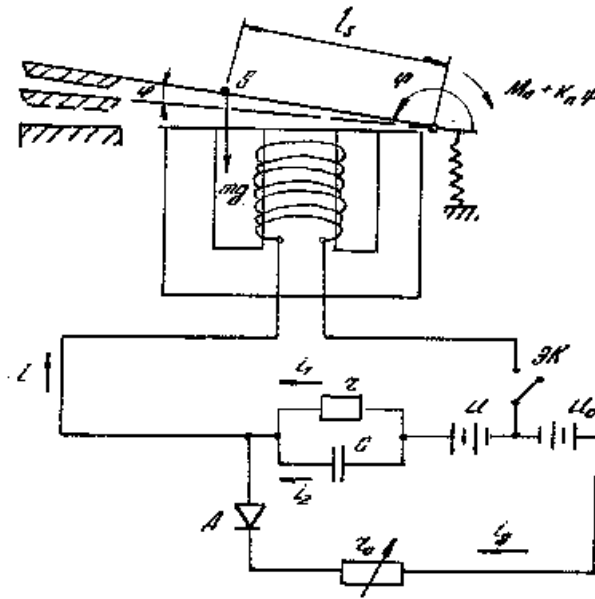


Рисунок 1 - Электромеханическая схема с обратной связью

Перейдем к составлению дифференциальных уравнений движения электромеханической системы при включенном электронном ключе. За обобщенную координату механической части системы примем угол поворота якоря электромагнита φ , а за обобщенные координаты электрических цепей примем количества электричества q_1, q, q_2, q_g , протекающие через сечения проводников за промежуток времени t . Тогда уравнения движения системы в форме Лагранжа-Максвелла и Кирхгофа запишутся:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = M(\varphi) + \frac{\partial L^e}{\partial \varphi} \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L^e}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial L^e}{\partial q} = u - R_a q - r q_1, \\ q_2 = cr q_1 \\ \dot{q} = \dot{q}_1 + \dot{q}_2 + \dot{q}_g, \\ r \dot{q}_1 - U = r_0 \dot{q}_g - U_0 + \frac{1}{k} \ln \left(\frac{g}{i_H} + 1 \right). \end{array} \right. \quad (4)$$

Функция Максвелла L^e имеет вид:

$$L^e = \frac{1}{2} L(\varphi) \dot{q}^2 - \frac{1}{2C} q_2^2 \quad (5)$$

Примем для индуктивности выражение [4]

$$L(\varphi) = \frac{\varepsilon}{d - a_1 \varphi}, \quad (6)$$

где приняты следующие обозначения $d_1 = 2 \ell_0$

$$\varepsilon = \omega^2 \mu S_M, \quad d = R_{мж} \mu_{вS_M} + 2(\delta_0 + \delta^*),$$

С учетом (5) и (6) уравнения (4) можно записать, учитывая, что производная от количества электричества есть сила тока:

$$\begin{cases} I_1 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{\varepsilon \alpha_1}{2(d - \alpha_1 \varphi)} i^2 - m_1 q l_s \cos(\varphi + \varphi_1) - k_H \varphi - M_0 \\ \frac{\varepsilon}{d - \alpha_1 \varphi} \cdot \frac{di}{dt} + R_a i + r_0 i_g + \frac{\varepsilon \alpha_1}{(d - \alpha_1 \varphi)^2} i \frac{d\varphi}{dt} + \frac{1}{k} \ln\left(\frac{i_g}{i_H} + 1\right) = U \\ rc\left(r_0 + \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{i_g + i_H}\right) \frac{di_g}{dt} (r + r_0) i_g + \frac{1}{k} \left(\frac{i_g}{i_H} + 1\right) - ri = U_0 - U \end{cases} \quad (7)$$

При $t = \alpha, i_g = i_g^0, i = i_0, \varphi = \varphi_0, \dot{\varphi} = \dot{\varphi}^0$

В формулах витков обмотки (1) и (7) приняты следующие обозначения
 ω - количество электромагнита;

$R_{мж}$ - магнитное сопротивление магнитопровода;

δ_0 - длина воздушного зазора при $\varphi = 0$;

δ^* - толщина прокладки;

$\mu_{в}$ - магнитная проницаемость воздуха;

S_M - площадь магнитного потока в зазоре;

R_{α} - сопротивление катушки электромагнита.

Уравнения (7) есть уравнения движения электромеханической системы при торможении.

