

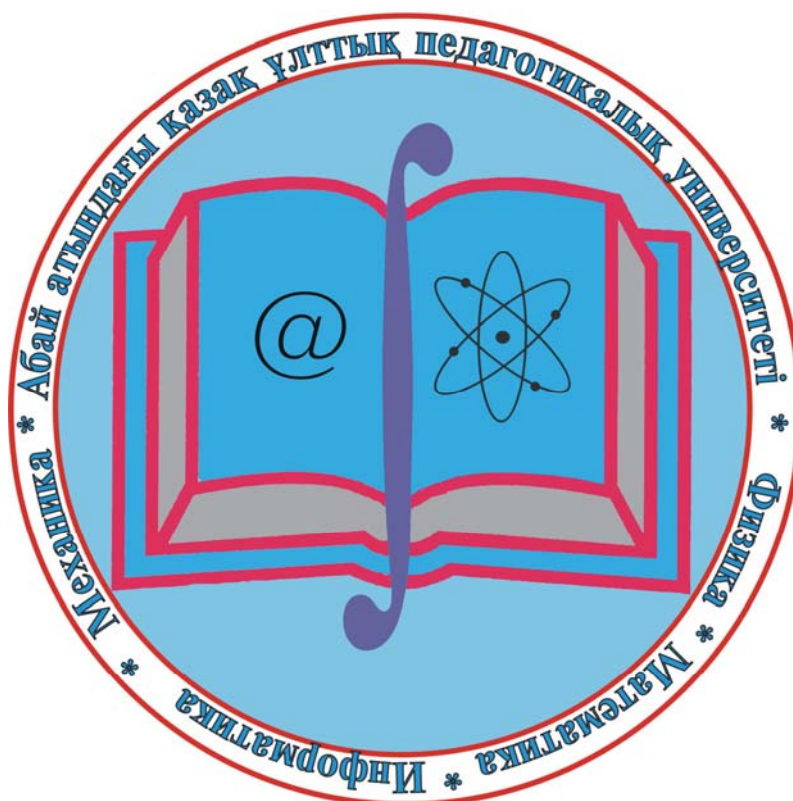


Абай атындағы
Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

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

ХАБАРШЫ ВЕСТНИК



Алматы

№ 3(31)

2010

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ

“Физика-математика ғылымдары”
сериясы № 3 (31)

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 10.09.2010 ж. қол қойылды
Таралымы 300 дана
Көлемі 9,00 е.б.т.
Пішімі 60x84 1/8.

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

М а з м ұ н ы
С о д е р ж а н и е

К.С. Абдиев Пути формирования ИТ-компетентности будущих статистиков в системе технического и профессионального образования	3
Б.Е. Акитай, Қ.Н. Жұмаділлаев, Ә.А. Қырықбаева Сабакты жобалауда ақпараттық технологияларды қолдану	8
А.Ж. Ақпанбетова, Г.Т. Касымова Упругая устойчивость пространственного механизма с цилиндрическими парами	15
Д.Ж. Ахмед-Заки Компьютерное моделирование тепло и массообменной фильтрации смеси на основе гибридной технологии параллелизации	20
А.М. Ахметова, А.Н. Байсунова Жүйелік программалау пәнінде Ассемблер тілін оқытудың ерекшеліктері	28
Е.Ы. Бидайбеков, Г.Б. Камалова, С. Сайлаубайұлы Компьютерный задачник по параллельным вычислениям как составная часть учебно-методического комплекса нового поколения по направлению вычислительная информатика ...	32
М.А. Бименов О неклассической Фредгольмовой паре краевых задач для одного класса гиперболических уравнений	38
М.А. Бименов О неполноте собственных функций неклассических задач для многомерного уравнения Лаврентьева – Бицадзе	42
С.А. Болегенова Влияние спутности на формирование вредных выбросов при горении метана	45
С.А. Болегенова Влияние начальной концентрации топлива на горение свободной струи	50
Д.С. Джумабаев, С.М. Темешева Сходимость одного алгоритма нахождения решения семейства нелинейных двухточечных краевых задач	54
А. Дуйсебаев, Б.А. Дуйсебаев, Т.К. Жолдыбаев, Б.М. Садыков Дважды-дифференциальные и интегральные сечения реакции $^{204,207}\text{Pb}(p, \alpha p)$ при $E_p=30.0$ МэВ	58
Т.Ж. Елдесбай, Р.М. Капарова, Н.С. Куанова Краевая задача с нелокальными условиями для гиперболического уравнения с характеристическим вырождением типа внутри области	63
С.А. Жаугашева, Г.С. Нурбакова Массовые спектры чармоний и боттомоний в рамках релятивистского гамильтонианного подхода	71
У.М. Ибрагимов Инвариантные множества в управляемых системах с интегральными ограничениями	84
А.Р. Кабулова, Г.З. Абсаламова Технология интерактивного обучения как средство активизации учебной деятельности студентов	89
А.К. Каймулдина Использование произведений Абая на уроках физики	94
М.Н. Калимолдаев, Р.Р. Мусабаев, Б.С. Калдарова Применение информационных технологий и семантических сетей в процессе языкового обучения	99
М.Н. Калимолдаев, Р.Р. Мусабаев, Б.С. Калдарова Применение речевых человеко-машинных интерфейсов при разработке лингвистических обучающих систем	103
С.Е. Касенов Сызықты алгебралық тендеудің нормаль псевдошешімді іздеудің реттеуіш алгоритмі	106
Г.Т. Касымова Динамическое напряженно-деформированное состояния пространственных механизмов с поступательными и вращательными парами	111

Казахский национальный педагогический университет имени Абая ВЕСТНИК Серия “Физико-математические науки” № 3 (31) Главный редактор <i>академик НАН РК</i> Г.У. Уалиев Редакционная коллегия: зам.главного редактора: <i>д.п.н. Е.Ы. Бидайбеков,</i> <i>к.ф.-м.н. М.Ж. Бекпатшаев,</i> ответ.секретарь <i>к.ф.-м.н. Ф.Р. Гусманова</i> члены: <i>д.п.н. А.Е. Абылкасымова,</i> <i>д.ф.-м.н. М.А. Бектемесов,</i> <i>д.п.н. В.В. Гриншкун,</i> <i>д.ф.-м.н. К.Т. Исаков,</i> <i>д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин,</i> <i>д.ф.-м.н. А.К. Калыбаев,</i> <i>д.ф.-м.н. Б.А. Кожамкулов,</i> <i>д.ф.-м.н. В.Н. Косов,</i> <i>д.ф.-м.н. К.К. Коксалов</i> <i>д.т.н. М.К. Кулбеков,</i> <i>д.п.н. М.П. Лапчик,</i> <i>д.ф.-м.н. Қ.М. Мукашев,</i> <i>к.ф.-м.н. С.Т. Мухамбетжанов</i> <i>д.ф.-м.н. Ш.С. Сахаев,</i> <i>д.ф.-м.н. Н.Ж. Такибаев,</i> <i>д.т.н. А.К. Тулешов,</i> <i>д.ф.-м.н. Л.М. Чечин,</i> <i>к.ф.-м.н. Е.Б. Шалбаев,</i> <i>к.т.н. Ш.И. Хамраев</i> © Казахский национальный педагогический университет им. Абая, 2010	Н.Н. Керімбаев Физикадан заманауи интерактивті дәріс моделі 115 Ж.К. Кулмаганбетова, Р.Б. Баймахан, Н.Т. Данаев Численно – математическое моделирование устойчивости оползневых склонов 118 М.Е. Кумеков Фоточувствительность аморфных сплавов a-SiGe:H 123 М.Е. Кумеков Фотопроводимость и ударная ионизация в халькогенидном стекле TlAsSe₂ с дырочным типом проводимости 127 Г.К. Нұрмуханбетова, Л.Қ. Жайдакбаева, Э. Абдрашева Негізгі мектептегі алгебра мен информатика курстарын өзара байланыста оқыту 130 Т.И. Омаров, Г.У. Уалиев, К.Б. Тулегенова Влияние структуры механизма передвижения рельсовой машины на распределение вертикальной нагрузки 135 С.Ж. Пірәлиев, Г.С. Джузбаева Болашақ мұғалімдерді оқушылардың танымдық іс-әрекетін басқаруға даярлау 140 С.Ж. Пірәлиев, Г.С. Джузбаева Қашықтықтан оқыту технологиялары негізінде студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастырудың ерекшеліктері 146 Б.А. Прмантаева Рассеяние протонов на нестабильных изотопах ^{8,9}Li 152 И.Т. Сәлғожа Информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілетін дамыту моделі 158 И.Т. Сәлғожа Информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамытудың эксперименттік нәтижелері 162 А.Ж. Сейтмуратов Воздействие подвижной нагрузки на поверхность упругой слоистой полуплоскости 166 Б.Д. Сыдықов, Р.А. Медетбекова Болашақ мұғалімдерді акпараттық-логикалық модельдеу негізінде кәсіби дайындау теориялық ерекшеліктері 170 Ф.С. Телгожаева Расчет измерительной информации для решения граничной обратной задачи теплопроводности 175 Б.А. Тронин, К.С. Шадинова, Ж.А. Кутелова, А. Кулпаш О применении явления электрон-позитронной аннигиляции для изучения дефектной структуры металлов и сплавов (<i>обзор</i>) 180 А.К. Тулешов, Ж. Исаков, А.К. Калыбаева Динамика вертикального гироскопического ротора с перекосом диска и дисбалансом массы 184 А.Т. Тунгатарова Результаты экспериментальной работы общеобразовательной подготовки по информатике студентов инженерных специальностей 195 Г.У. Уалиев, Ю.М. Дракунов, Е.А. Тулешов Основы проектирования цилиндрического кулачкового механизма бесчелночных ткацких станков 199 М.Б. Шакенов, Л.М. Чечин Статистика двойных галактик .. 207
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 10.09.2010 г. Формат 60x84 1/8. Об 9,00 уч.-изд.л. Тираж 300 экз. 050010, г.Алматы, пр.Достык, 13, КазНПУ им.Абая <i>Отпечатано в типографии “ТОО Нур-Принт 75” г.Алматы, ул.Хамиди 4а</i>	

ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ СТАТИСТИКОВ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

(г.Алматы, КазНПУ им.Абая)

Мақалада техникалық және кәсіби білім беру жүйесінде болашақ статистиктердің ақпараттық технологиялар саласындағы құзырлылығын қалыптастыру жолдары баяндалады. Маман статистиктерді дайындау ісіндегі кемшіліктер көрсетіледі. Мамандық стандартындағы пәндер мазмұнын өзгертуге ұсыныстар берілген. Маман статистиктердің кәсіби құзырлылықтарын қалыптастыруда «статистика» ұғымының анықтамасын пайдалану қажеттілігі атап көрсетіледі. Көп жылғы жүргізілген ғылыми ізденістердің нәтижелері қысқаша тұжырымдалады.

The ways of forming of competencies in the field of information technology of the future specialists-statisticians in the system of technical and professional education are described in the article. The shortcomings in the process of preparation of specialists-statisticians are noted. Recommendations are given for changes in the disciplines of the standard of speciality. It is noted, that when forming professional competencies of the specialists-statisticians, it is necessary to use the definition of the notion "statistics". The results of the long term scientific research are briefly formulated.

Одной из стратегически важных целей в процессе развития нашей страны является человеческое развитие, ключевым показателем которого является образовательный уровень. Успешная модернизация образования приводит к развитию человеческого капитала и экономическому росту. Поэтому, образование признано одним из важнейших приоритетов долгосрочной Стратегии «Казахстан – 2030». Вопросы развития системы образования занимает важное место и в Стратегическом плане развития страны до 2020 года. Президентом страны была также поставлена задача о вхождении республики в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира. Совершенствование системы образования играет важную роль в достижении этой цели. В Послании Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева «Новое десятилетие – новый экономический подъем – новые возможности Казахстана», озвученном 29 января 2010 года [1] отмечается, что «... Успешность реализации стратегии модернизации страны зависит, прежде всего, от знаний, социального и физического самочувствия казахстанцев». Одна из задач, поставленных перед системой образования, сформулирована так: «Профессиональное и техническое образование должно быть основано на профессиональных стандартах и жестко взаимосвязано с потребностями экономики».

Для решения стратегических задач был принят ряд программных документов, таких как Государственная программа развития образования в Республике Казахстан на 2005 – 2010 годы, Государственная программа развития технического и профессионального образования в Республике Казахстан на 2008 – 2012 годы. Подготовлен проект новой Государственной программы развития образования в Республике Казахстан на 2011 – 2020 годы. Целью последней программы объявлена «Кардинальная модернизация системы образования, значительное и устойчивое увеличение инвестиций в образование, улучшение его качества и выход на европейский уровень». Предложено новое национальное видение: «к 2020 году Казахстан -

образованная страна, умная экономика и высококвалифицированная рабочая сила. Развитие образования должно стать платформой, на которую будет опираться будущее экономическое процветание страны». Наличие приоритетных целей в стратегических документах и пути их реализации в программных документах показывает, что руководство страны уделяет очень серьезное внимание вопросам подготовки кадров для экономики будущего Казахстана. Экономика страны характеризуется тем, что является экономикой, опирающейся на знания и тем, что является частью информационного общества. Информационное общество это общество, в котором все большую роль играют информационные процессы и потоки, информация является самым важным ресурсом, во всех сферах человеческой деятельности внедрены информационные системы, позволяющие управлять предприятиями, организациями и целыми отраслями. Следовательно, такое общество нуждается в кадрах, подготовленных для осуществления своей деятельности в условиях информатизации всех процессов. Учебные заведения всех уровней системы образования ориентированы на решение этой задачи.

Большое место в системе государственного управления Казахстана занимают те органы, которые занимаются статистической деятельностью. К ним относится 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. Все они испытывают потребность в специалистах-статистиках, имеющих профессиональную подготовку.

Особенностью подготовки кадров по специальности «Статистика» является то, что в настоящее время она ведется только в системе технического и профессионального образования, в колледжах. Такая ситуация образовалась с 2004 года, когда специальность «Статистика» была исключена из Классификатора специальностей бакалавриата и магистратуры (по экономическим направлениям подготовки). Подготовка специалистов-статистиков в вузах восстановлена только с 2010 года.

В Государственной программе развития технического и профессионального образования в Республике Казахстан на 2008 – 2012 годы [2] приведен анализ современного состояния подготовки кадров. Отмечено, что в содержаниях образовательных программ отсутствуют требования к оценке базовых и профессиональных компетенций, преобладает теоретическая подготовка. Такое содержание не отвечает ни требованиям работодателей, выражающим изменения на рынке труда, ни требованиям обучающихся, стремящихся получить востребованные навыки, подкрепленные широкой базой знаний и умений. Указывается, что в учебных заведениях не хватает устойчивых связей с заказчиками и клиентами образовательных услуг. Имеет место замкнутый на себе стиль поведения учебных заведений и предприятий. Система ориентирована не на потребности рынка труда и работодателей, а на текущие возможности преподавателей и учебно-материальной базы. В результате подготовка кадров осуществляется в отрыве от реальных запросов производства.

Все вышеуказанные недостатки характерны и для специальности «статистика», это подтверждает анализ существующих стандарта специальности и состава учебно-методической литературы по обучению информационным технологиям в статистике:

- в ГОСО специальности «статистика» не использован компетентностный подход, никаких требований к уровню компетенций выпускников не сформулировано; с использованием компетентностного подхода подготовлен и утвержден только стандарт по общим положениям ТиПО;

- содержание дисциплин не удовлетворяет работодателей, так как оно не ориентировано на изучение информационных систем, технологий и АРМ-ов, реально эксплуатируемых в территориальных органах и подведомственных вычислительных центрах государственных органов; практически отсутствует учебно-методическое обеспечение для обучения ИТ в статистике, подготовленное с учетом казахстанского содержания;

- в учебном процессе учреждений системы ТиПО недостаточно используются средства и методы информатизации образования, что не позволяет в полной мере систематизировать имеющиеся и формировать новые знания в сфере образования.

При отборе содержания дисциплин, включенных в ГОСО специальности «статистика», необходимо учитывать их иерархию и распределение по блокам стандарта. Так, «Информатика» включена в раздел «Общеобразовательные дисциплины», «Информационные технологии в статистике» - в раздел «Общепрофессиональные дисциплины», «АРМ статистика» - в раздел «Специальные дисциплины». Это соответствует иерархии компетентностей, которая явно прослеживается в содержании стандартов нового поколения. В государственном общеобязательном стандарте образования ГОСО РК 2.002-2008 «Техническое и профессиональное образование. Основные положения» приведены определения базовой, профессиональной и специальной компетенций.

Общей тенденцией развития колледжей, является их постепенное приближение к уровню бакалаврской подготовки в вузах. Разработка образовательных программ эквивалентных программам бакалавриата является актуальным также из-за отсутствия специальности «статистика» в Классификаторе специальностей бакалавриата. В 2004-2009 годы в вузах Казахстана подготовка специалистов-статистиков не осуществлялась.

В учебнике «Информационные технологии в статистике», выпущенном под редакцией Божко В.П. и Хорошилова А.В. [3] рассматриваются возможности и функционирование основных информационных технологий для автоматизированного решения различных статистических задач. Учебник предназначен для вузов и в разделе «Основы проектирования информационных технологий» рассматриваются органы государственной статистики России как объект автоматизации. В учебном пособии Максимовой О.В., Невзоровой В.И. «Информационные технологии для экономистов» [4] предназначенном для учреждений среднего профессионального образования имеется раздел «Информационные технологии в статистике». Описываются принципы построения статистической информационной системы, в качестве программно-технологических средств сбора, контроля статистической информации рассматриваются АРМ «ПермСтат», инструментальная система «СТАТЭК». Краткое описание автоматизированных информационных систем в области статистики приводится в учебнике Исаева Г.Н. [5]. Все книги изданы для учебных заведений России и в качестве примеров из практики описываются система российской государственной статистики и прикладные программы, эксплуатируемые там же.

В настоящее время компетентностный подход стал основным инновационным методом модернизации системы как высшего, так и технического и профессионального образования. Стандарт по основным положениям ТиПО прямо указывает на необходимость использования такого подхода при разработке стандартов специальностей нового поколения. В связи с этим, в новой версии стандарта

специальности «статистика» будет использован компетентностный подход, основанный на оценке компетенций обучающихся учебных заведений в виде основных образовательных результатов.

В работе Евладовой Н.В. рассмотрены вопросы формирования информационной компетентности студентов экономических специальностей ССУЗ-ов, в качестве примера выбрана специальность «Финансы». Формирование профессиональной компетентности студентов экономических специальностей учреждений среднего профессионального образования рассматривается в работе Ивановой Н.В. (специальность «Экономика и бухгалтерский учет»).

М.П. Лапчик ввел понятие «информационно-коммуникационная компетентность (ИКТ-компетентность) педагогического работника», рассмотрел отношение трех понятий в области педагогических приложений информатики и информационных технологий: компьютерная грамотность, ИКТ-компетентность, информационная культура.

Анализ результатов научных исследований ученых стран СНГ показывает, что несмотря на широкое распространение компетентностного подхода при обучении разным предметам и дисциплинам на разных уровнях образования, учеными практически не рассматривались вопросы такого подхода к обучению ИТ в статистике, не раскрыты принципы и пути формирования ИТ-компетентности специалистов-статистиков.

Под «ИТ-компетентностью» мы будем понимать способность специалиста решать учебные, профессиональные задачи с использованием информационных и коммуникационных технологий. Подробное описание состава ИТ-компетенций специалистов-статистиков приведено в [6].

При подготовке специалистов-статистиков нельзя не учитывать определение самого понятия «статистика». В работе Султановой З.М. [7] подчеркивается, что понятие «статистика» наиболее часто трактуется как единство трех явлений. Прежде всего, это собственно данные, которые характеризуют массовые количественные явления в их качественной определенности. Во-вторых, это наука, которая имеет свой предмет исследования и метод познания. В-третьих, это общественная деятельность, связанная с подготовкой статистических данных. Анализ функций органов государственной статистики и его вычислительных центров на основе официальных документов показывает, что перед структурными и территориальными подразделениями Агентства по статистике при реализации всех этапов статистической деятельности ставятся задачи по внедрению ИТ, совершенствованию информационных систем, улучшению методов обработки и создания баз данных. Сама же статистическая деятельность включает три основных этапа: *сбор, обработка и распространение статистических данных*. В условиях информатизации общества все указанные этапы осуществляются применением методов информатики и внедрением информационных технологий во все процессы, которые происходят в деятельности органов, осуществляющих статистическую деятельность. Как мы видим, рассмотрение определений понятий «статистика», «статистическая деятельность» приводит к необходимости подготовки специалистов-статистиков с учетом требований по формированию ИТ-компетентности как составной части их профессиональной компетентности.

Таким образом, формирование ИТ-компетентности специалистов-статистиков является требованием потребителей кадров – предприятий и организаций, осуществляющих свою деятельность в условиях информатизации общества. При подготовке статистиков необходимо использовать определение таких основных

понятий как «статистика», «статистическая деятельность», что тоже приводит к необходимости формирования ИТ-компетентности в условиях информатизации образования.

Учитывая такую актуальность, была поставлена цель научного исследования, которая состояла в том, чтобы определить состав и структуру ИТ-компетентности будущих специалистов-статистиков, определить принципы и пути их формирования и разработать на их основе методическую систему, включающую практико-ориентированное содержание. Результаты проведенного исследования сформулированы в следующем виде:

1. Разработана модель формирования ИТ-компетенций будущих специалистов-статистиков, которая основывается на анализе современных тенденций подготовки статистиков в области информационных технологий на разных уровнях системы образования. В качестве тенденций выявлены: а) наполнение практико-ориентированного содержания обучения, осуществляемое изучением опыта работы действующих организаций и предприятий системы государственной статистики Казахстана, б) использование электронных образовательных ресурсов для формирования культуры поведения в корпоративной информационной среде, в) применение метода деловых игр для освоения студентами опыта работы в командах специалистов, г) интеграция дисциплин, входящих в общеобразовательный, общепрофессиональный и специальный блоки учебного плана.

2. Определены структура и содержание ИТ-компетентности специалиста-статистика, которую необходимо формировать в процессе обучения в колледже в условиях информатизации образования.

3. Разработаны рекомендации к изменению содержания Государственного общеобязательного образовательного стандарта специальности «статистика», именно к изменению требований к уровню подготовки специалиста.

4. Разработаны методическая система обучения информационным технологиям в статистике, включающая новое практико-ориентированное содержание дисциплин «Информационные технологии в статистике», «АРМ статистика», Производственная практика; учебно-методическое пособие «Информационные технологии производства статистических данных», программно-методический комплекс «Сбор и обработка статистической информации», электронный русско-казахский и казахско-русский словарь терминов и словосочетаний статистики и информационных технологий.

1. Послание Президента Республики Казахстан Н.А.Назарбаева народу Казахстана от 29 января 2010 года - «Новое десятилетие – новый экономический подъем – новые возможности Казахстана». // www.akorda.kz
2. Государственная программа развития технического и профессионального образования в Республике Казахстан на 2008 – 2012 годы // www.edu.gov.kz
3. Информационные технологии в статистике: Учебник / Под ред. проф. В.П.Божко и проф. А.В.Хорошилова. М: Финстатинформ, 2002. – 144 с.
4. Максимова О.В., Невзорова В.И. Информационные технологии для экономистов: Учебное пособие (Серия «Среднее профессиональное образование») – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 416 с.
5. Исаев Г.Н. Информационные системы в экономике: учебник. – М.: Омега-Л, 2008. – 462 с.
6. Абдиев К.С. Актуальные проблемы обучения информационным технологиям в статистике // Высшая школа Казахстана, 2010, №1.
7. Султанова З.М. Статистическая деятельность в Республике Казахстан: теория и практика. Астана: Университет «Туран-Астана», 2009. - 128 с.

САБАҚТЫ ЖОБАЛАУДА АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ)

В статье «Применение информационных технологий в проектировании урока» рассматриваются вопросы проектирования уроков по физике на примере главы «Кванты света». Приведен логический и структурный анализ световых явлений. Рассмотрены вопросы использования электронных учебников при составлении дидактических материалов. Приведена методика использования виртуальных лабораторных работ при проектировании урока. Показано, что использование информационных технологий значительно повышает производительность труда учителя.

In article "Application of information technology in designing a lesson" the questions of designing of lessons on physics on an example of the chapter "Quantums of light" are investigated. The logic and structural analysis of the light phenomena is given. The questions of use of the electronic textbooks are considered at the preparation of teaching materials. The technique of use of virtual laboratory works is given at designing a lesson. It is shown, that use of information technologies considerably raises productivity of work of the teacher.

Қазіргі кезең біздің тұрмысымызға ақпараттық байланыс технологиясының (АБТ) үстемелеп енуімен ерекшеленіп отыр. Бұл білім беру жүйесіне оқытудың ақпараттық технологиясын (ОАТ) енгізуді және оны жан-жақты жетілдіруді талап етеді.

ОАТ – деп білім беру жүйесіне енгізілген ақпарат өнімдерін (деректерді, білімді, т.с.с.) мақсатты түрде жасау, тасымалдау, сақтау және бейнелеу; оқу жүйесіне енгізілген деректерді (оқыту әдістерін) өңдеудің ең үздік құралдары (компьютер, интербелсенді тақта т.с.с.) мен тәсілдерін қолданып, таным әрекетінің заңдылықтарына сай ұйымдастырылған, аз шығынды қажет ететін дидактикалық үдерісті айтамыз. Ал ОАТ бойынша *оқыту үдерісі* субъект-объект, субъект-субъект, объект-субъект түрлерінде жүзеге аса алатын оқушының компьютермен қарым-қатынасы. Компьютерлік оқытуда тұлғаның өзін-өзі жетілдіруіне көп көңіл бөлінгенмен, оқу үдерісіндегі басты орын мен қызметті мұғалім атқарады.

Мұғалімнің физиканың нақты тақырыбын оқытуды жобалау барысындағы іс-әрекетін төменде келтірілген кезеңдерге бөлуге болады:

- I. Оқу материалын ғылыми әдістемелік талдау (тақырыпты құрылымдау; меңгерілуі тиіс ұғымдар, құбылыстар, өрнектерді айқындау; таңбалық нобайды құрастыру – құрылымдық логикалық сызбасын жасау).
- II. Мақсат қою (оқушының білімді меңгеру деңгейін дәл анықтауға мүмкіндік беретін мақсаттарды айқындау).
- III. Оқу мақсатын жүзеге асыратын және әр-бір оқушының білімі мен кемшілігін өз уақытында анықтауға мүмкіндік беретін дидактикалық құралдар жүйесін құрастыру.
- IV. Физикалық оқу тәжірибелер жүйесін жоспарлау.
- V. Физикалық есептермен жұмысты жоспарлау.
- VI. Оқытудың мақсаттары мен нақты шарттарына сай тақырыпты меңгерудің технологиялық тізбегін (сабақтар тізбегін) құрастыру.

Мұғалімнің сабақты жоспарлау іс-әрекетін ұйымдастыру кезеңдерін «жарық кванттары» тарауын [1] оқыту мысалында қарастырайық..

I. Бұл тараудың ғылыми әдістемелік талдауы 1-кестеде келтірілген.

1-кесте. Тараудың ғылыми-әдістемелік талдамы.

Сәуле шығару түрлері және онымен байланысты құбылыстар	Тәжірибе нәтижелері	Классикалық электродинамика және термодинамика	Жарықтың кванттық теориясы	Корпускулалық-толқындық дуализм	
				толқын	квант (фотон)
Жылулық сәуле шығару. Қызған дене бойынан электромагниттік тоқын түрінде энергия шығарады.	1) Сәуле шығаруға жылулық тепе-теңдік тән (<i>сәуле шығару қуаты шектеулі</i>) 2) Кирхгофф заңы (1859): $\frac{R_{\omega}}{a_{\omega}} = f(\omega, T)$ 3) Стефан-Больцман заңы (1879): $R = \sigma T^4$ 4) Виннің ығысу заңы: $\lambda_m = \frac{b}{T}$	1) Жарық электромагниттік толқындардың бірі 2) Сәуле шығаратын дене жылулық тепе-теңдікте бола алмайды: $T \rightarrow 0 \text{ К}$ 3) Релей-Джинс формуласы: $R = K' \cdot T \cdot \omega^2$ <i>Ультракүлгін апат</i>	1) Энергия жеке үлес-квант-түрінде шығарылады (жұтылады). Планк заңы (1900): $E = h \nu$ (сәуле квантының затпен әрекеттесуі бөлшектің затпен әрекеттесуінен аумайды) 2) Кванттық теория тәжірибемен сәйкес келеді	1) жиілік ν 2) жылдамдық $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ 3) ұзындық $\lambda = \frac{c}{\nu}$ 4) энергия тығыздығы w 5) қысым $P = (1 + \rho) \cdot w$	1) масса $m_0 = 0$ $m = \frac{h \nu}{c^2}$ 2) жылдамдық $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ 3) импульс $p = \frac{h}{\lambda}$ 4) энергия $E = h \nu$ энергия тығыздығы w $w = \frac{nh \nu}{c}$ 5) қысым $P = (1 + \rho) \cdot \frac{nh \nu}{c}$
Фотэффект 1) сыртқы фотоэффект (Герц ашты, Столетов жанжақты зерттеп, заңдарын тағайындады) 2) ішкі фотоэффект (заттан электрондар ұшып шықпайды, оның электрлік және т.б. қасиеттері	Фотоэффект заңдары: 1) Фотоэлектронның максимал жылдамдығы тек жарық жиілігіне тәуелді $\nu_m = f(\nu)$ 2) Қанығу фототогы жарық ағынына пропорционал $I \sim \Phi$ 3) Әр металл үшін фотоэффект басталатын қызыл шекара болады	Түсіндіре алмады	Эйнштейн энергияның сақталу заңы мен Планк теңдеуіне сүйеніп түсіндірді $h \nu = A + \frac{mv^2}{2}$		

өзгереді)	$\lambda < \lambda_k$				
Люминесценция Ұзақтығына қарай 1) флуоресценция ($t \leq 10^{-8} \text{с}$) 2) фосфоресценция ($t \approx 10^{-4} \text{с}$) Атомды қоздыру тәсіліне қарай 1) атодолюминесценция 2) электролюминесценция 3) химиллюминесценция 4) фотолюминесценция	1) Сәуле шығару жылулық тепе-теңдікте болмайды 2) $T = \text{const}$	Энергияның сақталу заңымен түсіндіреді	Стокс ережесі: $h\nu = \Delta E + h\nu_{\text{л}}$ Энергияның сақталу заңы және кванттық теория түсіндіреді		
Жарық қысымы	Жарық өзі түскен бетке қысым түсіреді Лебедев тәжірибесі	Жарық толқынының электрлік құраушысы- E векторы зат ішіндегі зарядталған бөлшектерді қозғалысқа түсіреді, ал оларға толқынның магниттік құраушысы – B векторы әсер етеді. Лоренц күші	Жарық кванттары өзі түсетін бетке $p = \frac{h}{\lambda}$ импульс береді. Бірлік уақыттағы импульс затқа түсірілген қысымға тең.		

Кестеден көріп отырғанымыздай классикалық физика тәжірибе нәтижелеріне қайшы келетін мынадай тұжырымдарға алып келді:

1. Қызған дене үздіксіз электромагниттік толқын (сәуле) шығара отырып абсолют нөлге $T \rightarrow 0$ дейін салқындауы қажет;
2. Зат пен жылулық сәуле шығару арасында жылулық тепе-теңдік болуы мүмкін емес (ал шындығында жылулық тепе-теңдікте болатын бірден бір сәле шығару түрі– жылулық сәуле шығару);
3. Классикалық электродинамика мен термодинамиканың заңдарына сай, жарық жиілігі артқансайын сәуле шығару қуаты шексіз артуы керек (Релей-Джинс формуласы)– бұл “ультракүлгін апат” деген атқа ие болды;
4. Тәжірибе арқылы тағайындалған фотоэффект (сыртқы) заңдарын мүлдем түсіндіре алмады. *Бұл мәселелер тек жарық табиғаты туралы кванттық ұғымдарды енгізу арқылы ғана шешілді.*

II. Мақсат қою мәселесі 1-кестені құрылымдық-логикалық талдау барысында шешіледі. Мұғалім интербелсенді тақта немесе мультимедиялық кескіндеуші арқылы кестені оқушыларға көрсетіп, олармен бірге тарауда қарастырылатын құбылыстар, ұғымдар, заңдылықтар және физикалық теориялардан туындайтын салдарлар арасындағы байланыстар мен қайшылықтарды айқындайды.

Олар:

1. Классикалық электродинамика салдары мен тәжірибе нәтижелерінің қарама-қайшылығы;
2. Қарама-қайшылықты шешу жолдары:
 - Максвелл теңдеулерінен бас тарту немесе өзгерту,
 - Жарық толқындары туралы классикалық яғни толқындық көзқарасты өзгерту;
3. Планк болжамының енгізілу себептері;
4. Фотоэффект заңдарын тек кванттық көзқарас арқылы ғана түсіндіру мүмкіндігі;
5. Жарық қысымын – жарықтың корпускулалық қасиеті арқылы түсіндіру;
6. Жарық табиғатын корпускулалық және толқындық көзқарастар бойынша түсіндіру.



1-сурет. Бақылау жұмысының жұмыс терезесі

III. Оқуға тақырыпты меңгеруге көмектесетін есеп шығару жолдарын және оқушының білімін, тақырыпты меңгеру деңгейін дәл айқындауға мүмкіндік беретін жұмыс дәптерлерін, деңгейлік тапсырмалар, сапалық сұрақтар, бақылау жұмыстарын дайындағанда электронды оқулықтарды немесе интернет желісіндегі білім беру порталдарын қолданған тиімді [2-4]. Мысалы, 1-суретте «жарық кванттары» тақырыбынан оқушылардың жинақтаған білімдерін тексеруге мүмкіндік беретін

бақылау жұмысының терезесі келтірілген. Бақылау жұмысы Әл-Фараби атындағы

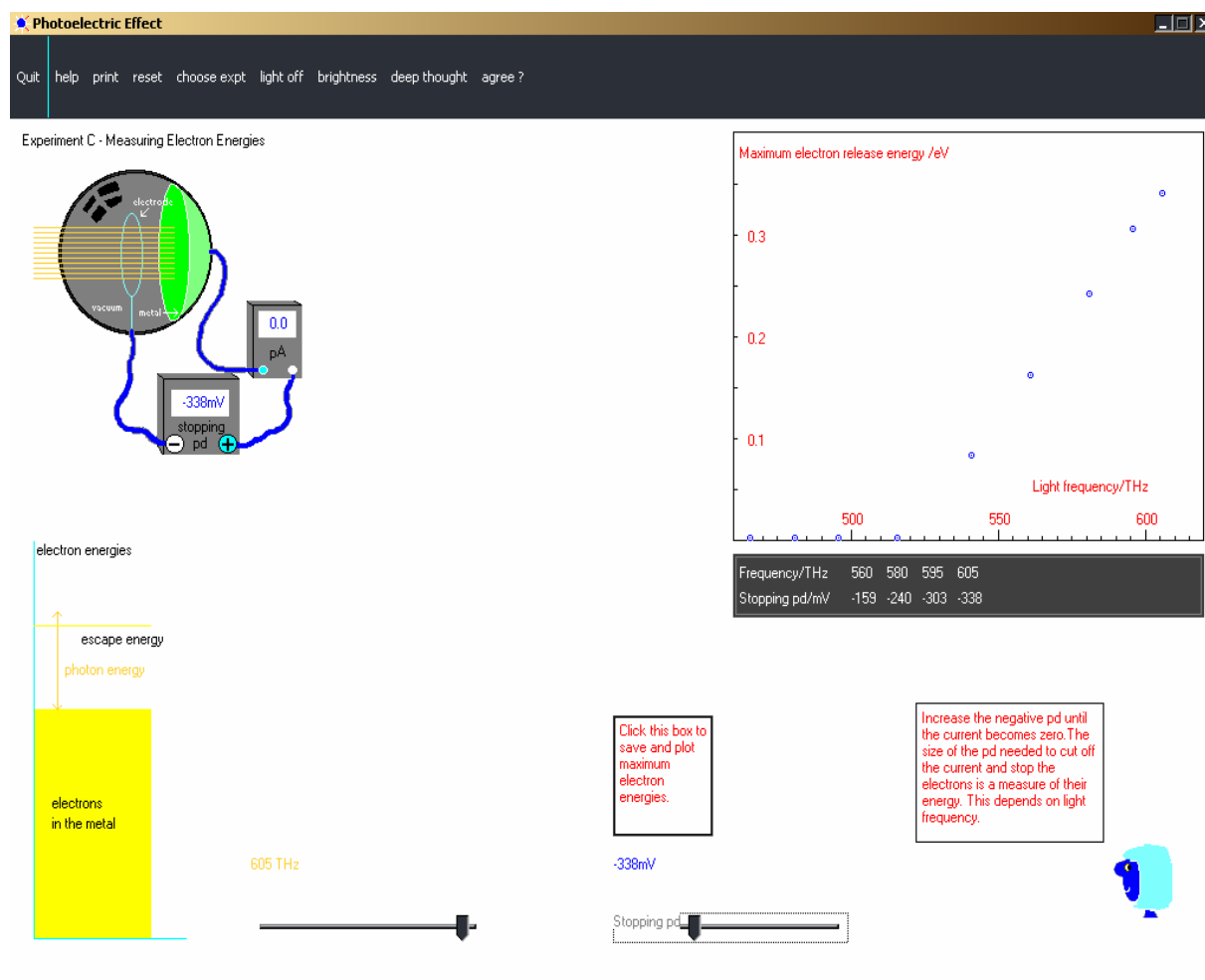
ҚазҰУ-нің механика кафедрасы мен Механика және математика ғылыми-зерттеу институттары бірлесе жасаған электрондық оқулықтан алынған. Бақылау жұмысы интербелсенді режимде жұмыс істейді. Оқушы қиналатын сұрағына қайта орала алады және бақылаудың толық қорытындысын біле алады, ал мұғалім бақылауды орындауға қажет уақытты шектеу арқылы оқушына қосымша ынталандыра алады.

IV. Физикалық оқу тәжірибелер жүйесін жобалау сатысында мұғалім сабаққа қойылған мақсаттарды шешуге көмектесетін (нақты немесе виртуал) тәжірибелер таңдайды. Жарықтың кванттық қасиеті айқын көрініс табатын фотоэффект құбылысын компьютерлік нобайларды қолданып зертеген тиімді (фототок шамасы өте аз болғандықтан, нақты тәжірибені мектеп жағдайында жүзеге асыру өте қиын). <http://www.physicslab.co.uk> сайтынан алынған «Photon.exe» бағдарламасы (2-сурет) [5] оқушылардың фотоэффект құбылысын жан-жақты зерттеп, оның заңдарын қайта тұжырымдауына мүмкіндік береді.

Виртуал қондырғы мынадай 3-түрлі тәжірибе жасауға мүмкіндік береді:

- A) Фотоэффект құбылысы және фототоктың жарық ағынынан тәуелділігі,
- B) Фотоэффектің шекті (қызыл) шекарасын анықтау,
- C) Электронның максимал кинетикалық энергиясын анықтау.

Компьютерлік зертханалық жұмыс нәтижелі болу үшін, алдын ала, оқушылар орындайтын тапсырмаларды дайындау керек.



2-сурет. Фотоэффект виртуал зертханасы

«Фотоэффект құбылысын зерттеу» зертханалық жұмысына арналған оқушылар орындайтын тапсырмалар

Тәжірибелік тапсырмалар:

1. «Photon.exe» бағдарламасын – фотоэффект құбылысының виртуал нобайын ашыңыз.
2. Фотоэффектті зерттейтін қондырғы мүмкіндіктері және құбылысты сипаттайтын параметрлердің өзгеру шегін анықтаңыз (жарық көзі жиілігі – 465-610 ТГц немесе толқын ұзындығы – 645-492 нм сәуле шығарады және жарық ағынын 2 есе арттыра не кеміте алады, ал жабушы кернеу – 0-500 мВ аралығында өзгереді).
3. А – тәжірибесін, фотоэффект құбылысы және фототоктың жарық ағынынан тәуелділігі зерттейтін тәжірибені таңдаңыз.
4. Фототок қандай жиілікте басталады?
5. Жарық ағыны 2 есе артса (кемісе) фототок қалай өзгереді? Бұл қатынасты жарық жиілігінің әр түрлі 3-5 мәні үшін тексеріңіздер.
6. Фототоктың жарық ағынынан тәуелділігін $I = I(\Phi)$ анықтаңыздар.
7. В – тәжірибесін таңдаңыз. Фототоктың жарық жиілігінен тәуелділігінің графигінен фотоэффект құбылысы басталатын шекті жиілікті $\nu_{\text{ш}}$ -ні анықтаңыз. Жарық ағынының өзгерісі шекті жиілік мәніне әсер ете ме?
8. С – тәжірибесін, электронның максимал кинетикалық энергиясын анықтайтын тәжірибені таңдаңыз.
9. Фототок, жабушы кернеу, электронның максимал кинетикалық энергиялары арасындағы байланысты анықтаңыз және ол шамалардың физикалық мағынасын түсіндіріңіз.
10. Электрондардың максимал кинетикалық энергиясының жарық жиілігінен тәуелділігінің графигін ($E_k = E_k(\nu)$) салыңыз.
11. Графиктің түзу сызықты бөлігінің абсцисса және ордината өстерімен қиылысуы нені береді?
12. А, В, С – тәжірибелерінің нәтижесін қорытындылаңыз.
13. Энергияның сақталу заңы мен Планк теңдеуіне ($E = h\nu$) сүйеніп Эйнштейннің теңдеуін алыңыз.

Практикалық тапсырмалар мен сұрақтар:

- 14*. 10-пункттегі графиктен Планк тұрақтысын анықтаңыз.
15. Фотоэффектің қызыл шекарасына сәйкес келетін толқын ұзындығын табыңыз.
16. Сіздің қорытындыңыз Столетов заңдарына сәкес келеме?
17. Электронның металдан шығу жұмысының физикалық мағынасы қандай?
18. Шығу жұмысын есептеңіз.
19. Фотоэффект құбылысы металеместерде байқалама?
20. Неліктен қызыл жарық фотоэффект туғызбайды?
21. 465 ТГц және 610 ТГц фотондардың энергиясын табыңыз.
22. Қызыл шекараға сәйкес келетін фотон импульсі мен массасын табыңыз.
- 23*. Жарық түсетін металды абсолют қара деп есептеп жарықтың максимал қысымын және жарық толқыны энергиясының тығыздығын бағалаңыз.

14* және 23* тапсырмалар оқушылардан физика пәннен тиянақты білімді, қисынды ойлауды, тапқырлықты және шығармашылық әрекетті талап етеді (оқушылардың көпшілігі мұндай есептерді шығара алмайды). Оқушылар орындалған тапсырманың есебін жазбаша тапсыруы керек.

V. Физикалық есептермен жұмысты жоспарлау III-кезеңде қарастырған дидактикалық материалдарды дайындаумен сабақтасып жатыр. Негізгі ерекшелік мынада: бұл сатыда мұғалім қандай тапсырманы сабақтың қай кезеңінде, қандай тапсырманы бақылау жұмысына беруді, ал қандай тапсырманы үйге өзіндік жұмысқа

қалдыруды айқындайды. Бұл кезеңнің мазмұны оқушылардың білім деңгейінен, оқу бағдарламасынан және мұғалім қолданатын оқыту технологиясынан тәуелді болады. Мысалы: тақырыпты пысықтау кезеңінде жаңадан меңгерілген физикалық шамалар мен құбылыстардың мәнін ашатын есептер, білімді тереңдету үшін түрлі деңгейлік тапсырмалар мен есептер, санада сақталған білімді тесеру үшін тестік тапсырмалар, ал оқушының нақты білімі мен ойлау қабілетін тексеру үшін бақылау жұмыстары шығарылады. Мұндай тапсырмалардың интернет желісі мен электрондық оқыту құралдарында өте көп екендігі жоғарыда айтылған болатын.

VI. Оқытудың мақсаттары мен нақты шарттарына сай тақырыпты меңгерудің технологиялық тізбегін (сабақтар тізбегін) құрастыру, яғни оқыту технологиясын таңдау. «Жарық кванттары» тарауын оқытқанда оқыту әдістемесін жүзеге асырудың негізгі құралы *ақпараттық технологиялар* болатын, қазіргі таңда қолданылып жүрген, кез-келген оқыту технологиясын [6] таңдауға болады. Олардың екуіне тоқталайық.

1) Оқытудың *дәстүрлі әдісінде* сабақтар ҚР БЖҒМ бекіткен бағдарламаға сәйкес жүргізіледі. Бұл кезде оқушыларды білім алуға мақсаттау үшін алғашы сабақта 1-кестені қисынды-құрылымдық талдау арқылы проблемдік жағдай туғызуға болады. Фотоэффект құбылысы мен заңдарын «Photon.exe» виртуал зертханасын қоданып оқыту, оқушылар сансында жарық табиғаты туралы кванттық көзқарастар қалыптастырады. Ал білімді бекіту немесе бақылау үшін сабақ соңына таман (15 минуттай) электрондық оқулықтардағы есептерді шығару немесе бақылау жұмысын орындау тиімді.

2) Оқытудың *модульдік технологиясына* ақпараттық технология үйлесімді енгізіле алады; олар бір-бірін толықтырып білімді ғылыми негізде жүйелі меңгертеді. Жоғарыда қарастырылған I –VI кезеңдерді «Жарық кванттары» тақырыбына оқу модулін құрудың сатылары деп қарастыруға болады. Олардың модульдік оқыту технологиясын жүзеге асыру үдерісімен байланысын қарастырайық. Модульдік оқытуда қолданылатын сабақтар түрін 4 топқа бөлуге болады.