-Рассмотрим процесс растормаживания, т.е. работу системы при отключенном электронном ключе. В этом случае можно записать уравнения движения системы в следующем виде:

$$\begin{cases} I_1 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = -m_1 g l_s \cos(\varphi + \varphi_1) - k_n \varphi - M_0 \\ i_2 = cr \frac{di_1}{dt} \\ i_1 + i_2 + i_g = 0 \\ ri_1 - U = r_0 i_g - U + \frac{1}{k} \ln\left(\frac{i_g}{i_H} + 1\right) \end{cases} \quad (8)$$

Уравнения (8) можно преобразовать к виду:

$$\begin{cases} I_1 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = m_1 g l_s \cos(\varphi + \varphi_1) - k_n \varphi - M_0 \\ cr \frac{di_1}{dt} + i_1 + i_g = 0 \\ ri_1 + U = r_0 i_g - U + \frac{1}{k} \ln\left(\frac{i_g}{i_H} + 1\right) \end{cases} \quad (9)$$

При

$$t=0, \quad \varphi = \varphi_k, \dot{\varphi} = 0, i = i_1^k, i_q = i_g^k.$$

Первое уравнение описывает движение механической части системы. Для малых углов φ это уравнение можно переписать в виде:

$$\ddot{\varphi} + \alpha^2 \varphi = \beta \quad (10)$$

где

$$\alpha^2 = \frac{k_n - m_1 g l_s \sin \varphi_1}{I_1}, \beta = -\frac{M_0 + m g l_s \cos \varphi_1}{I_1}.$$

Решение уравнения (10) запишем следующим образом:

$$\varphi = (\varphi_k - \beta/\alpha^2) \cos \alpha t + \beta/\alpha^2. \quad (11)$$

Время при растормаживании можно определить, если в уравнении (11) положить $\varphi = 0$,

$$t_\rho = \frac{1}{\alpha} \arccos \frac{\beta}{\beta - \alpha^2 \varphi_k}. \quad (12)$$

Оставшиеся два уравнения системы (9) описывают движение электрической части системы. Как видим. Из третьего уравнения можно определить $\dot{i}_g = f(i)$, как решение трансцендентного уравнения, а затем следует решать дифференциальное уравнение:

$$cr \frac{di_1}{dt} + i_1 + f(i) = 0 \quad (13)$$

Таким образом, выше приведенные дифференциальные уравнения позволяют полностью изучить процесс торможения и растормаживания. При решении задачи о торможении уточной нити с помощью электромагнитного тормоза (см. рис. 1) удобно ее разбить на несколько этапов.

1. Уалиев Г. Электромагнитный тормоз. Патент Швейцарии N670116, 1989 г.
2. Уалиев Г. Управление движением одного класса электромеханической системы. Материалы Всесоюзной конференции «Нетрадиционные электромеханические преобразователи с компьютерным управлением», Севастополь, 1992 г.
3. Гранитов Г.И. Физика полупроводников и полупроводниковые приборы. М., 1977 г.
4. Мельников Г.И. Динамика нелинейных механических и электромеханических систем. Л., 1975 г.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ IT ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ФИЗИКИ

(г.Алматы, Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова,
АО «НАК «Казатомпром»)

Бұл жұмыста MathCad бағдарламасында дифференциалдық теңдеулерді шешу әдістері қарастырылған. Мысал ретінде математикалық маятник тербелісі заңының есебі көрсетілген. Ол үшін маятник тербелісінің сызықты емес дифференциалдық теңдеуін екінші ретті сызықты дифференциалдық теңдеуге түрлендірген. MathCad-та оның аналитикалық шешімін алатын функция жоқ. Сондықтан, Лапластың тура және кері түрлендірулерін қолданған. Осылайша, MathCad жүйесінің символдық түрлендірулерін пайдалана отырып, маятник тербелісі теңдеуінің аналитикалық түрдегі шешімін алу әдісін қарастырған.

In this article we discuss the method of solving differential equations in MathCad. We provide an example of calculating the law of oscillations of a mathematical pendulum. We transform nonlinear differential equation of the oscillations of a pendulum into a linear differential equation of the second order. Since MathCad cannot solve this analytically, we use direct and inverse Laplas transform. Thus, we consider the method of solving the equation of the oscillations of a pendulum in an analytical way using symbolic transformations of the MathCad system.

При решении многих динамических задач в разных областях физики приходится иметь дело с дифференциальными уравнениями. Решения их, естественно, намного сложнее, чем линейных и нелинейных алгебраических уравнений. В данной работе рассматривается способ решения дифференциальных уравнений в MathCad с использованием встроенных функций.

В качестве примера, иллюстрирующего решение дифференциальных уравнений в символьном виде с визуализацией результатов вычислений, рассмотрим расчет закона колебаний математического маятника, длина которого равна l . Напомним, что математическим маятником называется материальная точка, подвешенная посредством невесомой нерастяжимой нити к неподвижной оси и движущаяся в вертикальной плоскости. Маятник совершает качания около оси Z , перпендикулярной вектору скорости движения. Отклоним маятник, нить которого в начальный момент занимала отвесное положение, на угол φ . Составляющая силы тяжести, направленная к положению равновесия, будет стремиться возвратить маятник в положение равновесия.

Для решения задачи применяем теорему об изменении момента импульса материальной точки относительно оси z .

$$\frac{dL}{dt} = \sum M(F_k), \quad (1)$$

где L - момент импульса, $\sum M(\vec{F}_k)$ - сумма моментов всех сил.