Бірінші топ компьютерлік оқыту құралдарын мүмкіндігінше кең қолдануға негізделген *жаңа тақырыпты оқып-үйрену* сабағы (1 сағат). Мұғалім интербелсенді тактәкөрсетілетін 1-кесте көмегімен бүкіл «Жарық кванттары» тарауына логикалық-құрылымдық талдау жүргізіп, жарық құбылыстарының табиғатын түсіндіреді.

Екінші топ оқушылар екі-екіден жұптасып «Photon.exe» бағдарламасын қолданып зертханалық жұмыс жасайтын және алдын ала өздері оқып шықан тараудан бір-бірінен сұрақ-жауап алатын *әңгімелесу* сабағы (2-3 сағат, ал гуманитарлық мектептерде 1 сағат). Мұғалім оқушылар орындауы қажет тапсырмаларды интербелседі такта арқылы көрсетіп қоюы керек.

Үшінші топ білімді бекіту сабағы (1-сағат, ал гуманитарлық мектептерде 0,5 сағат). Бұл сабақта оқушылар деңгейлік тапсырмалар орындайды.

Төртінші топ электрондық оқулықтарда келтірілген немесе электрондық жұмыс дәптерлерінде келтірілген бақылау жұмыстарын орындауға арналған білімді *бақылау* сабағы (1-сағат, ал гуманитарлық мектептерде 0,5 сағат).

Ақпараттық технологияны кең қолдануға негізделген *оқытудың модульдік технологиясы* білімді эвристикалық және шығармашылық деңгейде меңгеруге жол ашады.

Қорыта айтқанда АТ қолданып тақырыпты жобалау және оқыту:

- 1) Әрбір физикалық теорияның қолдану шегінің болатынын көрсету арқылы диалектикалық ойлауын, табиғатқа ғылыми көзқарасын қалыптастырады;
- 2) Бақылаулар, тәжірибелер жасап («Photon.exe» программасымен жұмыс), олардан дұрыс және ғылыми қорытынды шығару дағдыларын жетілдіреді;

- 3) Оқушылардың қисынды және шығармашылық ойлауын дамытады;
- 4) Оқушылардың тиянақты білім алуына септігін тигізеді;
- 5) Мұғалімнің уақытын үнемдеп, еңбек өнімділігін арттырады.

1. Тұяқбаев С., Насохова Ш., Кронгарт Б., Кем В., Загайнова В. Физика: 11-сынып, Жаратылыс бағыты.– Алматы, Мектеп, 2006.
2. <http://www.1september.ru/ru/fiz.htm> –сайты.
3. <http://www.college.ru/> –порталы.
4. Мультимедиялық оқулық: 11-сынып. // Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің механика кафедрасы мен Механика және математика ғылыми-зерттеу институты, 2002
5. <http://www.physicslab.co.uk> –Виртуал зерханасы.
6. Ковжасарова М.Р., Нурахметов Н.Н., Аульбекова Г.Д. Технологизация учебного процесса: казахстанский опыт.–Алматы, Зият Пресс, 2005

УДК 621.01; 539.3; 539.62

А.Ж. Ақпанбетова, Г.Т. Касымова

УПРУГАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЕХАНИЗМА С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ПАРАМИ

(г. Алматы, КазАТК имени М. Тынышпаева, КазГАСА)

Цилиндрлік жұптары бар звенолары деформацияланатын кеңістіктік механизмдердің сызықтық орнықтылығының мәселелері шекті элементтер әдісімен шешілген.

Кеңістіктік механизмдердің серпімді орнықтылығын зерттеу үшін жұмыс сиымдылығы көп операцияларды үлкен дәрежеде автоматизацияландыратын және алгебралық теңдеулер жүйелерін шешетін бағдарламалар құрылған. Өртүрлі сыртқы әсерлердегі механизмнің кез-келген жағдайындағы серпімді орнықтылығы зерттелген.

Инерциалды санақ жүйесіне қатысты түйіндерде әртүрлі бұрыштармен түсірілген сыртқы жүктемелер механизмге уақытқа байланысты тұрақты немесе уақытша әсер етуі мүмкін.

The problems of linear stability of spatial mechanisms with cylindrical pair which is with deformed links were solved by the finite element method .

For elastic stability of spatial mechanisms learning has been created the program package, which possesses high degree of time-consuming operation automatization and solves the system of algebraic equation. We are researching elastic stability for any of its position at action of various external influences. External capacities can operate constantly or to have variable character, and certainly depending on time, enclosed under any corner in knots concerning inertial system of readout.

В последнее время возрос интерес к теории упругих пространственных механизмов со многими степенями свободы и в том числе к их динамике, в связи с все большим применением их в различных отраслях промышленности [1].

Определение реальных нагрузок на звенья и кинематические пары, и анализ многозвенных, с большим числом степеней свободы упруго-деформируемых пространственных механизмов, стало возможным благодаря методу конечных элементов [2], требующий разработки соответствующих алгоритмов и программ.

В пространственных механизмах, находящихся в деформированном состоянии, равновесие между внешними нагрузками и вызываемыми ими внутренними силами упругости может быть неустойчивым. Определение критической нагрузки, превышение от этой величины которой вызывает потерю устойчивости первоначальной формы звеньев пространственных механизмов, является первоочередной задачей. Достижение нагрузками критических значений равносильно разрушению пространственных механизмов, так как в этом случае неограниченно растут деформаций и напряжений.

В механизме числу независимых геометрических параметров, необходимых для определения с их помощью положений всех их точек, потерявшей устойчивость, соответствуют столько же критических сил, причем каждому значению критической силы, кроме первой, соответствует определенная форма состояния неустойчивого равновесия. Первой же критической силе соответствует новая устойчивая форма равновесия. Поэтому изучение упругих пространственных механизмов с конечным числом независимых геометрических параметров представляет большой практический интерес.

Существуют три основных метода для определения критических сил [3]. Во всех этих методах задача упругой устойчивости формируется различно. В статическом методе, основанном на рассмотрении условий равновесия в деформированном состоянии, определяются критические нагрузки, при которых могут существовать равновесные конфигурации механизмов, отличные от исходных. В энергетическом методе, основанном на использовании условия, когда критическому состоянию соответствует равенство нулю значений первой и второй вариаций потенциальной энергии механизма в деформированном состоянии, определяются те нагрузки, при которых потенциальная энергия механизма перестает быть существенно положительной, т.е. такие критические нагрузки, при действии которых в случае малейшего отклонения механизма от первоначального состояния выражение для потенциальной энергии, представленное в виде канонической квадратической формы, содержит отрицательные коэффициенты. В динамическом методе, основанном на рассмотрении колебаний механизмов, нагруженных осевыми силами, определяются те нагрузки, при которых внешнее возбуждение приводит к неограниченному росту амплитуды свободных колебаний механизмов во времени.

Для консервативных систем теоретически все три метода решения задач дают один и тот же ответ. Исследование упругих механизмов, нагруженных неконсервативными силами, необходимо проводить динамическим методом [4].

Построение алгоритма решения линейной задачи упругой устойчивости пространственных механизмов производится следующим образом:

- образуется для каждого конечного элемента матрица линейной жесткости; исключается из нее строки и столбцы, соответствующие нулевым усилиям и моментам;
- через преобразование матриц для всех элементов составляется матрица жесткости с линейной составляющими для всей системы элементов;
- при заданных внешних силах, близких к критическим, решается линейная система алгебраических уравнений известным итерационным методом Ньютона-Рафсона и находятся приближенные значения кинематических параметров каждого узла, затем через них значения усилий во всех элементах;
- одним из известных методов решения задач о собственных значениях находится наименьшее значение критических сил через вычисленное наименьшее значение параметра и соответствующая форма потери упругой устойчивости конструкции при заданных внешних параметрах и граничных условиях;

- вычисляются значения перемещений, углов поворота, усилий и моментов в каждом элементе конструкции от действия критических сил.

С помощью программы составленной на основе вышеприведенного алгоритма, вычисляются собственные вектора и определяется минимальный собственный вектор перемещения. Дается алгоритм нахождения критических сил путем приближенного решения соответствующих задач о собственных значениях.

Отклонение устойчивости системы от состояния устойчивого равновесия приводит к возрастанию энергии. При этом критическая нагрузка находится как минимальная нагрузка, при которой можно отклонить систему от положения равновесия, не увеличивая ее полную энергию.

В данной работе решается задача на устойчивость формы упругих пространственных механизмов с цилиндрическими парами. Анализ устойчивости упругих пространственных механизмов с цилиндрическими парами проводим следующим образом. После дискретизации механизмов вычисляются матрицы жесткости $[k]$ [5] отдельных их звеньев в локальной системе координат. Предполагаем, что в звеньях действуют постоянные по длине продольные силы N [5]

$$N = 0.5(N_0 + N_l), \quad (1)$$

где N_0, N_l - силы соответственно в начальном и конечном торцевых сечениях элемента.

В пространственных механизмах имеются цилиндрические пары, которые не передают одну или несколько компонент векторов реакции. Рассмотрение граничных условий, наложенных на перемещения торцевых сечений звеньев, т.е. в кинематические пары, позволяет получить соответствующую систему линейных алгебраических уравнений устойчивости эйлеровского типа для одиночного прямолинейного стержневого элемента, в предположении, что критическая нагрузка зависит от начальных перемещений [3,4-6]:

$$([k] + \lambda[c])\{\delta\} = 0, \quad (2)$$

где $\{\delta\}$ - вектор узловых перемещений конечного элемента; λ - масштабный множитель.

Варируя граничные условия и зная для каждого из них значения критической силы, можно вычислить элементы матрицы устойчивости $[c]$ [6-8].

После этого можно образовать разрешающую систему линейных алгебраических уравнений в виде, произведя суммирование по всем элементам пространственного механизма

$$([K] + \lambda[C])\{U\} = \{F_{\Delta F}\} + \{F_{\Delta p}\}. \quad (3)$$

Здесь $[C]$ - матрица устойчивости системы, которая зависит от силы; определяемой по формуле (1); $\{F_{\Delta F}\}, \{F_{\Delta p}\}$ - консервативные объемные и поверхностные узловые нагрузки.

Так как нетривиальное решение системы линейных однородных алгебраических уравнений возможно лишь при равном нулю определителя, составленном из коэффициентов при неизвестных упругих узловых перемещений, то это условие позволяет составить уравнение устойчивости, наименьшее значение корня которого определяет значение критической нагрузки для заданных внешних нагрузок, действующих на рассматриваемый пространственный механизм:

$$[[K] + \lambda[C]] = 0 \quad (4)$$

Выражением (4) определяется проблема упругой устойчивости системы конечных элементов пространственного механизма.

Зная значение критической нагрузки можно установить форму потери устойчивости механизма из решения линейных однородных алгебраических уравнений:

$$([k] + \lambda_{\min}[c])\{\delta\} = b \quad (5)$$

приняв в нулевом векторе в правой части уравнения (5) одну из компонент равной единице.

На основе изложенного алгоритма разработана программа расчета на упругую устойчивость пространственных механизмов с деформируемыми звеньями при действии различных внешних воздействий и найденных критических сил. Она оформлена в виде стандартной программы.

Рассматриваемый нами пространственный механизм с цилиндрическими кинематическими парами имеет 9 кинематических пар, 7 звеньев, 3 обобщенных координат и 2 контура (рисунок 1).

В работе [9] был проведен кинематический анализ пространственных механизмов с замкнутыми кинематическими цепями (ПМ ЦКП). Для кинематического анализа данного механизма использованы обобщенная система символических обозначений механизмов P.N.Sheth и J.J.Uicker Jr., согласно которой каждому элементу каждой кинематической пары механизма жестко связываются соответственно, правые декартовы системы координат (рисунок 1).

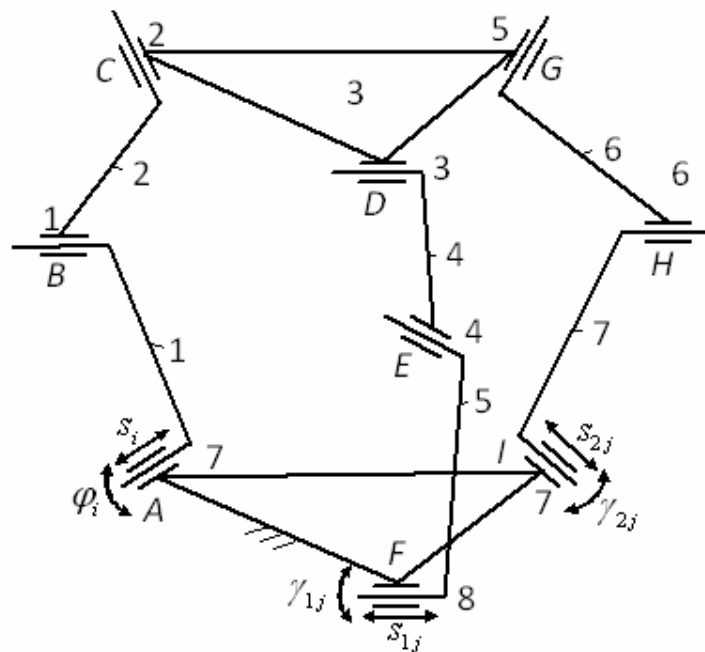


Рисунок 1 - Пространственный механизм с цилиндрическими кинематическими парами

Матрица преобразования, которая называется матрицей бинарного звена, связывающая эти системы координат состоит из произведения трех однородных матриц элементарного сдвига и трех однородных матриц элементарного поворота

$$[T_{jk}] = [T_{w_j}](c_{jk}) \cdot [T_{w_j}](\gamma_{jk}) \cdot [T_{t_{jk}}](a_{jk}) \cdot [T_{t_{jk}}](\alpha_{jk}) \cdot [T_{z_k}](b_{jk}) \cdot [T_{z_k}](\beta_{jk}).$$

На основе полученных матриц составляются матричные уравнения замкнутости контуров пространственных механизмов с цилиндрическими кинематическими парами.

Систематизацией всех полученных формул в последовательный алгоритм, реализована вычислительная программа для исследования и анализа упругой устойчивости этого механизма с помощью метода конечных элементов. От действия критических сил изучено их напряженно-деформированное состояние. Для отладки этой программы использованы кроме геометрических размеров звеньев и набор упругих постоянных материала, характеризующих их физические свойства: $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $\rho = 7900 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 0.25$, где E – модуль Юнга; ν – коэффициент Пуассона; ρ – плотность материала и его геометрические параметры. Звенья механизма изготовлены из стальных стержней диаметром поперечного сечения 0.006 м . Формы и размеры сечения, упругие свойства материалов постоянны. Размерами и конструкцией узлов пренебрегаются.

- 1 Joldasbekov U.A., Baigunchekov Zh.Zh. Kinematic Analysis and Synthesis of High Class Spatial Mechanisms. – The Theory of Machines and Mechanisms // Proceedings of the 8-th World Congress, Prague, 1991, Vol.1, pp. 543-547.
2. Масанов Ж.К., Байгунчеков Ж.Ж., Сартаев К.З., Абдраимова Г.А. Упругое напряженно-деформированное состояние пространственных параллельных манипуляторов //Материалы II Международной конференции “Проблемы механики современных машин”, Улан-Удэ, Байкал, 23-29 июня, 2003. - С.62-65.
3. Вольмир А.С. Устойчивость деформируемых систем. Из-во "Наука" М., 1967, 984с.
4. Болотин В.В. О вариационных принципах теории упругой устойчивости. Л.: Судостроение, 1973, с.83-88.
5. Хархурим И.Я. Расчет стержневых систем на прочность, устойчивость и колебания с применением ЭВМ. Канд. Диссер., Таллин, 1967г.
6. Мяченков В.И. и др. Расчеты машиностроительных конструкций методом конечных элементов: Справочник //М.:Машиностроение, 1989. – 520 с.
7. Курков С.В. Метод конечных элементов в задачах динамики механизмов и приводов. - СПб.: Политехника, 1991. - 224 с.
8. Масанов Ж.К., Сартаев К.З., Абдраимова Г.А. Квазистатическая упругая устойчивость пространственных МВК //Материалы II междун. конференции «Проблемы механики современных машин». Улан-Удэ, 23-29 июня 2003г.-Т.3 - С.62-65.
9. Байгунчеков Ж.Ж., Нурахметов Б.К., Мырзагельдиева Ж.М. Матричные уравнения замкнутости контуров пространственного параллельного манипулятора ориентирующего типа. Известия НАН РК: Серия физико-математическая. №4, 2003, С.88-95

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛО И МАССОБМЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛИЗАЦИИ

(г.Алматы, КазНУ имени аль-Фараби)

Осы жұмыста массаалмасуы ескерілген жылу фильтрация есептерінің математикалық моделдеу сұрақтары қарастырылған. Массаалмасу және жылуалмасу кинетикалық тендеулері енгізілген. Қойылған есептің шығару сандық алгоритмі құрылды. Жылулы біртекті кеук орталармен үйлестірілген айырмалы тор құрастыру арқылы зерттеу жалпы әдісі ұсынылған. Параллельді есептеулерді ұйымдастыру технологиялары талданып сәйкес фильтрация есептерін шығару алгоритм құрылды.

In this work considering questions of mathematical modeling no isothermal filtration process in porous media with weight-exchange. The equations of kinetics heat-exchange and weight-exchange between porous media and fluids are entered. Numerical algorithm is given and computation analysis is made. The general method for research thermal-physically inhomogeneous porous media by construction coordinated curvilinear meshes is offered. The analysis technologies for organization of parallel computing is carried out and algorithm for solving problem of filtration is created.

В настоящее время в мире имеется огромное количество исследований в области теории фильтрации с достаточным набором тех или иных математических моделей и различных подходов их решения, но к сожалению в реальности при разработках месторождений нефти и газа возникают более сложные варианты протекания процессов фильтрации с учетом кинетики тепло-, массообмена и т.д., что естественно на прямую влияет на технологическую схему эксплуатации объекта и требует наличия информационных систем «быстрого» реагирования (расчета) и прогнозирования. Последнее предполагает формирование IT систем адекватного компьютерного моделирования и его скорейшего расчета за минимально короткие сроки, что невозможно достигнуть без применения современных пакетов программ.

Учитывая вышеуказанную необходимость обычно в первую очередь осуществляется организация соответствующей инфраструктуры вычислительного кластера. После все работы направлены на создание эффективных алгоритмов распараллеливания для решения сложных производственных задач для систем анализа, контроля и оптимизации реализованных на практике техник и технологий производства определенной продукции. Необходимо учесть, что прямые натурные испытания разработок могут потребовать такой величины затрат, которая может превзойти затраты на сами разработки, при этом положительный исход этих испытаний может оставаться под большим риском. Наличие же высокопроизводительной вычислительной системы позволит создать виртуальную модель реальной ситуации, которая позволит просчитать все факторы успешного применения разработок. В настоящее время высокопроизводительные вычислительные системы становятся безальтернативным средством внедрения информационных технологий в промышленную практику. В связи с этим начали развиваться теоретические исследования технологий построения алгоритмов распараллеливания решения ресурсоемких задач гидродинамики и фильтрации для проведения вычислений на суперкомпьютерах. Исследованиям путем построения алгоритмов и их анализа

посвящены работы Яненко Н.Н. [1], Вшивкова В.А., Тарнавского Г. А. [2] и других.

Анализируя опыт существующих исследований проведем анализ построения эффективных вычислительных алгоритмов распараллеливания задач фильтрации, в частности с учетом тепло и массообменных процессов. Обычно под массообменными процессами понимается изменение агрегатного состояния рассматриваемого объекта. Основными моментами являются приведение задач неравновесной фильтрации к задачам со свободными (неизвестными) границами типа Стефана и Веригина. Последний факт оправдан тем, что, имея информации по скважинам восстановить границы рассматриваемой области. Известно, что граница или часть границы могут меняться либо из-за градиента температуры, либо из-за градиента давления.

Рассмотрим задачу неравновесной фильтрации в следующей постановке, т.е. задана конечная область Ω с кусочно - гладкой границей $\Gamma \equiv \partial\Omega$. В соответствии с различными видами граничных условий граница Γ может разбиваться на несколько связанных компонент Γ^i . Пусть $Q_T = \Omega \times [0, T]$, $S_T^i = \Gamma^i \times [0, T]$, n – внешняя нормаль к границе Γ . Тогда соответствующая система уравнений имеет вид:

$$\begin{aligned} \bar{u}_i = -\frac{K_0 f_i}{\mu_i} \nabla p (i=1,2), \quad mH \frac{\partial s}{\partial t} + \text{div}(H\bar{u}_1) = 0, \quad -mH \frac{\partial s}{\partial t} + \text{div}(H\bar{u}_2) = 0, \quad s + s_1 = 1, \\ mH \frac{\partial}{\partial t} [c_1 s + (1-s)c_2] + H \frac{\partial a}{\partial t} + \text{div}(Hc_1 \bar{u}_1) + \text{div}(Hc_2 \bar{u}_2) = r, \\ H \frac{\partial((1-m)\rho_0 C_0 T_p)}{\partial t} + H \frac{\partial(m(\rho_1 C_1 s \tilde{c}_1 + \rho_2 C_2 s_1 \tilde{c}_2)T)}{\partial t} + \text{div}(H(\rho_1 C_1 v_1 \tilde{c}_1 + \rho_2 C_2 v_2 \tilde{c}_2) \cdot T + \\ (\rho_1 C_1 v_1 \varepsilon_1 + \rho_2 C_2 v_2 \varepsilon_2) \cdot \text{div}(Hp) = \text{div}(H(\bar{\lambda}(s, T, \tilde{c}_1, \tilde{c}_2) \nabla T + \bar{\lambda}_0(T_p) \nabla T_p)) - 2\sqrt{\frac{\lambda_3 C_3}{\pi \cdot t}} \rho_3 (T_p + t \frac{\partial T_p}{\partial t}) \end{aligned} \quad (1)$$

с уравнениями кинетики тепло и массообмена в пористой среде соответственно:

$$\alpha_T \frac{\partial T_p}{\partial t} = T - T_p, \quad \frac{\partial a}{\partial t} = \frac{1}{\tau} \cdot (G(c) - a), \quad (2)$$

где функции $G(c)$ и $\eta(T)$ определены в виде, полагая $c_1 = c$ и $c_2 = \varphi(c)$:

$$G(c) = \begin{cases} 1, & c < c^* \\ [0,1], & c = c^* \\ 0, & c > c^* \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом, требуется найти функций $\{s, p, V, c, a, T\}$ (соответственно водонасыщенность, давление, скорость течения, концентрация активной примеси, функция адсорбции, температуры), определенные в Q_T , удовлетворяющие соотношениям (1)-(3), начальным:

$$s|_{t=0} = s_0(x), \quad c|_{t=0} = c_0(x), \quad a|_{t=0} = a_0(x), \quad T|_{t=0} = T_0(x) \quad (4)$$

а также следующим граничным условиям:

$$(P, S, \theta) = (P_0, S_0, \theta_0), \quad -D \cdot \frac{\partial c}{\partial n} + \vec{v}_{in} \cdot c = q_n \cdot c^*, \quad (x, t) \in \Sigma^1 = \Gamma^1 \times [0, \bar{t}], \quad (5)$$

где q_n - заданный расход на единицу площади, c^* - известное значение концентрации примеси. Всюду ниже предполагается, что все коэффициенты в (1)–(3) определены при всех (x, s, c, T) и имеют непрерывные производные вплоть до первого порядка.

Нагнетание теплоносителей включает массо- и теплоперенос в двух различных областях, совмещенных переходом поверхностей раздела через движущийся фронт и

сопровождаемых фазовыми изменениями. Последние две характерные черты описывают общий класс задач, известных как задачи типа Стефана и Веригина. В уравнении баланса тепла четвертое слагаемое включает эффект Джоуля-Томпсона, а последнее слагаемое в левой части уравнения определяет теплообмен между нефтеносным коллектором и подошвой (кровлей) пласта.

Естественно, что в данной постановке возможны различные случаи протекания процессов, но при этом необходимо учитывать наличие тройного фронта: вытеснения $Y(t)$, массообмена $X(t)$ и теплового $R(t)$. Возможны следующие случаи:

1. $R(t) < X(t) < Y(t)$
2. $X(t) < Y(t) \leq R(t)$

В зависимости от этих случаев получаем структурно различные профили для искомых параметров задачи, так оба варианта соответствуют случаю, когда структура и строение пор пласта однородно (пористость и проницаемость постоянны), но пласт состоит из различных пород с разными теплофизическими свойствами, что особо важно при прохождении флюидов слабопроницаемые и хорошо теплопроводящие участки пласта, степень влияния можно оценить согласно [3,4] сравнив члены

отвечающие за конвективный теплоперенос и теплопроводность $\frac{\bar{\lambda}_0 \mu_{смес}}{c_0 \rho_0 k_0 \Delta p}$. Откуда легко заметить при снижении значения проницаемости и разности давления, т.е. снижении скорости фильтрации роль температуропроводности пласта $\alpha = \frac{\bar{\lambda}_0}{c_0 \rho_0}$ резко

увеличивается, что явно наблюдается при хорошо теплопроводящих участках пласта (например карбонатные залежи), где имеет место случай $Y(t) \leq R(t)$. Тем самым правильно задав характер распределения α_T в рассматриваемой зоне, мы получим возможность адекватно оценивать процесс неизотермической фильтрации жидкости в неоднородном и анизотропном пласте. При бесконечно быстром теплообмене $\alpha_T \rightarrow 0$ в работах [5,6] рассмотрены различные постановки задач, для которых построены алгоритмы их решения, в частности из (5) получим:

$$H \frac{\partial \{ (1-m) \rho_0 C_0 T + m(\rho_1 C_1 s \tilde{c}_1 + \rho_2 C_2 s_1 \tilde{c}_2) T \}}{\partial t} + \text{div}(H(\rho_1 C_1 v_1 \tilde{c}_1 + \rho_2 C_2 v_2 \tilde{c}_2) \cdot T) +$$

$$(\rho_1 C_1 v_1 \varepsilon_1 + \rho_2 C_2 v_2 \varepsilon_2) \cdot \text{div}(Hp) = \text{div}\left(H \bar{\lambda}(s, \theta, \tilde{c}_1, \tilde{c}_2) \nabla T\right) - 2 \sqrt{\frac{\lambda_3 C_3}{\pi \cdot t}} \rho_3 (T + t \frac{\partial T}{\partial t}) \quad (6)$$

Фактически, система (1) имеет более общий характер и позволяет описывать любые процессы повышения нефтеотдачи с двумя активными факторами. Предполагается, что полимер, находящийся в растворе, влияет на его вязкость, а сорбированный пористой средой изменяет проницаемость и от температуры зависит только вязкость нефти.

Естественно, при выборе подходов численного моделирования с помощью конечно-разностных методов, вначале, целесообразно осуществить построение разностных адаптивных сеток уже учитывающих свойства пористых сред. Анизотропность и неоднородность пористой среды ($K_0(x, y) \neq const$ и $m_0(x, y) \neq const$) в полной мере учитывается при нахождении полей давления. Результаты работ [7] позволяют реализовать моделирование процесса вытеснения нефти водой в неоднородном и анизотропном пласте путем построения разностных сеток

согласованных с данными полями, в частности полей проницаемости пористой среды и учете градиентов давления.

Управляющая метрика для сеточных структур согласованных с векторными полями, в частности полей проницаемости пористой среды задается в виде

$$g_s^{ij} = (1 - \alpha)(z_0(y)\delta_j^i + z_1(y)B^i B^j) + \alpha z_2(y)m(y), \quad (7)$$

где $z_0(y)$, $z_1(y)$, $z_2(y)$ и α веса отвечающие за невырожденность преобразования, вклад векторного поля анизотропности B и сбалансированность сетки с функцией пористости среды соответственно.

$$K_0 = K_0(x, y) = B = \left(-\frac{\partial \psi}{\partial y^2}, \frac{\partial \psi}{\partial y^1}\right) \quad (8)$$

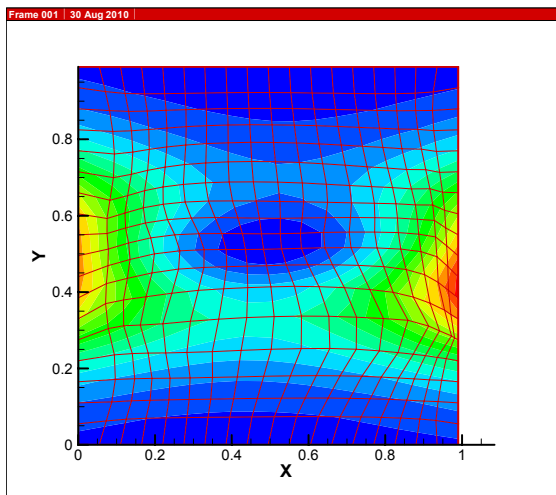
где ψ определяется на стадии геофизических исследований пластов и получается интерполяцией данных из промысловых условий, результаты расчетов сетки приведены в рисунке 1. Тогда уравнения для давления и насыщенности в криволинейных координатах выписываются как:

$$\frac{1}{H_1} \frac{1}{H_2} \left[\frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{H_2}{H_1} \overline{K}_{x_1} H \frac{\partial p}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\frac{H_1}{H_2} \overline{K}_{x_2} H \frac{\partial p}{\partial x_2} \right) \right] = 0, \quad (9)$$

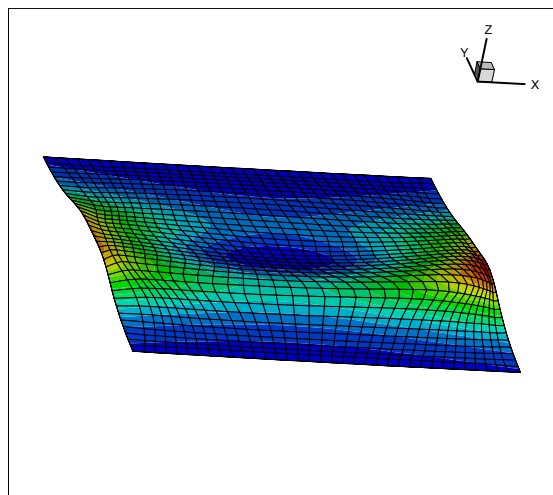
$$mH \frac{\partial s}{\partial t} = \frac{1}{H_1} \frac{1}{H_2} \left[\frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{H_2}{H_1} k_{oil x_1} H \frac{\partial p}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\frac{H_1}{H_2} k_{oil x_2} H \frac{\partial p}{\partial x_2} \right) \right],$$

где $H_1 = \left(\frac{\partial x}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_1}\right)^2$ $H_2 = \left(\frac{\partial x}{\partial x_2}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2}\right)^2$ отвечают за отображение физической

криволинейной сетки на эталонную расчетную сетку с постоянными шагами, u и v компоненты суммарной скорости V . Для температуры и концентрации аналогично.



а) при $h=0.055$;



б) при $h=0.02$.

Рисунок 1 – Графики распределения сеточных координат при различных шагах сетки h

Используется применяемый обычно при решении задач двухфазной фильтрации алгоритм раздельного определения полей давления и насыщенности (концентрации и температуры). По известному распределению насыщенности, концентрации и температуры на n -ом временном слое определяется давление на этом же слое $p_{i,j}^n$, с

использованием которого находятся $s_{i,j}^{n+1}$; $c_{i,j}^{n+1}$; $T_{i,j}^{n+1}$. Затем вычисления повторяются в той же последовательности. Для проверки точности результатов контролируется совпадение дебитов добывающей и нагнетательной скважин, совпадения изменения средней водонасыщенности с величиной отношения объема добытой нефти к объему элемента симметрии; сравниваются количество закаченного полимера и количество добытого и находящегося в пласте (в растворе и поглощенного пористым скелетом) полимера.

Запишем разностный вид уравнения для давления из системы (3) для шага сетки h_i

$$\frac{1}{H_{1ij}} \frac{1}{H_{2ij}} \left\{ \frac{1}{h} \left[\frac{H_{2i+1/2j}}{H_{1i+1/2j}} \overline{K_{0i+1/2j}} H_{i+1/2j} \frac{p_{ij}^{l+1} - p_{ij}^{l+1}}{h} - \frac{H_{2i-1/2j}}{H_{1i-1/2j}} \overline{K_{0i-1/2j}} H_{i-1/2j} \frac{p_{ij}^{l+1} - p_{i-1j}^{l+1}}{h} \right] + \right. \\ \left. \frac{1}{h} \left[\frac{H_{1ij+1/2}}{H_{2ij+1/2}} \overline{K_{0ij+1/2}} H_{ij+1/2} \frac{p_{ij+1}^{l+1} - p_{ij}^{l+1}}{h} - \frac{H_{1ij-1/2}}{H_{2ij-1/2}} \overline{K_{0ij-1/2}} H_{ij-1/2} \frac{p_{ji}^{l+1} - p_{ij-1}^{l+1}}{h} \right] \right\} = \\ = \frac{q_{ск}}{\Delta x_i \Delta y_j} + \frac{p_{ij}^{l+1} - p_{ij}^l}{\tau_{it}}, \quad q_{ск} = \frac{2\pi \overline{K_{0ij}} (p_{ij}^{l+1} - p_{ск})}{\ln(0.2 \Delta x_i / r_c)}, \quad (10)$$

где коэффициенты при разностных аналогах производных рассчитываются на n временном слое, здесь l – индекс итерации, τ_{it} – параметр итерации. Давление находится методом установления; используется метод переменных направлений. Итерации заканчиваются при выполнении условия $|p_{ij}^{l+1} - p_{ij}^l| \leq \varepsilon$, $l = 0, 1, 2, \dots$, где значение давления просчитывается в промежутке с начальной итерации $l = 0$ до некоторого $l = l^*$, для которого выполняется данное условие, тогда для решения в уравнение насыщенности подставляется значение давления при l^* слое итерации. Тем самым, численное решение получается решением уравнения, которые линейно на каждом итерационном слое $l + 1$. Аналогично выписываются разностные аналоги для уравнения для насыщенности, температуры и концентрации.

Общий алгоритм нахождения параметров задачи воздействия на пласт для системы уравнений имеет вид

$$\begin{aligned} p_{ij}^{k+1} &= p_{ij}^k + \tau_{it} L_h^p(s_{ij}^n, p_{ij}^{k+1}, v_{ij}^n, \theta_{ij}^n, c_{ij}^n), \\ \theta_{ij}^{n+1} &= \theta_{ij}^n + \tau L_h^\theta(\theta_{ij}^{n+1}, p_{ij}^{l^*}, v_{ij}^{n+1}, s_{ij}^n, c_{ij}^n), \\ c_{ij}^{n+1} &= c_{ij}^n + \tau L_h^c(\theta_{ij}^{n+1}, c_{ij}^{n+1}, p_{ij}^{l^*}, v_{ij}^{n+1}, s_{ij}^n), \\ s_{1ij}^{n+1} &= s_{1ij}^n + \tau L_h^s(s_{ij}^n, p_{ij}^{l^*}, v_{ij}^{n+1}, \theta_{ij}^{n+1}, c_{ij}^{n+1}), \quad s_{2ij}^{n+1} = 1 - s_{1ij}^{n+1}, \end{aligned} \quad (11)$$

которая решается неявным итерационным методом.

Кроме последнего уравнения в системе (11) являются трехдиагональными и можно их решать методом прогонки каждую по отдельности, которые являются линейными на $n + 1$ временном слое. Устойчивость и соответственно сходимость для неявной разностной схемы проверялся путем сравнения с тестовыми данными решений при заданной суммарной скорости.

Численный расчет производился в среде FORTRAN и общий анализ поведения решения при сгущении сетки показал выгоду использования неравномерной сетки для решения системы (11) с управляющей метрикой (7), которая обусловлена наиболее точным и адекватным соответствием полученных результатов с физикой

рассматриваемых процессов. Результаты расчетов приведенные на рисунках 1 и 2 получены в случае, когда коэффициенты и основные зависимости взяты, как в [3,4], т.е.

$$f_1 = \frac{s^2 l}{a+l}, \quad f_2 = (1-s)^2, \quad f_1 = \left(\frac{s-0,2}{0,8} \right)^3 \frac{l}{a+l}, \quad f_2 = \left(\frac{0,8-s}{0,6} \right)^3, \quad (12)$$

$$\mu_1(l) = \mu_1(0) \left(1 + 0,158 \cdot 10^4 c + 0,25 \cdot 10^7 c^2 \right) \mu_2 = const,$$

$$a = \frac{\alpha A c}{1 + \beta c} - \text{изотерма Ленгмюра, } a = \Gamma c - \text{изотерма Генри.}$$

Проведенные расчеты показывают, что, несмотря на имеющиеся недостатки, к которым следует отнести, в первую очередь, большое время расчета и традиционное для явного уголка размазывание фронтов концентрации и температуры, предложенная методика применима при исследовании процесса неизотермического вытеснения нефти раствором водорастворимого полимера. Эта же методика пригодна для решения задач вытеснения нефти – водой с закачкой оторочки полимерного раствора на любой стадии разработки. Также легко можно определить технологические показатели (интегральные характеристики процесса): среднюю водонасыщенность, нефтеотдачу, обводненность продукции, долю нефти в добываемой продукции, количество полимера в пласте (в растворе и сорбированного), общее количество за время t добытой нефти, добытого полимера, закаченной воды и закачанного полимера.

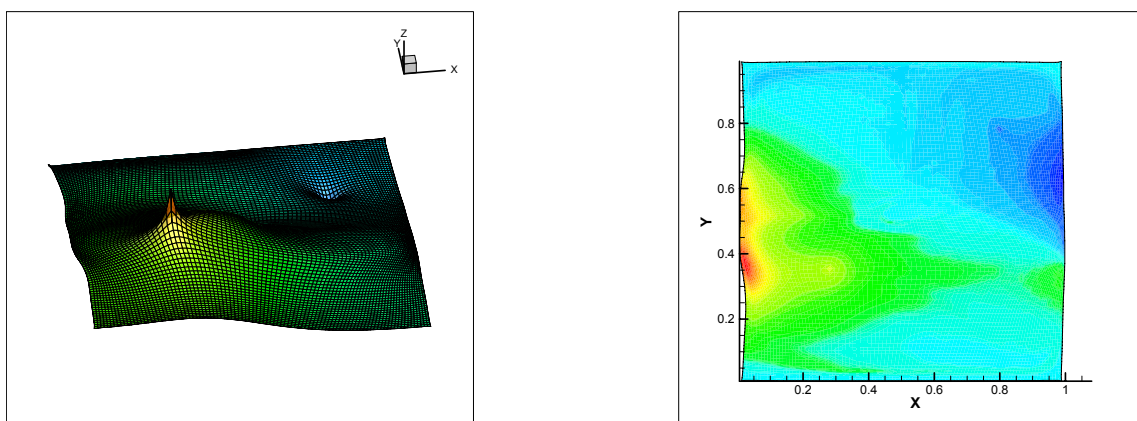


Рисунок 1 – График распределения давления и насыщенности

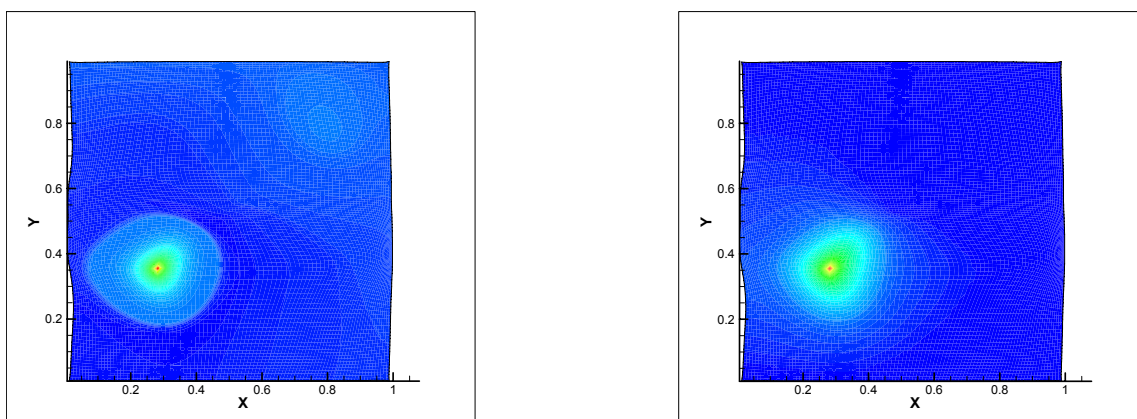


Рисунок 2 – График распределения концентрации и температуры

Результаты расчетов, особенно соответствующие фазовым проницаемостям (12), подтверждают известные факты, что слабо сорбирующая примесь затягивает

безводный период эксплуатации и снижает обводненность продукции на начальной стадии разработки, а также повышает нефтеотдачу по сравнению с вытеснением чистой водой. Как видно из графиков, для сильно сорбирующегося полимера безводный период эксплуатации сокращается и близок к безводному периоду при вытеснении нефти водой. Сильно сорбирующаяся примесь несколько замедляет рост обводненности продукции на промежуточной стадии и увеличивает полноту вытеснения нефти на заключительной стадии.

Теперь модифицируем вычислительный алгоритм вводя элементы распараллеливания. Анализ построенных численных алгоритмов математических моделей фильтрации позволяет выделить в них общие подходы и свойства, т.е. в использовании метода скалярной прогонки и общего итерационного цикла, а также большая разреженность матриц системы линейных алгебраических уравнений и простота шаблона разностной схемы полученных при аппроксимации исходных дифференциальных уравнений с возможностью их расщепления на отдельные этапы физических процессов и дискретизации области решения задач. Известно, что указанные свойства наиболее часто учитываются при построении эффективных алгоритмов распараллеливания [1,2]. Учет свойств конкретной задачи, конкретной системы линейных алгебраических уравнений позволяет найти наилучший вариант распараллеливания алгоритма. В связи с этим при количестве процессоров - p , предлагается распараллеливание алгоритма в следующей цепочке:

1 параллелизация на уровне расщепления на отдельные этапы физических процессов в общем итерационном цикле для систем уравнений (1)-(4) (до 4 процессоров);

2 параллелизация на уровне дискретизации области решения задач на участки $[x_k, x_{k+1}] \subset [0, L]$ (до $p/2$ процессоров);

3 параллелизация на уровне метода прогонки для решения каждого из уравнений в системе уравнений (11).

Естественно, что данный подход обеспечит максимальную эффективность при правильном распределении/пересылки пакетов данных между процессорами и рациональном использовании ресурсов памяти.

Реализации первого уровня позволит производить расчет систем уравнений (1)-(4) отдельно по процессам распределения поля давления, температуры, концентрации и нефтенасыщенности при переходах между временными слоями. Реализации второго уровня позволит существенно увеличить количество расчетных точек, что повысит точность решений задач. Для третьего уровня использованы результаты работы [1], где экспериментально была исследована эффективность распараллеливания прогонки. Очевидно, явные схемы для нее легко распараллеливаются. Вычисления на каждом шаге по времени на процессорах выполняются независимо друг от друга, обмен граничными значениями между соседними процессорами выполняется в конце каждого шага. А неявная схема требует использования прогонки, количество арифметических операций, приходящихся на каждый узел, больше, чем в явной схеме. Но она абсолютно устойчива, позволяет считать с существенно большим временным шагом, чем явная схема, и поэтому количество пересылаемой между процессорами информации существенно меньше. При разработке программы использованы гибридной технологии Open MP и MPI, представляющий собой объединение всех трех уровней.

Результаты анализа эффективности расчетов распараллеливания приведены в таблице 1 где ряд1 соответствует для 50x50 точек, а ряд2 – 100x100 точек. Распределение ускорения показано на рисунке 2

Таким образом, описываемый в статье подход удобно экстраполируется, как на случаи многих переменных, так при рассмотрении тепло и массообменных процессов в пористой среде, что позволяет управлять структурой распределения насыщенности рассматриваемой области и ее значения эффективно находится численно.

Кол-во процессоров	N = 500	N = 1000
1	1,00	1,00
4	1,31	1,19
8	3,10	2,59
12	5,72	4,47
16	7,90	6,10

Таблица 1 – Расчеты распараллеливания

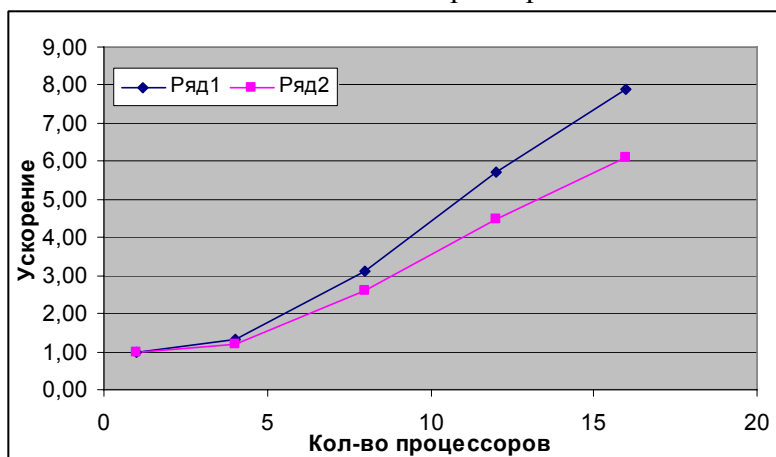


Рисунок 2 – Распределение ускорения

- 1 Яненко Н.Н., Коновалов А.Н., Бугров А.Н., Шустов Г.В. Об организации параллельных вычислений и «распараллеливании прогонки» // Численные методы механики сплошной среды. – 1978. – № 7. – С. 136-139.
- 2 Вшивков В.А., Тарнавский Г.А., Неупокоев Е.В. Параллелизация алгоритмов прогонки: многоцелевые вычислительные эксперименты // Автометрия. – 2002. – Т.4. – С. 11-17.
- 3 Данаев Н.Т., Корсакова Н.К., Пеньковский В.И. Массоперенос в прискважинной зоне и электромагнитный каротаж пластов. – Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 180 с.
- 4 Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Теория нестационарной фильтрации жидкостей и газа. – Москва: Недра, 1972. – 288 с.
- 5 Mukhambetzhano S.T., Akhmed-Zaki D.Zh. Modeling of a problem of phase transitions at not isothermal filtration and qualitative properties of the decision // Wiertnictwo Nafta gaz – Zakopane, Poland, 2008. - Vol. 25/2. - P. 541-550.
- 6 Akhmed-Zaki D. Mathematical modeling of a non isothermal filtration process. Abstracts. The Third Congress of the World Mathematical Society of Turkic Countries. CTWM'09, Almaty, Republic of Kazakhstan. June 30 – July 4, 2009. – Volume 2. – P. 109.
- 7 Liseikin V.D. Grid generation methods. –Berlin: Springer, 1999

ЖҮЙЕЛІК ПРОГРАММАЛАУ ПӘНІНДЕ АСSEMBLER ТІЛІН ОҚЫТУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ)

Статья является руководством по программированию на ассемблере для микропроцессорных систем на базе i80x86 и посвящена практическому применению этого языка на примере использования ассемблера a86. А также в работе подробно описывается метод обучения языку ассемблер на системном программном уровне.

В статье подробно рассматриваются дополнительные возможности языка ассемблер: макрокоманды и связь с языками высокого уровня. Приводится обзор стилей языка ассемблер для разных вычислительных систем. В качестве иллюстрации применения ассемблеров рассмотрены различные вопросы, связанные с многозадачностью, - обработка прерываний и резидентные программы. В статье представлены лабораторные работы по обучению языку ассемблер, результат работы показан в виде иллюстрации.

The Given article is a management on programming on the assembler for microprocessor systems on the basis of 80x86 also it is devoted to practical application of this language on an example with use of the assembler a86. And also in the given work the method of training of language of the assembler at a system program level is in detail described.

In the diploma additional opportunities of language of the assembler are in detail considered: macros and communication with languages of a high level. The review of styles of language of the assembler for different computing systems is resulted. By way of illustration applications of assemblers are considered the various questions connected with many tasks, - processing of interruptions and resident programs. Laboratory work are presented in degree work on method of the learning the language of the assembler, and result of the work is shown in the manner of illustrations.

Қазіргі уақытта компьютерлік әлемде бірнеше программалау тілдері бар. Программалаушы программаны қай тілде жазатынын таңдауы өз еркісінде, бірақ жоғары деңгейлі тілді программаның жазбасын бәрібір мамандарға ассемблерді білу керек. Сондықтан да, жоғары деңгейлі тілді компиляторларының көбісінде ассемблер тіліндегі жеке бөлшектермен байланысу құралдары бар екені немесе программалаудың ассемблерін қолдануы бостан бос емес. Ассемблер тілі - жүйелік программалау тілі. Жүйелік программалау қызметіне жүйелік программалық қамтамасыз ету жұмысын атқаруы жатады. Жүйелік программалық қамтамасыз ету – бұл бірнеше программалардың комплексі, ол есептеуіш жүйелердің компоненттерін басқаруын атқарады, оған процессор, оперативті жады, енгізу – шығару каналдары жатады. Жүйелік программалаудың қолданбалы программалаудан айырмашылығы - қолданбалы программалауда пайдаланушыға белгілі бір қызмет ететін программалық жасау шығады (мысалы, мәтіндік процессор), ал жүйелік программалауда программалық жасаудың әрекеттестігімен аппараттық жасау (мысалы, қатты дисктің дефрагментациясы) шығады.

1953 жылдары программистер программа жазу үшін машиналық тілдің немесе рәміздік аналогын қолданған. Оны ассемблер деп атаймыз. Ассемблер (ағылшынның “assemble” сөзінен шыққан, яғни, жинау деген мағынаны береді).

Ассемблер машиналық тілдің символикалық көрсеткіші болғандықтан ол осы шағын процессордың сәулетімен тікелей байланысты. Ассемблер тілі сөздер

жинағынан тұрады. Бұл сөздер жинағы ЭЕМ-ға қандай әрекет жасау керектігін көрсетеді. Машиналық тіл негізі 0 мен 1-дің комбинациялар тізбегінен немесе жиынынан тұратын тіл.

Ассемблер тілінің командалары ЭЕМ-ның буындарымен тікелей байланысты сондықтан ассемблер тілі – машинаға тәуелді және машина бағдарлау тілі деп саналады.

Ассемблер тілінің тиімділігі:

1. Тез орындалады, өйткені процессорларды толығырақ басқарудың мүмкіндігі бар.

2. Компьютерге төмен деңгейде қатынас құруға болады.

Ассемблер тілінің кемшіліктері:

1. Бір машинадан екіншісіне тасымалдаудың қиыншылығы, өйткені ассемблердің командалары тікелей машиналық кодта түрлендіріледі. Сондықтан олар тек қана локальді компьютерлерде орындалады.

2. Ішкі программалық кітапханасының жоқтығы. ЭЕМ архитектурасы пайдалануда машиналық ресурстардың өзара қарым-қатынасын анықтайды.

мақсаты компьютердің ішкі жүйесін оқып үйрену, ассемблер тілінде программа құру, микропроцессордың жүйелік программасын жазған кезде ASCII кодында программаның кодталуы және ассемблер тілін оқыту теориясы мен әдістемесі қарастырылған.

міндеті – ассемблер тілінің негіздері мен принциптерін, атқарылатын жеке бөлшектерін, құру құралдарын, ассемблер тіліндегі дұрыс программаны рәсімдеу, оның синтаксистік құрылымын оқып қарастыру. Ассемблер командаларының жіктелуін және оның жеке командаларын меңгеру, макро құралдарды пайдалана білу сияқты мәселелерді қарастыру.

Ассемблер тілін не үшін оқыту керек?

1) Процессорлар қолданыста бар болғанға дейін, ассемблер тілі қолданыста жүреді.

2) Ассемблердің көмегімен тұтас және жылдам код жасауға болады. Жоғарғы деңгейдегі тілдердің бір де бір компиляторы мұндай нәтиже бере алмайды. Операциялық жүйенің көптеген модульдері немесе тіпті операциялық жүйенің өзі де түгелімен ассемблер тілінде жазылған болатын

3) Ассемблер тілінің арқасында операциялық жүйе үшін драйверлер жаза аламыз.

4) Ассемблерді біле отырып, программа кодын талдап және түзетуге болады. Операциялық жүйенің және компилятордың жұмысын терең ұғынуға болады.

Ассемблер не үшін керек? – деген сұрақ туындайды, ассемблер процессордың тілі болғандықтан, процессорлар қолданыста болғанға дейін бұл тіл бізге керек болады. Ассемблер программаның кодын оңтайландыру үшін, драйверлерді, трансляторды жазу үшін, кейбір сыртқы құрылғыларды программалау және т.б. үшін керек. Ассемблерді MS-DOS операциялық жүйесіне қарағанда, Windows операциялық жүйесінде жазған ыңғайлы.

Ассемблер тілінің негіздері және мүмкіндіктері.

Ассемблер немесе ЖДТ (жоғары деңгейлі тілде) жазылған программаларды машиналық тілге аудару үшін аударғыш *транслятор* деп аталатын программалар қолданылады. Олардың ішінде Ассемблер тілінде жазылған программалық аударғышы солай *ассемблер* деп аталады. Ал, жоғары деңгейлі тілде жазылған программалардың аударғышы программа аударғыш, яғни, *компилятор* деп аталады. Орындалатын программаны немесе басқа алдын-ала аудармаланған ішкі программаларды біріктіретін

көмекші программа байланыстар түзеткіш немесе *құрастырғыш (компоновщик)* деп аталады. Орындалатын программаны жадыға орналастырушы программа *жүктемелеуші, (загрущик)* деп аталады.

Ассемблер (ағылшынның “assemble” сөзінен шыққан, яғни, жинау деген мағынаны береді). Әрбір процессордың архитектурасына және әрбір операциялық жүйенің өзіне тән ассемблері бар. Сонымен қатар “кросс-ассемблер” бар. Архитектурасы бірдей машиналарда (немесе бір операциялық жүйеде) программаларды ассемблердеп және форматта орындалатын кодты алып, оны операциялық жүйенің сонарында жұмыс атқарады.

Қазіргі кезде кең таралған архитектура – x86 және Power PC.

DOC-қа арналған ассемблер. DOC операциялық жүйенің әйгілі ассемблерлері Borland Turbo Assembler (TASM) және Macro Assembler (MASM). Сонымен қатар кезінде қарапайым A86 ассемблері де, әйгілі болатын. Алғашқыда олар тек 16-байттық командаларды қолдады (Intel 80386 келгенінше дейін). Кейін шыққан TASM және MASM командалары 32-биттік команданы, сонымен қатар барлық заманға сай процессорларға енгізілген командалар жүйесін, және нақтылы архитектурасы бар (сондай-ақ, мысалы MMX, SSE, 3DNow! және т.б.) командаларды қолдады.

Windows операциялық жүйенің келуімен TASM кеңейтілуі шықты, ол TASM 32 атпен Windows ортасында программаларды құрып, орындауға арналған болатын. Соңғы шыққан TASM бесінші болжамасы әртүрлі қосымшалары бар толықтырулардан тұрады. Бірақ, ресми түрде программаның дамуы толық кідірітілген. Ал MASM программасы болса, әлі күнге дейін дамып, соңғы болжамалары DDK жиынтығына қосылған. Бірақ, DOC-қа арналған программаның болжамасы дамымай келуде. Windows-қа арналған ассемблерде программа құру үшін пакет пайда болды, оның аты MASM 32, авторы Стивен Хатчессон. Нағыз тілді бағалағыштар FASM ассемблерін қолданады, оның авторы Томаз Грижтар.

Басқа белгілі Linux операциялық жүйеде ассемблердің жағдайы басқаша. Оның құрамында gcc компиляторы бар. Ал, оның құрамына gas (GNU Assembler) кіреді. Осы компиляторда AT&T синтаксисі пайдаланылады.

Көшірілетін ассемблерлер. Ассемблердің ашық жобасы бар, оның болжамасы әртүрлі операциялық жүйелерде қолайлы, және осы жүйелерде объектілі файлдар алуға рұқсат етеді. Бұл ассемблердің атауы NASM(Netwide Assembler). YASM бұл қайтадан жазылған NASM болжамасы BSD лицензиясы бойынша (кейбір шығарулары бар).

FASM жас, бірақ әрі жылдам дамитын және қолданысқа тез кірген әйгілі ассемблер, негізгі кодпен таралады. KolibriOS, Linux және Windows болжамалары бар, олар Intel синтаксисін қолданады. Сонымен қатар, fasm AMD64 нұсқауларды тірек жасайды. Ерекшелігі, макротілдің мықты болуында, яғни, әр түрлі керекті файлдардың форматтары және бірнеше өзгертілімдері (жақсы жаққа, бірақ бірнеше «ескі мектепке» дағдылысыз) бар синтаксис.

Деректер, атаулар, типтер

Программа құрылымы. Берілген программада деректердің орнын алдын-ала көрсетеміз. Программаның құрылымы ассемблер a86 тілінде орындалатын com-форматы программасы келесідей:

```
jmp start      ; алғаш орындалатын нұсқау
; деректер аймағының айналма жолы
...
...           ; деректер директивасын анықтау
```

```

...
start:          ; программа кодының басы
...
...           ; нұсқаулар
...
ret           ; нұсқаның аяқталуы “подпрограммадан
; қайтарылу”, DOS-тан шығу

```

Әр жолда программа операторлардың жолын қуушысы болады.

Оператор түрінде келесідей берілуі мүмкін:

- ассемблердің нұсқауы, яғни, символдық түрде машинаның нұсқауы;
- деректерді анықтау директивасы;
- ассемблер директивасы, яғни, трансляцияны басқаруға арналған команды.

Қорыта келгенде, ассемблер тілі сөздер жинағынан тұрады. Сол сөздер жинағы электрондық есептеуіш машина қандай әрекет жасайтынын көрсетеді. Ассемблер тілінің командалық жиынтығы электронды есептеуіш машинамен тікелей байланысты болғандықтан, ассемблер тілі машинаға тәуелді немесе машинаға бағытталған программалау тілі болып есептеледі. Ұсынылған мақалада ассемблер тілінің толық қосымша мүмкіндіктері қарастырылады: макрокомандалар және жоғарғы деңгейдегі тілдермен байланысы. Сонымен қатар мақалада жүйелік программалау пәнінде ассемблер тілін оқыту әдістемесі сипатталған. түрлі мысалдармен, бақылау сұрақтарымен және тестермен жабдықталған және ассемблер тілін оқытуға арналған лабораториялық жұмыстар жасалып, тапсырмалардың нәтижелері иллюстрация түрінде көрсетіледі.

Қорыта келгенде, атқарылатын жеке бөлшектердің құру құралдары, ассемблер тіліндегі дұрыс программаны рәсімдеу, оның синтаксистік құрылымы қарастырылды. Ассемблер командаларының жіктелуі және оның жеке командаларын меңгеру, макро құралдарды пайдалана білу сияқты мәселелері қамтылды. Сонымен қатар мақалада жүйелік программалау пәнінде ассемблер тілін оқытудың мазмұны мен құрылымы жасалынған.

1. Жуков А.В., Авдюхин А.А. Ассемблер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 448 с.
2. Бредли Л. Программирование на персональных IBM PC. – М.: Радио связь, 1988.
3. Абель П. Ассемблер и программирование для IBM PC. – М.: Высшая школа, 1992.
4. Юров К., Хорошенко В. Ассемблер. – Санкт-Петербург: Питер, 1999.
5. Кудышева Г.О. Электрондық оқулық “Жүйелік программалау тілі”
6. Саданова Б.М. және Кудышева Г.О. “Жүйелік программалық қамтамасыз ету” курсы бойынша зерханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар.
7. Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік: Информатика және есептеуіш техника/Жалпы редакциясын басқарған профессор Асқарбек Құсайынов. – Алматы: Республикалық мемлекеттік “Рауан” баспасы, 1999. – 304 бет.
8. Оқушыларға, студенттерге арналған қазақша-орысша, орысша-қазақша сөздік. – Алматы: “Аруна” баспасы, 2002.

**КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЗАДАЧНИК ПО ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ
ВЫЧИСЛЕНИЯМ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ УЧЕБНО-
МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПО
НАПРАВЛЕНИЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА**

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

Компьютерлік есептер жинағы – компьютердің көмегімен типтік есептерді шығарудың тәсілдерінен тұратын, теориялық білімді нақты мәселелермен көрнекі түрде байланыстыратын білім беру электрондық құралы. Параллель есептеулерден есептер жинағын жасау теориялық білімдерін тереңдету, параллель есептеулерін шығаруда және оларды көп процессорлы ЭЕМ-да жүзеге асырудағы практикалық біліктілігі мен дағдыларын қалыптастыру үшін қажет. Параллель есептеулер есептеу информатикасының элементі, ал оның зерттеу пәні есептеу сипатында болатын аппараттық үдерістер болып табылады. Есептер жинағын есептеу информатикасы бойынша оқу-әдістемелік кешенінің құрамына енгізу, информатиканың бұл бағыты бойынша оқытудың тиімділігін қамтамасыз етеді. Оның гипермәтіндік құрылымы оқушыларға тек жұмыс істеу жылдамдығын беріп қана қоймай, сонымен қатар оларға қабылдаудың сәйкес психофизиологиялық ерекшеліктерін, материалдарды оқып үйренудің тиімді жолдарын қамтамасыз ететін қазіргі оқытудың кредиттік жүйесі жағдайында маңызы ерекше.

Computer collection of tasks presents itself educational electronic publishing, allowing by means of the computer to perfect a receiving a deciding the standard problems, graphically theoretical knowledges with concrete problems, on the decision which they can be directed. Development such collection of tasks on parallel calculations it is required for deepening the theoretical knowledges, getting the practical skills and skills of multisequencing of computing problems and realization them on multiprocessor PC. Parallel calculations are one of the computing informatics elements, which subject of studies are information processes of computing nature. Cut-in such collection of tasks in the composition scholastic-methodical complex on the computing informatics ensures more efficient education on given a direction of informatics. Its hyperlinks structure allows educating define not only suitable rate of work, respective psychic and physiological particularities of its perception, as well as optimum path of studying a material that greatly in modern conditions of credit education system.

Главной особенностью новой концепции развития образования в Республике Казахстан является внедрение кредитной системы обучения в организацию учебного процесса, которая позволяет реализовать в вузе подготовку будущих специалистов адекватно современному социальному заказу. Кредитная система направлена на повышение уровня образованности обучающихся путем творческого освоения знаний на основе индивидуализации, выборности образовательной траектории в рамках регламентации учебного процесса. Она предполагает такую личностно-ориентированную, интерактивную организацию учебного процесса в вузе, которая обеспечивает высокий уровень самостоятельной познавательной деятельности студентов.

В этой связи преподавателю надо иметь в запасе богатый арсенал методических материалов и средств, с помощью которых можно организовать плодотворную самостоятельную работу студента по освоению учебного материала, научить его

творчески мыслить, развивать способности, постоянно работать над расширением кругозора.

Особенно целесообразно в условиях кредитной системы использование в обучении современных информационно-коммуникационных технологий и, в частности, образовательных электронных изданий и ресурсов, которые не только обеспечивают в массовом порядке индивидуальный подход к обучению, предоставляют возможность организации проблемного обучения, но и, способствуя усилению мотивации учения и формированию интереса к учебной работе, позволяют активизировать самостоятельную учебно-познавательную деятельность студентов. Ясно, что наибольший дидактический эффект может быть обеспечен только при комплексном их использовании на различных видах занятий в информационно-поисковой, экспериментально-исследовательской и самостоятельной учебной деятельности обучаемых по обработке информации, представлению и извлечению знаний.

Практическая реализация комплексного использования возможностей средств ИКТ в учебном процессе может быть достигнута за счет разработки и применения многофункциональных компьютерных учебно-методических комплексов (УМК) нового поколения по каждой дисциплине или направлению, представляющих собой «многокомпонентную совокупность взаимосвязанных унифицированных электронных средств учебного и методического назначения» [1]. Использование УМК предоставляет обучаемому возможность в удобном для него индивидуальном темпе изучать теорию, проводить экспериментальные исследования, приобретать практические навыки и умения путем тренировочных действий.

Основными информационными ресурсами, размещенными в УМК нового поколения и используемыми в системе образования, могут быть различные образовательные электронные ресурсы, такие как электронные учебники и тренажеры, электронные лабораторные практикумы, компьютерные задачки, электронные справочники, энциклопедии, средства автоматизированного контроля знаний и т.д. В последнее время их создание привлекает внимание не только разработчиков, педагогов и исследователей, работающих в различных областях информатизации образования, но и становится обсуждаемой и востребованной на государственном уровне. Разработка и использование образовательных электронных изданий и ресурсов определено даже в качестве одного из основных направлений стратегии информатизации всех форм и уровней образования в Республике Казахстан. Интерес этот, разумеется, вызван, прежде всего, небезосновательными ожиданиями повышения эффективности и качества подготовки специалистов до уровня, достигнутого в развитых странах.

Компьютерные УМК, включающие в себя различные электронные образовательные издания, в качестве информационных ресурсов, в равной степени востребованы в любой предметной дисциплине вообще и в обучении вычислительной информатике [2] в частности, предметом исследования которой являются информационные процессы вычислительного характера. Наряду с изучением математического аппарата вычислительных задач, включая методологию математического моделирования и вычислительного эксперимента, она включает в себя вопросы исследования и реализации вычислительных алгоритмов на ЭВМ, в том числе и многопроцессорных, использование которых вызвано, прежде всего, практически постоянным существованием вычислительных задач, для решения которых возможностей обычных последовательных ЭВМ оказывается недостаточно. Более того, на сегодняшний день развитие вычислительной техники с необходимостью подкрепляется

совершенствованием технологий параллельного программирования, ее алгоритмической и программной компонент.

Ясно, что иметь представление и понимать возможности реализации алгоритмов не только в традиционной последовательной модели вычислений, но и в различных параллельных моделях, важно в первую очередь, для специалистов в области информатики, в том числе и будущих учителей информатики, в программу подготовки которых уже входят данные вопросы. Идеи параллельных вычислений и параллельного программирования, в принципе, могут стать предметом обучения и в школе уже в ближайшие годы, что обусловлено их высокой важностью и потенциалом. В этой связи необходимость разработки и включения в УМК по вычислительной информатике компьютерного задачника по параллельным вычислениям, предназначенного для углубления теоретических знаний, получения практических навыков и умений распараллеливания вычислительных задач и реализации их на многопроцессорных ЭВМ не вызывает сомнений.

Компьютерный задачник, в целом, представляет собой образовательное электронное издание, позволяющее с помощью компьютера отработать приемы решения типовых задач, наглядно связать теоретические знания с конкретными проблемами, на решение которых они могут быть направлены [3]. Являясь образовательным электронным изданием, он должен включать в себя содержательную, процессуальную, управляющую и диагностическую части, что необходимо учесть при его разработке. Содержательная его часть, в свою очередь, включает в себя познавательную компоненту, представляющую собой теоретическую информацию, направленную на передачу знаний обучаемому. И демонстрационную компоненту, поддерживающую и раскрывающую познавательную.

Процессуальная же часть, как правило, включает моделирующую и контрольно-закрепляющую компоненты. Первая из них позволяет применять знания к решению практических задач, моделировать изучаемые явления и процессы, а контрольно-закрепляющая компонента определяет степень усвоения обучаемыми представленного материала.

Управляющая его часть представляет собой программную оболочку, включающую глоссарий, журнал регистрации и поисковую систему, способную обеспечить взаимосвязь между его частями и компонентами. Диагностическая часть хранит статистическую информацию о работе каждого обучаемого с конкретными темами.

Кроме этого, чтобы разрабатываемый компьютерный задачник достаточно хорошо вписывался в систему подготовки по вычислительной информатике и автоматически обеспечивал непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения, который состоит из таких звеньев, как постановка познавательной задачи; предъявление содержания учебного материала; применение первично полученных знаний (организация деятельности по выполнению отдельных заданий, в результате которой происходит формирование научных знаний); получение обратной связи, контроль деятельности обучаемых; подготовка к дальнейшей учебной деятельности (задание ориентиров для самообразования, для чтения дополнительной литературы), необходимо учитывать выполнение и следующих требований, предъявляемых к ним:

- как к дидактическому средству: научность, доступность, проблемность, наглядность, систематичность и последовательность обучения; активность и сознательность обучаемых в процессе обучения, прочность усвоения знаний при использовании электронного издания; единство образовательных, развивающих и воспитательных функций обучения;

- как к средству новых информационных технологий: адаптация к уровню подготовки обучаемого и набору изучаемых тем; использование различных типов мультимедиа данных для представления учебного материала; обеспечение удобной системы поиска и навигации; наличие развитой системы контроля знаний в виде интерактивного тестирования; возможность подключения к сетевому учебному серверу для получения консультаций и другой сервисной поддержки.

А также следующих психологических требований: представление учебного материала в них должно строиться с учетом особенностей таких познавательных психических процессов, как восприятие, внимание, мышление, воображение, память и др.; они должны обеспечивать условия комфортного, производительного и безопасного для здоровья труда пользователей.

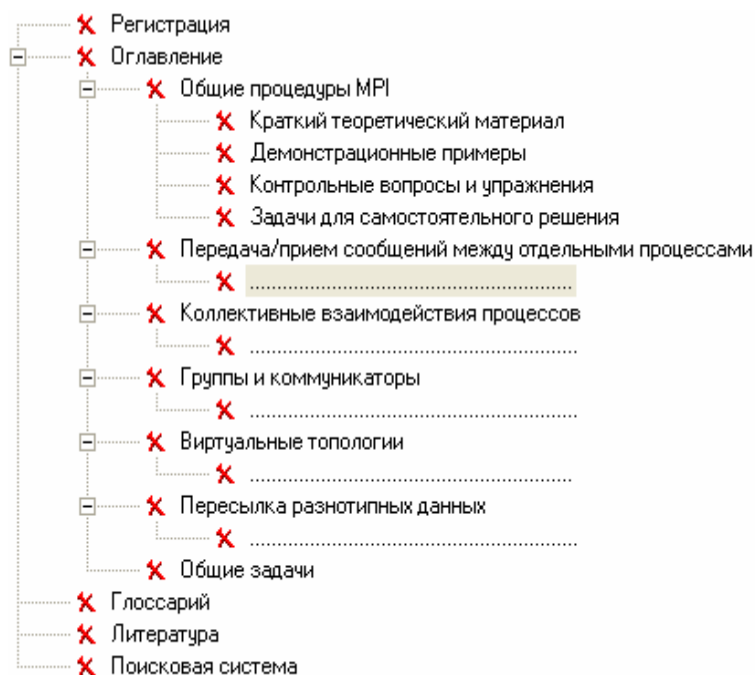
Содержание разрабатываемого компьютерного задачника тесно связано с программой спецкурса «основы параллельных вычислений» для будущих учителей информатики и включает в себя краткий теоретический материал и комплект задач по разработке параллельных алгоритмов на основе наиболее распространенных функций библиотеки MPI (Message Passing Interface - интерфейс передачи сообщений). Это – одна из наиболее распространенных на сегодняшний день технологий программирования в параллельных компьютерах с распределенной памятью.

MPI иногда называют «ассемблерным уровнем» в параллельном программировании, основывая это необходимостью максимально подробного описания всех необходимых операций обменов данными между частями программы, выполняющимися на отдельных процессорах. При этом распределение данных и вычислений полностью возлагается на программиста и выполняется средствами базового языка программирования, что очень непросто. Возможности MPI реализованы как набор, размещенных в соответствующей библиотеке, MPI-функций. Их освоение представляет обучаемым большие возможности для написания эффективных параллельных программ.

Для успешного использования компьютерного задачника, как в учебном процессе, так и в самостоятельной работе, необходимо, чтобы он включал достаточно представительный набор заданий, охватывающий данные функции.

Следует заметить, что вопросы, касающиеся параллельных вычислений и параллельного программирования, как один из компонентов вычислительной информатики, в подготовке будущих учителей информатики вообще могут быть представлены в виде содержательной линии. Причем часть вопросов, связанных с разработкой, анализом и реализацией параллельных алгоритмов может с успехом рассматриваться в курсе «численные методы», являющейся ядром вычислительной информатики, в котором как раз достаточно много задач, обладающих значительной потенциальной возможностью распараллеливания. В этой связи целесообразно включение в задачник вычислительных задач, рассматриваемых в данном курсе.

На основании изложенного, в разработанный компьютерный задачник по параллельным вычислениям, включены следующие основные компоненты:



Если стандартная схема решения задачи на ЭВМ содержит такие этапы, как: 1) постановка задачи; 2) построение математической модели; 3) разработка алгоритма; 4) программирование; 5) тестирование и отладка; 6) анализ результатов решения задачи и уточнение в случае необходимости математической модели с повторным выполнением этапов 2-5; 7) сопровождение программы, то с учетом специфики параллельных вычислений в эту схему «необходимо вписать еще четыре пункта: информационный анализ; распараллеливание процессов; конструирование параллельной программы и оценка эффективности параллельной программы» [4].

Включение в стандартную схему решения задачи информационного анализа позволяет выяснить те части программы, выполнение которых возможно организовать параллельно, независимо друг от друга. Следует заметить, что потенциальная возможность распараллеливания неодинакова для вычислительных задач различного типа – она значительна для задач, содержащих много циклов и длительных вычислений, и существенно меньше для задач, для которых характерен расчет по эмпирическим формулам.

Распараллеливание же процессов позволяет предположить, сколько процессов на скольких процессорах нужно использовать для решения задачи. Для этого используются результаты информационного анализа, произведенного на предыдущем этапе.

Конструирование параллельной программы предполагает выбор конкретного языка программирования и реализации в его рамках разработанного алгоритма. В случае выбора технологии MPI на данном этапе происходит выбор конкретных функций (синхронных или асинхронных, индивидуальных или коллективных), выбор виртуальной топологии, с помощью которых программа сможет выполнить поставленную задачу. К примеру, программу численного интегрирования можно написать с помощью функций коллективных обменов и парного обмена с использованием цикла, но функции, относящиеся к классу коллективных обменов, как правило, эффективнее. Такие моменты и все этапы решения задачи демонстрируется в

задачнике в интерактивном и обучающем режиме с использованием мультимедийных технологий.

Важными особенностями разработанного компьютерного задачника является то, что

- он содержит в сжатой форме тщательно структурированный теоретический учебный материал (основные понятия, определения, формулы, схемы и т.д.), предоставляемый обучаемому в виде последовательности интерактивных кадров и поэтому при пользовании задачиком не требуется дополнительных пособий, вся необходимая помощь предоставляется на экране монитора;
- задачи хранятся в базе, которую можно, по мере необходимости, дополнять, корректировать, модифицировать;
- наглядность в нем значительно выше, чем в печатном варианте и обеспечивается использованием мультимедийных технологий: анимации, звукового сопровождения, гиперссылок, видеосюжетов и т.п.;
- контрольные вопросы и задания для проверки знаний представлены в интерактивном и обучающем режиме;
- имеется возможность корректировать ответ, вводить его несколько раз, использовать вспомогательную таблицу для быстрого формирования ответа;
- индивидуальные задания в нем интегрированы с журналом учета работы обучаемого, что позволяет сохранить результаты работы каждому обучаемому.

Включение его в состав УМК по вычислительной информатике, построенного по гипертекстовой технологии обеспечивает более эффективное обучение по данному направлению информатики. Гипертекстовая его структура позволяет обучающемуся определить не только удобный темп работы, соответствующий психофизиологическим особенностям его восприятия, но и оптимальную траекторию изучения материала, что существенно в современных условиях кредитной системы обучения.

1. Абдраимов Д.И., Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В., Камалова Г.Б. Теоретико-методологические основы разработки, мониторинга качества и экспериментальной апробации компьютерных учебно-методических комплексов нового поколения. Алматы, 2005.–146с.
2. Вычислительная информатика в фундаментальной подготовке учителей информатики //: Материалы Международной научно-практической конференции Информатизация образования - 2007. Часть 2. – Калуга, 2007. –С.121-131
3. В.П. Демкин, Г.В. Можаяева Классификация образовательных электронных изданий: основные принципы и критерии. Методическое пособие для преподавателей // <http://www.ict.edu.ru/ft/003621/dict.html>. – Томск, 2003.
4. Анисимова Н.С., Слива М.В. Этапы решения задачи на ЭВМ при параллельном программировании //Информатика и образование, 2007. – №2. –С.68-70

О НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ФРЕДГОЛЬМОВОЙ ПАРЕ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

(г.Алматы, Институт математики МОН РК)

Бұл мақала сызықты гиперболалық теңдеуге қойылған аралас Коши -Дирихле есебінің корректілік класын және осы есептің түйіндес есебін анықтауға арналған. Жанадан классикалық емес екі шекаралық есеп қарастырылған. Қарастырылған жаңа есептердің корректілік кластары негізделген. Осы есептердің бірімәнді шешілетіндігі дәлелденген. Бұл есептердің түйіндес фредгольмдік жұп болатыны дәлелденген.

Work is devoted to the definition of correctness of mixed Cauchy-Dirichlet problem and the construction of its conjugate for linear hyperbolic equations. Two new non-classical boundary value problems are formulated. The correctness of the class of the problems stated is substantiated. Their unique solvability is proved. It is proved that these problems are Fredholm conjugate pair.

Смешанным начально-краевым задачам для гиперболических уравнений в цилиндрических областях из-за их теоретической и прикладной важности посвящены многочисленные работы. Среди них особо следует отметить работы О.А. Ладыженской, М.И. Вишика, В.А. Ильина, С.Л. Соболева, А.В. Бицадзе, В.С. Владимирова, В.П. Михайлова, Е.И. Моисеева, Н.И. Ионкина и других. На некорректность задачи Дирихле для гиперболических уравнений указывалось в работах С.Л. Соболева, А.М. Нахушева.

Если наряду с краевыми условием смешанной начально-краевой задачи задать условие Дирихле на другом конце цилиндра, то такая задача для гиперболических уравнений не является корректной в классе регулярных решений. Корректность полупериодической задачи Дирихле для гиперболических уравнений и уравнений смешанного типа начали систематически изучаться начиная с работ Т.Ш. Кальменова, М.Б. Муратбекова и их учеников [1-2]. В этих работах впервые показано влияние коэффициентов при младших производных на корректность рассматриваемых задач и установлена гладкость их решений.

Данная работа посвящена определению класса корректности смешанной задачи Коши-Дирихле и построению ее сопряженной. Отметим, что такие переопределенные краевые задачи для модельных уравнений систематически стали изучаться сравнительно недавно [3].

В плоской области $\Omega = \{0 < x < 1, -1 < y < 1\}$, $\Omega_1 = \Omega \cap \{y > 0\}$, $\Omega_2 = \Omega \cap \{y < 0\}$ рассмотрим следующую неклассическую задачу.

Смешанная задача Коши-Дирихле. *Найти решение*
 $u \in C(\overline{\Omega}) \cap C^2(\overline{\Omega}_1) \cap C^2(\overline{\Omega}_2)$ уравнения

$$Lu = u_{yy} - u_{xx} + a(y)u_x + c(y)u = f(x, y) \quad (1)$$

в области Ω удовлетворяющее условиям

$$u(0, y) = u(1, y), \quad u_x(0, y) = u_x(1, y), \quad -1 < y < 1 \quad (2)$$

$$u(x, -1) = 0, \quad u_y(x, -1) = 0, \quad 0 < x < 1 \quad (3)$$

$$u(x, 1) = 0, \quad , \quad 0 < x < 1 \quad (4)$$

В области Ω_2 задача совпадает с классической полупериодической задачей Коши, и поэтому ее решение представимо в виде

$$u(x, y) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} u_n(y) e^{2i\pi n x} \quad (5)$$

где неизвестные функции $u_n(y)$ определяются как решения дифференциального уравнения

$$l_n u_n = u_n''(y) + ((2n\pi)^2 + 2n\pi i a(y) + c(y)) u_n(y) = f_n(y), \quad -1 < y < 1, \quad (6)$$

удовлетворяющие начальным условиям

$$u(x, -1) = 0, \quad u_y(x, -1) = 0 \quad (7)$$

Здесь $f_n(y)$ - коэффициенты Фурье функции $f(x, y)$ по ортонормированному базису $\{e^{2i\pi n x}\}_{n=-\infty}^{n=+\infty}$.

Пусть $H^k(-1, 0)$ пространство функций с нормой

$$\|u\|_{H^k(-1, 0)} = \left(\sum_{|\alpha| \leq k} ((n) + 1)^{2\alpha_1} \int_{-1}^0 \left| \frac{d^{\alpha_2} u}{dy^{\alpha_2}} \right|^2 dy \right)^{1/2}$$

где $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$ - целочисленный мультииндекс.

Применением классического метода сведения к интегральному уравнению доказывается следующая

Теорема 1. Пусть $a(y), c(y) \in C^k[-1, 0]$, $|a(y)| > 0$, $c(y) > \delta > 0$ при $-1 \leq y \leq 0$.

Тогда для любой функции $f \in H^k(-1, 0)$ существует единственное решение задачи (6)-(7), и это решение удовлетворяет неравенству

$$\|l_n u_n\|_{H^k} \geq C \left(\|u_n\|_{H^k} + \left(\sum_{|\alpha| \leq k+1} (|n| + 1)^{2\alpha_1} |u_n^{(\alpha_2)}(0)|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right), \quad (8)$$

в котором постоянная C не зависит от u , n .

Обозначим через $W_{2,\Pi}^k(\Omega)$ подпространство пространства Соболева $W_2^k(\Omega)$ состоящее из функций, удовлетворяющих периодическим краевым условиям по переменной x . Пользуясь теоремой 1 доказывается

Теорема 2. Пусть $a(y), c(y) \in C^k[0, 1]$, $|a(y)| > 0$, $c(y) > \delta > 0$ при $0 \leq y \leq 1$. Тогда для любой функции $f(x, y) \in W_{2,\Pi}^k(\Omega_2)$ существует единственное решение смешанной задачи (1)-(3), и это решение удовлетворяет неравенству

$$\|f\|_{W_{2,\Pi}^k(\Omega_2)} = \|Lu\|_{W_{2,\Pi}^k(\Omega_2)} \geq C \left(\|u\|_{W_{2,\Pi}^{k+1}(\Omega_2)} + \sum_{|\alpha| \leq k+1} \|D^\alpha u\|_{L_2(AB)} \right) \quad (9)$$

где AB - отрезок оси $y=0$, $0 < x < 1$, $\|D^\alpha u\|_{L_2(AB)} = \left(\int_{AB} \left| \frac{\partial^{\alpha_1} \partial^{\alpha_2} u}{\partial x^{\alpha_1} \partial y^{\alpha_2}} \right|^2 dy \right)^{\frac{1}{2}}$.

В ходе доказательства теоремы, изучение смешанной задачи Коши-Дирихле в области Ω_1 сводится к следующей **полупериодической задаче Дирихле**:

Найти в области Ω_1 регулярное решение уравнения (1), удовлетворяющее условиям (2) при $0 < y < 1$ и

$$u(x, 1) = 0, \quad u(x, 0) = \tau_f(x) \quad (10)$$

где $\tau_f(x) = (L_{SK}^{-1}f)(x, 0)$ - является следом при $y \rightarrow -0$ решения смешанной задачи Коши (1)-(3) в области Ω_2 .

Пользуясь разложением (5) при $0 < y < 1$, относительно неизвестной функции $u_n(y)$ получим следующую задачу:

$$l_n u_n = u_n''(y) + ((2n\pi)^2 + 2n\pi a(y) + c(y))u_n(y) = f_n(y), \quad 0 < y < 1 \quad (11)$$

$$u_n(1) = 0, \quad u_n(0) = \tau_n, \quad (12)$$

где $\tau_n = \int_0^1 \tau_f(x) e^{-2\pi n x} dx$.

Отметим, что аналогичная задача при $\tau_n \equiv 0$ изучена М.Б.Муратбековым[4].

Используя свойства функции Грина задачи (6) - (7), доказывается, что если $f_n(y) \in H^k(0, 1)$ и $f_n(y) \in H^k(-1, 0)$ то решение задачи (11)-(12) существует, единственно и справедлива оценка

$$\left(\|u\|_{H^{k+1}(0,1)} + \left(\sum_{|\alpha| \leq k+1} ((n)+1)^{2\alpha_1} |u_n^{\alpha_2}(0)|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right) \leq C(\|f_n\|_{H^k(-1,0)}) \quad (13)$$

Подытожив приведенные результаты, получим разрешимость задачи (1)-(4) и справедливость следующей

Теорема 3. Пусть $a(y), c(y) \in C^k[-1, 1]$, $|a(y)| > 0$, $c(y) > \delta > 0$ при $-1 \leq y \leq 1$. Тогда для любой функции $f \in W_{2,\Pi}^k(\Omega_1) \cap W_{2,\Pi}^k(\Omega_2)$ существует единственное решение $u(x, y)$ смешанной задачи Коши-Дирихле (1)-(4) и это решение удовлетворяет неравенству

$$\|f\|_{W_{2,\Pi}^k(\Omega_1)} + \|f\|_{W_{2,\Pi}^k(\Omega_2)} \geq C(\|u\|_{W_{2,\Pi}^1(\Omega)} + \|u\|_{W_{2,\Pi}^{k+1}(\Omega_1)} + \|u\|_{W_{2,\Pi}^{k+1}(\Omega_2)}) \quad (14)$$

Наряду с задачей (1)-(4) исследуем задачу, сопряженную к смешанной задаче Коши-Дирихле:

Найти решение уравнения

$$L^+ v \equiv v_{yy} - v_{xx} - a(y)v_x + c(y)v = g(x, y) \quad (15)$$

в области Ω , удовлетворяющее условиям

$$v(0, y) = v(1, y), \quad v_x(0, y) = v_x(1, y), \quad (16)$$

$$v(x, 1) = 0, \quad (17)$$

$$v(x, 0) = 0. \quad (18)$$

Отметим, что эта задача не является чисто краевой задачей, так как в ее заданных условиях присутствует «внутреннее» условие – условие (18) при $y = 0$.

В области $\Omega_1 = \Omega \cap \{y > 0\}$ задача (15)-(18) является полупериодической задачей Дирихле и она с помощью разложения (5) сводится к задаче

$$l_n v_n = v_n''(y) + ((2n\pi)^2 - 2n\pi a(y) + c(y))v_n(y) = g_n(y) \quad (19)$$

$$v_n(1) = 0, \quad v_n(0) = 0 \quad (20)$$

Исследуя задачу (15)-(18) методами, аналогичными использованным при доказательстве теоремы 3, получаем справедливость следующего результата.

Теорема 4. Пусть $a(y), c(y) \in C^k[-1, 1]$, $|a(y)| > 0$, $c(y) > \delta > 0$ при $-1 \leq y \leq 1$. Тогда для любой функции $g \in W_{2,\Pi}^k(\Omega)$ существует единственное решение $v(x, y)$ задачи (15)-(18) и это решение удовлетворяет неравенству

$$\|v\|_{W_{2,\Pi}^k(\Omega)} \leq C \left(\|L^+ v\|_{W_{2,\Pi}^k(\Omega)} \right) \quad (21)$$

Обозначим через L_{KD} замыкание в $L_2(\Omega)$ оператора, заданного дифференциальным выражением (1) на подмножестве функций $u \in C(\overline{\Omega}) \cap C^2(\overline{\Omega}_1) \cap C^2(\overline{\Omega}_2)$, удовлетворяющих условиям (2)-(4), а через L_{DK} замыкание в $L_2(\Omega)$ оператора, заданного дифференциальным выражением (15) на подмножестве функций $v \in C^2(\overline{\Omega})$ удовлетворяющих условиям (16)-(18). На основании приведенных выше теорем эти операторы имеют вполне непрерывные обратные операторы, определенные на всем пространстве $L_2(\Omega)$.

Основным результатом работы является

Теорема 5. Операторы L_{KD} и L_{DK} образуют фредгольмовую пару в $L_2(\Omega)$

Доказательство теоремы получается обоснованием сопряженности в пространстве $L_2(\Omega)$ операторов L_{KD} и L_{DK}

Следует отметить, что аналогичное утверждение установлено для уравнения Лаврентьева - Бицадзе в работе [5].

1. Кальменов Т.Ш. О полупериодической задаче Дирихле для одного класса уравнений смешанного типа. Дифференциальные уравнения.-1978.-Т14 - №3 с.546-547.
2. Муратбеков М.Б. Разделимость и оценки сингулярных чисел операторов смешанного типа. Известия АН КазССР. – 1992.-№1.
3. Бесбаев Г.А. Разрешимость и спектральные свойства квазирегулярной задачи Коши-Дирихле и ее сопряженной для одного класса гиперболических уравнений. Автореф. дисс...канд. физ.-мат. наук, Шымкент, 2004.
4. Муратбеков М.Б. О свойствах резольвенты и оценке собственных чисел оператора смешанного типа. Известия НАН РК. - серия физ.-мат. – 2000.-№ 5.
5. Бименов М.А., Кальменов Т.Ш., Джаманкараева М.А. Разрешимость и спектральные вопросы квазирегулярной задачи Дирихле для уравнения Лаврентьева – Бицадзе. Математический журнал.-2001.-№ 2, с. 32-42.

О НЕПОЛНОТЕ СОБСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ НЕКЛАССИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ДЛЯ МНОГОМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ЛАВРЕНТЬЕВА – БИЦАДЗЕ

Бұл жұмыс көпөлшемді Лаврентьев - Бицадзе теңдеуіне қойылған классикалық емес бір түрдегі есептердің спектрлік қасиеттерін зерттеуге арналған. Тура және түйіндес есептер қарастырылған. Бұл есептердің шешімі туралы теоремалар келтірілген. Қарастырылған есептердің меншікті функциялар жүйесі облыстың бір бөлігінде толық болатыны делелденген. Бүкіл облыста меншікті функциялар жүйесінің толық болмайтындығы дәлелденген.

This is a study of the spectral properties of one type of non-classical problems for the Lavrent'ev- Bitsadze dimensional equation. The correctness of the class of the problems stated is substantiated. Their unique solvability is proved. It is proved the completeness of systems of eigenfunctions of these problems on the part of the domain. In general, the system of eigenfunctions of the problem is not complete.

Пусть $\Omega \subset \mathbb{R}^{n+1}$ - конечная область, ограниченная при $t > 0$ поверхностью Ляпунова σ а при $t < 0$ характеристическим конусом

$S = \{1 + t = |x|, |x|^2 = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2, |x| < 1\}$ уравнения Лаврентьева-Бицадзе [1,2],

$$Lu \equiv -u_{tt} - \operatorname{sgn} t \Delta_x u = f(x, t) \quad (1)$$

где $\Delta_x u = \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2}{\partial x_i^2} u$ - оператор Лапласа.

Квазирегулярная задача Дирихле (задача КД). Найти решение уравнения (1) в Ω , удовлетворяющее условию

$$u|_{\sigma \cup S_0} = 0 \quad (2)$$

Обозначим через $S_0 = \{t = 0, |x| < 1\}$, $\Omega_1 = \Omega \cap \{t > 0\}$, $\Omega_2 = \Omega \cap \{t < 0\}$ и будем предполагать, что поверхность $\sigma \cup S_0$ является гладкой поверхностью Ляпунова.

Задача ДК. Найти решение уравнения (1) в Ω , удовлетворяющее условию

$$u|_{\sigma \cup S_0} = 0$$

В силу переопределенности условий (2), в классе регулярных решений задача КД разрешима не для всех $f \in L_2(\Omega)$. Однако в более широком классе решений эта задача уже оказывается корректной. Решение задачи КД ищется следующим образом: в области Ω_2 решаем задачу Гурса и вычислим след решения в S_0 . Далее в области Ω_1 решаем задачу Дирихле для уравнения Лапласа.