На материальную точку действуют две силы: сила тяжести $P = mg$ и реакция нити R . Момент реакции нити относительно оси z равен 0, а момент силы тяжести ($-mgl\sin(\varphi)$). Момент отрицателен, т.к. его направление противоположно направлению положительного отсчета угла поворота φ .

Сумма моментов всех сил, приложенных к маятнику, определяется, таким образом, выражением

$$\sum M_z(F_k) = -mgl \sin(\varphi), \quad (2)$$

а момент импульса маятника относительно оси z, соответственно:

$$L_z = mVl.$$

Учитывая, что

$$\vartheta = l \frac{d\varphi}{dt} \text{ и } L_z = ml^2 \frac{d\varphi}{dt},$$

получаем

$$\frac{dL_z}{dt} = ml^2 \frac{d^2\varphi}{dt^2}. \quad (3)$$

Подставив значения суммы моментов всех сил, приложенных к маятнику, значения производной из формул (2) и (3) в уравнение (1), получим

$$ml^2 \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} = -mgl \sin(\varphi),$$

или окончательно:

$$\frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} + \frac{g}{l} \sin(\varphi) = 0. \quad (4)$$

Итак, мы получили нелинейное дифференциальное уравнение колебаний маятника (4). Для упрощения его решения разложим нелинейную функцию $\sin \varphi$ в ряд, используя оператор символьных операций:

$$\sin(\varphi)_{series, \varphi=0} \rightarrow \varphi - \frac{1}{6} \varphi^3 + \frac{1}{120} \varphi^5.$$

Рассмотрим малые отклонения маятника от положения равновесия, когда $\varphi \ll 1$, тогда из представленного разложения ясно, что можно пренебречь всеми членами разложения, кроме первого, и положить $\sin \varphi \approx \varphi$.

Учтя сделанное допущение, мы получим уже линейное дифференциальное уравнение второго порядка

$$\frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} + \frac{g}{l} \varphi(t) = 0.$$

MathCAD не имеет функции для его аналитического решения. Поэтому, используя прямое и обратное преобразования Лапласа, мы решили полученное уравнение в аналитическом виде. Для этого, установив маркер на переменную t, вначале выполним прямое преобразование Лапласа

$$\frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} + \frac{g}{l} \varphi(t) = 0 \text{ laplace, } t \rightarrow$$

$$(\text{laplace } (\varphi(t), t, s), s - \frac{d\varphi(t)}{dt} \Big|_{t=0}) \cdot s - \frac{d\varphi(t)}{dt} \Big|_{t=0} + \frac{g}{l} \text{laplace } (\varphi(t), t, s)$$

Введя обозначения: $L_0 = \text{laplace}(\varphi(t), t, s)$, $c1 = \varphi(0)$, $c2 = d\varphi(t)/dt|_{t=0}$, можно записать

$$C_1 = \varphi(0), \quad C_2 = \frac{d\varphi(0)}{dt},$$

$$L_0 s^2 - C_1 s - C_2 + g/L_0 = 0.$$

Решая это уравнение относительно переменной L_0 с использованием символьной функции MathCAD **solve**, получим

$$L_0 s^2 - C_1 s - C_2 + g/l L_0 \text{ solve, } L_0 \rightarrow \frac{-(-C_1 s - C_2)}{s^2 + \frac{g}{l}}.$$

Произведя обратное преобразование Лапласа по переменной s с помощью функции MathCAD **invlaplace**, найдем решение уравнения

$$\frac{-(-C_1 s - C_2)}{s^2 + \frac{g}{l}} \text{ invlaplace, } s \rightarrow C_1 \cos\left(\frac{\sqrt{g}}{\sqrt{l}} t\right) + C_2 \sin\left(\frac{\sqrt{g}}{\sqrt{l}} t\right) \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{g}}.$$

Для определения постоянных интегрирования C_1 и C_2 воспользуемся заданными начальными условиями движения. В условии к задаче указано, что в начальный момент времени маятник, нить которого занимала отвесное положение, был отклонен на угол φ . Сделав соответствующие подстановки, получим

$$K = \sqrt{\frac{g}{l}}; \quad C_1 := 0 \quad C_2 = \frac{d\varphi_0(t)}{dt}; \quad \alpha = \frac{C_2}{\sqrt{\frac{g}{l}}};$$

где α - угловая амплитуда; k -круговая частота.

Таким образом, используя возможности символьных преобразований системы MathCAD можно успешно решать физические задачи.

УДК 519.95; 624.131

Ф.К. Яхияев

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ МНОГОФАЗНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ ГРУНТОВ СЛАГАЮЩИХ ОПОЛЗНЕВЫЙ СКЛОН

(г.Алматы, Институт математики и механики КазНУ имени аль-Фараби)

Мақалада көшкіндік тау беткейтін құрайтын көп фазалық топырақ үшін аралас есептің сандық шешімі консолидация теориясының көп фазалық жүйе моделін қатыстыра отырып шекті элементтер әдісі арқылы шешілуі келтіріледі. Жұмыста су сіңген топырақ ортасының консолидация есептерін шешетін жаңа алгоритм жасалған. Су сіңген топырақтың шекті элементі үшін негізгі қатынастар келтірілген. Ушбұрышты және тікбұрышты шекті элемент үшін аппроксимациялайтын матрица табылды. Аналитикалық және сандық шешулері арасындағы салыстырмалы талдау жасалды.