Решение задачи ДК строится наоборот, т.е. в области Ω_1 решается задача Дирихле для уравнения Лапласа и по следу производной по t этого решения на S_0 решение задачи ДК в области Ω_2 сводится к решению задачи Коши для гиперболического уравнения.

Справедливы следующие теоремы [3].

Теорема 1. Пусть

$$f(x, t) \in C^a(\overline{\Omega}) \cap C^{k+2+a}(\overline{\Omega_2}), 0 < a < 1, k \geq \left[\frac{n}{2} \right] + 1, D^\beta f|_s = 0, |\beta| \leq x + 1 + \alpha \text{ Тогда}$$

существует единственное сильное решение $u \in C^{2+a}(\overline{\Omega_1}) \cap C(\overline{\Omega_2}) \cap C(\overline{\Omega})$ задачи КД, удовлетворяющее неравенству

$$\|u\|_{w_2^1(\Omega)} \leq C \|Lu\|_0.$$

Теорема 2. Пусть $f(x, t) \in C^{k+a}(\overline{\Omega}) \cap C^{k+2+a}(\overline{\Omega_2}), 0 < a < 1, \partial\Omega_1 \in C^{k+1+a}, k \geq \left[\frac{n}{2} \right] + 1.$

Тогда существует единственное сильное решение $u \in C^{2+a}(\overline{\Omega})$ задачи ДК, удовлетворяющее неравенству

$$\|u\|_{w_2^1(\Omega)} \leq C \|f\|_0.$$

Обозначим через L_{KD} замыкание в $L_2(\Omega)$ оператора, задачного дифференциальным выражением (1) на подмножестве функций $u \in C(\overline{\Omega}) \cap C^2(\overline{\Omega_1}) \cap C^2(\overline{\Omega_2})$, удовлетворяющих условиям (2), а через L_{DK} замыкание в $L_2(\Omega)$ оператора, заданного дифференциальным выражением (1) на подмножестве функций $u \in C^2(\overline{\Omega})$, удовлетворяющих условию $u|_{\sigma \cup s_0} = 0$. На основании приведенных выше теорем эти операторы ограничено обратимы на всем $L_2(\Omega)$, обратные операторы L_{KD}^{-1}, L_{DK}^{-1} вполне непрерывны и их нормы удовлетворяют неравенствам

$$\|L_{KD}^{-1}\|_{L_2(\Omega) \rightarrow w_2^1(\Omega)} \leq C, \|L_{DK}^{-1}\|_{L_2(\Omega \rightarrow w_2^1(\Omega))} \leq C$$

Изучим спектральные свойства операторов L_{KD} и L_{DK} . Имеет место

Теорема 3. Собственные значения операторов L_{KD} и L_{DK} являются положительными, соответствующие им собственные функции совпадают в области Ω_1 и образуют полную ортонормированную систему в $L_2(\Omega_1)$. При этом собственные функции оператора L_{KD} тождественно равны нулю в Ω_2 .

Доказательство. Так как оператор Гурса является вольтерровым, то он не имеет собственных значений и собственных функций. Следовательно, собственные функции оператора L_{KD} в Ω_2 тождественно равны нулю. В области Ω_1 собственные функции операторов L_{KD} и L_{DK} совпадают с собственными векторами задачи Дирихле для уравнения Лапласа, поэтому образует полную ортонормированную систему векторов. Очевидно, что собственные значения задачи Дирихле положительные. Теорема 3 доказана.

Для дальнейшего исследования свойств собственных функций оператора L_{DK} будем предполагать, что область Ω_1 совпадает с параллелепипедом $\Pi_b^+ = \{0 < t < b, -1 \leq x_i \leq 1, i = 1, \dots, n\}$, а $\Pi^- = \{-1 < t < 0, -1 \leq x_i \leq 1, 2, \dots, n\}$ - n-мерный параллелепипед, содержащий Ω_2 внутри себя. Собственные векторы оператора L_{DK} в области Π_b^+ задаются формулой

$$u_m(x, t) = \sin \frac{m_0 \pi}{b} t \cos \left(\frac{\pi}{2} + m_1 \pi \right) x_1 \dots \cos \left(\frac{\pi}{2} + m_n \pi \right) x_n, ,$$

$$m_0 = 1, 2, \dots, \quad m_k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

а собственные значения имеют вид

$$\lambda_m = \left(\frac{m_0}{b}\right)^2 \pi^2 + \sum_i^n (0.5 + m_i)^2 \pi^2$$

Тогда спектральная задача ДК в области Ω_2 сводится к следующей спектральной задаче

$$Lu_m = -u_{mtt} + \Delta_x u_m = \lambda_m u_m \quad (3)$$

$$u_m|_{t=0} = 0, u_{mt}|_{t=0} = \frac{m_0 \pi}{b} \cos\left(\frac{\pi}{2} + m_1 \pi\right) x_1 \dots \cos\left(\frac{\pi}{2} + m_n \pi\right) x_n \quad (4)$$

Из-за сложности решения задачи (3), (4), вместо спектральной задачи (3), (4) в Π^- рассмотрим следующую задачу со спектральным параметром

$$Lu_m = -u_{mtt} + \Delta_x u_m = \lambda_m u_m \quad (3')$$

$$u_m|_{t=0} = 0,$$

$$u_{mt}|_{t=0} = \frac{m_0 \pi}{b} \cos\left(\frac{\pi}{2} + m_1 \pi\right) x_1 \dots \cos\left(\frac{\pi}{2} + m_n \pi\right) x_n, u_m|_{s_{\Pi^-}} = 0 \quad (4')$$

Методом разделения переменных убеждаемся, что решение задачи (3'), (4') в Π^- представимо в виде

$$u_m(x, t) = u_{m_0}(t) u_m(x) = \frac{m_0 \pi}{b} \frac{\sin \sqrt{\left(\frac{m_0 \pi}{b}\right)^2 + \sum_{i=1}^n (0.5 + m_i)^2 \pi^2} t}{\sqrt{\left(\frac{m_0 \pi}{b}\right)^2 + \sum_{i=1}^n (0.5 + m_i)^2 \pi^2}} \prod_{i=1}^n \cos(0.5 + m_i) \pi x$$

$$m_i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \quad (5)$$

Как и в работе [4], при $b > 1$ и при любом фиксированном m_i доказывается полнота функций $\sin \sqrt{\left(\frac{m_0 \pi}{b}\right)^2 + \sum_{i=1}^n (0.5 + m_i)^2 \pi^2} t$. Поэтому система собственных функций, определенных равенствами (5) полна в $L_2(\Pi^-)$ и тем более в $L_2(\Omega_2)$

Пользуясь ортонормированностью системы собственных функций $u_m(x, t)$ в $L_2(\Omega)$, как и в работе [5], можно установить неполноту $\{u_m(x, t)\}$ в $L_2(\Omega)$. Тем самым доказана

Теорема 4. Пусть $\Omega_1 = \Pi_b^+, b > 1$ Тогда система собственных функций $\{u_m\}$ оператора L_{DK} полна в $L_2(\Omega_1)$ и в $L_2(\Omega_2)$ и не полна в $L_2(\Omega)$.

1. Лаврентьев М.А., Бицадзе А.В. К проблемам уравнений смешанного типа. Докл. АН СССР. 1950. Т 70, №3
2. Бицадзе А.В. Об уравнениях смешанного типа в трехмерных областях. Докл. АН СССР. 1962. Т 143, №5.
3. М.А. Бименов О разрешимости квазирегулярной задачи Дирихле и ее сопряженной для многомерного уравнения Лаврентьева-Бицадзе. Неклассические уравнения математической физики. Новосибирск, 2002г., стр 33-38.
4. Бименов М.А., Джаманкараева М.А. Кальменов Т.Ш. Разрешимость и спектральные вопросы квазирегулярной задачи Дирихле для уравнения Лаврентьева – Бицадзе. Математический журнал.-2001.-№ 2, с. 32-42.
5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1976

ВЛИЯНИЕ СПУТНОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ГОРЕНИИ МЕТАНА

(г. Алматы, КазНУ имени аль-Фараби)

Екі өлшемді стационар жуықтауда каналдағы реакцияға түсетін ағын үшін теңдеулер жүйесін сандық шешу негізінде компьютерлік модельдеу. Жазық жану камерасында метанның турбулентті жануы жайлы есептің сандық шешімі алынып, Турбуленттік әсер ететін шекаралық қабаттың екінші ретті стационар дифференциалдық теңдеулер жүйесінің анық емес шекті-айырым Патанкара-Сполдинг әдісі арқылы сандық шешім алынды. Диффузиялық алаудың жазық каналында метанның жануы кезінде тотықтырғыштың бағыттас ағынының жылдамдығының көмірқышқыл газының концентрациясына әсерін бескомпонентті әсер ететін қоспа үшін жанудың математикалық моделі негізінде зерттелді.

The numerical solution of differential system of two-dimensional stationary equations of turbulent reacting boundary layer implicit finite-difference method Patankar-Spolding has been obtained. The numerical solution of the problem of combustion of laminar and of turbulent submerged methane jets in the still medium has been obtained. The influence of the initial concentration of the fuel on the main characteristics of the jet has been investigated. We have numerically investigated the effect of the rate of the accompanying flow of oxidant concentration of carbon dioxide during combustion of methane in a flat channel of diffusion torch on the basis of mathematical models of combustion for the quinary reacting mixture.

Все возрастающие экологические проблемы и сырьевой кризис выдвигают проблемы наиболее экономичного и оптимального сжигания топлива с наименьшими выбросами вредных веществ. Решение этих проблем требует детального знания влияния различных факторов на рассматриваемые процессы сгорания топлива [1].

В связи с этим исследование процессов горения газообразных, жидких и твердых топлив является в настоящее время чрезвычайно актуальным, а создание современных способов сжигания и уменьшение выброса токсичных веществ в атмосферу, в особенности для мощных энергоблоков, имеет важное экономическое значение.

Разработка новых способов уменьшения выбросов вредных веществ с помощью физических моделей, с одной стороны, связана с большими затратами на физический эксперимент, с другой стороны, такая разработка может дать только предложения для решения частных проблем, т.к. физическое моделирование всех параллельно протекающих процессов в камере сгорания и в дымоходах на уменьшенных по масштабу установках невозможно. Решение этой проблемы возможно только на основе системного анализа, математического и имитационного моделирования.

Таким образом, энергетический кризис и проблемы экологии требуют эффективного управления процессами сжигания топлива с необходимым воздействием на различные параметры с помощью ЭВМ и прогнозирования результата воздействия, что давно уже используется в развитых странах [2].

В этой связи вычислительный эксперимент стал одним из экономически эффективных и удобных средств для подробного анализа и более глубокого понимания сложных физических явлений. Строгое математическое описание всех, протекающих при сжигании топлива процессов, совместно с современными вычислительными

алгоритмами с использованием супер-ЭВМ позволяют решать эти задачи для конкретных установок.

В работе рассматривается задача о диффузионном горении турбулентной струи метана. Из плоской щели высотой h вытекает турбулентная струя метана с начальной скоростью u_{01} , начальной температурой T_{01} и начальной концентрацией топлива c_{01} . Спутный поток окислителя имеет начальные параметры u_{02} , T_{02} , c_{02} . В области перемешивания струи метана и потока окислителя возникает фронт горения, образуя диффузионный факел. Схема задачи представлена на рис. 1.

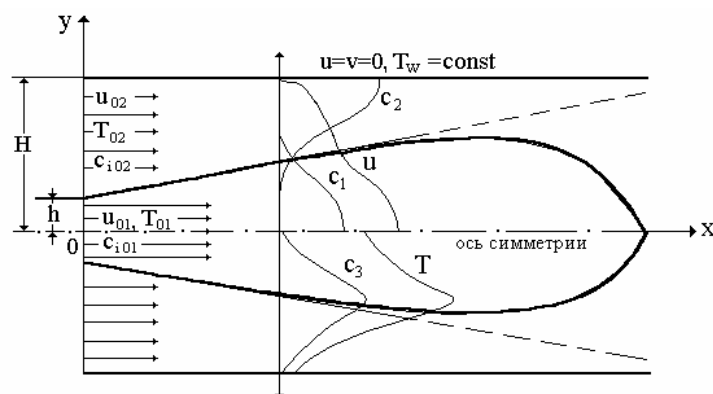
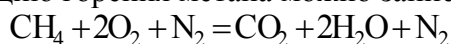


Рисунок 1- Схема течения

В реальных условиях возможно образование нескольких соединений. Например, при горении метана образуются углекислый газ и пары воды. Реакции, как правило, идут в несколько ступеней. Например, в реакции горения метана образуются такие промежуточные продукты реакции, как CH_3 , OH , CO , H , O , C и т.д. Однако в данной модели промежуточными реакциями пренебрегается. Предполагается, что обобщенную реакцию горения метана можно записать следующим уравнением [3]:



Здесь метан (CH_4) - топливо, кислород (O_2) - окислитель, углекислый газ (CO_2) и вода (H_2O) - продукты реакции, азот (N_2) выступает в качестве инертного разбавителя.

Кроме того, используются следующие предположения и допущения.

1. Задача рассматривается в приближении стационарного двумерного пограничного слоя.
2. Удельные теплоемкости всех компонент смеси равны и не зависят от температуры.
3. Пренебрежимо малое влияние потерь тепла на излучение.
4. Так как течение турбулентное, влияние подъемных сил, а также эффектов Сорэ и Дюфура является пренебрежимо малым.
5. Коэффициенты диффузии всех компонент равны между собой и равны коэффициенту температуропроводности, т.е. $Le=1$.

С учетом приведенных предположений система уравнений для данной задачи имеет следующий вид [4]:

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0$$

Уравнение движения:

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_{\text{эф}} \frac{\partial u}{\partial y} \right)$$

Уравнение переноса концентрации метана:

$$\rho u \frac{\partial c_1}{\partial x} + \rho v \frac{\partial c_1}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu_{\text{эф}}}{Sc_{\text{эф}}} \frac{\partial c_1}{\partial y} \right) - \sigma k_0 \rho^2 c_1 c_2 \exp \left(-\frac{E}{RT} \right)$$

Уравнения переноса переменных Бурке-Шумана:

$$\rho u \frac{\partial \tilde{c}_i}{\partial x} + \rho v \frac{\partial \tilde{c}_i}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu_{\text{эф}}}{Sc_{\text{эф}}} \frac{\partial \tilde{c}_i}{\partial y} \right), \tilde{c}_i = c_i + \sigma_i c_1, i = 2, 3, 4.$$

Уравнение энергии:

$$\rho u \frac{\partial H}{\partial x} + \rho v \frac{\partial H}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu}{Pr} \frac{\partial H}{\partial y} \right), H = c_p T + Q c_1$$

Здесь c_1 - концентрация метана, c_2 - концентрация кислорода, c_3 - концентрация углекислого газа, c_4 - концентрация паров воды, c_5 - концентрация азота.

Плотность смеси определяется уравнением состояния идеального газа для пятикомпонентной смеси:

$$\rho = \frac{pM}{RT},$$

где M - молярная масса смеси, которая определяется следующим образом:

$$M = \frac{1}{\sum_{i=1}^5 \frac{c_i}{M_i}}$$

Концентрация азота определяется из соотношения:

$$c_5 = 1 - \sum_{i=1}^4 c_i$$

Транспортное уравнение для плотности кинетической энергии турбулентности:

$$\rho u \frac{\partial k}{\partial x} + \rho v \frac{\partial k}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial y} \right) + \mu_t \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 - \rho \epsilon$$

Транспортное уравнение для скорости диссипации кинетической энергии турбулентности:

$$\rho u \frac{\partial \epsilon}{\partial x} + \rho v \frac{\partial \epsilon}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \frac{\partial \epsilon}{\partial y} \right) + \frac{\epsilon}{k} C_{\epsilon_1} \mu_t \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 - C_{\epsilon_2} \rho \frac{\epsilon^2}{k}$$

Транспортное уравнение для среднего квадрата пульсаций температуры:

$$\rho u \frac{\partial \overline{T'^2}}{\partial x} + \rho v \frac{\partial \overline{T'^2}}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_T} \frac{\partial \overline{T'^2}}{\partial y} \right) + C_{T_1} \mu_t \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)^2 - C_{T_2} \rho \epsilon \frac{\overline{T'^2}}{k}$$

Для численного интегрирования поставленной задачи использовался метод Патанкара-Сполдинга. Численное решение получено для $u_{\text{оx}_0} = 0,5 \text{ м/с}, 1 \text{ м/с}, 1,5 \text{ м/с}, 2 \text{ м/с}$. Результаты расчета представлены на рис. 2-4.

На рисунке 2 показано влияние скорости спутного потока на изменение максимальной концентрации углекислого газа вдоль канала. Из рисунка видно, что максимальное количество углекислого газа образующееся при горения метана от скорости спутного потока не зависит. Как показано в работе [5], с увеличением скорости спутного потока при $m=0,5$ длина факела уменьшается. В ядре факела концентрация CO_2 остается постоянной до тех пор, пока горение не закончится, а после

этого содержание CO_2 на оси канала уменьшается за счет диффузии в поперечном направлении.

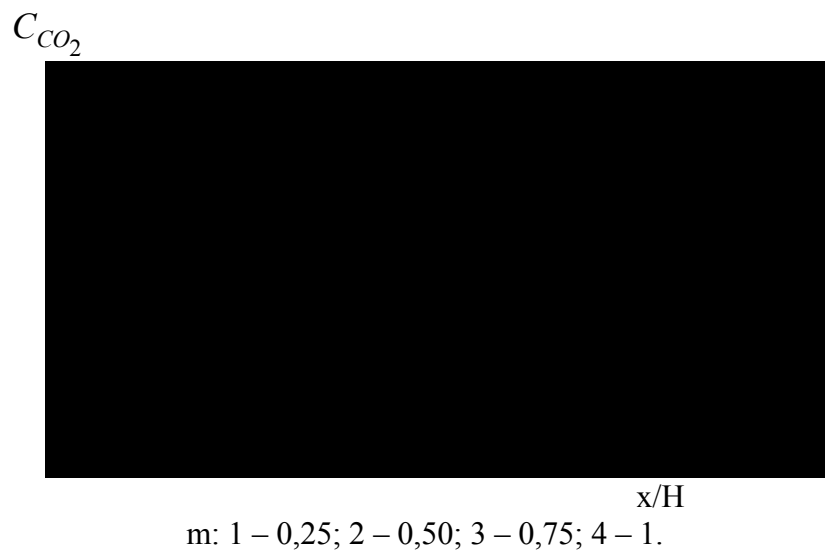


Рисунок 2 - Влияние спутности на концентрацию углекислого газа во фронте пламени

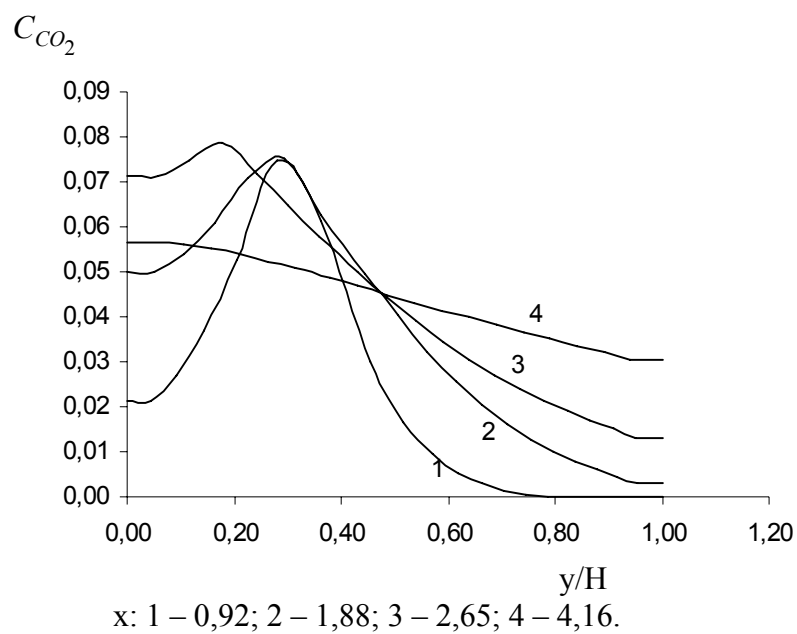
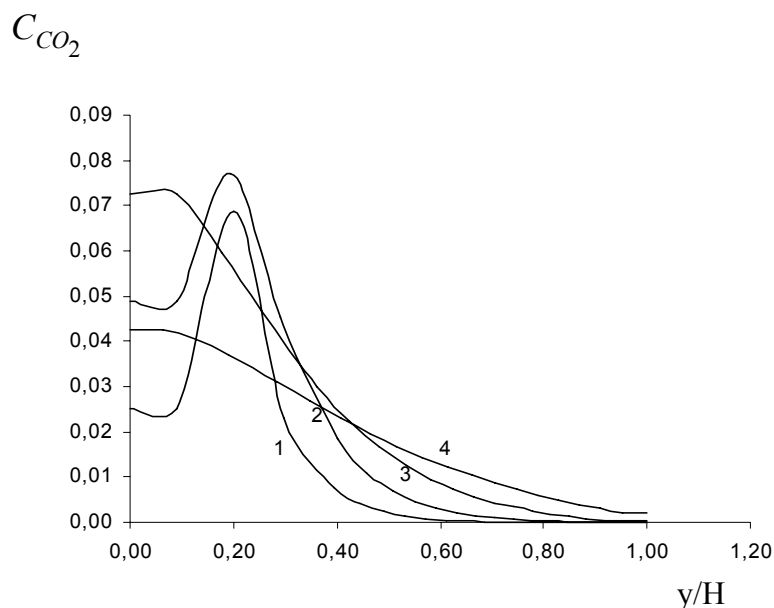


Рисунок 3 - Распределение углекислого газа в различных поперечных сечениях канала при $m=0,25$



х: 1 – 0,38; 2 – 0,76; 3 – 1,53; 4 – 2,68.

Рисунок 4- Распределение углекислого газа в различных поперечных сечениях канала при $m=0,75$

На рисунках 3 и 4 показано распределение концентрации углекислого газа поперек канала в различных сечениях при $m=0,25$ (рисунок 3) и $m=75$ (рисунок 4). Первые три сечения взяты в ядре факела, а четвертое – в той области, где горение закончилось. Из этих рисунков видно, что максимальные значения концентрации имеет во фронте пламени.

1. Аскарова А.С., Мажренова Н.Р. Экологические проблемы топливно-энергетической отрасли Казахстана и нетрадиционные пути их решения. Монография. Алматы: Казак университети, 1997. - 202с.
2. Askarova A., Loktionova I., Lavrisheva E., Leitner R., VockrodtS. Usage of plasma technologies for increasing power plant efficiency and decreasing emissions of harmful Substances in the process of low-grade coal burning. XXXIII Kraftwerkstechnisches Kolloquium "Zuverlässigkeit von Kraftwerksanlagen im liberalisierten Strommarkt", Beitragsmanuskripte, Dresden, 2001, P 12a-b, 4s.
3. Аскарова А.С., Болегенова С.А., Локтионова И.В. Пульсационная структура реагирующей струи топлива, распространяющейся в канале. Доклады МН-АН РК. 2000. № 4, С.8-13.
4. Сполдинг Д.Б. Горение и массообмен. М.: Машиностроение, 1985. - 240 с.
5. Аскарова А.С., Азербайева М.Н., Болегенова С.А., Локтионова И.В., Влияние спутности и горения на турбулентное течение в канале. Вестник КазГУ, серия физическая, Алматы №1(12), 2002. С. 88-93.

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ТОПЛИВА НА ГОРЕНИЕ СВОБОДНОЙ СТРУИ

(г. Алматы, КазНУ имени аль-Фараби)

Шекаралық қабаттың екі өлшемді стационарлық теңдеулер жүйесін көмескі шекті айырма сұлмесі бойынша үшнүктелік кууды пайдаланып сандық шешу. Екі өлшемді стационар жуықтауда каналдағы реакцияға түсетін ағын үшін теңдеулер жүйесін сандық шешу негізінде компьютерлік модельдеу. Жазық жану камерасында метанның турбулентті жануы жайлы есептің сандық шешімі алынып, диффузиялық алаудың орташаланған және пульсациялық сипаттамаларына көтеру күші мен бастапқы турбуленттіліктің көтеріңкі деңгейінің әсері зерттелді. Отынның бастапқы концентрациясының ағынның негізгі сипаттамаларына әсері зерттелді және жану режимі әртүрлі болған кездегі автомодельдік облыстар белгіленді.

The numerical solution of differential system of two-dimensional stationary equations of turbulent reacting boundary layer implicit finite-difference method Patankar- Spolding has been obtained. The numerical solution of the problem of combustion of laminar and of turbulent submerged methane jets in the still medium has been obtained. The influence of the initial concentration of the fuel on the main characteristics of the jet has been investigated. The regions of self-similarity at various combustion regimes have been found out. The influence of the initial concentration of the fuel on the main characteristics of the jet has been studied. The issues of self-flow for different initial concentrations of the fuel and combustion regimes have been studied.

Для решения инженерных задач, связанных с горением газов, необходимо рассчитывать параметры процессов, протекающих в проектируемых устройствах, а это является трудной проблемой в связи с большим числом процессов, которыми он должен управлять. Математически такие задачи являются очень сложными и, как правило, решаются численными методами. Однако в некоторых случаях можно получить аналитическое решение, которое является более ценным для проведения предварительных оценок при проектировании и разработке различных устройств [1].

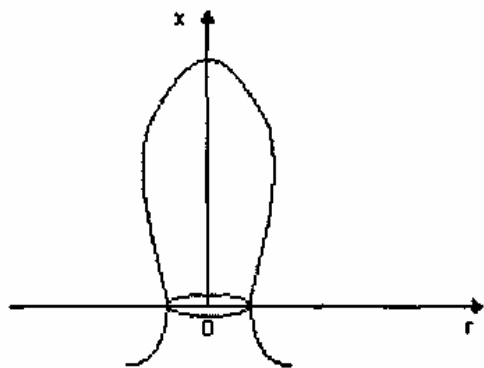
В то же время аналитические решения, как правило, получают при очень грубых допущениях и предположениях, и поэтому полученное решение может оказаться непригодным для практического использования. Поэтому актуальным является вопрос о том, насколько корректно использование того или иного предположения или допущения, а соответственно необходимо ответить и на вопрос, в какой мере можно доверять имеющимся аналитическим решениям.

Поэтому одной из целей настоящей работы является выявить наличие области автомодельности в свободной ламинарной струе метана при наличии горения.

В настоящее время уделяется большое внимание научному проектированию химических реакторов и установок, в которых имеют место явления химического превращения, осложненные процессами турбулентного тепло - и массопереноса. В рассматриваемых системах протекают сложные физико-химические процессы, составляющими которых являются: движение потоков газа, массоперенос, теплоперенос, химическое превращение.

В настоящей работе проведено исследование влияния начальной концентрации топлива на закономерности ламинарного и турбулентного газового факелов и их сравнение.

Рассматривается задача о ламинарном диффузионном факеле, образующемся при горении струи метана в неподвижной окружающей среде. Схема задачи приведена на рисунке 1.



В реальных условиях реакции горения метана протекают частично по цепному механизму, частично – в тепловом режиме, когда непосредственно реагируют молекулы топлива и окислителя. Поскольку в диффузионном факеле скорость горения лимитируется скоростью смешения топлива и окислителя, то кинетикой химических реакций можно пренебречь.

Рисунок 1 - Схема течения

В действительности возможно образование нескольких соединений. При горения метана образуются такие промежуточные продукты реакции, как CH_3 , OH , CO , H , O , C и т.д. Однако в данной модели предполагается, что реакция идет по тепловому механизму и промежуточными реакциями пренебрегается.

Обобщенную реакцию горения метана можно записать следующим уравнением:



Здесь метан (CH_4) – топливо, кислород (O_2) – окислитель, углекислый газ (CO_2) и вода (H_2O) – продукты реакции, азот (N_2) – инертный разбавитель.

Необходимо учитывать наличие инертных разбавителей в реагирующей смеси. Таким образом, предполагается, что реагирующая смесь является пятикомпонентной при горении метана.

С учетом сделанных предположений и допущений, математически данная задача описывается следующими уравнениями.

уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial(r\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(r\rho v)}{\partial r} = 0$$

уравнение движения:

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial r} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \mu_{\text{eff}} \frac{\partial u}{\partial r} \right) + (\rho - \rho^*) g_x$$

уравнение энергии:

$$\rho u c_p \frac{\partial T}{\partial x} + \rho v c_p \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \lambda_{\text{eff}} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + Q w_1$$

уравнения переноса концентраций компонент смеси:

$$\rho u \frac{\partial \hat{c}_i}{\partial x} + \rho v \frac{\partial \hat{c}_i}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r D_{\text{eff}} \frac{\partial \hat{c}_i}{\partial r} \right) \pm w_i, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5.$$

Граничные условия для этой системы уравнений задаются следующим образом:

При $x=0$ (на выходе из сопла) задаются начальные значения всех искомым

функций:

$$0 < r < r_0: \quad u = u_0; \quad c_l = c_{0l}; \quad \tilde{c}_i = \sigma_i c_{0i}; \quad H_0 = c_p T_0 + Q c_{0i}$$

На оси струи задаются условия симметрии:

$$x \geq 0, r = 0: \quad \frac{\partial u}{\partial r} = \frac{\partial H}{\partial r} = \frac{\partial c_l}{\partial r} = \frac{\partial \tilde{c}_i}{\partial r} = 0$$

На свободной границе значения функций стремятся к их значениям в окружающей среде (покоящийся воздух):

$$x \geq 0, r \rightarrow \infty: \quad u \rightarrow 0, \quad H \rightarrow H_\infty = c_p T_\infty, \quad c_l \rightarrow 0, \quad \tilde{c}_i \rightarrow c_{\infty i}$$

В работе было исследовано влияние начальной концентрации топлива на форму факела, скорость и температуру ламинарной и турбулентной реагирующих струй с одинаковыми исходными данными [2].

Получено численное решение задачи при трех значениях начальной концентрации топлива:

$C_{fu0} = 0,04$ соответствует недостатку топлива;

$C_{fu0} = 0,058$ соответствует стехиометрическому соотношению;

$C_{fu0} = 0,075$ соответствует избытку топлива.

Результаты вычислительных экспериментов представлены на рисунках 2 - 5.

На рисунках 2 - 3 приведено изменение температуры во фронте пламени при различных начальных концентрациях топлива. Из этих рисунков следует, что температура горения и для ламинарного, и для турбулентного режимов горения остается примерно постоянной на всем протяжении факела, а увеличение начальной концентрации приводит к небольшому увеличению температуры горения. После окончания горения температура начинает довольно резко падать и вне зависимости от начальной концентрации топлива стремится к одному и тому же значению, это особенно хорошо видно на рисунке 3.

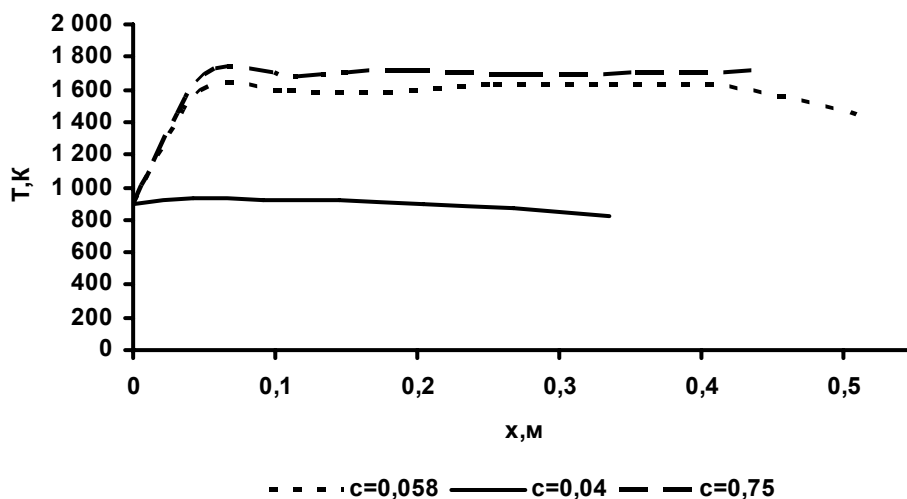


Рисунок 2 – Влияние начальной концентрации топлива на температуру горения в ламинарной струе

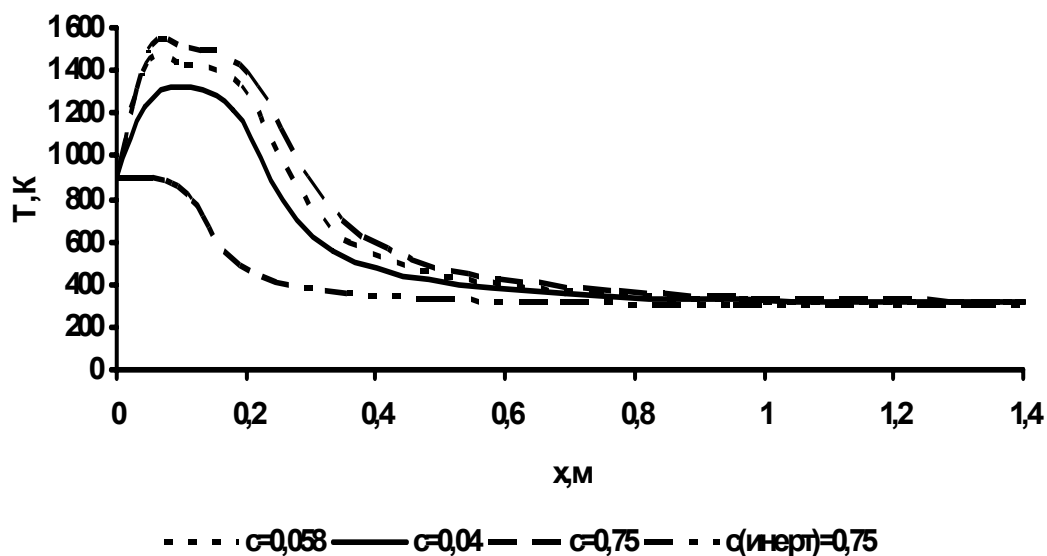


Рисунок 3 - Влияние начальной концентрации топлива на температуру горения в турбулентной струе

Из рисунков 4 - 5 видно, что скорость во фронте пламени сначала падает, а затем возрастает до тех пор, пока горение не закончится. Таким образом, можно сделать вывод, что горение ускоряет течение в свободной струе, что должно приводить к нарушению ее автомодельности.

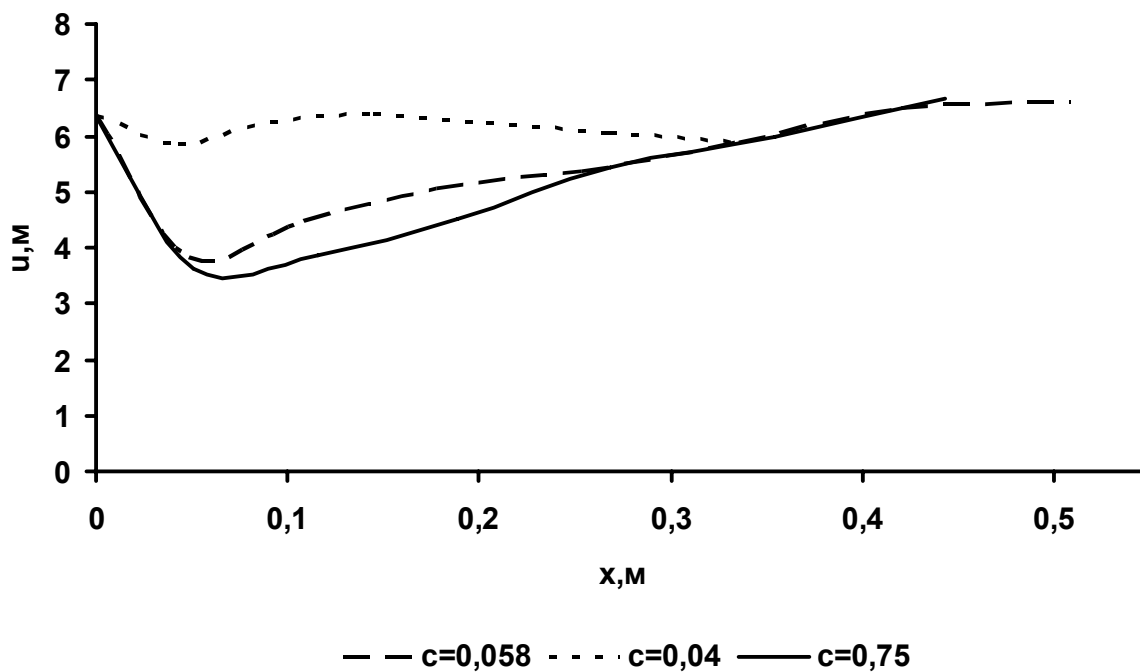


Рисунок 4— Влияние начальной концентрации топлива на скорость во фронте пламени при горении ламинарной струи

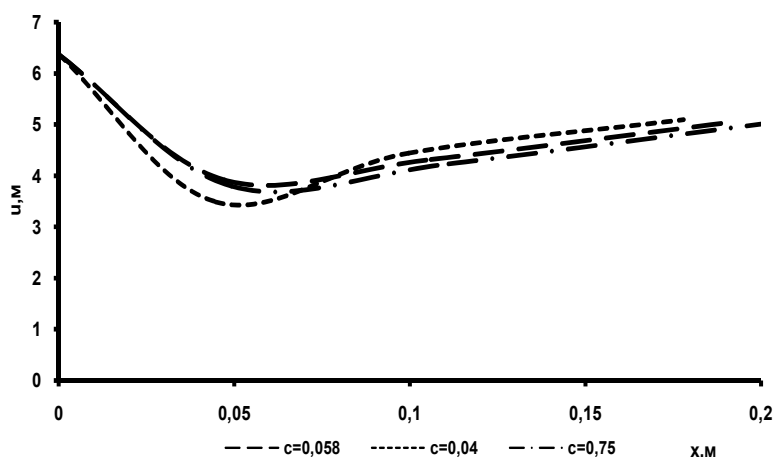


Рисунок 5 - Влияние начальной концентрации топлива на скорость во фронте пламени при горении турбулентной струи

1. Кузнецов В.Р., Сабельников В.А. Турбулентность и горение – М.: Наука, 1989. -368 с.
2. Аскарлова А.С., Локтионова И.В., Болегенова С.А. Химически реагирующие турбулентные газовые струи при наличии внешних воздействий. Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 117 с.

УДК 517.62

Д.С. Джумабаев, С.М. Темешева

СХОДИМОСТЬ ОДНОГО АЛГОРИТМА НАХОЖДЕНИЯ РЕШЕНИЯ СЕМЕЙСТВА НЕЛИНЕЙНЫХ ДВУХТОЧЕЧНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ

(г.Алматы, Институт математики МОН РК)

Параметрлеу әдісімен параметрінен үздіксіз тәуелді қарапайым дифференциалдық теңдеулер үшін бейсызық екі нүктелі шеттік есептер әулетінің шешімі бар болуының мәселелері қарастырылған. Зерттеліп отырған есептің жуық шешімін табу алгоритмі тұрғызылған. Ұсынылған алгоритмдердің жүзеге асуын, жинақтылығын, қарапайым дифференциалдық теңдеулер үшін бейсызық екі нүктелі шеттік есептер әулетінің окшауланған шешімінің бар болуын қамтамасыз ететін жеткілікті шарттар тағайындалды.

By parameterization's method questions of existence of the solution of nonlinear two points boundary value problems' family are researched for ordinary differential equations, continuously depending from parameter of family. The algorithm of finding of approaching solution is constructed of the investigating problem. In term of the initial date are received sufficient conditions practicability, convergence of the offered algorithm, simultaneously providing existence of the isolated solution of nonlinear boundary value problems' family for ordinary differential equations

На $\overline{\Omega} = [0, \omega] \times [0, T]$ рассматривается семейство нелинейных краевых задач

$$\frac{\partial V}{\partial t} = f(x, t, V), \quad V \in R^n, \quad (1)$$

$$g(x, V(x, 0), V(x, T)) = 0, \quad x \in [0, \omega], \quad (2)$$

где $f: \bar{\Omega} \times R^n \rightarrow R^n$, $g: [0, \omega] \times R^n \times R^n \rightarrow R^n$ непрерывны, $\|V(x, t)\| = \max_{i=1:n} \|V_i(x, t)\|$, x — параметр семейства.

Через $C(\bar{\Omega}, R^n)$ обозначим пространство непрерывных функций $v: \bar{\Omega} \rightarrow R^n$ с нормой $\|V\|_1 = \max_{(x,t) \in \bar{\Omega}} \|V(x, t)\|$.

Решением задачи (1), (2) называется непрерывно дифференцируемая по t на $\bar{\Omega}$ функция $V^*(x, t) \in C(\bar{\Omega}, R^n)$, удовлетворяющая дифференциальному уравнению (1) и краевым условиям (2).

В [2] нелокальная краевая задача для системы гиперболических уравнений со смешанной производной сводится к семейству краевых задач. Поэтому изучение семейства нелинейных двухточечных краевых задач представляет самостоятельный интерес.

Для исследования задачи (1), (2) применим метод параметризации [3].

По некоторому шагу $h > 0: Nh = T$ ($N = 1, 2, 3, \dots$) произведем разбиение:

$$[0, \omega] \times [0, T) = \bigcup_{r=1}^N \Omega_r, \text{ где } \Omega_r = [0, \omega] \times [(r-1)h, rh), \quad r = 1:N.$$

Обозначим через $C(\bar{\Omega}, \Omega_r, R^{nN})$ банахово пространство систем функций $V(x, [t]) = (V_1(x, t), V_2(x, t), \dots, V_N(x, t))$ с нормой $\|V\|_2 = \max_{r=1:N} \sup_{(x,t) \in \Omega_r} \|V_r(x, t)\|$, где функция $V_r: \Omega_r \rightarrow R^n$ непрерывна и равномерно относительно $x \in [0, \omega]$ имеет конечный предел при $t \rightarrow rh - 0$, $r = 1:N$.

Через $V_r(x, t)$ обозначим сужение функции $V(x, t)$ на Ω_r , $r = 1:N$, введем параметр $\lambda_r(x) = V_r(x, (r-1)h)$, $x \in [0, \omega]$, и новую неизвестную функцию $\tilde{V}_r(x, t) = V_r(x, t) - \lambda_r(x)$, $(x, t) \in \Omega_r$, $r = 1:N$. Тогда получим краевую задачу с функциональными параметрами

$$\frac{\partial \tilde{V}_r}{\partial t} = f(x, t, \lambda_r(x) + \tilde{V}_r), \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1:N, \quad (3)$$

$$\tilde{V}_r(x, (r-1)h) = 0, \quad x \in [0, \omega], \quad r = 1:N, \quad (4)$$

$$g(x, \lambda_1(x), \lambda_N(x) + \lim_{t \rightarrow Nh-0} \tilde{V}_N(x, t)) = 0, \quad x \in [0, \omega], \quad (5)$$

$$\lambda_s(x) + \lim_{t \rightarrow sh-0} \tilde{V}_s(x, t) - \lambda_{s+1}(x) = 0, \quad x \in [0, \omega], \quad s = 1:(N-1). \quad (6)$$

Через $C([0, \omega], R^{nN})$ обозначим множество функций $\lambda(x) = (\lambda_1(x), \lambda_2(x), \dots, \lambda_N(x))$, где $\lambda_r: [0, \omega] \rightarrow R^n$, $r = 1:N$, непрерывны.

Решением задачи (3)-(6) является пара $(\lambda^*(x), \tilde{V}^*(x, [t]))$ с компонентами $\lambda^*(x) = (\lambda_1^*(x), \lambda_2^*(x), \dots, \lambda_N^*(x)) \in C([0, \omega], R^{nN})$, $\tilde{V}^*(x, [t]) = (\tilde{V}_1^*(x, t), \tilde{V}_2^*(x, t), \dots, \tilde{V}_N^*(x, t)) \in C(\bar{\Omega}, \Omega_r, R^{nN})$, где непрерывно дифференцируемая на Ω_r функция $\tilde{V}_r^*(x, t)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению (3) при всех $(x, t) \in \Omega_r$ (при $t = (r-1)h$ уравнению (3) удовлетворяет правосторонняя производная функции $\tilde{V}_r^*(x, t)$), $r = 1:N$, выполняется начальное условие $\tilde{V}_r^*(x, (r-1)h) = 0$, $r = 1:N$, и для $\lambda_1^*(x)$, $\lambda_N^*(x) + \lim_{t \rightarrow Nh-0} \tilde{V}_N^*(x, t)$, $\lambda_s^*(x) + \lim_{t \rightarrow sh-0} \tilde{V}_s^*(x, t)$, $\lambda_{s+1}^*(x)$, $x \in [0, \omega]$, $s = 1:(N-1)$, имеют место равенства (5), (6).