In article the numerical decision of the mixed problem for multiphase anisotropic grounds, composing landslip the slope, is carried out by a method of final elements (MFE) with attraction of model of multiphase system by methods of the theory of consolidation. In work the new algorithm is developed for the numerical decision of a problem of consolidation of the water sated soil environment. The basic parities for a final element of the water sated ground are resulted. The approximating matrix for a triangular and rectangular final element is found. The comparative analysis between the numerical and analytical decision is carried out.

При рассмотрении напряжённо-деформированного состояния оползневого склона, представленного частично или полностью водонасыщенными грунтами, его расчёты необходимо выполнять по модели двух- или трёхфазной системы методами теории консолидации.

Метод конечных элементов (МКЭ), являясь общим в отношении геометрии области и свойств материала, позволяет решать задачи теории консолидации, одновременно учитывая неоднородность и пластические свойства грунта, анизотропию его свойств, переменность характеристик и т.п. МКЭ позволяет реализовать при решении задач консолидации наиболее общую модель консолидации – модель объёмных сил Флорина – Био [1, 3, 7].

В соответствии с теорией консолидации между полными $\{y_n\}$, эффективными $\{y\}$ напряжениями и избыточным поровым давлением p в воде принимается соотношение [2, 5]

$$\{y_n\} = \{y\} + \{g\}p,$$

где $\{y_n\} = [y_{xII} \ y_{yII} \ y_{zII} \ \phi_{xIII} \ \phi_{yIII} \ \phi_{zIII}]$; выражение для $\{y\}$ определяется аналогично; $\{g^T\} = [1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0]$.

Деформация скелета грунтовой среды представляется вектором $\{e\}$ и они связаны $\{y\} = [D]\{e\}$ с эффективными напряжениями через физическую матрицу $[D]$, в общем случае зависящую от напряжённого состояния грунта. Для конечных элементов, грунт которых находится в допредельном («упругом») состоянии, $[D] = [D^e]$, для грунта, находящегося в предельном состоянии – $[D] = [D^{ep}]$.

Приведём основные соотношения для конечного элемента водонасыщенного элемента грунта. Вводя вектор перемещений $\{q\}$ в N узлах конечного элемента, для вектора деформаций $\{e\}$ имеем зависимость $\{e\} = [B]\{q\}$ через известную матрицу $[B]$ [Розин Л.А., 1971 г.; и др.]. Поровое давление p в произвольной точке конечного элемента выразим через узловые давления $\{p_{yII}\}$ и подлежащую определению аппроксимирующую матрицу-строку $[C]$ в виде:

$$p = [P]\{p_{yII}\}. \quad (1)$$

Связь между узловыми силами $\{F\}$, перемещениями $\{q\}$ и поровыми давлениями $\{p_{yII}\}$ примем в виде

$$\{F\} = [k]\{q\} + [ш]\{p_{yII}\} \quad (2)$$

Здесь квадратная матрица $[k]$ размером $3N \times 3N$ характеризует жёсткость скелета грунта и определяется выражением

$$[k] = \iiint_V [B]^T [D] [B] dV. \quad (3)$$

Матрица $[ш]$ размером $3N \times N$ появляется при наличии порового давления и переводит его в узловые силы; она определяется выражением

$$[ш] = \iiint_V [B]^T \{g\} [C] dV. \quad (4)$$

Для конечного элемента, соединённого в узлах с другими, необходимо найти узловые расходы воды, эквивалентные расходам через его границы, по потере энергии движущимся относительно скелета потоком в пределах элемента. Для фильтрации воды исходим из закона Дарси – Герсеванова [2]

$$\{x_0\} = \{x_B - e_0\} = [k_\Phi]\{\dot{y}\} = (1/n_B)[k_\Phi][B_1]\{p_{yII}\},$$

где $\{x_0\}$ – вектор скоростей фильтрации воды относительно скелета грунта; $\{x_B\}$ и $\{x_{ск}\}$ – векторы скоростей движения воды и твёрдых частиц относительно неподвижных осей x, y, z ; $[k_\Phi]$ – матрица коэффициентов фильтрации анизотропного по проницаемости

грунта; $\{I\}$ – вектор градиентов порового давления; $[B_i]$ – матрица размером $3 \times N$, определяемая через $[P]$ выражением

$$[B_i]^T = \left[\frac{\partial}{\partial x} [C]^T \frac{\partial}{\partial y} [C]^T \frac{\partial}{\partial z} [P]^T \right].$$

Зависимость для узловых расходов представим в виде

$$\{Q_{узн}\} = [k_1] \{p_{узн}\}.$$

Здесь квадратная матрица k_1 размером $N \times N$ устанавливает связь между узловыми расходами и узловыми давлениями, она определяется выражением

$$[k_1] = \frac{1}{H_B} \iiint_V [B_i]^T [k_\Phi] [B_i] dV. \quad (5)$$

Приведём к узлам объёмные деформации конечных элементов. Относительная объёмная деформация скелета грунта равна

$$e_{VCK} = \{g\}^T \{e\} = \{g\}^T [B] \{q\}.$$

Объёмную деформацию защемлённого газа от избыточного порового давления определяем, считая допустимым применение зависимости

$$e_{VGAZ} = v p = v [C] \{p_{узн}\},$$

где v – коэффициент объёмной сжимаемости, физический смысл и определение которого даны В.А. Флориным в 1959 г.