Если $V^*(x, t)$ – решение задачи (1), (2), то система пар $(\lambda^*(x), \tilde{V}^*(x, [t]))$, где $\lambda^*(x) = (\lambda_1^*(x), \lambda_2^*(x), \dots, \lambda_N^*(x)) \in R^{nN}$, $x \in [0, \omega]$, $\lambda_r^*(x) = \tilde{V}_r^*(x, (r-1)h)$, $r = 1:N$, $\tilde{V}^*(x, [t]) = (\tilde{V}_1^*(x, t), \tilde{V}_2^*(x, t), \dots, \tilde{V}_N^*(x, t))$, $\tilde{V}_r^*(x, t) = V_r^*(x, t) - V_r^*(x, (r-1)h)$, $(x, t) \in \Omega_r$, $r = 1:N$, $V_r^*(x, t)$ – сужение функции $V^*(x, t)$ на Ω_r , $r = 1:N$, является решением краевой задачи (3)-(6). И, наоборот, если пара $(\tilde{\lambda}(x), \tilde{\tilde{V}}(x, [t]))$ является решением семейства нелинейных многоточечных задач с функциональными параметрами (3)-(6), то функция $\tilde{V}(x, t)$, определенная на $\bar{\Omega}$ равенствами: $\tilde{V}(x, t) = \tilde{\lambda}_r(x) + \tilde{\tilde{V}}_r(x, t)$, $(x, t) \in \Omega_r$, $r = 1:N$, $\tilde{V}(x, T) = \tilde{\lambda}_N(x) + \lim_{t \rightarrow Nh-0} \tilde{\tilde{V}}_N(x, t)$, будет решением задачи (1), (2).

При фиксированном $\lambda_r(x)$, $x \in [0, \omega]$, задача Коши (3), (4) эквивалентна интегральному уравнению Вольтерра второго рода

$$\tilde{V}_r(x, t) = \int_{(r-1)h}^t f(x, \tau, \lambda_r(x) + \tilde{V}_r(x, \tau)) d\tau, \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1:N. \quad (7)$$

Подставляя вместо $\tilde{V}_r(x, \tau)$ правую часть равенства (7) и повторяя этот процесс ν ($\nu = 1, 2, \dots$) раз, получим представление функции $\tilde{V}_r(x, t)$, $(x, t) \in \Omega_r$, $r = 1:N$:

$$\tilde{V}_r(x, t) = \int_{(r-1)h}^t f(x, \tau_1, \lambda_r(x) + \dots + \int_{(r-1)h}^{\tau_{\nu-1}} f(x, \tau_\nu, \lambda_r(x) + \tilde{V}_r(x, \tau_\nu)) d\tau_\nu \dots) d\tau_1,$$

откуда определив $\lim_{t \rightarrow rh-0} \tilde{V}_r(x, t)$, $x \in [0, \omega]$, $r = 1:N$ подставив в (5), (6), предварительно умножая (5) на $h > 0: Nh = T$, получим систему уравнений относительно функциональных параметров $\lambda_r(x)$, $x \in [0, \omega]$:

$$h \cdot g \left(x, \lambda_1(x), \lambda_N(x) + \int_{(N-1)h}^{Nh} f(x, \tau_1, \lambda_N(x) + \dots + \int_{(N-1)h}^{\tau_{\nu-1}} f(x, \tau_\nu, \lambda_N(x) + \tilde{V}_N(x, \tau_\nu)) d\tau_\nu \dots) d\tau_1 \right) = 0,$$

$$\lambda_s(x) + \int_{(s-1)h}^{sh} f(x, \tau_1, \lambda_s(x) + \dots + \int_{(s-1)h}^{\tau_{\nu-1}} f(x, \tau_\nu, \lambda_s(x) + \tilde{V}_s(x, \tau_\nu)) d\tau_\nu \dots) d\tau_1 - \lambda_{s+1}(x) = 0, \quad s = 1:(N-1),$$

которую запишем в виде

$$Q_{\nu, h}(x, \lambda(x), \tilde{V}) = 0, \quad \lambda(x) \in C([0, \omega], R^{nN}).$$

Условие А. Существует число $h > 0: Nh = T$ ($N = 1, 2, 3, \dots$) такое, что нелинейное уравнение $Q_{\nu, h}(x, \lambda(x), 0) = 0$ имеет решение $\lambda^{(0)}(x) = (\lambda_1^{(0)}(x), \lambda_2^{(0)}(x), \dots, \lambda_N^{(0)}(x)) \in C([0, \omega], R^{nN})$, система функций $\tilde{V}^{(0)}(x, [t]) = (\tilde{V}_1^{(0)}(x, t), \tilde{V}_2^{(0)}(x, t), \dots, \tilde{V}_N^{(0)}(x, t))$ с компонентами

$$\tilde{V}_r^{(0)}(x, t) = \int_{(r-1)h}^t f(x, \tau_1, \lambda_r^{(0)}(x) + \dots + \int_{(r-1)h}^{\tau_{\nu-1}} f(x, \tau_\nu, \lambda_r^{(0)}(x)) d\tau_\nu \dots) d\tau_1, \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1:N,$$

принадлежит пространству $C(\bar{\Omega}, \Omega_r, R^{nN})$.

По паре $(\lambda^{(0)}(x), \tilde{V}^{(0)}(x, [t]))$ равенствами: $V^{(0)}(x, t) = \lambda_r^{(0)} + \tilde{V}_r^{(0)}(x, t)$, $(x, t) \in \Omega_r$, $r = 1:N$, $V^{(0)}(x, T) = \lambda_N^{(0)} + \lim_{t \rightarrow Nh-0} \tilde{V}_N^{(0)}(x, t)$, $x \in [0, \omega]$, определим на $\bar{\Omega}$ кусочно-непрерывную функцию $V^{(0)}(x, t)$.

Выберем непрерывные на $[0, \omega]$ функции $\rho_\lambda(x) > 0$, $\rho_{\tilde{V}}(x) > 0$, $\rho_V(x) > 0$, и составим следующие множества:

$$\begin{aligned} S(\lambda^{(0)}(x), \rho_\lambda(x)) &= \{\lambda(x) = (\lambda_1(x), \lambda_2(x), \dots, \lambda_N(x)) \in C([0, \omega], R^{nN}) : \|\lambda(x) - \lambda^{(0)}(x)\| = \max_{r=1:N} \|\lambda_r(x) - \lambda_r^{(0)}(x)\| < \rho_\lambda(x)\}, \\ S_h(\tilde{V}^{(0)}(x, [t]), \rho_{\tilde{V}}(x)) &= \{\tilde{V}(x, [t]) = (\tilde{V}_1(x, t), \tilde{V}_2(x, t), \dots, \tilde{V}_N(x, t)) \in C(\overline{\Omega}, \Omega_r, R^{nN}) : \|\tilde{V} - \tilde{V}^{(0)}\|_2 < \rho_{\tilde{V}}(x)\}, \\ S(V^{(0)}(x, t), \rho_V(x)) &= \{V(x, t) \in C(\overline{\Omega}, R^n) : \max_{t \in [0, T]} \|V(x, t) - V^{(0)}(x, t)\| < \rho_V(x)\}, \\ G_1^0(x, \rho_V(x)) &= \{(x, t, V) \in \overline{\Omega} \times R^n : (x, t) \in \overline{\Omega}, \|V - V^{(0)}(x, t)\| < \rho_V(x)\}, \\ G_2^0(x, \rho_\lambda(x), \rho_V(x)) &= \{(x, w_1, w_2) \in [0, \omega] \times R^{2n} : x \in [0, \omega], \|w_1 - V^{(0)}(x, 0)\| < \rho_\lambda(x), \|w_2 - V^{(0)}(x, T)\| < \rho_V(x)\}. \end{aligned}$$

Условие В. Функции $f(x, t, V)$, $g(x, w_1, w_2)$ соответственно в $G_1^0(x, \rho_V(x))$, $G_2^0(x, \rho_\lambda(x), \rho_V(x))$ непрерывны, имеют равномерно непрерывные частные производные $f'_V(x, t, V)$, $g'_{w_1}(x, w_1, w_2)$, $g'_{w_2}(x, w_1, w_2)$ и выполняются неравенства $\|f'_V(x, t, V)\| \leq L_0$, $\|g'_{w_1}(x, w_1, w_2)\| \leq L_1$, $\|g'_{w_2}(x, w_1, w_2)\| \leq L_2$, где L_0, L_1, L_2 – постоянные.

Предположим, что выполнено условие А. За начальное приближение решения задачи (6)–(9) взяв пару $(\lambda^{(0)}(x), \tilde{V}^{(0)}(x, [t]))$, найдем последовательность $(\lambda^{(k)}(x), \tilde{V}^{(k)}(x, [t]))$, $k = 1, 2, \dots$, по следующему алгоритму:

Шаг 1. а) Решая уравнение $Q_{v,h}(x, \lambda(x), \tilde{V}^{(0)}) = 0$, $x \in [0, \omega]$, найдем параметр $\lambda^{(1)}(x) = (\lambda_1^{(1)}(x), \lambda_2^{(1)}(x), \dots, \lambda_N^{(1)}(x)) \in C([0, \omega], R^{nN})$.

б) Компоненты $\tilde{V}^{(1)}(x, [t]) = (\tilde{V}_1^{(1)}(x, t), \tilde{V}_2^{(1)}(x, t), \dots, \tilde{V}_N^{(1)}(x, t))$ определим по формуле:

$$\tilde{V}_r^{(1)}(x, t) = \int_{(r-1)h}^t f(x, \tau_1, \lambda_r^{(1)}(x) + \dots + \int_{(r-1)h}^{\tau_{v-1}} f(x, \tau_v, \lambda_r^{(1)}(x) + \tilde{V}_r^{(0)}(x, \tau_v)) d\tau_v \dots) d\tau_1, \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1 : N.$$

Шаг 2. а) Решая уравнение $Q_{v,h}(x, \lambda(x), \tilde{V}^{(1)}) = 0$, $x \in [0, \omega]$, найдем параметр $\lambda^{(2)}(x) = (\lambda_1^{(2)}(x), \lambda_2^{(2)}(x), \dots, \lambda_N^{(2)}(x)) \in C([0, \omega], R^{nN})$.

б) Компоненты $\tilde{V}^{(2)}(x, [t]) = (\tilde{V}_1^{(2)}(x, t), \tilde{V}_2^{(2)}(x, t), \dots, \tilde{V}_N^{(2)}(x, t))$ определим по формуле:

$$\tilde{V}_r^{(2)}(x, t) = \int_{(r-1)h}^t f(x, \tau_1, \lambda_r^{(2)}(x) + \dots + \int_{(r-1)h}^{\tau_{v-1}} f(x, \tau_v, \lambda_r^{(2)}(x) + \tilde{V}_r^{(1)}(x, \tau_v)) d\tau_v \dots) d\tau_1, \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1 : N.$$

На k -ом шаге алгоритма получим пару $(\lambda^{(k)}(x), \tilde{V}^{(k)}(x, [t]))$, $k = 1, 2, \dots$, и равенствами: $V^{(k)}(x, t) = \lambda_r^{(k)}(x) + \tilde{V}_r^{(k)}(x, t)$, $(x, t) \in \Omega_r$, $r = 1 : N$, $V^{(k)}(x, T) = \lambda_N^{(k)}(x) + \lim_{t \rightarrow Nh-0} \tilde{V}_N^{(k)}(x, t)$, определим на $\overline{\Omega}$ кусочно-непрерывную функцию $V^{(k)}(x, t)$, $k = 1, 2, \dots$.

Достаточные условия осуществимости, сходимости алгоритма, одновременно обеспечивающие существование изолированного решения краевой задачи (1), (2) устанавливает

Теорема. Пусть существуют $h > 0 : Nh = T$ ($N = 1, 2, \dots$), v ($v = 1, 2, \dots$), непрерывные на $[0, \omega]$ функции $\rho_\lambda(x) > 0$, $\rho_{\tilde{V}}(x) > 0$, $\rho_V(x) > 0$, при которых выполняются условия А,

В, матрица Якоби $\frac{\partial Q_{v,h}(x, \lambda(x), \tilde{V})}{\partial \lambda}$ обратима для всех $(x, \lambda(x), \tilde{V}(x, [t])) \in [0, \omega] \times S(\lambda^{(0)}(x), \rho_\lambda(x)) \times S_h(\tilde{V}^{(0)}(x, [t]), \rho_{\tilde{V}}(x))$ и имеют место неравенства:

$$1) \left\| \left(\frac{\partial Q_{v,h}(x, \lambda(x), \tilde{V})}{\partial \lambda} \right)^{-1} \right\| \leq \gamma_{v,h}(x), \quad 2) q_{v,h}(x) = \frac{(hL_0)^v}{v!} \left(1 + \gamma_{v,h}(x) \max\{1, hL_2\} \sum_{j=1}^v \frac{(hL_0)^j}{j!} \right) < 1,$$

$$3) \gamma_{v,h}(x) \left(\left\| Q_{v,h}(x, \lambda^{(0)}(x), \tilde{V}^{(0)}) \right\| + \frac{q_{v,h}(x)}{1 - q_{v,h}(x)} \max \{1, hL_2\} \frac{(hL_0)^v}{v!} \left\| \tilde{V}^{(0)} \right\|_2 \right) < \rho_\lambda(x),$$

$$4) \frac{q_{v,h}(x)}{1 - q_{v,h}(x)} \left\| \tilde{V}^{(0)} \right\|_2 < \rho_{\tilde{V}}(x), \quad 5) \max_{p=1:v} \left\{ \rho_\lambda(x) \sum_{i=0}^{p-1} \frac{(hL_0)^i}{i!} + \rho_{\tilde{V}}(x) \frac{(hL_0)^{p-1}}{(p-1)!} + b_p \right\} < \rho_V(x),$$

$$\text{где } b_1 = 0, b_p = \max_{r=1:N} \sup_{t \in ((r-1)h, rh)} \left\| \int_{(r-1)h}^t f(x, \tau, \lambda_r^{(0)}(\tau)) d\tau \right\| \sum_{i=p}^{2(p-1)} \frac{(hL_0)^i}{i!}, \quad p = 2:v.$$

Тогда последовательность функций $V^{(k)}(x, t)$, $k = 1, 2, \dots$, содержится в $S(V^{(0)}(x, t), \rho_V(x))$, сходится к $V^*(x, t)$ – изолированному решению задачи (1), (2) в $S(V^{(0)}(x, t), \rho_V(x))$.

1. Д.С. Джумабаев, С.М. Темешева. Метод параметризации решения нелинейных двухточечных краевых задач // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. – 2007. – Т. 47. №1. – С. 39-63.
2. Д.С. Джумабаев, А.Т. Асанова. Признаки корректной разрешимости линейной нелокальной краевой задачи для систем гиперболических уравнений // Доповіді (доклады) НАН Украины. – 2010. – №4. – С. 7-11.
3. С.М. Темешева. О сходимости одного алгоритма метода параметризации // Матем. журнал МОН РК. – Алматы: 2010. – Т. 10. – №1 (35). – С. 83-92.

УДК. 539.17.173

А. Дуйсебаев, Б.А. Дуйсебаев, Т.К. Жолдыбаев, Б.М. Садыков

ДВАЖДЫ-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ РЕАКЦИИ $^{204,207}\text{Pb}(p, \text{xp})$ ПРИ $E_p=30.0$ МэВ

(г. Алматы, Институт ядерной физики, Национальный ядерный центр)

Қозған жүйенің пайда болу динамикасы мен тепе-теңдік күйге бірте-бірте дамуын қамтып көрсететін, тепе-теңдік алдында ыдырау тетігінің іргелі тұжырымдамасын әзірлеу ядролық реакциялар теориясының көкейтесті мәселесі болып қала береді. Ядролық Физика Институтының изохронды циклотронында $30\text{-}130^0$ бұрыштық ауқымда 15^0 адыммен $E_p=30$ МэВ кезінде $^{204,207}\text{Pb}$ ядроларында протондармен индукцияланған реакциялардан алынған протондардың инклюзивтік спектрлерін эксперименттік зерттеу осы жұмыстың мақсаты болып табылды. Реакциялардың эксперименттік қималарын талдау тепе-теңдік алдындағы ядролық реакциялар үшін Гриффиннің экситондық моделіне сәйкес орындалған, бұл теңдестікке келуші құрама ядродан шыққан 1-ден 4-ке дейінгі массалық саны бар бөлшектердің эмиссиясын сипаттайды. Осы жүйедегі ашық және жабық кескін үйлесімі арасында және тепе-теңдік алдындағы қиманың көпсатылы тура (КСТ) және көпсатылы құрама (КСҚ) құрауыштары арасында шек қою жүргізілді. Қосымша КСҚ құрауыштар тура нуклондық беріліс реакцияларын және тура соғып шығару процестерін ескере отырып, кластерлік еркіндік дәрежелерін қоса, жартылай эмпирикалық түрде есептелген.

Working out the fundamental conception of pre-equilibrium decay mechanism in nuclear reactions, which reflects the dynamics of the formation of the excited system and its evolution to the equilibrium state, remains an actual problem in nuclear reaction theory. The purpose of this work has been the experimental investigation of inclusive spectra of protons,

deuterons and α -particles emitted from proton induced reactions on $^{204,207}\text{Pb}$ nuclei at $E_p=30$ MeV in angular range $30^\circ\div 135^\circ$ with the step 15° on isochronous cyclotron in Institute of Nuclear Physics. The analysis of experimental cross-sections of reactions is carried out in accordance with Griffin exciton model for pre-equilibrium nuclear reactions that describes the emission of particles with mass numbers of 1 to 4 from an equilibrating composite nucleus. A distinction is made between open and closed configurations in this system and between the multi-step direct (MSD) and multi-step compound (MSC) components of the pre-equilibrium cross sections. Additional MSD components are calculated semi-empirically to account for direct nucleon transfer reactions and direct knockout processes involving cluster degrees of freedom.

Разработка фундаментальной концепции механизма предравновесного распада в ядерных реакциях, отражающая динамику образования и эволюции возбужденной системы к равновесному состоянию, является актуальной задачей теории ядерных реакций. Исследования предравновесных процессов позволяют глубже понять динамику релаксационных процессов в высоковозбужденном ядре, выявить роль различных механизмов ядерных реакций, дать информацию об остаточных силах, о структуре высоковозбужденных состояний, о роли кулоновских сил в ядре, о кластеризации и так далее.

Решение этой задачи в значительной степени связано с необходимостью получения прецизионных экспериментальных данных по дважды дифференциальным сечениям в реакциях с заряженными частицами. К настоящему времени основные интегральные характеристики предравновесного распада ядер в реакциях с нуклонами более или менее известны, однако проблемы связанные с дифференциальными характеристиками, особенно механизмами реакций формирующих сечения остаются открытыми. Принципиально важным для экспериментального изучения предравновесного распада ядер является разработка методик, позволяющих проводить одновременное измерение полных инклюзивных спектров и непрерывных угловых распределений для всех открытых каналов.

Помимо фундаментальности, исследование неравновесных процессов связано с получением ядерных констант (сечений), необходимых при разработке ядерно-энергетических систем (Accelerator Driven Systems) - гибридов на базе высокоинтенсивных ускорителей протонов (дейтонов) и глубоко подкритичных реакторов, предназначенных для получения энергии и трансмутации долгоживущих радиоактивных отходов. При этом, принципиально важно уточнение механизма ядерных процессов, инициированных протонами, а также тестирование соответствующих теоретических моделей и основанных на них вычислительных кодов.

Измерения сечения реакции (p, xp) на ядрах $^{204,207}\text{Pb}$ выполнены на выведенном пучке изохронного циклотрона ИЯФ НЯЦ Республики Казахстан с использованием системы двумерного анализа продуктов реакции. Протоны, ускоренные до энергии 30.0 МэВ, транспортировались в камеру рассеяния, линейный размер пучка на мишени не превышал 3 мм.

Выбор телескопа детекторов определялся обеспечением надежной идентификации регистрируемых частиц в широком диапазоне энергий. Пролетным ΔE счетчиком служил кремниевый поверхностно-барьерный детектор толщиной 100 мкм, а стоповым E счетчиком полного поглощения сцинтилляционный кристалл CsI(Tl) толщиной 25 мм. Телесный угол телескопа составлял $\Omega=4,62\cdot 10^{-5}$ ср.

В качестве мишени были использованы самоподдерживающиеся фольги ^{204}Pb , толщиной 2.42 мг/см^2 и обогащением 51 % и ^{207}Pb , толщиной 3.58 мг/см^2 и обогащением 78.8 %. Ток пучка на мишени изменялся от 10 до 150 нА в зависимости от

угла. Энергетические спектры протонов измерялись в угловом диапазоне $30-135^0$ в лабораторной системе координат с шагом 15^0 . Затем они были проинтегрированы по всем углам. Полученные сечения представлены на рис. 1.,2. Точность измерения сечений обусловлена в основном погрешностями определения толщины мишени, калибровки интегратора тока, телесного угла спектрометра и статистической погрешностью (от 1 % в низкоэнергетической до 10 % в высоко-энергетической областях спектра). Полное энергетическое разрешение системы составляло 700 КэВ.

Полученные экспериментальные данные были проанализированы в рамках экситонной теории [1]. Одним из достоинств модели является то, что кинетические уравнения, на которых она основана, описывают весь процесс релаксации возбужденной ядерной системы, начиная от простейших квазичастичных конфигураций и заканчивая установлением статистического равновесия. Это, в частности, позволяет по-новому взглянуть на ставший уже традиционным механизм испускания частиц из составного ядра. Разработанные быстрые методы решения кинетических уравнений открыли возможность изучения многочастичной эмиссии частиц. Модель описывает одновременно энергетические спектры не только нуклонов, но и сложных частиц, а современные ее версии включают также описание и угловых распределений. Дальнейшее развитие модели, проверка основных ее положений, требует получения систематических экспериментальных данных по энергетическим и угловым распределениям для разных входных и выходных каналов реакций.

По своей сути экситонная модель является статистическим подходом. Возбужденные состояния промежуточной системы описываются в терминах одночастичной модели оболочек, т.е. характеризуются числом возбужденных частиц p (выше уровня Ферми) и дырок h (ниже уровня Ферми). Сумма $n=p+h$ называется экситонным числом.

Предполагается, что эволюция системы происходит через последовательность усложняющихся конфигураций, причем на каждой фазе этой эволюции возможна эмиссия частиц. Остаточное взаимодействие считается двухчастичным и достаточно слабым, чтобы можно было применить теорию возмущений при вычислении вероятностей переходов. Энергия системы сохраняется.

Реакция протекает по простой схеме: вошедший в область ядерного потенциала нуклон в результате первого взаимодействия с составляющей ядра образует входное 3-квазичастичное состояние типа $2p1h$, причем все конфигурации этого состояния предполагаются равновероятными. Двухчастичный характер остаточного взаимодействия приводит к тому, что из состояния n система может непосредственно попасть лишь в состояния $(n\pm 2)$.

Поскольку на начальной стадии реакции переход к большим значениям n означает существенное расширение конфигурационного пространства, наиболее вероятными оказываются переходы с $\Delta n = +2$. Следовательно, возбужденная система будет преимущественно развиваться в сторону состояний возрастающей сложности, последовательно проходя состояния с $n=5,7,9$ и т.д. С приближением к равновесию переходы с $\Delta n = 0$ и -2 приобретают все большее значение. В состоянии динамического равновесия, характеризуемого средним числом экситонов $\bar{n}$, все три допустимых типа переходов равновероятны, и таким образом, обе стадии процесса в рамках модели описываются одинаково.

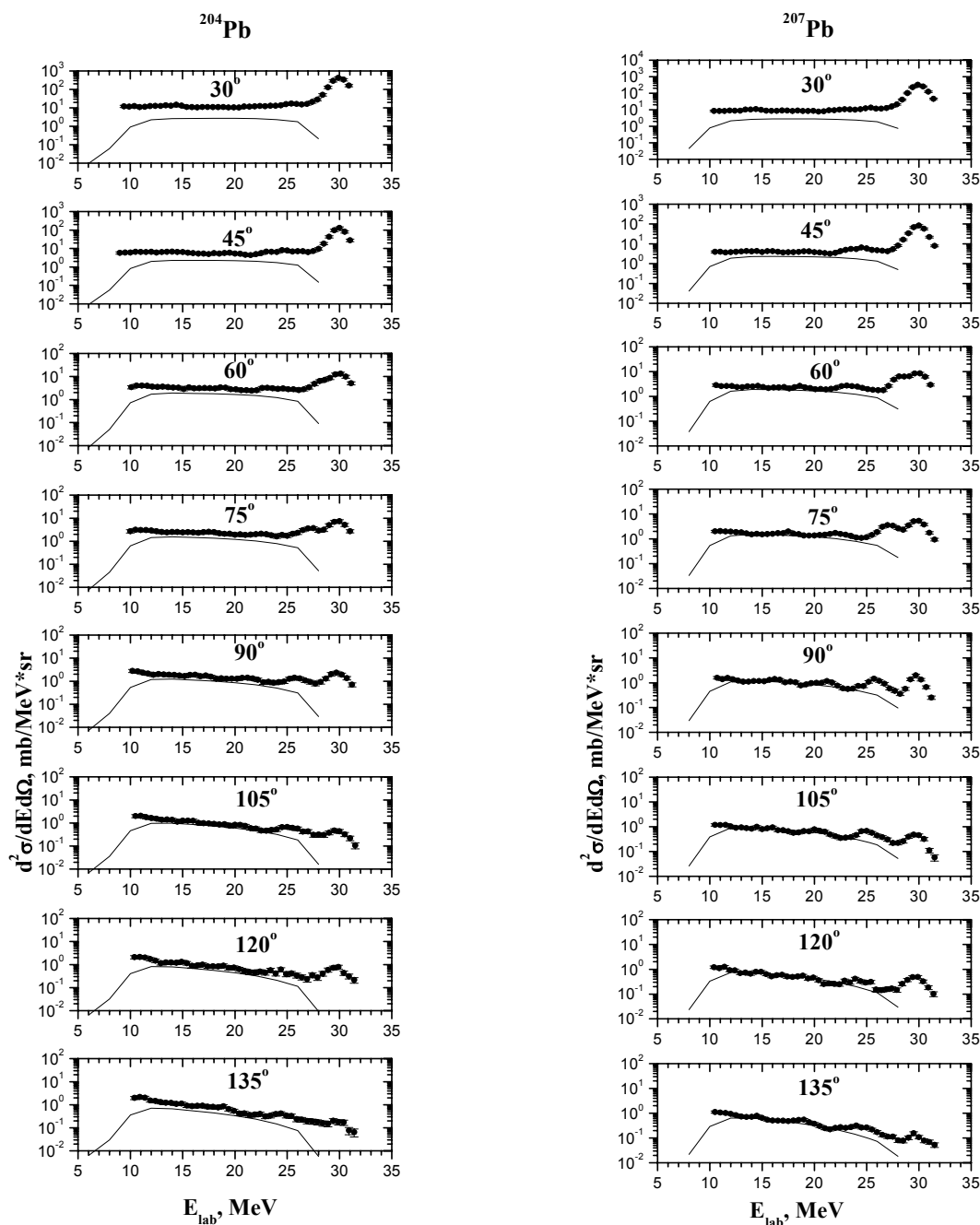


Рисунок 1. Дважды дифференциальные сечения реакции $^{204,207}\text{Pb}(p,xp)$ при $E_p=30.0$ МэВ. Точки – эксперимент, сплошные линии – расчет в рамках экситонной модели.

Во всех расчетах по экситонной модели (программа PRECO-2006 [2]) в качестве исходной принималась (1p0h) частично-дырочная конфигурация. При генерации коэффициентов проницаемости использовались параметры оптического потенциала Vescchetti-Greenlees для протонов [3]. Одночастичная плотность уровней принималась как $g=A/15$.

На рисунках 1, 2 совместно с экспериментальными результатами представлены рассчитанные дважды-дифференциальные, а также вклады всех процессов в формирование интегральных сечений реакций $^{204,207}\text{Pb}(p,xp)$.

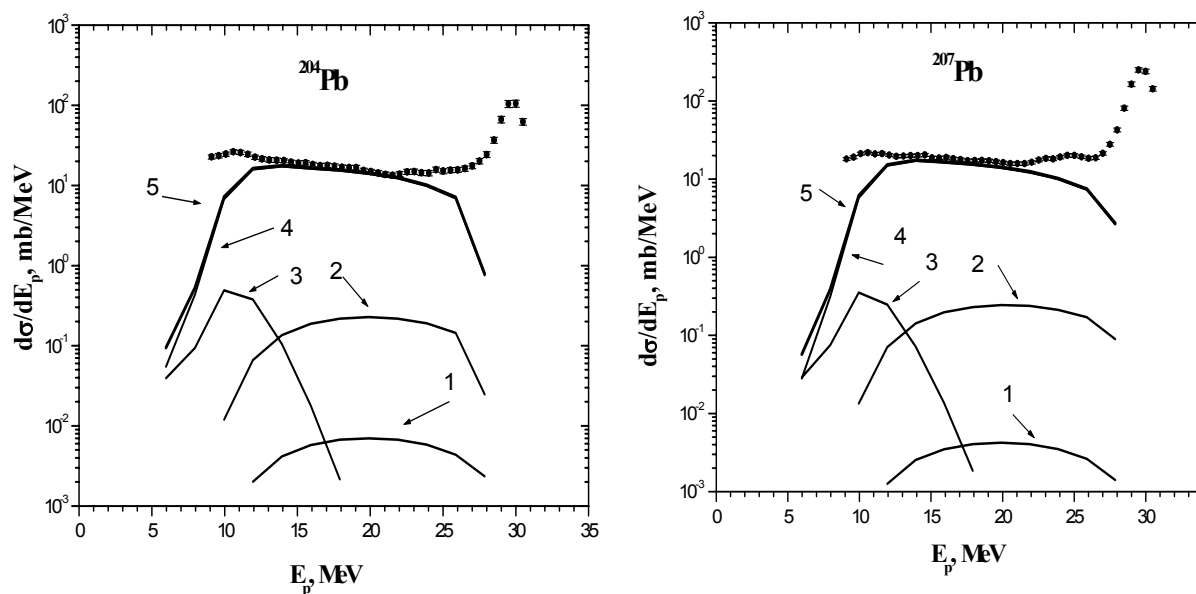


Рисунок 2. Интегральные сечения реакций $^{204,207}\text{Pb}(p,xp)$ (точки - эксперимент, 1 – одноступенчатый процесс выбивания протона, 2 одноступенчатый процесс передачи протона, 3 – равновесное излучение, 4 – предравновесная компонента, 5 – суммарное интегральное сечение)

Из сравнения спектров следует, что имеющийся на данный момент программный алгоритм, на основе экситонной модели предравновесного распада ядер, вполне удовлетворительно описывает экспериментальные сечения. Основной вклад в жесткую часть полного сечения реакций (p,xp) обусловлен предравновесным механизмом. Испарительная (низкоэнергетическая) часть сечения недооценивается в рамках используемой версии экситонной модели, что объясняется недоучетом эмиссии из сложной равновесной конфигурации составной системы.

1. J. J.Griffin// Phys. Rev. Lett. 17(1966) 478.
2. Kalbach C., PRECO-2006: Program for Calculating Pre-equilibrium and Direct Reaction Double Differential Cross-Sections // LA-10248-MS, February 2006.
3. F.D.Becchetti and G.W.Greenlees// Phys.Rev.C182(1964) 1190.

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 өзгертетін 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

$$(1-x)^{\beta_i} \alpha_1(x) + x^{1-\beta_i} \beta_i(x) \neq 0, \quad i = 1, 2, \quad (8)$$

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

$$v_1(x) = -\frac{1}{C(m_1)} D_{0x}^{1-2\beta_1} \tau(x), \quad (13)$$

$$v_2(x) = \frac{1}{C(m_2)} D_{x_1}^{1-2\beta_2} \tau(x). \quad (14)$$

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 $D_{0x}^{1-2\beta_1} \tau(x)$, $D_{x_1}^{1-2\beta_2} \tau(x)$ 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

$$C(m_2) v_2(x) = a_2(x) D_{0x}^{1-2\beta_2} \tau(x) + b_2(x) D_{x_1}^{1-2\beta_2} \tau(x),$$

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]:

$$\int_0^\infty t^{\mu-1} \cos ktdt = \frac{\Gamma(\mu)}{k^\mu} \cos \frac{\mu\pi}{2}, \quad k > 0, \quad 0 < \mu < 1.$$

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

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi} \Gamma^2(2\beta_2) C(m_2) \sin 2\pi\beta_2 \cos \pi\beta_2 J_1(x) &= \frac{1}{2} \int_0^\infty t^{2\beta_2-1} \{ a_2(1) [(\int_0^1 \tau_1(\xi) \cos t\xi d\xi)^2 + \\ &+ (\int_0^1 \tau_1(\xi) \sin t\xi d\xi)^2] - \int_0^1 a'_2(x) [(\int_0^x \tau_1(\xi) \cos t\xi d\xi)^2 + (\int_0^x \tau_1(\xi) \sin t\xi d\xi)^2] dx \} dt - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -\frac{1}{2} \int_0^{\infty} t^{2\beta_2-1} \{ -b_2(0) [(\int_0^1 \tau_2(\xi) \cos t\xi d\xi)^2 + (\int_0^1 \tau_2(\xi) \sin t\xi d\xi)^2] - \\
& - \int_0^1 b'_2(x) [(\int_x^1 \tau_2(\xi) \cos t\xi d\xi)^2 + (\int_x^1 \tau_2(\xi) \sin t\xi d\xi)^2] dx \} dt. \quad (15)
\end{aligned}$$

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,

$$\int_0^{\infty} t^{2\beta_2-1} dt (\int_0^1 \tau_i(\xi) \cos t\xi d\xi)^2 = 0, \quad \int_0^{\infty} t^{2\beta_2-1} dt (\int_0^1 \tau_i(\xi) \sin t\xi d\xi)^2 = 0, \quad i = 1, 2.$$

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

$$\begin{aligned} B_1(x) &= \frac{x^{\beta_1} \beta_1(x)}{(1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x)}, \quad B_2(x) = \frac{C(m_1)(1-x)^{\beta_2-\beta_1} \alpha(x) \alpha_2(x) A_1(x)}{C(m_2) \alpha_1(x) A_2(x)}, \\ B_3(x) &= \frac{C(m_1) x^{\beta_2} \alpha(x) \beta_2(x) A_1(x)}{C(m_2)(1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x) A_2(x)}, \\ f(x) &= \frac{\Gamma(\beta_1)}{\Gamma(\beta_2)} \frac{x^{\beta_1} \gamma_1(x)}{\alpha_1(x)} - \frac{C(m_1) \beta(x) A_1(x)}{(1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x)} + \frac{C(m_1) \Gamma(\beta_2) x^{\beta_2} (1-x)^{\beta_2} \gamma_2(x) \alpha(x) A_1(x)}{C(m_2) \Gamma(2\beta_2) (1-x)^{\beta_1} \alpha_1(x) A_2(x)}. \end{aligned}$$

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

$$K_1(x, \xi) = \int_0^\xi \frac{B_1'(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}}, \quad K_2(x, \xi) = \int_0^\xi \frac{B_1'(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}},$$

$$J_3(x) = \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \frac{d}{dx} \left[\int_0^x \tau(\xi) d\xi \int_0^\xi \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} + \int_x^1 \tau(\xi) d\xi \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} \right].$$

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

$$\begin{aligned} J_3(x) &= \lim_{\delta \rightarrow 0} J_\delta(x) = \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \lim_{\delta \rightarrow 0} \left\{ -[\tau(x) - \tau(x-\delta)] \int_0^{x-\delta} \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} - \right. \\ &- [\tau(x+\delta) - \tau(x)] \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x+\delta-t)^{1-2\beta_1}} - \tau(x) \left[\int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} - \right. \\ &\left. \left. - \int_0^{x-\delta} \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} \right] + \int_{x+\delta}^1 \tau(\xi) d\xi \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} + \right\} \end{aligned}$$

$$+ \int_0^{x-\delta} \tau(\xi) d\xi \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}} \}.$$

Отсюда в силу условий теоремы следует, что

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} [\tau(x) - \tau(x-\delta)] \int_0^{x-\delta} \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} = 0,$$

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} [\tau(x+\delta) - \tau(x)] \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x+\delta-t)^{1-2\beta_1}} = 0,$$

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \left[\int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x+\delta-t)^{1-2\beta_1}} - \int_0^{x-\delta} \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (x-\delta-t)^{1-2\beta_1}} \right] = -\pi c t g 2\pi\beta_1 B_1(x).$$

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

$$\begin{aligned} J_2(x) &= \pi c t g 2\pi\beta_1 B_1(x) \tau(x) + \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \int_0^x [K_2(x, \xi) - K_1(x, \xi)] \tau(\xi) d\xi + \\ &+ \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \int_x^1 [K_4(x, \xi) - K_2(x, \xi)] \tau(\xi) d\xi, \quad K_3(x, \xi) = \frac{d}{dx} \int_0^\xi \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}}, \\ K_4(x, \xi) &= \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B_1(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (\xi-t)^{1-2\beta_1}}. \end{aligned}$$

Теперь рассмотрим интеграл

$$\begin{aligned} J_5(x) &= D_{0x}^{2\beta_1} B_3(x) D_{x1}^{1-2\beta_2} \tau(x) = \frac{1}{\Gamma(2\beta_2) \Gamma(1-2\beta_1)} \int_0^x \frac{B_3(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \frac{d}{dt} \int_t^1 \frac{\tau(\xi) d\xi}{(\xi-t)^{1-2\beta_2}} = \\ &= \frac{1}{\Gamma(2\beta_2) \Gamma(1-2\beta_1)} \left[\frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B_3(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \int_t^1 \frac{\tau(\xi) d\xi}{(\xi-t)^{1-2\beta_2}} - \int_0^x \frac{B_3'(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \int_t^1 \frac{\tau(\xi) d\xi}{(\xi-t)^{1-2\beta_2}} \right]. \end{aligned}$$

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 $m = n$

$$J_5(x) = \frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} \left[\int_0^x K_5(x, \xi) \tau(\xi) d\xi + \int_x^1 K_6(x, \xi) \tau(\xi) d\xi \right] + \pi c t g 2\pi\beta_1 B_3(x) \tau(x),$$

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

$$J_6(x) = D_{0x}^{2\beta_1-1} B_2(x) D_{0x}^{1-2\beta_2} \tau(x) = \frac{1}{\Gamma(2\beta_2) \Gamma(1-2\beta_1)} \int_0^x \frac{B_2(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1}} \frac{d}{dt} \int_0^x \frac{\tau(\xi) d\xi}{(t-\xi)^{1-2\beta_2}} =$$

$$= \frac{1}{\Gamma(2\beta_2)\Gamma(1-2\beta_1)} \int_0^x K_7(x, \xi) \tau(\xi) d\xi,$$

$$K_7(x, \xi) = \frac{d}{dx} \int_{\xi}^x \frac{B_2(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (t-\xi)^{1-2\beta_2}} - \int_{\xi}^x \frac{B_2'(t) dt}{(x-t)^{2\beta_1} (t-\xi)^{1-2\beta_2}}.$$

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]

$$\frac{d}{dz} z^a F(a, b, c, z) = a z^{a-1} F(a+1, b, c, z),$$

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]

$$F(a, b, a, z) = (1-z)^{-b}, \quad |\arg(1-z)| < \pi,$$

переписывается 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 $K_{11}(x, \xi) = K(x, \xi)(\xi-x)$,

$$\begin{aligned} K(x, \xi) &= \begin{cases} \left[\frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} [K_3(x, \xi)] - K_1(x, \xi) + \frac{K_5(x, \xi) - K_7(x, \xi)}{\Gamma(2\beta_2)\Gamma(1-2\beta_1)} \right] (1-x)^{\beta_1}, & \xi \leq x; \\ \left[\frac{\sin 2\pi\beta_1}{\pi} [K_3(x, \xi)] - K_1(x, \xi) + \frac{K_5(x, \xi)}{\Gamma(2\beta_2)\Gamma(1-2\beta_1)} \right] (1-x)^{\beta_1}, & \xi \geq x, \end{cases} \\ A(x) &= \begin{cases} \pi \operatorname{tg} 2\pi\beta_1 \cdot B_1(x)(1-2)^{\beta_1}, & m_2 > m_1; \\ \pi \operatorname{tg} 2\pi\beta_1 [B_1(x) + B_3(x)](1-x)^{\beta_1}, & m_1 = m_2, \end{cases} \\ F(x) &= (1-x)^{\beta_1} D_{0x}^{2\beta_1-1} f(x). \end{aligned}$$

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: $K(x, \xi) = O((\xi-x)^{-1})$.

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. Мухелитвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения. М: Наука. 1968. – 512 с.

УДК 539.126

С.А. Жаугашева, Г.С. Нурбакова

МАССОВЫЕ СПЕКТРЫ ЧАРМОНИЙ И БОТТОМОНИЙ В РАМКАХ РЕЛЯТИВИСТСКОГО ГАМИЛЬТОНИАННОГО ПОДХОДА

(г.Алматы, КазНУ имени аль-Фараби)

Өсерлесудің спин-спиндік, спин-орбитальдық, релятивистік және пертурбативті емес сипаттарын ескере отырып, ауыр кварктардан тұратын мезондардың орбитальды қозған күйінің массалық спектрі анықталған. Құрамдас бөлшектердің конституентті массасының еркін күй массасынан, орбитальдық және спиндік кванттық сандардан тәуелділігі анықталды. Орбитальдық кванттық санның өсуімен байланысты құрамдас кварктардың конституентті массасының өсетіндігі көрсетілген. Кварктардың конституентті массалары олардың тоқтық массаларынан көп болатындығы негізделді.

Mass spectra orbital the raised condition mesons, consisting of heavy quarks, taking into account backs-back, backs-orbital, relativistic and nonperturbative characters of interaction are defined. Dependence constituent weights of making particles from weight of a free condition, and from orbital and spin quantum number is defined. It is shown that with increase of orbital quantum number constituent weights of making quarks increases. It is established that constituent weights of quarks are much more than current weights of quarks.

Введение

В настоящее время о структуре и механизме формирования квантовых объектов существуют следующие представления: связанные состояния состоят из фермионов, а взаимодействия между этими фермионами осуществляются с помощью обмена

бозонов. В частности, в атомной структуре, которая состоит из электронов и ядер, такими бозонами являются фотоны, в ядре нуклоны связаны мезонами, а адроны, состоящие из кварков, связаны глюонами. Таким образом, механизм формирования квантовых систем, формально, объясняется единым образом. Известно, что единый механизм формирования связанных систем непротиворечиво описывается в нерелятивистской квантовой механике.

Однако, в современной релятивистской квантовой теории поля (КТП) образование и описание связанных состояний до сих пор, не является хорошо поставленной задачей (см. в [1, 2, 3]). КТП описывает упругое и неупругое рассеяния свободных релятивистских частиц, находящихся на больших расстояниях друг от друга в состоянии плоских волн. При этом сама формулировка КТП проводится в рамках теории возмущений, т.е. в разложении по степеням взаимодействия, где никакие связанные состояния принципиально возникнуть не могут. Таким образом, возможная постановка задачи на связанные состояния требует выхода за рамки теории возмущений, где имеющиеся методы исследования по сути дела еще не развиты должным образом. С другой стороны известно, что энергетический спектр связанного состояния может быть определен с хорошей точностью в рамках нерелятивистской квантовой механики (НКМ) при надлежащем подборе потенциала взаимодействия. Тем не менее, нерелятивистское уравнение Шредингера (УШ), дающее математически корректное описание связанных состояний, уже не является достаточным, так как требуется учет релятивистского характера взаимодействия, поскольку для описания современных экспериментальных результатов, полученных как в атомной [4], так и в адронной физике [5] требуется учет релятивистских поправок.

Таким образом, реальная физика требует создания какого-либо математического решения проблемы описания связанных состояний, на основе КТП. Все усилия, затрачиваемые в этом направлении, условно можно разделить на два направления. Отправной точкой одного направления является утверждение, что если существует связанное состояние двух частиц с соответствующими квантовыми числами, то амплитуда упругого рассеяния этих частиц имеет простой полюс по энергии в точке массы связанного состояния. На основе этой идеи были сформулированы уравнение Бете-Солпитера [3, 6, 7] и так называемые квазипотенциальные уравнения [8]. Другое направление основано на убеждении, что нерелятивистское УШ является надежным инструментом исследования и определения энергетического спектра связанных состояний. При этом реальные релятивистские поправки малы, так что теоретическая задача сводится к получению релятивистских поправок к нерелятивистскому потенциалу взаимодействия, исходя из формализма КТП. Эта идея лежит в основе потенциала Брейта [9] и эффективной нерелятивистской квантовой теории поля Касвелла и Лепажка [10]. Оба эти подхода используют матрицу рассеяния, как источник искомых поправок. Авторами работы [10], прежде всего в рамках квантовой электродинамики (КЭД), изучена матрица рассеяния с соответствующими диаграммами Фейнмана, с учетом перенормировки и последующим переходом к нерелятивистскому пределу, т.е. определен потенциал взаимодействия с релятивистской поправкой. В результате, сформулирован метод нерелятивистской КЭД (НКЭД) для определения энергетического спектра, с релятивистской поправкой. В дальнейшем этот метод усовершенствован в работе [11]. В настоящий момент свойства и спектр кулоновского связанного состояния с учетом релятивистской поправки определяются в рамках НКЭД. Этот метод также с высокой точностью описывает последние экспериментальные данные. В этом подходе ограничиваются только низшим порядком разложения по теории возмущения, а высшие порядки рассматриваются как

малые поправки. В адронной физике потенциал взаимодействия кварков выбирается исходя из некоторых физических предположений. Феноменологические потенциальные модели кварков [12]-[14] хорошо описывают массовый спектр адронов, состоящих из тяжелых кварков. При изучении свойств адронов, состоящих из легких кварков, требуется учет релятивистского характера взаимодействия. Однако, к настоящему времени, отсутствует общепринятый рецепт учета релятивистского характера взаимодействия в феноменологических моделях кварков. В рамках последнего направления существует еще один подход, основанный на следующей идее. Точные решения для квантово-полевых функций Грина можно формально представить в виде функциональных интегралов. Техника вычислений этих функциональных интегралов в настоящее время находится еще в зачаточном состоянии, однако, имеющиеся представления можно использовать для получения представления решения нерелятивистского уравнения Шредингера, в форме функционального интеграла Фейнмана, с потенциалом, содержащим необходимые релятивистские поправки. В этом направлении сделано еще не так много работ. Наши исследования продолжают эти усилия. В нашем подходе, масса связанного состояния определяется асимптотическим поведением корреляционной функции от соответствующих токов, с необходимыми квантовыми числами. Корреляционная функция представляется в форме функционального интеграла, что позволяет выделить необходимую асимптотику. В работе [15] предложен метод вычисления энергетического спектра, на основе исследования асимптотического поведения вакуумного среднего (функции Грина) от токов заряженных скалярных частиц, во внешнем калибровочном поле. При определении асимптотического поведения корреляционной функции, используется представление в форме функционального интеграла, так что усреднение по внешнему калибровочному полю может быть выполнено точно. Полученное представление похоже на фейнмановский функциональный интеграл по путям [16], в нерелятивистской квантовой механике. При этом нелокальный функционал (потенциал) взаимодействия, возникающий в результате обмена калибровочных полей (фотон, глюон), определяется диаграммой Фейнмана, и содержит вклады как в собственную энергию частиц, так и в формирование связанного состояния. Предлагается метод сведения этого нелокального функционала к потенциалу взаимодействия. Таким образом, потенциал взаимодействия определяется вкладом всевозможных типов диаграмм Фейнмана.

Работа построена следующим образом: во втором разделе, представлен гамильтониан взаимодействия для центрального, спин-спинового, спин-орбитального и тензорного взаимодействия с конституентными массами составляющих частиц. В третьем разделе, используя эти гамильтонианы взаимодействия в рамках метода осцилляторного представления (ОП) определены энергетические спектры для синглетного и триплетного состояния с учетом орбитального возбуждения. В четвертом разделе аналитически определены массовые спектры чармоний и боттомоний с учетом вклада диаграммы собственной энергии. В пятом разделе, подытожены основные результаты и согласие наших результатов с результатами других авторов и экспериментальными данными.

Гамильтониан взаимодействия

В нашем подходе энергетический спектр и волновая функция связанного состояния определяются из УШ с конституентными массами μ_1 и μ_2 (детали см. в [17]). Поправка, связанная с релятивистской природой взаимодействия, учитывается не только поправками к потенциалу взаимодействия, но также параметрами μ_1 и μ_2

(конституентные массы). Поэтому, используя стандартные потенциалы для описания свойств атомных и адронных связанных состояний, которые определены различными авторами, из УШ с конституентной массой, мы сможем определить спектр с релятивистской поправкой. Гамильтониан взаимодействия в нашем подходе записывается в следующем виде:

$$H = \frac{1}{2\mu_1} P_1^2 + \frac{1}{2\mu_2} P_2^2 + V(r_1 - r_2), \quad (1)$$

где $V(r_1 - r_2)$ - потенциал взаимодействия, а μ_1, μ_2 - конституентные массы составляющих и определяются в виде

$$\mu_1 = \sqrt{m_1^2 - 2\mu^2 \frac{dE}{d\mu}}; \quad \mu_2 = \sqrt{m_2^2 - 2\mu^2 \frac{dE}{d\mu}} \quad (2)$$

Здесь $E(\mu_1, \mu_2)$ - собственное значение гамильтониана взаимодействия (3.1), т.е.

$$H\Psi(r_1, r_2) = E(\mu_1, \mu_2)\Psi(r_1, r_2), \quad (3)$$

а m_1 и m_2 - токовые массы кварков. Тогда масса связанного состояния или мезонов определяется в следующем образом (детали см. в [17])

$$M = \mu_1 + \mu_2 + \mu \frac{dE}{d\mu} + E(\mu), \quad (4)$$

$$E(\mu_1, \mu_2) = E(\mu),$$

где

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2}, \quad (5)$$

приведенная масса двухтельной связанной системы.

Таким образом, проблема свелась к вычислению энергетического спектра связанного состояния. Прежде всего, определим гамильтониан взаимодействия.

Гамильтониан спин-орбитального взаимодействия

Полный гамильтониан взаимодействия представляется в виде:

$$H = H_C + H_{spin}; \quad (6)$$

где H_C - центральный гамильтониан, т.е. описывающий взаимодействие без учета спинового взаимодействия

$$H_C = \frac{1}{2\mu} P^2 + \sigma \cdot r - \frac{4}{3} \frac{\alpha_s}{r}. \quad (7)$$

Вторая часть гамильтониана описывает спин-орбитальное взаимодействие и записывается в стандартном виде (детально см. в [18, 19]):

$$H_{spin} = H_{SS} + H_{LS} + H_{TT}. \quad (8)$$

Здесь H_{SS} - гамильтониан спин-спинового взаимодействия:

$$H_{SS} = \frac{2}{3\mu_1\mu_2} (S_1 S_2) \cdot \Delta V_V, \quad (9)$$

также гамильтониан, описывающий спин-орбитальное взаимодействие:

$$H_{LS} = \frac{1}{4\mu_1^2\mu_2^2} \frac{1}{r} \left\{ \left[((\mu_1 + \mu_2)^2 + 2\mu_1\mu_2) (L \cdot S_+) + (\mu_1^2 - \mu_2^2) (L \cdot S_-) \right] \frac{\partial}{\partial r} V_V \right. \\ \left. - \left[(\mu_1^2 + \mu_2^2) (L \cdot S_+) + (\mu_1^2 - \mu_2^2) (L \cdot S_-) \right] \frac{\partial}{\partial r} V_S \right\}, \quad (10)$$

и наконец тензорный гамильтониан взаимодействия:

$$H_{rr} = \frac{1}{12\mu^2} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} V_V - \frac{\partial^2}{\partial r^2} V_V \right] \cdot S_{12}. \quad (11)$$

Здесь V_V - векторный потенциал соответствующий одноглюонному обмену:

$$V_V = -\frac{4\alpha_s}{3} \frac{1}{r}; \quad (12)$$

а V_S - потенциал конфайнмента

$$V_S = r\sigma; \quad (13)$$

также использованы следующие обозначения:

$$\begin{aligned} S_+ &= S_1 + S_2; & S_- &= S_1 - S_2; \\ S_{12} &= \frac{4}{(2\ell+3)(2\ell-1)} \left[L^2 S^2 - \frac{3}{2} (LS_-) - 3 (LS_+)^2 \right]. \end{aligned} \quad (14)$$

Гамильтониан непертурбативного взаимодействия

Определение потенциала взаимодействия между составляющими частицами, в связанном состоянии, с обменом непертурбативных глюонов, приводит к дополнительному взаимодействию, явный вид которого определен в работе [17]:

$$\Delta H_{str} = -\frac{4}{3} \frac{\alpha_s}{r} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\ell(\ell+1)}{4\mu^2 r^2}}} - 1 \right]. \quad (15)$$

Это взаимодействие очень похоже на струнную добавку, которая определена в работах [20, 21]. Струнные добавки определяются различными методами. В частности, в работе [21] это взаимодействие определяется в рамках теории возмущений, как малая поправка. Из (15) видно, что при $\ell = 0$ вклад этого взаимодействия равен нулю. Если $\mu \gg 1$, то в (15) можно провести разложение по степеням малой величины. Разложение первого порядка соответствует результатам выше указанных авторов. Вклад взаимодействия (15) в энергетический спектр $E(\mu)$ определяется с помощью ОП.

Энергетический спектр полного гамильтониана взаимодействия

Теперь в рамках нашего подхода с учетом спин-спинового, спин-орбитального и непертурбативного взаимодействия вычислим энергетический спектр мезонов. Соответствующее УШ записывается в виде:

$$[H_C + H_{spin} + \Delta H_{str}] \cdot \Psi = E\Psi. \quad (16)$$

Для определения собственного значения и ВФ, из (16), мы применим метод ОП. Перед тем как определить энергетический спектр и волновую функцию, из УШ, с помощью метода ОП [22], уместно напомнить, что этот метод основан на идеях и методах квантовой теории скалярного поля. Одной из существенных отличий КТП от КМ состоит в том, что квантованные поля, представляющие набор бесконечного числа осцилляторов для основного состояния или вакуума, при квантово-полевом взаимодействии сохраняют свою осцилляторную природу. В КМ собственные функции для большинства потенциалов, как правило, отличаются от гауссового поведения осцилляторной волновой функции. Поэтому, для применения методов и идеи КТП к решению квантовомеханических задач следует в исходном радиальном УШ провести замену переменных таким образом, чтобы искомая волновая функция на больших расстояниях обладала гауссовым поведением, а трансформированное уравнение идентифицировать с радиальным УШ в пространстве с большой размерностью.

Отметим, что впервые похожая идея обсуждалась Фоком при решении задачи о спектре водорода с помощью трансформации в четырехмерное пространство импульсов [23].

В соответствии с изложенным выше, проведем замену переменных следующим образом (детали см. в [22, 24]):

$$r=q^2\rho, \quad \Psi \Rightarrow \Psi(q^2)=q^{2\rho\cdot\ell}\cdot\Phi(q^2), \quad (17)$$

где ρ - параметр, связанный с поведением волновой функции на больших расстояниях. После некоторых стандартных упрощений, из (16), получаем для модифицированного УШ:

$$\left\{ -\frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2}{\partial q^2} + \frac{d-1}{q}\frac{\partial}{\partial q}\right) - 4\rho^2\mu\cdot E\cdot q^{2(2\rho-1)} + 4\rho^2\mu\cdot\sigma\cdot q^{2(3\rho-1)} - \right. \\ \left. - \frac{16\rho^2\mu\cdot\alpha_s}{3}\cdot\frac{q^{2(\rho-1)}}{\sqrt{1+\ell(\ell+1)/(4\mu^2q^{4\rho})}} + \frac{64\alpha_s\mu\rho^2}{9\mu_1\mu_2}\cdot\frac{\ell}{q^{2(\rho+1)}}\cdot(\bar{S}_1\bar{S}_2) - \right. \\ \left. - \left(\frac{1}{\mu_1^2} + \frac{1}{\mu_2^2}\right)\cdot\frac{\sigma\mu\rho^2}{3}(\bar{L}\bar{S})q^{2(\rho-1)} + \frac{4\mu\rho^2\alpha_s}{3q^{2(\rho+1)}}\left[\frac{S_{12}}{\mu_1\mu_2} + \frac{(\bar{L}\bar{S})}{3}\left(\frac{1}{\mu^2} + \frac{2}{\mu_1\mu_2}\right)\right]\right\}\Phi(q^2)=0 \quad (18)$$

где d - размерность вспомогательного пространства:

$$d = 2 + 2\rho + 4\rho\cdot\ell. \quad (19)$$

В результате замены переменных мы получили модифицированное УШ в d -мерном вспомогательном пространстве R^d . Из (16) и (19) следует, что орбитальное квантовое число ℓ вошло в определение размерности пространства d . Данный прием позволяет определить все интересующие нас характеристики, а именно: спектр и волновую функцию, решая модифицированное УШ только для основного состояния в d -мерном вспомогательном пространстве R^d .

Волновая функция $\Psi_m(q^2)$ основного состояния в R^d зависит только от переменных q^2 . Поэтому оператор:

$$\frac{\partial^2}{\partial q^2} + \frac{d-1}{q}\cdot\frac{\partial}{\partial q} \equiv \Delta_q, \quad (20)$$

отождествим с лапласианом Δ_q в вспомогательном пространстве R^d , которое действует на волновую функцию основного состояния, зависящую только от радиуса q . Исходя из модифицированного УШ:

$$H\Phi(q) = \varepsilon(E)\Phi(q), \quad (21)$$

согласно (18), получаем, что энергетический спектр $\varepsilon(E)$ в R^d :

$$\varepsilon(E) = 0. \quad (22)$$

Рассмотрим это соотношение как условие определения энергетического спектра E исходного гамильтониана. Следуя методу ОП, представим канонические переменные через операторы рождения a^+ и уничтожения a в пространстве R^d :

$$q_j = \frac{a_j + a_j^+}{\sqrt{2\omega}}; \quad P_j = \sqrt{\frac{\omega}{2}}\cdot\frac{a_j - a_j^+}{i}; \quad (23) \\ j = 1, \dots, d, \quad [a_i, a_j^+] = \delta_{i,j},$$

где ω - частота осциллятора, которая пока неизвестна. Подставляя (23) в (21), и, упорядочивая по операторам рождения a^+ и уничтожения a , получаем:

$$H = H_0 + \varepsilon_0(E) + H_I. \quad (24)$$

Здесь H_0 - гамильтониан свободного осциллятора:

$$H_0 = \omega(a_j^+ a_j); \quad (25)$$

и ε_0 - энергия основного состояния в нулевом приближении ОП:

$$\begin{aligned} \varepsilon_0(E) = & \frac{d\omega}{4} - \frac{4\rho^2 \mu \cdot E}{\omega^{2\rho-1}} \cdot \frac{\Gamma(d/2 + 2\rho - 1)}{\Gamma(d/2)} + \frac{4\rho^2 \mu \cdot \sigma}{\omega^{3\rho-1}} \cdot \frac{\Gamma(d/2 + 3\rho - 1)}{\Gamma(d/2)} + \\ & + \frac{64\alpha_s \mu \rho^2}{9\mu_1 \mu_2} \cdot \frac{\Gamma(d/2 - \rho - 1)}{\Gamma(d/2)} \cdot \omega^{\rho+1} \ell \cdot (\vec{S}_1 \vec{S}_2) - \left(\frac{1}{\mu_1^2} + \frac{1}{\mu_2^2} \right) \cdot \frac{\sigma \mu \rho^2}{3\omega^{\rho-1}} (\vec{L} \vec{S}) \times \\ & \times \frac{\Gamma(d/2 + \rho - 1)}{\Gamma(d/2)} + \frac{4\mu \rho^2 \alpha_s}{3} \left[\frac{S_{12}}{\mu_1 \mu_2} + \frac{(\vec{L} \vec{S})}{3} \left(\frac{1}{\mu^2} + \frac{2}{\mu_1 \mu_2} \right) \right] \frac{\Gamma(d/2 - \rho - 1)}{\Gamma(d/2)} \times \\ & \times \omega^{\rho+1} - \frac{16\rho^2 \mu \alpha_s \omega^{d/2}}{3\Gamma(d/2)} \cdot \int_0^\infty \frac{du}{\sqrt{1 + \ell(\ell+1)/(4\mu^2)}} u^{d/2+2\rho-1} e^{-u}. \end{aligned} \quad (26)$$

Гамильтониан взаимодействия H_I также представляется в нормальной форме по операторам рождения a^+ и уничтожения a , причем он не содержит квадратичных слагаемых по каноническим переменным:

$$\begin{aligned} H_I = & \int_0^\infty dx \int \left(\frac{d\eta}{\sqrt{\pi}} \right)^d \cdot \exp\{-\eta^2(1+x)\} : e_2^{-i\sqrt{x}\omega(q\eta)} : \\ & \left[-\frac{4\rho^2 \mu}{\omega^{2\rho-1}} \cdot \frac{Ex^{-2\rho}}{\Gamma(1-2\rho)} + \frac{4\rho^2 \mu}{\omega^{3\rho-1}} \cdot \frac{\sigma \cdot x^{-3\rho}}{\Gamma(1-3\rho)} + \frac{64\alpha_s \mu \rho^2}{9\mu_1 \mu_2} \cdot \frac{\omega^{\rho+1} \ell x^\rho}{\Gamma(1+\rho)} \cdot (\vec{S}_1 \vec{S}_2) - \right. \\ & - \left(\frac{1}{\mu_1^2} + \frac{1}{\mu_2^2} \right) \cdot \frac{\sigma \mu \rho^2}{3\omega^{\rho-1}} \cdot \frac{x^{-\rho} (\vec{L} \vec{S})}{\Gamma(1-\rho)} + \frac{4\mu \rho^2 \alpha_s}{3} \left(\frac{S_{12}}{\mu_1 \mu_2} + \frac{(\vec{L} \vec{S})}{3} \left(\frac{1}{\mu^2} + \frac{2}{\mu_1 \mu_2} \right) \right) \frac{\omega^{\rho+1} \ell x^\rho}{\Gamma(1+\rho)} + \\ & \left. + \frac{16\rho^2 \mu \alpha_s}{3\omega^\rho} \cdot \frac{x^{-\rho}}{2\pi i} \cdot \int_C \frac{du}{\sqrt{1 + \ell(\ell+1)x^{2\rho} \omega^{2\rho} / (4\mu^2 u^{2\rho})}} u^\rho e^{-u} \right]. \end{aligned} \quad (27)$$

Здесь : * : - символ нормального упорядочивания, и мы использовали обозначение:

$$e_2^{-x} = e^{-x} - 1 + x - \frac{1}{2} \cdot x^2$$

и C является контуром интегрирования стандартного Гамма функции Эйлера. Вклад гамильтониана взаимодействия H_I рассматривается как малое возмущение. В КТП после представления канонических переменных через операторов рождения, уничтожения и гамильтониана взаимодействия в нормальной форме, требование отсутствия в гамильтониане взаимодействия полевых операторов второй степени по существу эквивалентно перенормировке константы связи и волновой функции. Более того, такая процедура позволяет учесть основной вклад через перенормировку масс и энергию вакуума. Другими словами, все квадратичные формы полностью включены в гамильтониан свободного осциллятора. Данное требование позволяет сформировать, согласно ОП, условие [22]:

$$\begin{cases} \frac{\partial \varepsilon_0(E)}{\partial \omega} = 0 \\ \varepsilon(E) = 0 \end{cases}, \quad (28)$$

с целью найти частоту ω осциллятора, которая определяет основной квантовый вклад. Учитывая (26), из уравнения (28) мы сможем вычислить энергетический спектр исходной системы E . В рамках ОП для различных потенциалов [24] неоднократно проверялось, что поправка первого порядка, связанная с гамильтонианом взаимодействия, тождественно равна нулю, а поправка второго порядка меньше одного процента. Поэтому ограничимся рассмотрением только нулевого приближения в ОП.

Определение массы и конституентной массы мезонов состоящих из одинаковых кварков

Вклад полного гамильтониана в массу мезонов

Далее определим энергетический спектр и волновую функцию мезонов, состоящих из $(c\bar{c})$ и $(b\bar{b})$ кварков. Рассмотрим случай, когда токовая масса кварков одинакова. Тогда учитывая (2), из (5), имеем:

$$4\mu^2 = m_q^2 - 2\mu^2 \frac{dE}{d\mu}, \quad (29)$$

из этого уравнения определяем μ . Для этого, прежде всего из системы уравнения (28) определим энергетический спектр и частоту осциллятора. Для удобства при дальнейших вычислениях вводим следующую параметризацию, т.е. переходим к безразмерным параметрам

$$\omega^\rho = Z \cdot \sqrt{\sigma}; \quad \mu = x \cdot \sqrt{\sigma}; \quad x = Z \cdot u. \quad (30)$$

Детали вычисления энергетического спектра и частоты осциллятора в рамках ОП, т.е. из системы уравнения (28) изложены в работах [24] и поэтому мы пропускаем некоторые детали простых вычислений. Учитывая спиновое взаимодействие, приводим аналитические результаты для синглетного и триплетного состояния. Энергетический спектр для синглетного состояния:

$$\frac{E_s}{\sqrt{\sigma}} = \min_{\rho} \left\{ \frac{Z_s^2 \Gamma(2 + \rho + 2\rho\ell)}{8\rho^2 x_s \Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} + \frac{1}{Z_s} \frac{\Gamma(4\rho + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} - \frac{4\alpha_s Z_s}{3} \frac{\Gamma(2\rho + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} - \right. \\ \left. - \frac{\alpha_s Z_s^3}{6x_s^2 \rho} \frac{\Gamma(1 + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} + \frac{\alpha_s Z_s^3 (1 + \ell)}{12x_s^2 \rho} \frac{\Gamma(1 + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} \right\}, \quad (31)$$

и для триплетного состояния:

$$\frac{E_t}{\sqrt{\sigma}} = \min_{\rho} \left\{ \frac{Z_t^2 \Gamma(2 + \rho + 2\rho\ell)}{8\rho^2 x_t \Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} + \frac{1}{Z_t} \frac{\Gamma(4\rho + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} - \frac{4\alpha_s Z_t}{3} \frac{\Gamma(2\rho + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} + \right. \\ + \frac{\alpha_s Z_t^3}{18x_t^2 \rho} \frac{\Gamma(1 + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} + \frac{\alpha_s Z_t^3 (1 + \ell)}{12x_t^2 \rho} \frac{\Gamma(1 + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} - \frac{Z_t \ell}{24x_t^2} \frac{\Gamma(2\rho + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} + \\ \left. + \frac{\alpha_s Z_t^3 (1 + \ell)}{6x_t^2 \rho (2 + 3\ell)} \frac{\Gamma(1 + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} \right\}. \quad (32)$$

Из (29) мы получаем уравнение для параметра u . Это уравнение для синглетного состояния записывается в виде:

$$u_s^3 - \frac{u_s}{16\rho^2} \cdot \frac{\Gamma(2 + \rho + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} + \frac{\alpha_s}{6\rho} \cdot \frac{\Gamma(1 + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} - \frac{\alpha_s (1 + \ell)}{12\rho} \cdot \frac{\Gamma(1 + 2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho + 2\rho\ell)} - \frac{m_q^2}{4\sigma} \frac{u_s}{Z_s^2} = 0, \quad (33)$$

а также для триплетного состояния:

$$u_t^3 - \frac{u_t}{16\rho^2} \cdot \frac{\Gamma(2+\rho+2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho+2\rho\ell)} - \frac{\alpha_s}{18\rho} \cdot \frac{\Gamma(1+2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho+2\rho\ell)} - \frac{\alpha_s(1+\ell)}{12\rho} \cdot \frac{\Gamma(1+2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho+2\rho\ell)} - \frac{\alpha_s(1+\ell)}{6\rho} \cdot \frac{\Gamma(1+2\rho\ell)}{\Gamma(3\rho+2\rho\ell)} - \frac{m_q^2 u_s}{4\sigma Z_s^2} = 0. \quad (34)$$

Параметры Z_s и Z_t определяются из системы уравнения (28) и равны

$$Z_s^2 = \frac{4\rho^2\Gamma(4\rho+2\rho\ell)u_s}{W_s}; \quad Z_t^2 = \frac{4\rho^2\Gamma(4\rho+2\rho\ell)u_t + \rho^2\ell\Gamma(2\rho+2\rho\ell)/(6u_t)}{W_t}, \quad (35)$$

где использованы следующие обозначения:

$$W_s = \Gamma(2+\rho+2\rho\ell) - \frac{16}{3}\alpha_s u_s \rho^2 \Gamma(2\rho+2\rho\ell) - \frac{2\alpha_s \rho}{u_s} \Gamma(1+2\rho\ell) + \frac{\alpha_s \rho(1+\ell)}{u_s} \Gamma(1+2\rho\ell); \quad (36)$$

$$W_t = \Gamma(2+\rho+2\rho\ell) - \frac{16}{3}\alpha_s u_t \rho^2 \Gamma(2\rho+2\rho\ell) + \frac{2\alpha_s \rho}{3u_t} \Gamma(1+2\rho\ell) + \frac{\alpha_s \rho(1+\ell)}{u_t} \Gamma(1+2\rho\ell) + \frac{\alpha_s \rho(1+\ell)}{u_t} \Gamma(1+2\rho\ell).$$

Уравнения представленные в (33) и (34) вычисляются элементарно, и мы сможем, определит массу и конституентную массу составляющих частиц. В этом случае, учитывая выражение для энергетического спектра из (4) определяем массу мезонов.

Вклад диаграммы собственной энергии в массу мезонов

Взаимодействие составляющих частиц, осуществляется обменом калибровочных полей, т.е. потенциал взаимодействия в нашем подходе определяется всевозможными типами диаграмм Фейнмана. Существует два типа взаимодействий: первое – взаимодействие составляющих частиц посредством калибровочного поля, вклад которого определяется обменными диаграммами, второе – взаимодействие составляющих частиц самих с собой, т.е. диаграмма собственной энергии. В нерелятивистском пределе обычно вклад обменной диаграммы соответствует потенциальному взаимодействию, а вклад диаграммы собственной энергии соответствует непотенциальному взаимодействию, которые определяют вклад перенормировки массы частиц. Детали определения вклада диаграммы собственной энергии изложены в работе [25] и записывается в виде

$$\Delta H_{SE} = -\frac{6\sigma}{\pi} \left(\frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} \right), \quad (37)$$

где μ_1 и μ_2 – конституентные массы составляющих частиц, и σ – натяжение струны.

Тогда масса связанного состояния, с учетом вклада диаграммы собственной энергии записывается в виде:

$$\frac{M}{\sqrt{\sigma}} = \frac{\mu_1}{\sqrt{\sigma}} + \frac{\mu_2}{\sqrt{\sigma}} + x \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{E}{\sqrt{\sigma}} \right) + \frac{E}{\sqrt{\sigma}} - \frac{6\sqrt{\sigma}}{\mu\pi}. \quad (38)$$

Численные результаты наших вычислений представлены в табл.1 и 2. При определении массы, энергетического спектра и конституентой массы кварков использовались следующие значения для c кварка константа связи $\alpha_s = 0.2$ и натяжение струны $\sigma = 0.26 \text{ GeV}^2$. Токовая масса c кварка экспериментально [26] установлена более менее точно и равна $m_c = 1.27 \frac{+0.07}{-0.11} \text{ GeV}$: При определении спектра мезонов

состоящих из b кварков использовал следующие значения константы связи $\alpha_s = 0.16$ и натяжение струны $\sigma = 0.26 \text{ GeV}^2$.

Токовая масса b кварка экспериментально [26] установлена более менее точно и равна $m_c = 4.6 \frac{+0.17}{-0.11} \text{ GeV}$: Полученные численные результаты при различных значениях орбитального квантового числа представлены в табл.1.

Таблица 1. Энергетический и массовый спектры мезонов состоящих из $(c\bar{c})$ кварков с орбитальным возбуждением. Энергетический спектр и массы определены в единицах GeV при значении $\alpha_s = 0.2$, $\sigma = 0.26 \text{ GeV}^2$.

	ℓ	0	1	2	3
$S = 0$	ρ_s	0.764	0.608	0.585	0.585
	u_s	0.7624	1.196	1.3486	1.416
	E_s	0.6342	1.0764	1.3999	1.6759
	x_s	1.4727	1.5318	1.5851	1.6346
	z_s	1.9317	1.2808	1.1753	1.1543
	μ_{qs}	1.5018	1.5621	1.6164	1.661
	M_{sp}	2.983	3.413	3.8035	4.106
$S = 1$	ρ_t	0.554	0.574	0.576	0.576
	u_t	1.2522	1.321	1.3917	1.4549
	E_t	0.6893	1.0899	1.4042	1.6706
	x_t	1.4946	1.5358	1.583	1.6291
	z_t	1.1935	1.1626	1.1375	1.1197
	μ_{qt}	1.5242	1.5662	1.6143	1.6613
	M_{pt}	3.089	3.508	3.8067	4.1033

Из табл.1 видно, что конституентная масса c кварка больше токовой массы и с возрастанием орбитального квантового числа эта разность увеличивается. Также видно, что конституентная масса синглетного и триплетного состояния между собой отличаются, т.е. триплетная масса больше синглетного состояния, а с возрастанием ℓ орбитального квантового числа эта разность уменьшается.

Таблица 2. Энергетический и массовый спектры мезонов состоящих из $(b\bar{b})$ кварков с орбитальным возбуждением. Энергетический спектр и масса определены в единицах GeV при значении $\alpha_s = 0.16$, $\sigma = 0.26 \text{ GeV}^2$

	ℓ	0	1	2	3
$S = 0$	ρ_s	0.74	0.623	0.6	0.59
	u_s	1.6305	2.5738	2.6275	2.7946
	E_s	0.3457	0.6916	0.9365	1.1450
	x_s	4.6468	4.6681	4.6983	4.728
	z_s	2.85	1.9802	1.7881	1.6918

	μ_{qs}	4.7389	4.7605	4.7914	4.8211
	M_{sp}	9.445	9.7927	10.1405	10.2522
$S = 1$	ρ_t	0.631	0.61	0.593	0.575
	u_t	2.1053	2.4543	2.6871	2.8209
	E_t	0.3682	0.69695	0.9388	1.1459
	x_t	4.6512	4.6698	4.6987	4.7277
	z_t	2.2093	1.9027	1.7487	1.6759
	μ_{qt}	4.7434	4.7623	4.7018	4.8213
	M_{pt}	9.4678	9.873	10.043	10.253

Для мезонов состоящих из $(b\bar{b})$ и $(c\bar{c})$ кварков зависимость конstituентных масс кварков от орбитального и спинового квантовых чисел являются аналогичными.

Результаты и обсуждения

В последнее время для определения массового спектра и других характеристик чармоний и боттомоний интенсивно ведутся экспериментальные и теоретические исследования. В частности, работал и работает международные совместные экспериментальные программы: **BES, CLEO, KEDR, BaBar, Belle** и другие (детали см. в [27]). Для описания последних экспериментальных данных требуются учет релятивистских поправок. Известно, что если масса составляющих частиц тяжела, то соответствующие релятивистские поправки малы и в этом случае можем применить методы теории возмущения. Однако, при учете релятивистских поправок связанные с спинным взаимодействием и кинетической энергией и другими характеристиками взаимодействия требует отдельного рассмотрения. При учете спин-спинных и спин-орбитальных взаимодействий потенциала взаимодействия становится пропорциональным по $\sim 1/r^3$ и соответствующая амплитуда рассеяния имеет расходимость и требует провести перенормировку константы связи и волновой функции. С другой стороны, при изучении возбужденных состояний требуется дополнительные параметры или изменение некоторых параметров в частности массы составляющих кварков, т.е. конstituентная масса кварков. В большинство теоретических подходов конstituентные массы кварков рассматриваются как дополнительные свободные параметры. В частности, для описания массовых спектров чармоний и боттомоний с орбитальными и радиальными возбуждениями требуется увеличение конstituентной массы кварков. В нашем подходе некоторые недостатки потенциальных подходов устранены. В частности, для описания связанного состояния УШ записывается с конstituентной массой. Таким образом, энергетический спектр связанного состояния зависит от конstituентной массы кварков. С другой стороны наши результаты показали, что (см. табл.1 и 2) конstituентные массы кварков для орбитально возбужденных состояний увеличивается. Мы учитываем поправки связанные с непертурбативным характером взаимодействия. Потенциал взаимодействия определяется всевозможным типом диаграмм Фейнмана, в частности диаграммы собственной энергии. Известно, что феноменологические потенциальные модели более менее хорошо описывают массовые спектры чармоний и боттомоний. Однако в этих феноменологических потенциальных моделях "искусственно" вводится новый параметр [14]:

$$V_0 = -2\sqrt{\lambda} \cdot \exp\{-(\gamma - 1/2)\}, \quad \gamma = 0.577215665,$$

который позволяет обеспечить идеальное согласие с экспериментальными данными. Этот параметр может быть связан с непотенциальным характером взаимодействия, т.е. с перенормировкой собственной энергии. В работе [28], исходя из квазипотенциального формализма построена релятивистская кварковая модель и результаты приведены в табл.3 и 4. Однако, для массы кварков авторы в выше указанной работе выбрали следующие значения: $m_c = 1.55 \text{ GeV}$, $m_b = 4.88 \text{ GeV}$ и для константы взаимодействия $\sigma = 0.18 \text{ GeV}^2$, и для свободного параметра $B = -16 \text{ GeV}$ соответственно. Также выбрали параметр обрезания константы кварк-глюонного взаимодействия. С другой стороны экспериментально [26] массы c и b кварков определены и равны: $m_c = 1.27 + (+0.07 - 0.11) \text{ GeV}$ и $m_b = 4.68 + (+0.17 - 0.07) \text{ GeV}$.

Таблица 3. Массовый спектр чармоний с орбитальным возбуждением для синглетного и триплетного состояний. В таблице также приведены результаты экспериментальных [26] и теоретических данных полученных в работах [28, 29] и [14] в единицах GeV II.

	ℓ	[14]	[28]	[29]	Exp[26]	Our
$S = 0$	0	2.979	2.979	2.9879	2.9798 ± 0.0018	2.983
	1	3.415	3.424	3.415	3.4150 ± 0.0008	3.413
	2		3.811		3.840 ± 0.02	3.8035
	3				4.090	4.106
$S = 1$	0	3.097	3.096	3.0969	3.09687 ± 0.00004	3.089
	1	3.511	3.510	3.51113	3.5105 ± 0.00012	3.508
	2		3.510	3.819		3.8067
	3				4.090	4.1033

В работе [29], исходя из квантовохромодинамических потенциальных моделей при значении массы кварков $m_c = 2.375 \text{ GeV}$, $m_b = 5.453 \text{ GeV}$ определены массовые спектры чармоний и боттомоний и эти результаты представлены в табл.3 и 4.

Таблица 4. Массовый спектр боттомоний с орбитальными возбуждениями для синглетного и триплетного состояний. В таблице также приведены результаты экспериментальных [26] и теоретических данных полученных в работах [28, 29] и [14] в единицах GeV .

	ℓ	[14]	[28]	[29]	Exp[26]	Our
$S = 0$	0	9.402	9.400	9.4076	9.300 ± 0.02	9.445
	1	9.847	9.863	9.8619	9.8598 ± 0.0013	9.7927
	2		10.153		10.161	10.1405
	3					10.2522
$S = 1$	0	9.465	9.460	9.4603	9.4603 ± 0.00021	9.4678
	1	9.876	9.892	9.8934	9.8919 ± 0.7	9.873
	2	10.138	10.158			10.043
	3				10.2325	10.253

На основании полученных результатов можно заключить:

- Вычислены массовые спектры чармоний и боттомоний. Определена зависимость конституентной массы от орбитального квантового числа. Наши результаты показали, что с возрастанием орбитального квантового числа конституетная масса кварка увеличивается.

- В нашем подходе масса кварка не является свободным параметром. Для токовых масс кварков использованы данные, полученные в эксперименте. Наши результаты показали, что конституентная масса кварков больше токовой массы данного кварка. Определен расщепление конституентной массы кварка для спинового синглетного и спинового триплетного состояний.
- В нашем подходе два свободного параметра: α_s – константа кварк-глюонного взаимодействия и σ – натяжение струны. Наши результаты показали, что учет вклада непотенциального взаимодействия, т.е. вклада собственной энергии дает хорошее согласие с экспериментальными и другими теоретическими данными авторов.

1. Боголюбов Н. Н., Ширков Д.В.; Введение в теорию квантованных полей "Наука"(1976).
2. Weinberg S. ; The quantum theory of fields, Cambridge University Press, Cambridge (1995).
3. Itzykson C., and Zuber J.B.; Quantum field theory, McGraw-Hill, New York(1980).
4. Eides M.I., et al.,// Phys. Repor.,2001. V.342, P.61.
5. Amsler C. , et al., Review of Particle Physics, // Phys. Lett.2008,V. B667, P.1.
6. Greiner W., Reinhard J. ; Quantum Electrodynamics, Springer, Berlin (1992).
7. Wick G.C.// Phys. Rev. 1954. V.96. P.1124;
Cutkosky R.E.// Phys. Rev. 1954. V.96. P.1135;
Efimov G.V.// Few-Body Systems 2003. V.33. P.199.
8. Logunov A.A., Tavkhelidze A.N.,// Nuovo Cimento. 1963.V.29.P.380;
Faustov R.N., Galkin V.O. and Mishurov A.Yu.// Phys.Lett. B.1995. V.356. P.516; Phys. Rev. D. 1996. V.53. P.6302.
9. Berestetskii V.B., Lifshitz E.M., Pitaevskii L.P.,Quantum Electrodynamics, 2nd Edition, Pergamon Press, Oxford, 1982.
10. Caswell W.E. and Lepage G.P.// Phys. Let. B. 1986. V.167. P.437.
11. Kinoshita T. and Nio M.// Phys. Rev. D. 1996. V.53. P.4909.
12. Quigg C. and Rosner J.L.// Phys. Rev. 1990.V. 56.P.167
13. Быков А.А. , Дремин И.М., Леонидов А.В.// УФН. 1984. V.143. P.3.
14. Godfrey S. and Isgur N.// Phys. Rev. D. 1985.V.32. P.189; Isgur N. and Wise M.// Phys. Lett. B. 1984.V. 232.P. 113; Phys. Lett. B. 1990. V. 237.P.527.
15. Dineykhan M, Zhaugasheva S A, Toinbaeva N Sh and Jakhanshir A. //J. Phys. B: At.Mol.Opt. Phys. 2009. V.42. P. 145001;
Динейхан М., Жаугашева С.А., Кожамкулов Т.А. // ЯФ. 2005. V.68. С.340-350;
Dineykhan M., Zhaugasheva S.A., Kozhamkulov T.A., Petrov Ye. // Few-Body Systems. 2005. V.37. P.49-69.
16. Feynman R.P. and Hibbs A.P., Quantum Mechanics and Path Integrals (Me Graw-Hill, New York, 1963).
17. Dineykhan M., S. A. Zhaugasheva S.A., Toinbaeva N.SH. //Jour. Phys.B: At.Mol.Opt. Phys. 2010. V.43. P.015003(7pp);
Динейхан М., Жаугашева С.А.//ЭЧАЯ ,V.42, Вып.3 (в печати).
18. Lucha W., Schoberl F.F., Gromes D. //Phys. Rep. 1991. V. 200. P.127.
19. Eichten E., Feinberg F. // Phys. Rev. 1981. V. D23. P.2724.
20. Badalian A.M. and Bakker B.L.G. // Phys. Rev. 2002. V. D66. P.034025.
21. Badalian A.M., Bakker B.L.G. and Simonov Yu.A.// Phys. Rev.D. 2002. V.66. P.034026.
22. Dineykhan M., Efimov G.V., Ganbold G. and . Nedelko S.N., Oscillator representation in quantum physics, (Lecture Notes in Physics, Springer-Verlag, Berlin, 1995), V. 26.
23. Fock V.A.: Principles of quantum mechanics. Moscow: Nauka 1976
24. Dineykhan M., Efimov G. V. // Rep. Math. Phys. 1995. V.36, P.287; //Yad. Fiz. 1996. V.59, 862; Dineykhan M.// Z. Phys. 1997. V. D41. P.77; Dineykhan M., Nazmitdinov R. G.//

- Yad. Fiz. 1999. V. 62. P.143; Dineykhon M, Zhaugasheva, S. A., Nazmitdinov, R. G.// JETP. 2001. V.119. P.1210.
25. Simonov Yu.A.// Phys. Lett.B. 2001 .V.515. P.137.
26. Amsler C., et al. Particle Data Group.// Phys. Lett.B. 2008. V.667. P.1-1340.
27. Brambilla N., et al., Heavy Quarkonium Physics, CERN- 2005-005, Geneva(2005).
28. Ebert D., Faustov R.N., and Galkin V.O., Phys. Rev.D. 2003.V.67.p.014027.
29. Gupta S.N. and Johnson J.M., Phys. Rev.D. 1996.V.53.p.312.

УДК 517.977.1

У.М. Ибрагимов

ИНВАРИАНТНЫЕ МНОЖЕСТВА В УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМАХ С ИНТЕГРАЛЬНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

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

Мақалада басқарылатын жүйелердегі инвариантты жиындар интегралдық шектеулермен қарастырылған. Жүйеде басқару тендеудің оң жағында аддитивті түрде берілген жылу өткізгіштік тендеуімен сипатталады. Берілген есеп басқару теориясы тұрғысынан қаралған, яғни берілген функция басқару функциясы деп алынған. Есептің тиімді басқаруының бар екендігі белгілі болған соң, қаралып жатқан басқарылатын жүйеге сәйкес бос емес күшсіз инвариантты жиын анықталады. Дәлелденген теоремадан сызықты ішкі кеңестік үшін күшсіз инварианттылықтың қажетті және жеткілікті шарттары келіп шығады.

In article a question about invariance of the set with integral restrictions is considered. The system is described by heat conductivity equation in right side of which there is the control in additional form. A task is considered from point of view of control, i.e. We adopt the given function as a controlling function. After establishment of optimum control existence unempty set is determined. This set is weakly invariant in relation to considered controlled system. From the proved theorem necessary and sufficient conditions of weak invariance of linear subspace follow.

Введение. В данной работе рассматривается вопрос об инвариантности данного множества относительно системы с распределенными параметрами. Система описывается уравнением теплопроводности, правой части которого в аддитивной форме находится управления. Относительно исходных данных получены достаточные условия для сильной и слабой инвариантности множества, которое представляет график данного многозначного отображения. Отметим что, подобные задачи изучались для систем с сосредоточенными параметрами [1-6].

Постановка задачи. Рассмотрим следующую задачу

$$\dot{z}(t) + Az(t) = u(t), \quad t > 0, \quad (1)$$

$$z(0) = z^0, \quad (2)$$

где $u(\cdot)$, $z(\cdot)$ -абстрактные функции, т.е. при каждом $t \geq 0$ являются единственными элементами пространства $H_0 = L_2(\Omega)$, и H_1 соответственно, отсюда следует: $z^0 \in H_1$.

Теорема 1. Пусть $u(\cdot) \in L_2([0, T], H_0)$, $z^0 \in H_1$. Тогда задача (1), (2) имеет единственное решение (принадлежащее пространству $C([0, T], H_1)$), удовлетворяющее интегральному равенству

$$-\int_0^T \int_{\Omega} z(t) \dot{g}(t) dx dt + \int_0^t \int_{\Omega} \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \frac{\partial z(t)}{\partial x_i} \frac{\partial g(t)}{\partial x_j} dx dt = \int_{\Omega} z(0) g(0) dx + \int_0^T \int_{\Omega} u(t) g(t) dx dt, \quad (3)$$

при любом $g(\cdot) \in C^1([0, T], H_1)$ с условием $g(x, T) = 0$.

Доказательство. Так как $u(t), z^0 \in L_2(\Omega)$, то их можно представить в виде ряда Фурье

$$u(t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(t) \varphi_k, \quad z^0 = \sum_{k=1}^{\infty} z_k^0 \varphi_k, \quad (4)$$

с условием

$$\sum_{k=1}^{\infty} \|u_k(\cdot)\|^2 < \infty, \quad \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k |z_k^0|^2 < \infty \quad (5)$$

Искомую функцию (решению) задачи (1), (2) представим виде

$$z(t) = \sum_{k=1}^{\infty} z_k(t) \varphi_k \quad (6)$$

Поставляя эти разложения в (1), (2) и приравнявая коэффициенты при φ_k с одинаковыми номерами, получаем бесконечную систему линейных дифференциальных уравнений

$$\dot{z}_k(t) + \lambda_k z_k = u_k(t), \quad 0 < t \leq T, \quad (7)$$

$$z_k(0) = z_k^0, \quad (8)$$

где $k = 1, 2, \dots$.

Из (7), (8) имеем

$$z_k(t) = e^{-\lambda_k t} z_k^0 + \int_0^t e^{-\lambda_k(t-\tau)} u_k(\tau) d\tau, \quad k = 1, 2, \dots \quad (9)$$

Теперь, проверим, что построенная функция (6), по коэффициентам (9) действительно является решением задачи (1), (2).

Из (9) имеем

$$|z_k(t)| \leq e^{-\lambda_k t} |z_k^0| + \sqrt{\int_0^t e^{-2\lambda_k(t-\tau)} d\tau \cdot \int_0^t u_k^2(\tau) d\tau} = e^{-\lambda_k t} |z_k^0| + \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} \cdot \sqrt{\int_0^t u_k^2(\tau) d\tau}, \quad 0 \leq t \leq T,$$

откуда

$$|z_k(t)|^2 \leq 2|z_k^0|^2 + \frac{1}{\lambda_k} \int_0^t u_k^2(\tau) d\tau, \quad 0 \leq t \leq T, \quad k = 1, 2, \dots \quad (10)$$

Домножая соотношение (10) на λ_k и суммируя по k , получаем

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k z_k^2(t) \leq 2 \left(\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k |z_k^0|^2 + \sum_{k=1}^{\infty} \int_0^t u_k^2(\tau) d\tau \right), \quad 0 \leq t \leq T$$

отсюда имеем

$$\|z(t)\|_{H_1}^2 \leq 2 \left(\|z^0\|_{H_1}^2 + \|u(\cdot)\|_{L_2([0,1], H_0)}^2 \right)$$

Последнее неравенство означает, что $z(t) \in H_1$ для каждого $t \in [0, T]$.

Теперь проверим ее непрерывность по t в норме пространства H_1 . Для этого рассмотрим выражение

$$\begin{aligned}\|z(t+h)-z(t)\|_{H_1}^2 &= \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \|z_k(t+h)-z_k(t)\|^2 = \\ &= \sum_{k=1}^N \lambda_k \|z_k(t+h)-z_k(t)\|^2 + \sum_{k=N+1}^{\infty} \lambda_k \|z_k(t+h)-z_k(t)\|^2,\end{aligned}$$

где числа $h > 0$ и N выбираются далее по заданному $\varepsilon > 0$.