Абсолютные объёмные деформации $e_{VCK} + e_{VGAZ}$ в точках конечного элемента заменяем эквивалентным вектором $\{E\}$ узловых абсолютных объёмных деформаций, рассматривая приращения работ за счёт вариации поровых давлений

$$\{dr_{узн}\}^\Phi \{E\} = \iiint_V \{dr\}^\Phi (e_{VCK} + e_{VGAZ}) dV.$$

откуда после преобразования получаем

$$\{E\} = [ш]^\Phi \{q\} + [k_{узн}] \{p_{узн}\}.$$

Здесь квадратная матрица

$$[k_2] = \iiint_V [C]^T [p] dV \quad (6)$$

Размером $N \times N$ появляется при наличии защемлённого газа и переводит узловые поровые давления в узловые объёмные деформации.

Для решения задачи о нестабилизированном напряжённо-деформированном состоянии МКЭ необходимо знать матрицы $[k]$, $[ш]$, $[k_1]$, $[k_2]$. Приведём их применительно к задаче плоской деформации.

Матрицы $[k]$ для скелета грунта «упругих» и пластических конечных элементов определены. Для различных типов конечных элементов известны также матрицы $[B]$ [Розин Л. А. 1971г.; и др.], входящие в матрицу $[ш]$. Для окончательного определения матриц $[ш]$, $[k_1]$, $[k_2]$ достаточно найти аппроксимирующую матрицу $[C]$, что и выполнено ниже.

Примем изменение порового давления в пределах элемента по линейному закону

$$p = [ш] \{v_i\}, \quad (7)$$

где $\{v_i\}$ – неизвестные коэффициенты, число которых равно числу узлов КЭ, $\{ш\}$ – матрица, вид которой определяется типом КЭ [Розин Л. А., 1971г.]. Для треугольного и прямоугольного плоских конечных элементов соответственно имеем

$$[ш] = [1, \quad x, \quad y]$$

и

$$[\mathbf{ш}] = [1, \ x, \ y, \ xy] .$$

При задании $\mathbf{p}$ в форме (7) обеспечивается непрерывность порового давления при переходе от элемента к элементу. Применяя формулу (7) к узлам, получаем $\{p_{\text{уэл}}\} = [V_1]\{b_1\}$, и далее находим $\mathbf{p} = [\mathbf{ш}][V_1]^{-1}\{p_{\text{уэл}}\}$, откуда

$$[C] = [\mathbf{ш}][V_1]^{-1}. \quad (8)$$

Входящая в это выражение матрица $[V_1]^{-1}$ приводится для различных КЭ в литературе по МКЭ [Розин Л. А. 1971г.; и др.].

Аппроксимирующая матрица $[C]$ для треугольного конечного элемента имеет вид

$$[P] = \begin{bmatrix} a_i + b_i x + c_i y & a_j + b_j x + c_j y & a_m + b_m x + c_m y \end{bmatrix} \frac{1}{2A},$$

где величины $a_i, b_i, \dots, c_m$ известны из литературы по МКЭ [Розин Л. А. 1971г.; и др.].

для прямоугольного конечного элемента

$$[P] = \frac{1}{4} ab \begin{bmatrix} (x-a)(y-b) & (x+a)(-y+b) & (x+a)(y+b) & (x-a)(-y-b) \end{bmatrix},$$

где $2a$ и $2b$ – длина сторон прямоугольного конечного элемента.

Следует отметить, что при решении задачи для однофазной сплошной среды МКЭ разрешающая система образуется из уравнения равновесия подвижных узлов [6]. В случае же водонасыщенного грунта уравнения равновесия согласно выражению (2) должны содержать узловые смещения и поровые давления. Помимо уравнений равновесия в разрешающую систему включаются уравнения неразрывности, в соответствии с которыми суммарная объёмная деформация за время Δt для элементов, сходящихся в данном узле, равная суммарному объёму оттока жидкости за Δt из элементов в узел. За малый промежуток времени $\Delta t = t_s - t_{s-1}$ объём воды, вытекающий из элемента через каждый из узлов, определяется выражением

$$\frac{\{Q_{\text{уэл}}(t_{s-1})\} + \{Q_{\text{уэл}}(t_s)\}}{2} \Delta t = \frac{\Delta t}{2} [k_1] \{p_{\text{уэл}}(t_{s-1}) + p_{\text{уэл}}(t_s)\}, \quad (9)$$