В силу (9) имеем

$$z_k(t+h)-z_k(t) = z_k^0 e^{-\lambda_k h} (e^{-\lambda_k h} - 1) + \int_0^t u_k(\tau) e^{-\lambda_k(t-\tau)} (e^{-\lambda_k h} - 1) d\tau + \int_t^{t+h} u_k(\tau) e^{-\lambda_k(t+h-\tau)} d\tau$$

так как $e^{-\lambda_k t} \leq 1$, то

$$\begin{aligned}\|z(t+h)-z(t)\|_{H_1}^2 &\leq 3 \sum_{k=1}^N \lambda_k |e^{-\lambda_k h} - 1|^2 \left(|z_k^0|^2 + \left| \int_0^t u_k(\tau) e^{-\lambda_k(t-\tau)} d\tau \right|^2 \right) + \\ &+ 3 \sum_{k=N+1}^{\infty} \lambda_k \left(|z_k^0|^2 + \left| \int_0^t u_k(\tau) e^{-\lambda_k(t-\tau)} d\tau \right|^2 \right) + 3 \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \left| \int_t^{t+h} u_k(\tau) e^{-\lambda_k(t+h-\tau)} d\tau \right|^2\end{aligned}\quad (11)$$

Пусть ε -произвольное положительное число. Так как

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k |z_k^0|^2 < \infty$$

и

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \left| \int_0^t u_k(\tau) e^{-\lambda_k(t-\tau)} d\tau \right|^2 &\leq \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \int_0^t |u_k(\tau)|^2 d\tau \cdot \int_0^t e^{-2\lambda_k(t-\tau)} d\tau = \\ &= \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{\infty} (1 - e^{-2\lambda_k t}) \int_0^t |u_k(\tau)|^2 d\tau \leq \|u(\cdot)\|_{L_2([0,t],H_0)}^2,\end{aligned}$$

поэтому выбором число N можно сделать среднего слагаемого (11) меньше чем $\frac{\varepsilon^2}{3}$.

Значит первого слагаемого также можно сделать меньше чем $\frac{\varepsilon^2}{3}$ выбором положительного числа h .

Для третьего слагаемого получим следующую оценку

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \left| \int_t^{t+h} u_k(\tau) e^{-\lambda_k(t+h-\tau)} d\tau \right|^2 &\leq \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \int_t^{t+h} u_k^2(\tau) d\tau \cdot \int_t^{t+h} e^{-2\lambda_k(t+h-\tau)} d\tau = \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \frac{1 - e^{-2\lambda_k h}}{2\lambda_k} \int_t^{t+h} u_k^2(\tau) d\tau \leq \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{\infty} \int_t^{t+h} u_k^2(\tau) d\tau = \frac{1}{2} \|u(\cdot)\|_{L_2([t,t+h],H_0)}^2.\end{aligned}$$

Отсюда следует, что выбором числа h , третьего слагаемого суммы (11), также можно сделать меньше чем $\frac{\varepsilon^2}{3}$. Из этих оценок получим $\|z(t+h)-z(t)\|_{H_1} < \varepsilon$, которое означает непрерывность функции $z(t)$, $0 \leq t \leq T$.

Непосредственной подстановкой можно убедиться в том, что функция, определяемая рядом (6) удовлетворяет интегральному равенству (3) для любых функций $v(\cdot)$ из пространства $C^1([0,T],H_1)$ с условием $v(x,T) = 0$.

Задачу (1), (2) рассмотрим с точки зрения управления, т.е. функции $u(\cdot)$ примем в качестве управляющих функции. Они удовлетворяют условиям: $u(\cdot) \in L_2([0, T], H_1)$, $\|u(\cdot)\| \leq \rho$, где ρ - некоторое положительное число. исходя из этого введем следующее обозначение

$$V = \{u(\cdot) \in L_2([0, T], H_1) \mid \|u(\cdot)\| \leq \rho\},$$

элементы которого называются допустимыми управлениями.

Определение 1. Множество $W \subset R^1$ называется сильно инвариантным на отрезке $[0, T]$ времени относительно системы (1), если для любых $\|z^0\| \in W$ и $u(\cdot) \in V$ выполняется включение $\|z(\cdot)\| \in W$.

Определение 2. Множество $W \subset R^1$ называется слабо инвариантным на отрезке $[0, T]$ времени относительно системы (1), если для любого $\|z^0\| \in W$ существует $u(\cdot) \in V$, такое что выполняется включение $\|z(\cdot)\| \in W$.

Здесь и далее нормы элементов соответствует нормам соответствующих пространств. Рассматривается сильно и слабо инвариантность множества вида $W = [0, b]$, где b - некоторое положительное число. Наша дальнейшая цель является нахождение соотношения между параметрами T, b, ρ таким образом, чтобы обеспечить данного множества W сильно или слабо инвариантность на отрезке $[0, T]$ времени относительно системы (1).

Пусть $z^0 \in H_1$ любой элемент, удовлетворяющий условию $\|z^0\| \in W$, т.е.. $u(\cdot)$ любое допустимое управление из множества V . Тогда соответствующее решение уравнения (1) имеет вид

$$z(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left(z_k^0 e^{-\lambda_k t} + \int_0^t e^{-\lambda_k(t-\tau)} u_k(\tau) d\tau \right) \varphi_k, 0 \leq t \leq T$$

отсюда имеем

$$\|z(\cdot)\|^2 = \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \int_0^T \left[z_k^0 e^{-\lambda_k t} + \int_0^t e^{-\lambda_k(t-\tau)} u_k(\tau) d\tau \right]^2 d\tau,$$

где $\|\cdot\|$ - норма пространства H_1 .

Сначала рассмотрим подинтегральную выражению с суммой, т.е.

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \left(z_k^0 e^{-\lambda_k t} + \int_0^t e^{-\lambda_k(t-\tau)} u_k(\tau) d\tau \right)^2.$$

Имеем

$$\begin{aligned} & \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k (z_k^0 e^{-\lambda_k t} + \int_0^t e^{-\lambda_k(t-\tau)} u_k(\tau) d\tau)^2 \leq \\ & \leq \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k |z_k^0|^2 e^{-2\lambda_k t} + 2\lambda_k |z_k^0| e^{-\lambda_k t} \int_0^t e^{-\lambda_k(t-\tau)} u_k(\tau) d\tau + \lambda_k \int_0^t e^{-2\lambda_k(t-\tau)} d\tau \cdot \int_0^t u_k^2(\tau) d\tau) \leq \\ & \leq \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k |z_k^0|^2 e^{-2\lambda_k t} + 2\lambda_k |z_k^0| e^{-\lambda_k t} \sqrt{\int_0^t e^{-2\lambda_k(t-\tau)} d\tau} \cdot \sqrt{\int_0^t u_k^2(\tau) d\tau} + \frac{1 - e^{-2\lambda_k t}}{2} \int_0^t u_k^2(\tau) d\tau) \leq \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \leq \int_0^T (e^{-2\lambda_1 t} \|z^0\|^2 + 2e^{-\lambda_1 t} \sqrt{\frac{1-e^{-2\lambda_k t}}{2}} \sum_{k=1}^{\infty} \sqrt{\lambda_k} |z_k^0| \sqrt{\int_0^t u_k^2(\tau) d\tau} + \sum_{k=1}^{\infty} (1-e^{-\lambda_k t}) \int_0^t u_k^2(\tau) d\tau) dt \leq \\
& \leq \int_0^T \left(e^{-2\lambda_1 t} \|z^0\|^2 + 2e^{-\lambda_1 t} \sqrt{\frac{1-e^{-2\lambda_1 t}}{2}} \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} \int_0^t u_k^2(\tau) d\tau} + (1-e^{-\lambda_1 t}) \rho^2 \right) dt \leq \\
& \leq \int_0^T \left(e^{-2\lambda_1 t} b^2 + 2e^{-\lambda_1 t} b \rho \sqrt{1-e^{-\lambda_1 t}} + (1-e^{-\lambda_1 t}) \rho^2 \right) dt = \int_0^T \left(e^{-2\lambda_1 t} b + \sqrt{1-e^{-\lambda_1 t}} \rho \right)^2 dt. \quad (12)
\end{aligned}$$

Для исследования подинтегрального выражения введем следующее обозначение

$$\varphi(t) = e^{-2\lambda_1 t} b + \sqrt{1-e^{-\lambda_1 t}} \rho, \quad t \geq 0.$$

Заметим, что $\varphi(0) = b$. С помощью дифференциального исчисления легко показать, что

$$\sup_{t \geq 0} \varphi(t) = \begin{cases} \rho, & \text{если } \rho \geq 2b, \\ b + \frac{\rho^2}{4b}, & \text{если } \rho < 2b \end{cases} \quad (13)$$

Отсюда и из (12) имеем следующую теорему.

Теорема 2. Если $1 \leq 2\lambda_1$, то множество W слабо инвариантно на любом отрезке $[0, T]$ относительно системы (1).

Доказательство. Пусть z^0 – произвольный элемент пространства H_1 с условием $\|z^0\| \leq b$, положим $u(t) = 0, \quad t \geq 0$. Тогда соответствующее решение уравнения (1) с учетом (6) имеет вид

$$z(t) = \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\lambda_k t} z_k^0 \varphi_k.$$

Значит

$$\|z(\cdot)\|^2 \leq \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \int_0^T (e^{-\lambda_k t} z_k^0)^2 dt = \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k |z_k^0|^2 \left(\frac{1-e^{-2\lambda_k T}}{2\lambda_k} \right). \quad (14)$$

Допустим, что выполнено условие теоремы. Тогда из (14) имеем

$$\|z(\cdot)\|^2 \leq \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k |z_k^0|^2 \cdot \frac{1}{2\lambda_1} \leq \frac{b^2}{2\lambda_1} \leq b^2,$$

Отсюда $\|z(\cdot)\| \in W$ т.е. W слабо инвариантно. Теорема доказана.

Выводы. В статье рассматриваются инвариантные множества в управляемых системах с интегральными. После установление существования оптимального управления, определяется непустое множества, слабо инвариантное относительно рассматриваемой управляемой системы. Из доказанной теоремы, вытекает необходимое и достаточное условия слабой инвариантности линейного подпространства.

1. Гусейнов Х.Г., Ушаков В.Н. Сильно и слабо инвариантные множества относительно дифференциального включения. //Докл.АНСССС.1988. Т.303.№4. С.794-796.
2. Aubin J.-P. A survey of viability theory. //STAMJ. Confr and Optim. 1990. vol. 28.№4. P.749-788.

3. Feuer A., Heymann J. – invariance in control systems with bounded controls// J.Math. Anal. and Appl. 1976. vol. 53. №2. P. 266-276.
4. Ибрагимов У.М. К инвариантным множествам линейных управляемых систем // Поиск. Науч. журн. МОН РК, 2008. №1. Серия естест. и техн. наук. с. 211-213.
5. Ибрагимов У.М. Выяснение слабой инвариантности области выживания управляемой системы // Труды VII Всероссийской науч.конф. с межд. участием «Матем. моделир. и краевые задачи». Ч.2. –Самара, СГТУ, 2010. с.105-109.
6. Haddad G. Monotone trajectories of differential inclusions and functional differential inclusions with memory. // Israel J. Math 1981. vol. 39. №1-2, P.38-100.

УДК 378.016.026:517.972.4

А.Р. Кабулова, Г.З. Абсаламова*

ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

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

Берілген мақалада студенттерді интерактивті оқытудың мазмұны ашылған. Интерактивті оқыту студенттерге математиканы оқыту әдістемесін дұрыс қабылдауға, студенттердің білім сапасын көтеріп, қызығушылығын арттырып және педагогикалық ой - өрісінің дамуын қамтамасыз етеді. Оқуда студенттердің белсенділігін арттыру бағытында интерактивті оқыту топқа және жұпқа бөліп жұмыс істеуін ұсынады. Оқыту процессіндегі методикалық пәндерді интерактивті оқытудың қолданылуының технологиясы ұсынады.

The article deals with the essence interactive teaching of students. The interactive teaching provides positive motivation of the students to study of a technique of teaching of mathematics, formation steady cognitive of interest of the students to discipline, increase of quality of knowledge, creation of pedagogical conditions for development of abilities of the students. The interactive activity on employment assumes organization of the individual, pair and group forms of work. The technology of application of interactive training is offered in the course methodical disciplines teaching.

Скажи мне, я забуду.

Покажи мне, и, может быть, я буду помнить.

Позволь мне сделать это, и это станет моим навсегда.

(Китайская пословица).

Вопросы активизации учебной деятельности студентов относятся к числу наиболее значимых проблем современной педагогической науки и практики. Реализация принципа активности в обучении имеет определенное значение, т.к. обучение и развитие носят деятельностный характер и от качества учения как деятельности зависит результат обучения, развития и воспитания студентов.

Необходимы учебные пособия для преподавателей, которые позволили бы строить занятия по развитию у студентов мышления, внимания и других видов познавательной деятельности. Продуктивное занятие должно формировать не только глубокие и прочные знания, но и умения использовать их в различных ситуациях, самостоятельно добывать знания, формировать опыт решения проблем. Поэтому необходима целенаправленная работа по развитию у студентов интеллектуальных, физических, эмоционально-волевых, познавательных умений. Наилучшие результаты

при решении этой проблемы можно получить только при наличии активной позиции студентов в учебном процессе.

В последние годы педагогика стала осваиваться смежными науками: появился термин интерактивное обучение. Понятие интеракции заимствовано из научного направления в социологии. Интерактивность, понимаемая как непосредственный диалог, в наши дни обретает особое значение, связанное с высоким уровнем развития техники. Интерактивными сегодня называют специальные средства и устройства, которые обеспечивают непрерывное диалоговое взаимодействие пользователя с компьютером.

Интерактивное обучение – это обучение, погруженное в общение. При этом "погруженное" не означает "замещенное". Интерактивное обучение сохраняет конечную цель и основное содержание образовательного процесса. Оно видоизменяет формы с транслирующих на диалоговые, т.е. включающие в себя обмен информацией, основанной на взаимопонимании и взаимодействии. [1]

Этот подход показался для нас наиболее приемлемым путем обеспечения положительной мотивации студентов к изучению методики преподавания математики, формирования устойчивого познавательного интереса студентов к дисциплине, повышения качества знаний, создания педагогических условий для развития способностей студентов.

Учебное взаимодействие можно рассматривать с разных точек зрения. Прежде всего, взаимодействие преподавателя и студента связаны с формой организации учебной деятельности (индивидуальной, фронтальной и групповой).

В случаях индивидуальной и фронтальной организации учебной деятельности взаимодействие будет аналогичным (преподаватель-студент). Групповая форма организации учебной деятельности имеет более сложную структуру, здесь в процессе учебных взаимодействий устанавливаются продуктивные связи не только между преподавателем и студентом, но и внутри студенческого коллектива. Таким образом, с точки зрения интерактивности именно групповая форма оказывается более эффективной и насыщенной, хотя это по-разному может сказаться на результативности учебного процесса.

Остановимся на групповой работе:

Групповая работа как форма коллективной учебной деятельности есть способ организации совместных усилий студентов по решению поставленной на СРСП учебно-познавательной задачи.

Групповая форма обучения должна одновременно решать три основных задачи:

- конкретно-познавательную, которая связана с непосредственной учебной ситуацией;
- коммуникативно-развивающую, в процессе которой вырабатываются основные навыки общения внутри и за пределами данной группы;
- социально-ориентационную, воспитывающую гражданские качества, необходимые для адекватной социализации индивида в сообществе.

При этом идет внедрение новой концепции обучения, в которой студент является центральной фигурой и превращается из пассивного слушателя в самого активного деятеля учебного процесса. Этому способствует и уровень современной компьютерной техники и программного обеспечения.

По каждой дисциплине студент имеет свой личный индивидуальный подход по реализации целей обучения- это предыдущие знания, предыдущий опыт, предпочтения, хобби, интересы, мотивация.

Интерактивные способы обучения дают возможность преподавателю визуально наблюдать за процессом усвоения учебного материала студентами. Важным отличием мультимедиа-технологии от любой другой технологии является интеграция в одном программном продукте разнообразных видов информации, как традиционных - текст, таблицы, иллюстрации, так и активно развивающихся: речь, музыка, анимация. Очень важным аспектом является параллельная передача аудио и визуальной информации. Эта технология реализует новый уровень интерактивного общения человека и компьютера, где пользователь может переходить от одного объекта к другому, организовывать режим вопросов и ответов.

Также огромную популярность приобрели гипер-медиа-технологии. Они имеют много общего с мультимедиа, но отличаются нелинейной организацией содержащейся информации; предоставляют удобные возможности работы с текстом за счет выделения в них ключевых объектов (слова, фразы, изображения, и организации перекрестных ссылок между ними).

Мы видим, что степень усвояемости материала можно значительно увеличить, если внимание студента будет сосредоточено на объяснении преподавателя, а не на том, как скорее и точнее отобразить его слова в своих записях, поэтому мы снабжаем студентов распечатками слайдов своих лекций. А лекции, демонстрируем с помощью проектора в режиме слайд-шоу, что является наиболее распространенным способом обучения.

Наличие обратной связи, обусловленной использованием интерактивных технологий в процессе обучения, позволяет преподавателю для каждого из студентов выстраивать индивидуальные, уникальные приемы достижения цели обучения.

Уровень репродуктивных умений обучаемых легко проверяется современными системами тестирования, полностью автоматизируя этот процесс. Уровень продуктивных знаний оценивается разноуровневой системой практических заданий.

И здесь возникает вопрос об образовательной среде, в которой происходит это обучение. На наш взгляд такая среда должна быть построена на структурировании материала (обычно в виде графа, задающего структуру логических связей между терминами, кластерами), включающем как материалы для усвоения репродуктивных умений, так и для развития продуктивных умений. Учебный материал должен быть представлен пошаговыми целостными единицами, включающими весь спектр необходимых и достаточных материалов для усвоения каждой из них. И объем курса должен превышать предписанные стандартами нормы. Такая конструкция при изучении одного и того же курса разными студентами позволит после усвоения необходимого минимума каждому из них изучить углубленно эти разделы или дополнительно, заинтересовавшие его разделы, а в случае болезни или других причин отсутствия быстро и легко восстановить (изучить) пропущенный материал.

Необходимо отметить и возможность создания и использования интерактивных заданий при изучении каждого из учебных разделов. Причем интерактивность при изучении разных предметов может быть основана на различных технологиях:

- при изучении математических дисциплин и спецкурсов - это многозадачные и многоуровневые задания, предъявляемые в определенной логической последовательности с постепенным их решением и оценкой каждого шага. Рост сложности идет от простых репродуктивных.
- при изучении методики преподавания математики - это видеоролики, позволяющие, после первого их предъявления преподавателем многократное их прокручивание студентами, для детального усвоения приемов, применяемых в соответствующих программных продуктах и указанных в них, а также - это ролики

демонстрирующие или моделирующие (визуализирующие) учебные процессы в школе, дающие возможность его детального изучения и применения во время педагогической практики.

Особенностью внедрения такого стиля обучения является обязательная и детальная предварительная разработка интерактивного учебного курса с включением всех необходимых составляющих.

Использование в учебном процессе интерактивных технологий трансформирует и роль преподавателя. Он становится менеджером учебного процесса, оказывая адресную помощь студентам в случае необходимости, и, формируя индивидуальные методы изучения дисциплины каждым из студентов в своем собственном темпе, в соответствии с календарно-тематическим планом курса.

В то же время у преподавателя возрастает количество времени для активного общения со студентами в ходе учебного процесса, проведения индивидуальных консультаций по ходу изучения дисциплины, для контроля за успешностью обучения каждого студента. Внедрение интерактивных технологий в учебный процесс допускает реализацию групповых форм обучения, дающих умение работы в команде, работы в коллективе, важных для дальнейшей профессиональной реализации студентов

Использование интерактивной модели обучения предусматривают моделирование жизненных ситуаций, использование ролевых игр, совместное решение проблем. Исключается доминирование какого-либо участника учебного процесса или какой-либо идеи.

Интерактивные технологии обучения - это такая организация процесса обучения, в котором невозможно неучастие студента в коллективном, взаимодополняющем, основанном на взаимодействии всех его участников процесса обучающего познания.

В середине XX в. Курт Левин выдвинул предположение, что легче изменить индивидов, собранных в группу, чем изменить любого из них по отдельности. В этом и заключается важнейшая особенность интерактивного обучения: процесс научения происходит в групповой совместной деятельности. Смысл групповой работы заключается в том, чтобы приобретаемый в специально созданной среде опыт (знания, умения) человек смог перенести во внешний мир и успешно использовал его. Однако для организаторов интерактивного обучения помимо чисто учебных целей важно, чтобы в процессе происходящих в группе взаимодействий осознавалась ценность других людей и формировалась потребность в общении с ними, в их поддержке.[2]

По мнению специалистов групповая форма обучения позволяет одновременно решать три основных задачи:

- 1) конкретно-познавательную задачу, которая связана с непосредственной учебной ситуацией;
- 2) коммуникативно-развивающую, в процессе которой вырабатываются основные навыки общения внутри и за пределами данной группы;
- 3) социально-ориентированную, воспитывающую гражданские качества, необходимые для адекватной социализации индивида в сообществе. [2]

Для успешной деятельности в группе интерактивного обучения могут быть осуществлены две основные функции:

- решение поставленных задач (учебных, поведенческих и пр.);
- оказание поддержки членам группы в ходе совместной работы.

Из всего сказанного, следует признать, что интерактивное обучение - это специальная форма организации познавательной деятельности. Она имеет в виду вполне конкретные и прогнозируемые цели. Одна из таких целей состоит в создании оптимально-комфортных условий обучения, таких, при которых студент чувствует

свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность, что делает продуктивным процесс обучения.

Суть интерактивного обучения, по нашему мнению, состоит в том, что учебный процесс необходимо организовать таким образом, что практически все студенты оказываются вовлеченными в процесс познания, они имеют возможность понимать и делать выводы по поводу того, что они знают и думают.

Совместная учебно-познавательная деятельность студентов означает, что каждый из них вносит особый индивидуальный вклад, идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности, что воспитывает доброжелательность и взаимную поддержку позволяющую не только получать новое знание, но и развивает саму познавательную деятельность и сотрудничество.

Интерактивная деятельность на занятиях предполагает организацию и развитие диалогового общения, которое ведет к взаимопониманию, взаимодействию, к совместному решению общих, но значимых для каждого участника задач. Для этого на занятиях организуются индивидуальная, парная и групповая работа, применяются исследовательские проекты, ролевые игры, идет работа с документами и различными источниками информации, используются творческие работы.

Итак сделаем вывод: технология интерактивного обучения, предлагаемая нами, дает возможность

студенту:

- развивать личностную рефлексия;
- осознать включенность в общую работу;
- становиться активным субъектом в учебной деятельности;
- развивать навыки общения;
- повысить познавательную активность

группе:

- формирования группы как общности;
- повышения познавательного интереса;
- развития навыков анализа и самоанализа в процессе групповой рефлексии;

преподавателю:

- нестандартное отношение к организации образовательного процесса.

Таким образом, интерактивное обучение – интересное, творческое, перспективное направление в современной методике обучения студентов в условиях кредитной технологии.

1. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. М., 1998, 319с.
2. Педагогические технологии: Учебное пособие для студентов педагогических специальностей/ под.ред. В.С.Кукушкина. Ростов н/Д, 2002,320с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВЕДЕНИЙ АБАЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

(г. Алматы, АО «НАК «Казатомпром»)

Мақалада мектеп физика курсының әр түрлі тақырыптарына Абай лирикасынан алынған материалдар іріктеліп келтірілген. Әр түрлі физикалық құбылыстар мен заңдылықтардың әдеби сипаттамасын жаңа материалды түсіндіру кезінде иллюстрация ретінде пайдалануға болады. Бұл «пассивті», белсенді емес тәсіл. Мүмкін «белсенді» тәсілдер. Бұл иллюстрациялық мәтін негізінде құрылған есептерді шешу. Кейбір иллюстрацияларға түсініктеме

This article contains poetry of Abai that is relevant to different topics of high school physics course. The poetic descriptions of various physical laws and phenomena can be used as an illustration in explaining the new material. This is a «passive» method. The «active» method is solving the problems based on the poetic text. We provide comments to some illustrations.

В данной статье приводится подборка материалов из лирики Абая к различным темам школьного курса физики. Художественные описания различных физических явлений и закономерностей можно зачитать как иллюстрацию при объяснении изучаемого на уроке материала – это «пассивный» прием. Возможны «активные» приемы: например, решение физических задач, составленных учащимися на основе иллюстративного текста; анализ-беседа, в ходе которой рассматривается с точки зрения физики содержание фрагмента. Приемы в данном случае во многом неотделимы от личности и умения самого учителя. К некоторым иллюстрациям даны комментарии.

Волновые явления

Желсіз түнде жарық ай,
Сәулесі суда дірілдеп.

Безветренной ночью луна,
Нагая, дрожит на воде. (Абай)

Перед нами мертвая зыбь. Профиль волны мертвой зыби можно приближенно описать кривой, называемой *трохоидой*.

Скорость волны изменяется с ее длиной. Этот факт в значительной мере определяет неупорядоченность и изменчивость картины волн. Одни волны дополняют другие, волны сливаются друг с другом и волны распадаются; волны складываются в фазе и волны складываются в противофазе. Взаимодействие волн друг с другом приводит к тому, что одна волна оказывается непохожей на другую, время от времени возникают очень высокие волны.

На первый взгляд, волна представляется поперечной. На самом деле волны на поверхности воды – это не поперечные и не продольные волны. Каждая частица в волне движется приблизительно по окружности в вертикальной плоскости, параллельной направлению распространения волны.

В этой удивительно красивой картине плавно катящихся в полном безветрии волн нет какой-либо суеты, в ней чувствуются гармония и уверенность.

Скорость волны на глубокой воде описывается формулой $v = \sqrt{g\lambda/2\pi}$, а на мелкой воде $v = \sqrt{gH}$, где g – ускорение свободного падения; H – глубина.

Если $H > \lambda$, то говорят о глубокой воде; если же $H < \lambda$, то говорят о мелкой воде.

При изучении темы «Волновые явления. Длина волны. Скорость распространения волны» можно рассмотреть следующую задачу: исходя из размерности физических величин, показать, что скорость волны на голубой воде должна быть пропорциональна $\sqrt{\lambda g}$. Прежде всего выясним, какие величины могут входить в формулу для скорости волны; λ – длина волны; H – глубина водоема; ρ – плотность воды; g – ускорение свободного падения, так как роль вращающей силы играет сила тяжести.

Учитывая, что рассматривается глубокая вода, исключим H , так как в данном случае волна не «чувствует» дна, так что величина H не может влиять на ее скорость v . Из оставшихся трех величин (λ , ρ , g) надо образовать величину, имеющую размерность V .

В величину ρ входит масса, размерность же остальных величин не содержит массы. Следовательно, ρ тоже надо исключить. В итоге остаются две величины: λ и g . Единственной комбинацией из этих величин, имеющей размерность скорости, очевидно, является $\sqrt{\lambda g}$.

Итак, исходя только из общих физических соображений и учитывая размерности величин, мы получили формулу $V = \sqrt{\lambda g/2\pi}$ с точностью до безразмерного множителя $\sqrt{1/2\pi}$.

Отсюда следует важный вывод: на глубокой воде скорость волн зависит от длины. Более длинные волны бегут быстрее коротких.

Прямолинейное распространения света

Жаман дос көлеңке
Басыңды күн шалса,
Қашып құтыла алмайсың.
Басыңды бұлт шалса,
Іздеп таба алмайсың.

Когда все хорошо и ладно,
Ты друзьями всегда окружен, –
Но оставят тебя мгновенно,
Если Роком ты поражен. (Абай)

* * *

Көлеңке басын ұзартып,
Алысты көзден жасырса.
Күнді уақыт қызартып,
Көкжиектен асырса
Когда станет длинною тень,
И закат прохладно багрян,
И, путь завершая, день
Шагнет за дальний курган. (Абай)

Геометрическая оптика. Глаз. Аккомодация глаза. Зоркость.

Томағасын тартқанда бір қырымнан,
Қыран құс көзі көріп самғағанда.
Төмен ұшсам түлкі өрлеп құтылар деп,
Қанды көз қайқаң қағып шықса аспанға.

Он сорвет клобучек у беркута с глаз, –
Беркут крылья расправит, глядя в упор.
Слишком низко мы скачем: уйдет лиса! –
Так подумав, он взмоет к вершинам гор. (Абай)

Вопрос: зачем клобучком закрывают глаза беркуту?

Ответ: чтобы выяснить назначение зрачка и ввести понятие аккомодации, сделаем следующий опыт – выключим свет, зашторим окна, т.е. создадим темноту. (Предварительно учащиеся располагаются так, чтобы им можно было видеть глаза друг друга.) Через некоторое время при включении света каждый может увидеть увеличение зрачка у своего соседа. В случае? Если предмет приближается к глазу, заставляя увеличиваться расстояние до изображения, зрачок становится более выпуклым и толстым. Его фокусное расстояние при этом уменьшается так, что расстояние до изображения остается постоянным и изображение не сходит с сетчатой оболочки.

Такой процесс, дающий те же самые результаты, что и фокусировка фотоаппарата, называется *аккомодацией*. В данном случае зрачок аккомодирован на ближнюю точку, т.е. предмет находится так близко к глазу, что зрачок имеет наименьшее возможное фокусное расстояние.

Вопрос: почему сокол может видеть на большом расстоянии?

Ответ: глаз сокола устроен таким образом, что хрусталик может стать почти плоским, вследствие чего изображение отдаленных предметов падает на сетчатку.

Сетчатка глаза человека и орла примерно одинакова, однако диаметр нервных клеток (колбочек) в глаз орла в центральной части сетчатки меньше – он равен всего 0,3–0,4 мкм. Какое значение для орла имеет такая структура сетчатки глаза?

Благодаря небольшому диаметру нервных клеток возрастает разрешающая способность глаза орла и повышается острота его зрения.

Физическая оптика. Дисперсия света.

Қызыл арай сары алтын шатырына,
Күннің кешке кіргенін көрді көзім.

Только вечером видел, как сходит оно
В свой политый закатом шатер золотой. (Абай)

Солнечные закаты всегда необычайно красивы. Прежде всего бросаются в глаза красноватый цвет заходящего солнца и такой же цвет неба вблизи него. Часто этот цвет оказывается нежно-красным, почти розовым, но иногда солнечный диск выглядит ярко-красным и даже багровым. Согласно народным приметам, если заря на закате или восходе солнца золотистая, светло-розовая, то будет ясная погода. Красное заходящее солнце предвещает ветреную погоду.

Почему заходящее солнце становится красным? Почему небо имеет голубой цвет? Оказывается, в обоих случаях причина одна – рассеяние солнечного света в земной атмосфере.

В 1869 г. Дж.Тиндаль осуществил свой знаменитый опыт для объяснения голубизны неба. Этот опыт совсем нетрудно воспроизвести в школьном кабинете физики. Аквариум прямоугольной формы наполните водой и направьте на его стенку слабо расходящийся узкий пучок света от диапроектора. Чтобы пучок был достаточно узким, вставьте в диапроектор на место слайда кусочек плотной черной бумаги с круглым отверстием в центре диаметром 2–3 мм. Опыт проводите в затемненном помещении. Для усиления рассеяния светового пучка при его прохождении через аквариум добавьте в воду немного молока и тщательно размешайте жидкость. Содержащиеся в молоке частички жира не растворяются в воде, они находятся во взвешенном состоянии и способствуют рассеянию света. Можно наблюдать голубоватый оттенок у рассеянного света. Свет же, прошедший сквозь аквариум, приобретает красноватый оттенок. Итак, если смотреть на световой пучок в аквариуме сбоку, то он кажется голубоватым, а с выходного торца – красноватым. Это можно объяснить, если предположить, что синий свет рассеивается сильнее, чем красный: при прохождении белого светового пучка через рассеивающую среду из него рассеивается в основном «синий компонент», поэтому в выходящем из среды пучке начинает преобладать «красный компонент».

В 1871 г. Дж.Стретт (Рэлей) именно так и объяснил результаты опытов Тиндаля. Установленный Рэлеем закон утверждает: *интенсивность рассеянного света пропорциональна четвертой степени частоты света, или, иначе говоря, обратно пропорциональна четвертой степени длины световой волны.*

Если применить закон Рэля к рассеянию солнечного света в земной атмосфере, то нетрудно объяснить и голубой цвет дневного неба, и красный цвет солнца при восходе и закате. Поскольку интенсивнее рассеиваются световые волны с более высокими частотами (с короткой длиной волны), то, следовательно, спектр рассеянного света будет сдвинут в сторону более высоких частот, а спектр света, остающегося в ручке (после того как испытавший рассеяние свет покинул пучок), будет сдвинут, естественно, в обратную сторону – к более низким частотам. В первом случае белый цвет становится голубым, а во втором – красноватым. Глядя на дневное небо, наблюдатель воспринимает свет, рассеянный в атмосфере, согласно закону Рэля; спектр этого света сдвинут в сторону более высоких частот, создавая голубой цвет неба. Глядя на Солнце, наблюдатель воспринимает свет, прошедший через атмосферу, без рассеяния; спектр этого света сдвинут к низким частотам. Чем ближе Солнце к линии горизонта, тем более длинный путь проходят в атмосфере световые лучи, прежде чем попадут к наблюдателю, тем в большей мере сдвигается их спектр. В результате заходящее (восходящее) Солнце мы видим в красных тонах. Вполне понятно также, почему нижняя часть заходящего солнечного диска выглядит более красной, чем его верхняя часть.

Физическая оптика. Длина световой волны

Біреуі – көк, біреуі – жер тағысы,
Адам үшін батысып қызыл қаңға.
Қар – аппак, бүркіт – қара, түлкі – қызыл...

Та – царица земли, тот – небесный царь,

Захотел человек, и эти цари бьются насмерть,
А снег ослепительно бел, черен беркут, лисица красно... (Абай)

Вопрос: с какой физической характеристикой световых волн связано различие в цвете?

Ответ: цвет тела определяется длиной волны отраженных лучей, которые попадают в глаз. При освещении белым светом лисица отражает красный участок солнечного спектра.

Поглощение и отражение света

Ақ киімді денелі ақ сақалды,
Соқыр, мылқау танымас тірі жанды.
Дем алысы үскірік, аяз бен қар,
Кәрі құдаң қыс келіп, әлек салды.

В белой шубе, плечист, весь от снега седой,
Слеп и нем, с серебристой большой бородой.
Враг всему, что живет, с омреченным челом
От дыхания его – стужа, снег и буран.
Тучу шапкой надвинув на брови себе,
Он шагает, кряхтя, разукрашен, румян.
Брови грозно нависли, нахмуренный вид. (Абай)

Вопрос:

- Почему «от дыхания его – стужа», вид – нахмуренный?

Ответ:

- Общеизвестно, что снежное покрывало спасает от морозов растения и диких животных, ведь свежий снег благодаря обилию в нем воздушных пор обладает высокими теплоизоляционными свойствами. Но возможно, не все знают, что тот же самый снег способствует усилению зимних холодов. Конечно, зимнее похолодание (и вообще смена времен года) связано прежде всего с тем, что ось вращения Земли наклонена к плоскости ее орбиты. Однако немаловажную роль в усилении зимних холодов играет и тот факт, что снежный покров сильно отражает солнечные лучи. Суша отражает только 10-20% света. Отсюда видно, насколько меньше энергии получает Земля от Солнца благодаря высокой отражающей способности снежного покрова.

Механика. Основные понятия кинематики

«Қансонарда бүркітші шығады аңға,
Тастан түлкі табылар андығанға.
Жақсы ат пен тату жолдас –бір ғанибет,
Ыңғайлы ықшам киім аңшы адамға.
Салаң етіп жолықса қайтқан ізі,
Сағадан сымпың қағып із шалғанда».

«Всадник с беркутом скачет ранних снегах,

Будет зорек – добудет лису в горах.
Вот находка в пути: удобный наряд,
Конь хороший да спутник, забывший страх,
Да лисы осторожной обратный след,
Обнаруженный чудом в горных кустах». (Абай)

Вопросы:

- Почему следы лучше видны раннем снегу?
- Как называются следы на свежеснег с точки зрения физики?
- Как называется длина траектории?
- Какую форму должна иметь траектория точки, чтобы пройденный ею путь мог равняться перемещению?

Ответ:

- Удивительную изменчивость снега и льда изучает наука *гляциология*. В зависимости от температуры, влажности воздуха, силы ветра существенно изменяются свойства снега. Рыхлость свежеснега (низкая плотность) объясняется насыщенностью воздушными промежутками. Поэтому следы лучше видны в ранних снегах.
- Следы на свежеснеге есть траектория.
- Дина траектории – пройденный путь.
- Траектория должна быть прямолинейной.

1. Абай Кунанбаев, сборник произведений в 2-х томах, - Алматы, 1995, 384 стр.

УДК 519.7

М.Н. Калимолдаев, Р.Р. Мусабаев, Б.С. Калдарова

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЯЗЫКОВОГО ОБУЧЕНИЯ

(г.Алматы, Институт проблем информатики и управления КН МОН РК)

Жұмыстың мақсаты - фонемдік мәтін үшін сөздердің сигналдарын синтездеудің унифицирленген әдістерін, модельдерін зерттеу, оларды іске асыратын ақпараттық жүйені модельдеу және құру. Құрылған бағдарламалық кешендердің басқа тілдер мысалдарында қолданыстары тексеріліп тиімділігіне көз жеткізілді. Фонемдік мәтін үшін (ағылшын тілі мысалында) сөздердің(сөйлемдердің) сигналдарын синтездеудің унифицирленген әдістерін, модельдерін іске асыратын бағдарламалар кешені құрылды

The main object of this article is to analyze applicability of semantic networks in language education and to build and develop IT system using these methods. Confirming the applicability of all developed methods, models and software systems to resolve language education task in different languages. As a result of the education system the acceptable output has been achieved for every examined language demonstrating commonality of all developed methods, models and software systems.

На сегодняшний день владение различными языками – это не роскошь, а острая необходимость человека быть достаточно конкурентоспособным в современном

информационном мире. Если раньше иностранные языки были нужны в основном дипломатам, то сегодня они стали одним из основных инструментов в работе многих людей. В данной статье обосновывается возможность эффективного применения информационных технологий на базе семантических сетей в процессе языкового обучения.

В рамках решения поставленной задачи разработана система обучения иностранному языку. В качестве изучаемого языка выбран английский как наиболее востребованный язык в современных реалиях. В основе разработанной информационной системы лежит база данных WordNet. WordNet — это семантическая сеть для английского языка, разработанная в Принстонском университете, и выпущенная вместе с сопутствующим программным обеспечением под свободной лицензией. Для удобства использования в рассматриваемом проекте был осуществлён экспорт базы данных WordNet из её собственного формата в формат СУБД Microsoft SQL Server.

Семантическая сеть — информационная модель предметной области, имеющая вид ориентированного графа, вершины которого соответствуют объектам предметной области, а дуги (рёбра) задают отношения между ними. Объектами могут быть понятия, события, свойства, процессы [1]. Таким образом, семантическая сеть является одним из способов представления знаний. В названии соединены термины из двух наук: семантика в языкознании изучает смысл единиц языка, а сеть в математике представляет собой разновидность графа — набора вершин, соединённых дугами (рёбрами). В семантической сети роль вершин выполняют понятия базы знаний, а дуги (причем направленные) задают отношения между ними. Таким образом, семантическая сеть отражает семантику предметной области в виде понятий и отношений.

Компьютерные семантические сети были детально разработаны Ричардом Риченсом в 1956 году в рамках проекта Кембриджского центра изучения языка по машинному переводу. Процесс машинного перевода подразделяется на 2 части: перевод исходного текста в промежуточную форму представления, а затем эта промежуточная форма транслируется на нужный язык. Такой промежуточной формой как раз и были семантические сети. В 1961 г. появилась работа Мастермана, в которой он, в частности, определял базовый словарь для 15000 понятий.

Словарь состоит из 4 сетей для основных знаменательных частей речи: существительных, глаголов, прилагательных и наречий. Базовой словарной единицей в WordNet является не отдельное слово, а так называемый синонимический ряд («синсеты»), объединяющий слова со схожим значением и по сути своей являющимися узлами сети. Для удобства использования словаря человеком каждый синсет дополнен дефиницией и примерами употребления слов в контексте. Слово или словосочетание может появляться более чем в одном синсете и иметь более одной категории части речи. Каждый синсет содержит список синонимов или синонимичных словосочетаний и указатели, описывающие отношения между ним и другими синсетами. Слова, имеющие несколько значений, включаются в несколько синсетов и могут быть причислены к различным синтаксическим и лексическим классам.

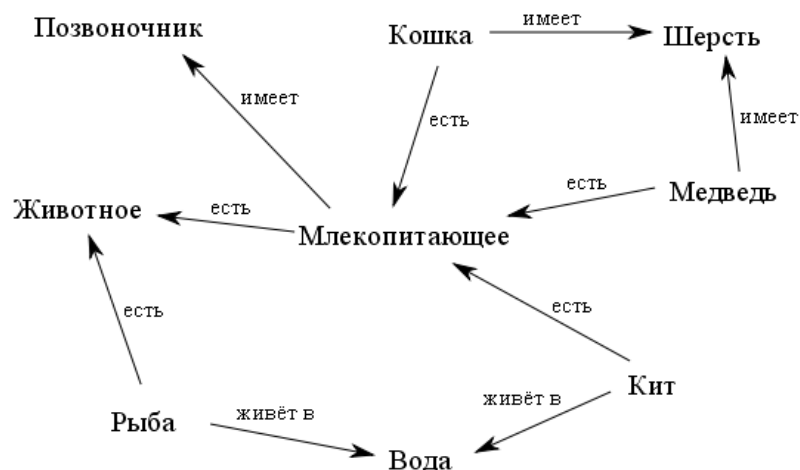


Рисунок 1. Пример семантической сети

Синсеты в WordNet связаны между собой различными семантическими отношениями:

- гипероним (breakfast → meal) – слово с более широким значением, выражающее общее, родовое понятие, название класса (множества) предметов (свойств, признаков);
- гипоним (meal → lunch) – слово с более узким значением, называющее предмет (свойство, признак) как элемент класса (множества);
- has-member (faculty → professor);
- member-of (pilot → crew);
- мероним: has-part (table → leg) – понятие, в отношении к другому понятию, выражающее его составную часть;
- антоним (leader → follower).

Также, существуют различные другие связи: лексические, антонимические, контекстные (слово 'x' имеет отношение к слову 'y') и другими. Среди них особую роль играет гипонимия: она позволяет организовывать синсеты в виде семантических сетей. Для разных частей речи родовидовые отношения могут иметь дополнительные характеристики и различаться областью охвата.^[6]

Как видно из аналитического обзора, для освоения чтения и развития разговорных навыков на бытовом уровне достаточно 2000-3000 слов, для этого из всей базы WordNet сделана выборка, состоящая из 2500 наиболее употребляемых слов. Выборка производилась из двух таблиц: wn3_s (набор синсетов) и wn3_g (описания к синсетам). В целом, вся система WordNet состоит из нескольких различных таблиц, в которых данные сгруппированы по определенным принципам. При этом таблицы связаны между собой.

Разработанная на основе семантической сети WordNet информационная система обучения иностранному языку имеет следующие функциональные возможности:

1) Для наиболее эффективного запоминания использовать ассоциативный метод [2,3]. Например, при выдаче слова и его перевода рядом изображается картинка, отражающая суть данного слова. Также сюда можно добавить возможность слухового восприятия (само слово воспроизводится через динамики).

2) За один прием осваивается семь слов как наиболее оптимальное количество для запоминания за один раз. Также предполагается изучение устойчивых сочетаний слов и наиболее распространенных фраз.

3) После каждого приема изучения организовывается проверка обучаемого на предмет правильности усвоенного им материала. При этом пользователю предоставляется выбор из различных вариантов проверки. Например, тестирование, т. е. из нескольких вариантов ответа нужно выбрать правильный, вариантами ответов могут быть изображения, слова, или перевод. Другой пример, когда выдается изображение или слово, или же оно произносится, а пользователю необходимо ввести ответ в поле с клавиатуры.

4) Функции динамического обновления картинок через сеть Internet.

5) Поддержка систем синтеза речи для озвучивания произвольного текста.

Важной функцией является составление частотного словаря для реализации метода чтения. Это будет очень полезным для тех, кто часто читает литературу на английском, но еще не овладел достаточной словарной базой. Благодаря этой функции пользователь сможет вводить текст, который ему необходимо прочитать, а программа, проанализировав текст, составляет на его основе частотный словарь, после чего самые часто встречающиеся в нем слова можно занести в базу и изучить. Это в дальнейшем облегчит чтение текста и его перевод, так как не придется учить все слова, встречаемые в тексте, каждый раз заглядывая в словарь. Выучив наиболее часто встречаемые слова в тексте, пользователь тем самым значительно повысит эффективность и скорость чтения. К тому же сам процесс изучения, основанный на вышеописанных методах, можно будет осуществить в короткие строки.

Важным значением применения семантической сети в рассматриваемой системе является возможность реализации процесса последовательного обучения связанным по смыслу словам, т.е. у обучаемого формируется последовательность связанных ассоциаций.

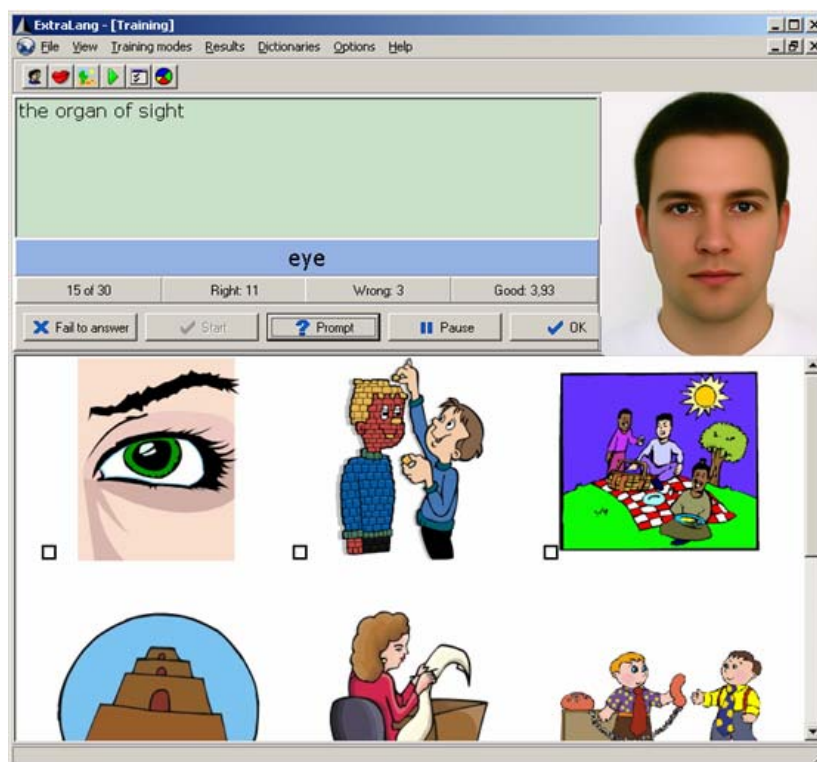


Рисунок 2. Изучение слов (с изображением)

На рисунке 2 показан пример интерфейсной части системы обучения.