а абсолютные узловые объёмные деформации равны [4]

$$[\mathbf{ш}_\Phi]^\Phi \{q(t_s)\} + [k_2] \{p_{\text{уэл}}(t_s)\} - [\mathbf{ш}]^\Phi \{q(t_{s-1})\} - [k_2] \{p_{\text{уэл}}(t_{s-1})\}. \quad (10)$$

Суммарный объём оттока, и объёмная узловая деформация находятся сложением соответственно выражений (9) и (10) по элементам, содержащим данный узел. Полагая величины $q(t_{s-1})$ и $p_{\text{уэл}}(t_{s-1})$ в момент t_{s-1} известными, для определения $q(t_s)$ и $p_{\text{уэл}}(t_s)$

в момент t_s имеем систему

$$\left. \begin{aligned} [K] \{q(t_s)\} + [W] \{p_{\text{уэл}}(t_s)\} &= \{R\}; \\ [W]^\Phi \{q(t_s)\} - \left[\frac{\Delta t}{2} K_1 - K_2 \right] \{p_{\text{уэл}}(t_s)\} &= \\ &= [W]^\Phi \{q(t_{s-1})\} + \left[\frac{\Delta t}{2} K_1 + K_2 \right] \{p_{\text{уэл}}(t_{s-1})\} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Здесь $\{p_{\text{уэл}}\}$ – вектор избыточных поровых давлений в узлах; $[W]$, $[K_1]$, $[K_2]$ – матрицы всей области, образующихся из матриц $[\mathbf{ш}]$, $[k_1]$, $[k_2]$ отдельных элементов по правилам, аналогичным для матрицы $[K]$ [Розин Л. А., 1971г.].

Решение системы (11) выполняется шаговым методом по времени начиная с $t_0 = 0$. При $t_0 = t_1 = \Delta t = 0$ решение системы определяет смещения и поровые давления в

момент мгновенного приложения нагрузки. Граничные условия при решении задаются как для q так и для $p_{\text{узн}}$. Для неподвижных узлов $q = 0$, для узлов на водопроницаемой границе $p_{\text{узн}} = p_{\text{гран}}$, на водонепроницаемой границе $\partial p / \partial n = 0$ по нормали к границе.

В качестве применения МКЭ и оценки точности этого метода решалась одномерная задача консолидации слоя грунта толщиной 20 м с водопроницаемыми границами, к которому мгновенно приложено поверхностное давление $q = 10 \text{ МПа}$. Для грунта приняты характеристики: $E = 10 \text{ МПа}$, $n = 0,33$, $K_{\phi} = 10^{-7} \text{ см/с} \approx 10^{-4} \text{ м/сут}$. Защемлённый газ отсутствует $e_{\text{вга}} = 0$. Собственный вес грунта в расчёте не учитывался.

Расчётная схема показана на рис. 1, а. В решении использована симметрия поровых давлений относительно узлов 2 – 2. Уравнения равновесия системы (11) составлялись для узлов 1 – 4. Для определения q и $p_{\text{узн}}$ в момент приложения нагрузки $t_0 = 0$ уравнение неразрывности записывались для узлов 0 – 2, а неизвестное поровое давление p_0 включалось в уравнения системы (11). Для любого $t > 0$ принималось, $p_0 = 0$ и использовались уравнения неразрывности только для узлов 1 – 2. Шаг по времени составлял от 10 сут. На первых и до 50 сут. на последних шагах.

На рис. 1, б приводятся эпюры напоров H , рассчитанные по МКЭ и по теоретической формуле аналитического решения одномерной задачи [Флорин В. А. 1961 г.]. Там же соответственно показаны графики изменения осадки поверхности слоя в зависимости от времени. Полученные по МКЭ результаты даже при малом числе конечных элементов весьма хорошо совпадают с аналитическим решением.

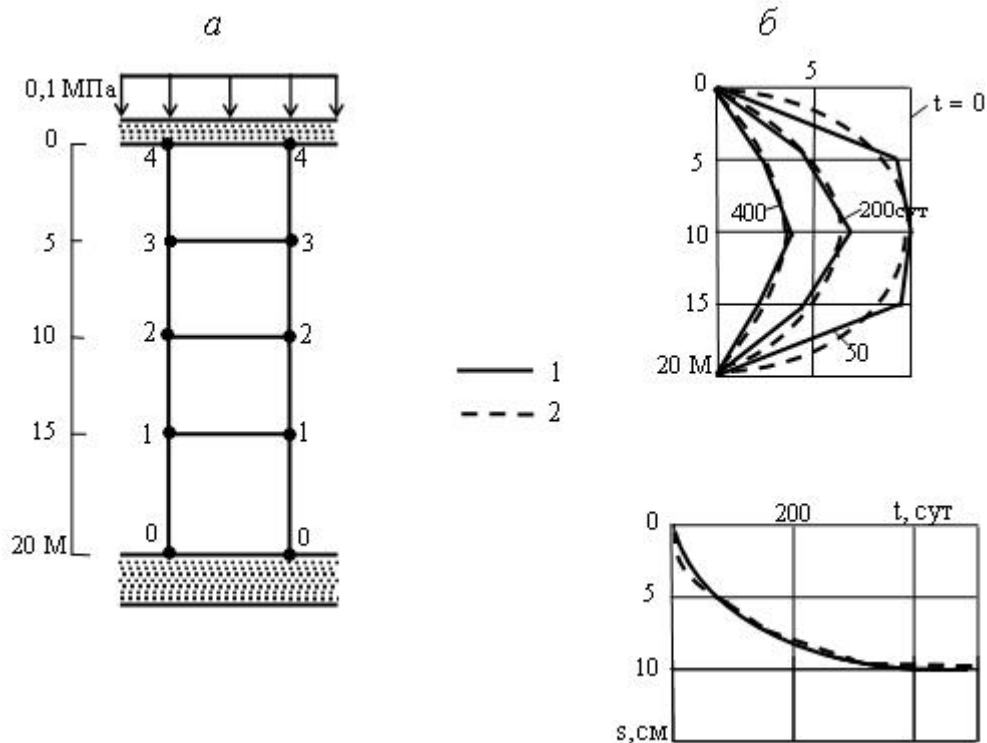


Рисунок 1 - Схема (а) и результаты расчёта (б) одномерной консолидации МКЭ (1) и по аналитическим зависимостям (2).

При решении задач консолидации методом конечных элементов достаточно легко учитываются неоднородность грунтовой среды, в частности переменные по области плотность, сжимаемость и проницаемость грунта. Применение шагового

метода по времени, одновременно реализующего шаговое нагружение скелета грунта при всех $t > t_0$, позволяет учитывать изменение свойств его в зависимости от напряжённого состояния и наличие внутри расчётной области зон предельного напряжённого состояния. Для определения смешанного напряжённого состояния грунтовой среды в момент t_0 сразу после приложения нагрузки следует систему (11) решать шаговым методом, принимая вместо q , $p_{уэл}$, R их приращения Dq , $Dp_{уэл}$, DR и доводя шагами нагрузку до значения её в момент $t = t_0$. Таким образом, учёт консолидации многофазного упругопластического анизотропного грунта приводит к необходимости решения смешанной задачи сначала для момента приложения нагрузки, затем решения её для $t > t_0$.

1. Амусин Б.З., Фадеев А.Б. Метод конечных элементов при решении задач горной геомеханики. М.: Недра, 1975. – 144 с.
2. Зарецкий Ю.К. Лекции по современной механике грунтов. Ростов Н/Д, Изд-во Ростов. ун-та, 1989. – 608 с.
3. Зенкевич О.С. [Zienkiewicz O. C.] Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. – 538 с.
4. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела. М.: Наука, 1977. – 416 с.
5. Месчан С.Р. Механические свойства грунтов и лабораторные методы их определения. М.: Недра, 1974. – 192 с.
6. Ухов С.Б., Семёнов В.В. Расчёт перемещений и напряжений в анизотропных скальных породах методом конечных элементов. – Гидротехническое строительство, 1973, № 2, с. 33 – 38.
7. Фадеев А.Б., Метод конечных элементов в геомеханике. М.: Недра, 1987. – 200 с.

ҚҰРМЕТТІ ОҚЫРМАНДАР!

2005 жылы 09 маусым жұлдызындағы ҚР Білім және ғылым саласындағы қадағалау және аттестациялау Комитеттің №476 бұйрығымен диссертацияның негізгі ғылыми нәтижелерін жариялау үшін Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршы журналы келесі мамандықтар бойынша 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.

«ХАБАРШЫ. ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА ҒЫЛЫМДАРЫ СЕРИЯСЫ» ЖУРНАЛЫНА БАСЫЛАТЫН МАҚАЛАЛАРДЫ БЕЗЕНДІРІЛУГЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

I. Қажетті материалдар

- 1.Парақтары төменгі жағында карандашпен нөмірленген мақаланың қатты көшірмесі (5 парақтан аспау керек);
- 2.Мақалаға жазылған қысқаша түйіндердің қатты көшірмесі (1 дана). Ағылшын тілінде жазылған андатпа міндетті түрде берілуі керек. Сонымен қатар, ағылшын тілінде жазылған мақаланың аты, автор (-лар) туралы мәліметтер: фамилиясы, аты, әкесінің аты, аббревиатурасыз (қысқартылмаған) жұмыс орыны беріледі ;
- 3 Мақаланың және мақалаға жазылған түйіннің электрондық түрі;
- 4.Автор (авторлар) жайында мәліметтердің қатты көшірмесі (1 дана): Ф.А.Ә. толығымен, жұмыс орны (ұжым аты, жоғары оқу орынның толық аты, және қысқартылған аты), атқаратын қызметі, жұмыс телефоны, үйдің мекен-жайы, үй телефоны, ғылыми дәрежесі, ғылыми атағы, e-mail.

II. Мақаланы безендіру ережесі

- 1.Мақала мәтіні Word 97, 2000, 2003 XP редакторында бір интервал арқылы терілу керек;
- 2.Парақ пішімі : 210 x 297 mm (A4);
3. Жоғары, төменгі, оң жақтағы, сол жақтағы бос өрістері: – 2,5 см;
- 4.Парақ беттері нөмірленбейді;
- 5.Шрифт: Times New Roman (қазақ, орыс, ағылшын тілдері үшін);
6. Мақала мәтіні ендігі бойынша форматталуы керек.

III. Формула жазуға қойылатын талаптар

Өлшемдері : Обычный – 11 пт, Крупный индекс – 6 пт, Мелкий индекс – 5 пт, Крупный символ – 24 пт, Мелкий символ – 4 пт (математикалық редактор $\sqrt{\alpha}$).

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 ЭОК (кегль №13);
- 2.Жартылай қарайтылған кіші әріптермен (кегль №13) ортада автордың (авторлардың) 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 қала және ұжымның аты (кегль №11);
5. Бір бос жолдан кейін мақалаға әрбір тілде 5-7 сөйлемнен тұратын андатпа (егер мақала қазақ тілінде жазылса – андатпа орыс тілінде және ағылшын тілінде, мақала орыс тілінде жазылса – андатпа қазақ және ағылшын тілінде, мақала ағылшын тілінде жазылса – андатпа қазақ және орыс тілінде) (кегль №11) ;
6. Бір бос жолдан кейін мақала мәтіні (кегль №12);
7. Егер әдебиеттерге сілтемелер бар болса, онда мәтіннен кейін екі бос жол тастап (кегль №11) кіші әріптермен – пайдаланылатын әдебиеттер тізімі. Бірлік интервал.

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.

Мекен-жайы: Алматы қаласы, Төле би 86 көшесі, Абай атындағы ҚазҰПУ, физика-математика факультеті, жұмыс телефоны - 8(727) -2 61-15-76, e-mail Vestnik_KazNPU@mail.ru

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Информируем Вас, что в соответствии с приказом Комитета по надзору и аттестации в сфере образования и науки МОН РК №476 от 09 июня 2005 года Вестник КазНПУ имени Абая входит в Перечень изданий для публикации основных научных результатов диссертаций по следующим позициям:

- 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.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ПУБЛИКУЕМЫХ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК. СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»

I. Представление необходимых материалов

- 1.Статья в твердой копии с пронумерованными, внизу по центру карандашом, страницами (не более 5 страниц)
- 2.Краткие аннотации, к статье в твердой копии (1 экз.). Аннотация на английском языке составляется и приводится в обязательном порядке. Также указываются названия статьи, информация об авторе (-ах) на английском языке: Ф.И.О., места работы без аббревиатур (сокращений).
- 3.Статья и аннотации к статье в электронном виде.
- 4.Сведения об авторе (авторах) на твердой копии (1 экз.): Ф.И.О. полностью, место работы (название организации, вуза без сокращений и сокращенное название), должность, рабочий телефон, домашний адрес, домашний телефон, ученая степень, ученое звание, e-mail.

II. Правила оформления статей.

- 1.Текст статьи должен быть набран в word 97, 2000, 2003 XP 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);
- 6.Текст статьи должен быть отформатирован по ширине.

III. Требования к написанию формул

Размеры : Обычный – 11 пт, Крупный индекс – 6 пт, Мелкий индекс – 5 пт, Крупный символ – 24 пт, Мелкий символ – 4 пт (математ. редактор $\sqrt{\alpha}$)

IV. Список литературы, использованной в статье, составляется по ходу упоминания ее в тексте и приводится в конце рукописи. Ссылки в тексте на литературу даются в квадратных скобках, например, [1], [2,3], [4-7].

V. Вид статьи

- 1.УДК в левом верхнем углу прописными буквами (кегель №13);
- 2.Полужирным строчными буквами (кегель №13) по центру инициалы и фамилия автора (авторов);
- 3.Через пустую строку полужирным прописными буквами (кегель №13) название статьи;
- 4.Через пустую строку в круглых скобках, город и название организации, где работает автор (авторы) (кегель №11);
5. Через пустую строку аннотации в 5-7 предложениях на каждом языках (если статья написана на казахском языке, то аннотация на русском и английском языках, если статья написана на русском языке – аннотация на казахском и английском языках, если статья написана на английском языке – аннотация на казахском и русском языках) (кегель №11);
- 6.Через пустую строку текст статьи (кегель №12);
- 7.Если есть ссылки на источники, то после текста статьи, через две пустые строки строчными буквами (кегель №11) – перечень используемой литературы. Интервал - одинарный

VI. Языки издания (вещания) 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.

Адрес: г.Алматы, ул.Толе би 86, КазНПУ им.Абая, Физико-математический факультет
рабочий телефон 8(727) -2 61-15-76, e-mail Vestnik_KazNPU@mail.ru