В заключении можно отметить высокую эффективность предложенных методов и реализованной на их основе информационной системы обучения иностранному языку.

1. Гинзбург Р. С., Чарльз Фриз, его лингвистические и методические взгляды, «Иностранные языки в школе», 1963, № 5. С. 12-15.
2. Р. Солсо. Когнитивная психология. М., 1996. С. 144-146.
3. Зейгарник, Б. В. Патопсихология. М.: Издательство Московского университета, 1986. С
4. Пауэрс Л.Снелл М. Microsoft Visual Studio 2008. Microsoft Visual Studio 2008. Санкт-Петербург, 2009. С. 99-100, 307, 612, 659.
5. Д. П. Мак-Манус, Д. Голдштейн, К. Т. Прайс. Обработка баз данных на Visual Basic.NET. С. 100, 201-203.

УДК 519.7

М.Н. Калимолдаев, Р.Р. Мусабаев, Б.С. Калдарова

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЧЕВЫХ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

(г. Алматы, Институт проблем информатики и управления КН МОН РК)

Сөздік сигналдың синтезделу үрдісі зерттеудің пәні болып табылады. Зерттеу объектісі – сөздік сигналды синтездеу моделі және оның интонациялық сипаттамаларын түрлендіру әдістері. Берілген жұмыста зерттелген және құрылған модельдер түрлі аппараттық жүйелер құрамына кіретін адам-машина интерфейсінің жүзеге асыру барысында қолданыла алады. Бұл жұмыстағы ұсыныстар сөздердің (сөйлемдердің) сигналдарын синтездеудің унифицирленген жүйелерін құру кезінде пайдалы бола алады.

Object of research is process of synthesis of a speech signal. Subject of research are models of synthesis of a speech signal and methods of updating of its intonational characteristics. The models developed and investigated in the present work, can be used at realization of human-machine interfaces in structure of various information systems. The recommendations containing in work, can be useful at construction of the unified systems of synthesis of a speech signal.

Решать задачу повышения эффективности современных лингвистических обучающих систем призвана технология искусственного синтеза естественной человеческой речи [1]. Главная задача систем синтеза речи – это преобразование входной текстовой информации в её выходное звуковое представление на одном из естественных языков. В самом оптимальном варианте, данные системы призваны заменить человека в процессе чтения текстов и выступить в роли автоматизированных дикторов, которые готовы неустанно читать тексты любых объёмов и любой сложности на любых языках. Под естественной речью понимаются звуковые и мимические составляющие речи человека. Входная текстовая информация обычно представляется в виде электронного текста (Рис. 1).

Данные алгоритмы в основном применяются при построении систем с человеко-машинными интерфейсами. Особенно их применение оправдано, если

система оперирует текстовой информацией, подлежащей озвучиванию и данная информация является переменной во времени.

Устная речь изначально представлена в последовательной форме в виде последовательностей звуков, слов, предложений. Последовательно также изменяются ударения, интонации и скорость чтения. Восприятие устной речевой информации с помощью слуха происходит у человека практически самопроизвольно на уровне рефлексов. Это подтверждается тем фактом, что даже если человек не желает воспринимать информационную составляющую речи, восприятие всё равно происходит помимо его воли и единственный способ препятствовать восприятию – это физически устраниться от источника звукового сигнала. В комфортной обстановке при оптимальных параметрах звучания (приемлемый уровень громкости, скорости чтения, отсутствие посторонних шумов) человеку требуются минимальные усилия для восприятия и усвоения информации представленной в устной речевой форме.

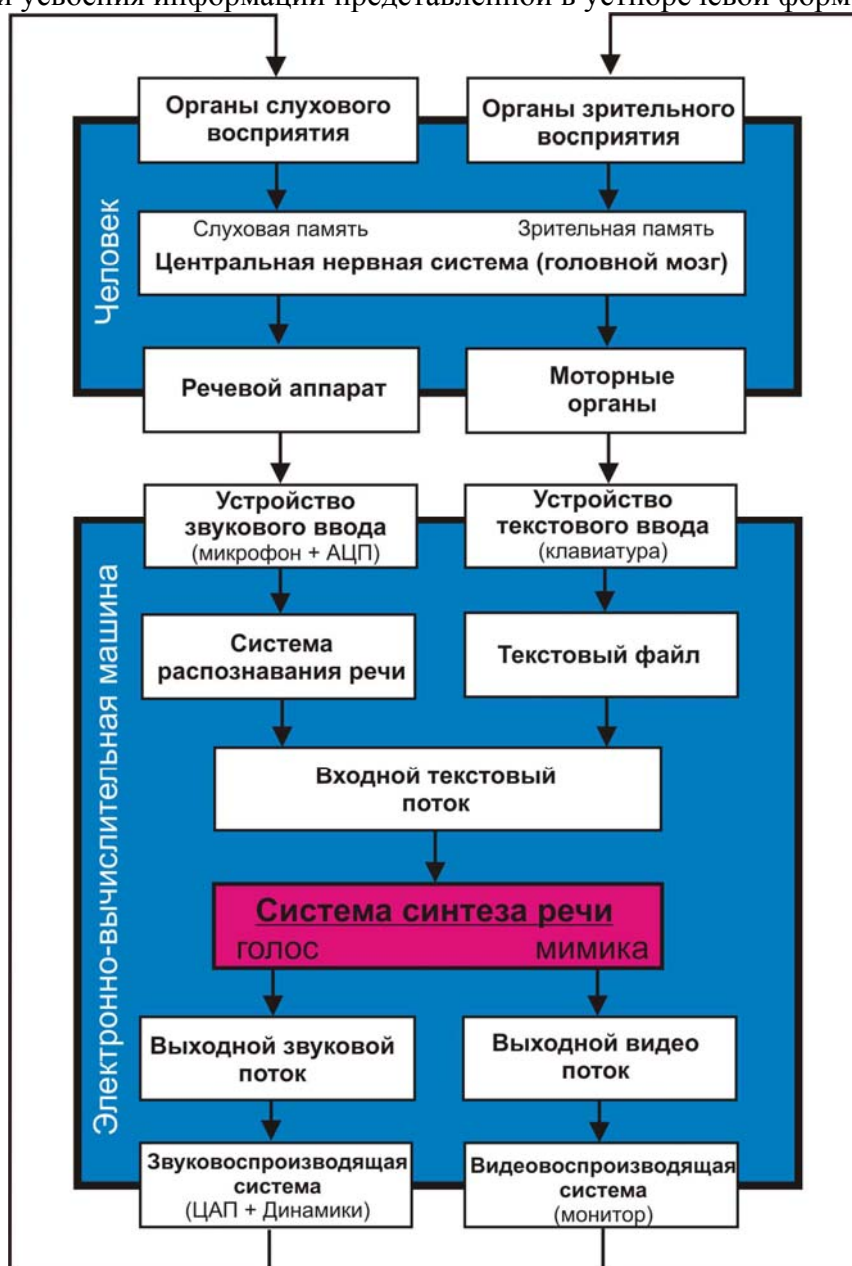


Рис. 1 – Схема взаимодействия человека и ЭВМ с применением речевых человеко-машинных интерфейсов.

Важные различия существуют между восприятием устной речи с сопутствующей ей визуальной информацией и восприятием той же речи без сопутствующей визуальной информации. Типичным примером для первого случая является кинофильм, а для второго – радиопередача. В случае просмотра кинофильма человек мысленно погружается в представляемые ему внешние визуальные и звуковые образы, воспринимая информацию практически такой, какой она ему преподносится. При этом мозговая активность находится на относительно низком уровне. В случае же прослушивания радиопередачи, человеку необходимо «включать» собственное воображение для воссоздания излагаемой картины, ему приходится постоянно извлекать некие образы, хранящиеся в собственной памяти. Другие образы могут возникать самопроизвольно из автоассоциативной памяти. При прослушивании радиопередачи активность головного мозга намного выше, чем при просмотре кинофильма. Данную особенность восприятия человеком информации нужно учитывать при создании обучающих систем с применением ЭВМ и речевых человеко-машинных интерфейсов.

Письменная же речь в общем смысле является «побочным» эффектом устной речи и носит второстепенный характер. Для человека наиболее естественно и эффективно получать и усваивать информацию именно в устной форме. Это связано главным образом с тем, что при устной форме общения между человеком и человеком или между человеком и машиной звуковая информация из слухового нерва попадает непосредственно в ту часть головного мозга человека, которая отвечает за речевые функции.

Опыты показывают, что усваивать речевой материал наиболее эффективно задействуя только слуховую память без участия зрительной. В общем можно сказать, что главным плюсом зрительного восприятия информации является его скорость, а слухового восприятия – более высокая эффективность усвоения и качество самой информации.

Особенно эффективно при построении систем с человеко-машинным интерфейсом использовать связку технологий синтеза и распознавания речи. На Рис. 1 видны обратные связи, которые свидетельствуют о возможности осуществления контроля над системой человек-машина при использовании одних только речевых интерфейсов. Например, при условии наличия качественного синтезатора речи ЭВМ может обучать человека иностранному языку и при этом производить контроль правильности произношения иностранных слов с помощью алгоритмов распознавания речи. Авторами данного доклада ведутся разработки подобных систем с целью построения лингвистических тренажеров для обучения английскому и казахскому языкам.

Главная задача, которую приходится решать при реализации вышеописанных систем является задача качественного синтеза речи. Наиболее универсальным решением данной задачи может выступить программная реализация алгоритма синтеза речи в виде универсального модуля с целью последующего его использования в различных системах. Авторами доклада успешно произведена реализация данных алгоритмов для синтеза любых слов на английском языке по их текстовому либо транскрипционному представлению. При этом основной упор делался именно на качество осуществляемого синтеза, а также на широкий диапазон регулирования параметров синтеза.

Алгоритмы синтеза речи программным методом потенциально могут быть применены практически к любому из языков, на которых говорит современное человечество. Каждый из этих языков в свою очередь имеет собственный словарный

запас, лексические, фонетические и грамматические особенности. Наиболее оптимальным методом решения задачи синтеза речи может стать разработка специального машинного языка, с помощью которого в универсальной форме будут описываться правила синтеза для каждого из человеческих языков с учётом его специфики.

Однако при оценке качества синтеза, нужно отчётливо понимать, что синтез речи – это результат высшей нервной деятельности человека [6]. И достижение указанных результатов возможно только при использовании алгоритмов аналогичных или подобных по функционалу человеческому мозгу. Пока же, в силу текущих достижений науки и техники мы можем только максимально близко приближаться к указанным результатам по качеству и возможностям синтеза. В системах синтеза речи всегда будут присутствовать вполне определённые ограничения, накладываемые функциональностью используемых алгоритмов и аппаратных мощностей.

1. Е.Н. Амиргалиев, Р.Р. Мусабаев. Информационные технологии искусственного синтеза речи // Вестник КазНПУ. - 2007. - № 4(20). С. 26-34.
2. Р.Р. Мусабаев. Опыт использования технологии синтеза речи при построении системы контроля технологического процесса для нефтеперерабатывающего производства // Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии: Сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. - Алматы: КБТУ, 2008.
3. Е.Н. Амиргалиев, Р.Р. Мусабаев. Некоторые направления и задачи обработки лингвистических данных // Вестник КазНТУ. – 2007. - № 6(63). С. 182-187.
4. А. Ф. Элфорд. Загадка возникновения Homo Sapiens. Сборник "Тайное и явное", СПб., 2003 г.
5. И. Т. Канева. Шумерский язык. Центр "Петербургское Востоковедение", 2006 г.
6. Джефф Хокинс, Сандра Блейсли. Об интеллекте. Вильямс, 2007 г.

УДК 517.956.3+519.642.5

С.Е. Касенов*

СЫЗЫҚТЫ АЛГЕБРАЛЫҚ ТЕНДЕУДІҢ НОРМАЛЬ ПСЕВДОШЕШІМДІ ІЗДЕУДІҢ РЕТТЕУІШІ АЛГОРИТМІ

*(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, * - PhD докторант)*

В основе построения устойчивых методов решения некорректных задач лежит понятие регуляризующего алгоритма и связанного с ним понятия регуляризованного семейства решений. В данной статье приведены построение регуляризующего алгоритма для линейных алгебраических уравнений. Плохо обусловленные системы уравнений следует рассматривать как некорректно поставленные задачи и при их приближенном решении необходимо применять идеи регуляризации.

The basis for constructing stable methods for solving ill-posed problems is the notion of regularizing algorithm and the associated notion of a regularized family of solutions. This article describes the construction of regularizing algorithms for linear algebraic equation. Ill-conditioned system of equations should be regarded as ill-posed problems and their approximate solution is necessary to apply the idea of regularization.

Қисынды емес есептің шешімінің орнықты әдісін жасау негізінде қисынды емес есептің толық анықталмағандығы жатады. Оларды шешу үшін қосымша мәліметтерді

пайдалану қажет – жуық шешімдерді таңдаудың тәсілін құрастыру керек. Егер осы тәсілдер құрастырылса, орнықты емес есепті шешудің орнықты әдісін тұрғызуға болады деп айтамыз, сондай-ақ бұл реттеуіш алгоритмі (РА) деп аталады.

$$Az = u \quad z \in R^n \quad u \in R^n \quad (1)$$

есеп үшін реттеуіш алгоритмін құрайық. Бізге A_h – жуық матрица u_δ – векторы белгілі болсын. $\|A - A_h\| \leq h \quad \|u - u_\delta\| < \delta \quad h > 0, \quad \delta > 0$ болатын $\eta = \eta(h, \delta)$ деп белгілейік. Біз жуық A_h, u_δ, η мәндері бойынша z_η – жуық шешімді алып, $\eta \rightarrow 0, z_\eta \rightarrow \bar{z}_n$ болатында ($\bar{z}_n$ – тура нормаль псевдошешім) (1) сызықты алгебралық теңдеуді шешудің орнықты тәсілін тұрғызайық.

A_h, u_δ, η жуық мәндер - реттеуіш алгоритм тұрғызу үшін минимал қажетті мәлімет болып табылады (есептің ақырлы өлшемділігін ескере отырып, δ қателік мәнінен бас тартуға болады, ал h қателік мәнінен бас тартуға болмайды). Егерде біз шешім туралы көбірек мәлімет білсек, онда бұл мәнді есептің қойылуына қосу қажет. Бұл жағдайда басқа реттеуіш алгоритм тұрғызар едік. Мысалы, егер бізге A немесе A^*A матрицаларының рангтері белгілі болса (яғни нөлден өзгеше A^*A матрицаның меншікті санның саны немесе A матрицаның сингуляр санның саны), онда оңайлықпен келесі реттеуіш алгоритм ұсынар едік: $A_h^*A_h$ матрицасының меншікті сандары берілген матрицаның қателігінен үзіліссіз тәуелді болғандықтан және A^*A матрицаларының меншікті сандарына ұмтылғандықтан, онда A^*A матрицаларының меншікті санның модулі бойынша минимал мәндерін керекті санын нөлмен айырбастап, біз нормаль псевдошешімге жуықтауды аламыз. Практикада, әдетте, A -ның рангісі белгісіз болады. Сондықтан біз келесі түрде әрекет етеміз. (1) жуық шешімдерінің жиынына анықтама береміз және осы жиыннан нақты жуық шешімді таңдап алудың шартын құрастырамыз. Алдымен $h = 0, \quad \mu = \min \|Az - u\| = 0$ жағдайын қарастырайық. Олай болса, (1) сызықты алгебралық теңдеулердің жуық шешімдерінің жиынын $\|Az - u_\delta\| \leq \delta$ теңсіздігін қанағаттандыратын z – векторлар жиыны ретінде анықтауға болады. Бұл жиынды z_η деп белгілейік. $\bar{z}_n \in z_\eta$ болатыны айқын. Егер осы шешімдер жиынынан нөлден өте аз алшақтатылған z_δ векторын таңдап алсақ, онда $\delta \rightarrow 0, z_\delta \rightarrow \bar{z}_n$ дәлелдеуге болады. Жалпы жағдайда $h \neq 0, \quad \mu > 0$ үшін жуық шешімдер жиынын анықтау анағұрлым күрделі: $z \in z_\eta$ болады, егер z мына теңдеуді қанағаттандырса

$$\|A_h z - u_\delta\| \leq \delta + h\|z\| + \hat{\mu}_\eta \quad (2)$$

Мұндағы $\hat{\mu}_\eta - \mu$ үйлесімсіздік өлшемінің жоғарғы бағалауы, яғни $\hat{\mu}_\eta \geq \mu, \quad \hat{\mu}_\eta \rightarrow \mu, \eta \rightarrow 0$. Мысалы $\hat{\mu}_\eta$ келесі түрде есептеуге болады:

$$\hat{\mu}_\eta = \min(\delta + h\|z\| + \|A_h z + u_\delta\|) \quad (3)$$

Енді есеп қояйық:

$$\|z_\eta\| = \min_{z \in Z} \|z\| \quad (4)$$

болатындай $z_\eta \in Z$ табу қажет. Яғни (2) теңсіздігін қанағаттандыратын нөлден аз алшақтатылған векторды таңдап алу қажет. Осындай түрде таңдап алу ұштаспау әдісінің жалпыламасы деп аталады. $z_\eta \rightarrow \bar{z}_n, \eta \rightarrow 0$ дәлелдеуге болады.

(1) Нормаль псевдошешімнің орнықты тұрғызылуының басқа тәсілін қарастырайық.

$$M^\alpha[z] = \|A_h z - u_\delta\|^2 + \alpha \|z\|^2 \quad (5)$$

функциясын Тихонов функционалы деп атайды. $\alpha > 0$ – реттеуіш параметрі. $M^\alpha[z]$ -н бірінші мүшесі – ұштаспау, ол $A_h z = u_\delta$ теңдеуін қаншалықты жақсы қанағаттандыратындығын көрсетеді. 2-мүше – «айыппұл» нөлден вектордың ауытқуы.

$$\min_z M^\alpha[z] \quad (6)$$

табатын экстремаль есебін қоямыз. Бұл есептің шешімі бар және жалғыз, сондықтан оны z_η^α деп белгілейміз. z_η^α экстремалын іздеу үшін бізге белгілі ақырлы өлшемді кеңістіктегі квадраттық функцияларды минималдандыру әдісін қолданамыз. Мысалы түйіндес градиенттер әдісі. $M^\alpha[z]$ градиентін есептейік: $(M^\alpha[z])' = 2(A_h^* A_h z + \alpha z - A_h^* u_\delta)$ нөлге теңестіріп, мына теңдеуді аламыз:

$$(A_h^* A_h + \alpha E)z = A_h^* u_\delta \quad (7)$$

Бұл теңдеуді шешіп

$$z_\eta^\alpha = (A_h^* A_h + \alpha E)^{-1} \cdot A_h^* u_\delta \quad (8)$$

табамыз. Сондай-ақ $(A_h^* A_h + \alpha E)$ матрицасының (оң анықталған) қасиеттерін ескере отыра, оның кері матрицасын табу үшін тиімді сандық тәсілді қолдануға болады. α -ны нөлге ұмтылдыруға болмайды, әйтпесе есеп орнықсыз болып қалады. Реттеуіш α параметрімен $\eta = \eta(h, \delta)$ қателіктерінің арасында сәйкестік қажет: $z_\eta^{\alpha(\eta)} \xrightarrow{\eta \rightarrow 0} \bar{z}_h$

болатындай $\alpha = \alpha(\eta)$ болу керек. Мұны әртүрлі жолдармен жасауға болады, біз біреуін ғана қарастырамыз: (5) экстремаль функциональда мына функцияны анықтайық $\rho_\eta(\alpha) = \|A_h z_\eta^\alpha + u_\delta\| + \hat{\mu}_\eta - (\delta + h \|z_\eta^\alpha\|)$. Бұл функция ұштаспау жалпыламасы деп аталады.

$$\|u_\delta\| > \hat{\mu}_\eta + \delta \quad (9)$$

болсын (қарсы жағдайда (1)-н жуық нормаль псевдошешімі z -ті нөлге теңестіріп аламыз). Ендеше, $\rho_\eta(\alpha) - \alpha > 0$ болғанда дифференциалданатын қатаң монотонды өспелі, оның мәндері $(-\delta; \|u_\delta\| - \hat{\mu}_\eta - \delta)$ аралығын сызып тастайды, сондықтан жалғыз түбірі бар. $\rho_\eta(\alpha) = 0$. Осы түбірлерді $\alpha(\eta)$ деп белгілейміз. Оны іздеу үшін монотонды дифференциалданатын функциямен трансцендентті теңдеуді шешудің белгілі тәсілдерін қолдануға болады, мысалы кесіндіні қақ бөлу әдісі және «Алтын қима» әдісі. $z_\eta^{\alpha(\eta)} \xrightarrow{\eta \rightarrow 0} \bar{z}_h$ дәлелдеуге болады, яғни тұрғызылған алгоритм Тихонов бойынша реттеуіш болып табылады.

Қисынды емес есептер шешімінің орнықты әдісін тұрғызу негізінде А.Н.Тихонов енгізген (1963) реттеуіш алгоритм ұғымы және онымен байланысты реттелген шешімдер жиын ұғымы жатыр. Нашар келісілген теңдеулер жүйесін қисынды емес қойылған есеп ретінде қарастырып және оны жуық шешкенде реттеуіш әдісін қолдану керек. М.М. Лаврентьев сызбасын қарастырайық. A – симметриялы, оң жартылай анықталған матрица. (1) жүйе берілген u векторы үшін шешіледі. (1)-ден реттелген жүйеге көшейік.[1]

$$(A + \alpha E)z = u + \alpha z^0 \quad (10)$$

көшейік. Мұндағы α – оң параметр E – бірлік матрица, z^0 – сынақ шешім, яғни ізделінді шешімге жуық шешім (егер шешім туралы мәлімет болмаса, онда $z^0 = 0$

аламыз). Алдын ала айтылған шартта (10) сызықты алгебралық теңдеу $\alpha \rightarrow 0$ кезінде нормал шешімге жинақталатын жалғыз z^α шешімі бар.

Тұжырым 1 $\{A_h, u_\delta\}$, $\|A_h - A\| \leq h$, $\|u_\delta - u\| \leq \delta$ есептің жуық берілгендері және A_h – симметриялы оң жартылай анықталған матрица болсын. Онда

$$(A + \alpha E)z^\alpha = u_\delta + \alpha z^0 \quad (11)$$

Сызықты алгебралық теңдеу бірімәнді шешіледі және α параметрі δ, h дәлсіздіктерімен $\delta, h \rightarrow 0$ кезде $\alpha(\delta, h) \rightarrow 0$ $\frac{\delta + h}{\alpha(\delta, h)} \rightarrow 0$ байланыста болса, онда $z^{\alpha(\delta, h)}$

(1) теңдеуінің нормаль $\bar{z}_n$ шешімге, яғни z^0 векторынан ең аз ауытқыған шешімге жинақталады. [2]

Сонымен жоғарыда берілген, (10) сызықты алгебралық теңдеу шешімінің анықтамасына сәйкес, $\{z^{\alpha(\delta, h)}\}$ (1) жүйе үшін жуық шешімдердің реттелген жиынтығын құрайды; сондай-ақ $\alpha = \sqrt[p]{\delta + h}$ ($p > 1$) параметрін формуласы бойынша таңдау қажетті талаптарды қанағаттандырады, себебі $\delta, h \rightarrow 0$ кезде,

$$\alpha = \sqrt[p]{\delta + h} \rightarrow 0 \quad \frac{\delta + h}{\sqrt[p]{\delta + h}} = (\delta + h)^{1 - \frac{1}{p}} \rightarrow 0$$

болады.

Реттеуіш параметрі α -н рөлі жақсы көрінеді, егер (10) жүйе шешімін ($z^0 = 0$ болғанда)

$$z^\alpha = \sum_{i=1}^n \frac{u_i}{\lambda_i + \alpha} l_i$$

түрінде жазсақ, мұндағы λ_i – меншікті мәндер ($\lambda_i \geq 0$), ал l_i – A матрицаның ортонормаланған меншікті векторы. Бұл өрнек оң параметрге аз λ_i қосылған кезде бөлімді біраз көбейтеді де, сонымен бірге $u_i (\tilde{u}_i = u_i + \Delta u_i)$ сәйкес компоненттердегі мүмкін қателіктердің әсерін төмендетеді. $\lambda_i \gg 0$ үшін α әсері ескерілмейтіндей аз болады.

Енді A матрицасының симметриялы және оң болу талаптарынан бас тартайық. В матрицасы қандай да бір α_0 үшін $(A + \alpha_0 B)$ айрықша емес матрица болып табылады. Сонымен қатар кері матрицасы да табылады. Онда реттеуіш келесі түрде

$$(A + \alpha B)z^\alpha = u \quad (12)$$

болуы мүмкін. Мұндағы α параметрі әртүрлі таңбалы және $|\alpha| \leq |\alpha_0|$.

Тұжырым2 $\|A_h - A\| \leq h$, $\|B_\mu - B\| \leq \mu$, $\|u_\delta - u\| \leq \delta \|u\|$ ($\alpha \rightarrow 0$ кезде)

$\|(A + \alpha B)^{-1} A\| \leq C < \infty$ болсын. Олай болса h, μ, δ жеткілікті аз болғанда

$$(A_h + \alpha B_\mu)z^\alpha = u_\delta$$

сызықты алгебралық теңдеудің жалғыз z^α шешімі бар, сондай-ақ

$$\|z^\alpha - \hat{z}_B\| \leq C \left(|\alpha| + \mu + \frac{\delta + h}{|\alpha|} \right) \quad (13)$$

дәлсіздік бағалауы ақиқат. [3] Мұндағы $\hat{z}_B - \|B\hat{z}\| = \min\{\|B_z\| : z \in \bar{Z}\}$ шартын қанағаттандыратын (1) жүйенің шешімі ($\bar{Z} - (1)$ жүйесінің шешімдер жиыны). (13) бағалауынан, егер $h, \mu, \delta \rightarrow 0$ кезде $\alpha(h, \mu, \delta) \rightarrow 0$ $\frac{\delta + h}{\alpha(\delta, h, \mu)} \rightarrow 0$ болса, онда

$$\lim_{h, \mu, \delta \rightarrow 0} \|z^\alpha - \mathbf{E}_B\| = 0$$

жинақтылығы орынды болады.

Реттеуіш әдісін сипаттаудағы ең маңыздысы $(A + \alpha_0 B)$ ерекше емес және $\|(A + \alpha B)^{-1} A\| \leq \infty$ болатын В матрицасын таңдау болып табылады.

Енді (1) жүйе шешілмейтін жағдайын зерттейік. Бұл жағдайда ізделінді псевдошешім болып табылады.

$$(A_h^* A + \alpha E) z^\alpha = A_h^* u_\delta + \alpha z^0 \quad (14)$$

сызықты алгебралық теңдеуді қанағаттандыратын z^α векторын реттелген жуық шешім ретінде қабылдаймыз.

Тұжырым3 $\|A_h - A\| \leq h, \|u_\delta - u\| \leq \delta$ $\alpha > 0$ болсын. Онда (14) сызықты алгебралық теңдеу бірімәнді шешіледі және

$$\|z^\alpha - \hat{z}\| \leq c_1 \alpha + \frac{h}{\alpha} (\|A\hat{z} - u\| + 2c_2^2 \alpha^2)^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{\alpha^{\frac{1}{2}}} (c_3 h + \delta)$$

бағалауы ақиқат. [4] Мұндағы c_1, c_2, c_3 псевдошешім $\|\hat{z}\|$ нормасына тәуелді тұрақтылар.

Бірақта α параметрін күрделі тәсілмен таңдауымыз $\delta + h$ ретті дәлдікпен псевдошешімді жуықтауға мүмкіндік береді (14) есебі мына

$$\min \left\{ \|A_h z - u_\delta\| + \alpha \|u - u^0\|^2 : u \in R^n \right\} \quad (15)$$

минимум есебіне эквивалентті. Міне осындай түрде z^α тұрғызу А.Н.Тихоновтың вариациялық реттеуіш әдісі ретінде белгілі.

$\alpha = 0$ болғанда, (15) ең кіші квадраттар әдісіне көшеді. Ол матрица ауытқуына қатысты орнықты емес. Ең кіші квадраттар әдісінен оның (15) реттелген түріне көшу жуық шешімнің орнықтылығын қалпына келтіреді.

1. С.И. Кабанихин, М.А. Бектемесов, М.А. Шишленин Методы решения некорректных задач линейной алгебры, 2009
2. В.К. Иванов, В.В. Васин, В.П. Танана Теория линейных некорректных задач и ее приложения. Москва: Наука, 1978
3. А.Б. Назимов Исследование методе регуляризации сдвигом и его приложения: Диссертация канд. физ.-мат. наук. М.:1986
- 4 В.В. Воеводин Линейная алгебра. Москва: Наука, 1974.

ДИНАМИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ С ПОСТУПАТЕЛЬНЫМИ И ВРАЩАТЕЛЬНЫМИ ПАРАМИ

(г.Алматы, КазГАСА)

Ілгерілемелі және айналмалы жұптары бар кеңістіктік механизмнің кернеулі-деформациялы күйі олардың математикалық моделін құру процесін біршама жеңілдететін шекті элементтер әдісімен зерттелген. Кеңістіктік механизмнің кинематикасы зерттеліп, Денавит-Хартенберг әдісімен кинематикалық талдау жасалған. Кеңістіктік механизмнің динамикасын зерттеуге құрылған алгоритм бойынша бағдарламалар пакеті жасалынған. Осы бағдарламалар көмегімен әртүрлі сыртқы әсерлерден болатын кеңістіктік механизмнің кернеулі-деформациялы күйі зерттелінген. Сыртқы жүктемелер механизмге уақытқа байланысты тұрақты немесе уақытша әсер етуі мүмкін.

The stress-strain mechanism state with sliding and rotating pair, which considerably simplifies process of construction of their mathematical model, has been researched by the finite element method. The kinematics has been researched and the kinematical analyze of spatial mechanisms has been done by the method of Denavit – Hartenberg. The package of application program has been composed by developed algorithm, by dynamics of the spatial mechanism research. With help of these programs, the stress-strain state, at action of various external influences, has been researched. External capacities depending on time can operate constantly or to have variable character.

Механизмы в процессе работы подвергаются статическим, инерционным, динамическим силовым воздействиям, поэтому их конструктивные элементы находятся в сложном напряженно-деформированном состоянии (НДС), что существенно влияет на их точность, жесткость, прочность, динамику [1].

Исследование динамического напряженно-деформированного состояния аналитическими методами является трудоемким, поэтому применяется универсальный метод - метод конечных элементов (МКЭ) [2]. Достоинством этого метода является независимость от геометрических характеристик исследуемой структуры, т.к. практически любой объект может быть смоделирован с помощью стержневых и других типовых конечных элементов. Метод относительно легко программируется и обладает свойствами, позволяющими значительно сэкономить объем используемой оперативной компьютерной памяти и уменьшать количество арифметических операций. МКЭ в значительной мере объясняется наличием машинных программ, обладающих высокой степенью автоматизации трудоемких операции составления и решения систем алгебраических уравнений как статически определимых, так и статически неопределимых плоских и пространственных стержневых и других систем. Популярность метода объясняется простотой его физической интерпретации, математической записи соотношений, удобством и простотой их реализации на вычислительных машинах, автоматизации сеточного представления области, минимумом требований к исходной информации и оптимальной формой выдачи результатов.

Для описания конечно-элементной модели пространственных механизмов с поступательными и вращательными парами разбиваем его на элементы, соединенные в

узлах через кинематические пары. Для пространственных механизмов с поступательными и вращательными парами, состоящих в основном из отдельных стержневых звеньев, такое расчленение является естественным. Узлы пространственных механизмов с поступательными и вращательными парами имеют нумерацию в ГСК, элементы имеют свои номера – начальный и конечный.

Для описания напряженно-деформированное состояние рассматриваемого нами пространственного механизма с поступательными и вращательными парами с упруго-деформируемыми звеньями (рисунок 1) исследована его кинематика. Проведен кинематический анализ механизма методом Денавит-Хартенберга с шестью параметрами [3] по заданным геометрическим и кинематическим параметрам звеньев. Составлены матричные уравнения замкнутости контуров пространственных механизмов с поступательными и вращательными парами, и разработаны алгоритм и программа анализа перемещений.

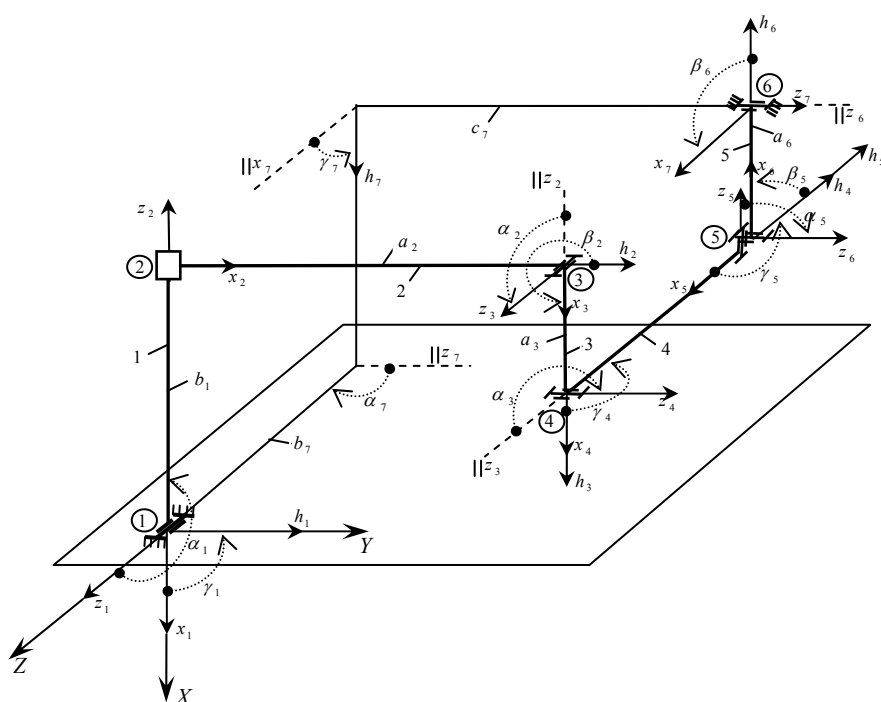


Рисунок 1 – Пространственный механизм с поступательными и вращательными кинематическими парами

При конечно-элементном моделировании пространственного механизма с поступательными и вращательными парами (рисунок 1) разбиваем его на 5 прямолинейные двухузловые стержневые элементы, соединенные между собой в 6-и узлах.

Инерциальная система координат XYZ жестко соединена неподвижным звеном 1. Координаты X , Y , Z узлов расчетной модели определены в глобальной системе координат (ГСК).

Длины звеньев принимают следующие значения:

$$l_1 = l_2 = 0.05 \text{ м}, \quad l_3 = l_4 = l_5 = l_1 / 2 \text{ м}.$$

Составлено уравнение равновесия пространственных механизмов с поступательными и вращательными парами в целом

$$[K] \cdot \{U\} = \{F\}, \quad (1)$$

где $[K]$ - матрица жесткости системы, $\{U\}$ - упругие перемещения в узлах пространственных механизмов с поступательными и вращательными парами в глобальной системе координат (ГСК), $\{F\}$ - внешние силы в узлах.

Для нахождения неизвестных $\{U\}$ в уравнении (1) используются различные модификации итерационного метода Гаусса-Зейделя [4].

Переход от ГСК к локальной системе координат (ЛСК) производится по разработанному алгоритму, и находятся реакции, внутренние усилия, напряжения на концах элементов в ЛСК.

Кинетостатический анализ пространственных механизмов с поступательными и вращательными парами проводится под действием статической внешней силы, приложенной в узлах 3 и 4.

В реальности материалы звеньев механизма могут демпфироваться. Для всей системы матрица упругого демпфирования определяется на основании общей диссипативной энергии по Релею в течение действия нагрузки через матрицы масс $[M]$ и жесткости системы $[C] = a[M] + b[K]$ [4]. Основная трудность заключается в определении коэффициентов a, b этой матрицы. В данной работе проведен численный эксперимент для их получения по двум данным значениям коэффициентов демпфирования, относящимся к двум различным частотам колебаний, из решения задачи о собственных значениях [4,5], которые вычисляются стандартной подпрограммой.

Моделировано уравнение динамики с учетом матрицы $[C]$:

$$[M]\{\ddot{U}\} + [C]\{\dot{U}\} + [K]\{U\} = \{F_B\}, \quad (2)$$

Для выбора основных параметров, повышения жесткости звеньев, автоматизации расчета упругого механизма разработаны механико-математическая модель динамики, единые методические, алгоритмические и программные основы исследования НДС с помощью МКЭ. Разработанные методики и подходы исследования кинематики, динамики позволяют рассчитать стержневые конструкций и механизмов с различными кинематическими парами. Разработанные программные средства позволяют выявить наиболее нагруженные звенья, наихудшие положения механизмов в пространстве, новые эффекты в закономерностях распределения напряжений, перемещений, усилий, определить оптимальные параметры при различных нагрузках.

Для вывода уравнений движения механизма смещение любой точки звеньев определяются через перемещения узловых точек. Так как исследуется пространственный механизм, то в качестве узлового соединения выступают вращательные, поступательные кинематические пары.

Глобальные векторы перемещений, образованные через узловые упругие смещения в локальной системе координат (ЛСК) состоят из суммы деформационных $\{V^{(e)}\}$ и кинематических $\{W^{(e)}\}$ перемещений:

$$\{U^{(e)}\} = \{V^{(e)}\} + \{W^{(e)}\} \quad (3)$$

Правая часть уравнения (4) состоит из суммы постоянных или переменных по времени вектора внешних сил $\{F_B^{(e)}\}$, вектора узловых сил сопротивления материала $\{F_d^{(e)}\}$, вектора узловых сил инерции $\{F_{II}^{(e)}\}$, вектора узловых сил упругой деформации и упругих реакций конечного элемента (КЭ) $\{R^{(e)}\}$:

$$\{F^{(e)}\} = \{F_B^{(e)}\} + \{R^{(e)}\} + \{F_{II}^{(e)}\} + \{F_d^{(e)}\} \quad (4)$$

При рассмотрении внешних сил по отношению к рассматриваемой системе сил, действующих на КЭ, выделяются переменные или постоянные сосредоточенные, распределенные по поверхностям и распределенные по объему сил. Для определения вектора узловых усилий КЭ, эквивалентного внешним силам, рассматривается вариации для работ этих сил при вариации перемещений.

Подстановка выражений для рассмотренных видов узловых усилий отдельных КЭ в уравнение (3) после приведения подобных членов позволит записать уравнения равновесия КЭ модели механизма при больших перемещениях в виде:

$$[M] \{\ddot{U}\} + [C] \{\dot{U}\} + [K] \{U\} = \{F_B\} + \{J\} + \{G\} \quad (5)$$

Решение этого уравнения ищется методом пошагового интегрирования Ньюмарка [4]. Это означает, что перед интегрированием не производится никаких преобразований уравнений (5). Пошаговое численное интегрирование основано на двух идеях. Во-первых, удовлетворение условий равновесие (5) требуется не в любой момент времени, а только на отдельных коротких отрезках времени. Это означает, что равновесие с учетом внешних сил, сил трения, дополнительных сил, сил инерции и демпфирования рассматривается в дискретных точках временного интервала. Следовательно, становится возможным эффективное использование в методах прямого интегрирования всего вычислительного процесса квазистатического анализа. Во-вторых, учитывается изменение кинематических и упругих перемещений, скоростей и ускорений, внешних сил, сил инерции, дополнительных сил, сил трения и упругого демпфирования материала, частоты колебаний, исследование напряженно-деформированного состояния механизма в целом внутри каждого временного интервала. Именно способ учета этих изменений определяет точность, устойчивость процедуры решения уравнения (5).

Составлен пакет прикладных программ по разработанному алгоритму, по исследованию динамики механизма с упруго-деформируемыми звеньями. С помощью этих программ комплексно исследуется напряженно-деформированное состояние и упругая устойчивость для любого его положения при действии различных внешних воздействий. Внешние нагрузки могут действовать постоянно или иметь переменный характер, и конечно же в зависимости от времени, приложенные под произвольным углом в узлах относительно инерциальной системы отсчета.

1. Джолдасбеков У.А., Байгунчиков Ж.Ж. Аналитическая кинематика и динамика МВК с вращательными и поступательными кинематическими парами. - Алматы: Гылым, 1993. - 151с.
2. Курков С.В. Метод конечных элементов в задачах динамики механизмов и приводов. - СПб.: Политехника, 1991. - 224 с.
3. Айкер, Денавит, Хартенберг. Итерационный метод анализа перемещений простр. механизмов// Констр. и техн. машиностроения. - 1965, №1. - С. 169-176.
4. Уикер мл. Динамика простр. механизмов. Часть 1. Точные уравнения движения// Конструирование и технология машиностроения. - 1969, №1. - С. 264-270.
5. Масанов Ж.К., Байгунчиков Ж.Ж., Сартаев К.З, Абдраимова Г.А. Упругое напряженно-деформированное состояние пространственных параллельных манипуляторов //Материалы II международной конференции «Проблемы механики современных машин». Улан-Удэ, 23-29 июня 2003 г., т.3, С.59-62.

ФИЗИКАДАН ЗАМАНАУИ ИНТЕРАКТИВТІ ДӘРІС МОДЕЛІ

(Алматы қ., Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті)

В статье рассматриваются вопросы, виды и особенности организации интерактивной лекции, требования к лекции, достоинства их применения. А, так же, рассматривается интерактивный метод обучения, который можно использовать для подготовки будущих учителей физики. Интерактивная сущность электронной доски выводит взаимодействие студентов с преподавателем на новый уровень. Интерактивным, порождающим новизну становится своеобразный диалог в компьютерной среде, особенно заметный при появлении интерактивного экрана, контакт с которым обеспечивается без посредников. Статья актуальна, так как интерактивный метод применяется в обучении естественно-научным, техническим и гуманитарным дисциплинам.

In this articles considers problems of *interactive* lecture, its using in pedagogical practice. *Interactive* lecture considers as interactive method. Which is possible to use in teaching future teacher-physics. The interactive essence of an electronic board deduces interaction of the students with the teacher on a new level. Interactive, inducing novelty there is an original dialogue in computer environment, especially appreciable at occurrence of the interactive screen, the contact with which is provided without the intermediaries. The article is actual are using in teaching technical, human and nature-scientific disciplines.

Әлемдік білім беру үдерісінің ең маңызды және орнықты тенденцияларының бірі – оқытуда заманауи ақпараттық технологияларды пайдалану.

Ақпараттық технологиялардың даму деңгейі, білім берудің заманауи тұжырымдамалары білім алушылардан үздіксіз өз бетімен білім алу қабілетін дамытуды, білім беру үдерісінде технологияларды қолдануды талап етеді:

- оқытудың тиімділігін және сапасын арттырады;
- өзіндік танымдық іске мотивтерді қамтамасыз етеді;
- ақпараттық және пәндік даярлықты біріктіру есебінен пәнаралық байланысты тереңдетуге жағдай жасайды.

Қазіргі таңда физикалық білім берудің заманауи мәселелерін шешу үшін педагогикалық ЖОО студенттеріне физиканы оқыту үдерісін ұйымдастыруда тиімді және орнықты коммуникация қажет. Оқыту үдерісінде студент келесілерді оқыту мақсаты ретінде білдіретін оқу нәтижелерін алуы тиіс:

- таныстыру – физикалық білім саласындағы негізгі ұғымдармен және процедуралармен танысу;
- негізді меңгеру – қайталап айту мүмкіндігі, негізгі ұғымдар мен процедураларды сипаттау;
- меңгеру – негізгі ұғымдар мен процедураларды тиімді пайдалану;
- толық меңгеру – шеберлік – берілген салада негізгі ұғымдар мен процедураларды тиімді пайдалану, сондай-ақ білім мен қабілетті меңгеру және бекітуде өзгелерге көмек беру.

Бұл мақсаттар интерактивті модель негізінде құрылған білім беру үдерісінде тиімді жолмен жүзеге асырылады.

Физиканы оқыту үдерісінде интерактивті оқыту білім алушылардың оқу сапасын және өзіндік жұмыстарын ағымдық бақылауды арттыра отырып, білім алушылардың

ішкі өзіндік даму механизмін жүзеге асыруды қамтамасыз ететін формаларды қолдану арқылы оқытушылар мен студенттер арасында белсенді, тұрақты өзара байланысты жүзеге асырады. Физикалық заманауи дәрістің интерактивті моделі білім алушылардың ішкі топтық және топаралық белсенділігін және істің бағыттылығын, студенттердің танымдық әрекетін белсендендіруді білдіреді. Танымдық белсенділік мәселені өз бетімен қалыптастыру және қою, оны шешу тәсілдерін анықтау, кепілдеме ұсыну, кеңестерді шығару қажеттілігінде пайда болады.

Дәрістің заманауи моделі қазіргі заманғы техникалық, компьютерлік, ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану арқылы оқыту технологиясы, аудиторияда ақпаратты ауызша формада презентациялау ретінде беріледі. ЖОО-да дәрістің оқыту формасы ретіндегі артықшылығы құрылымданған формада салыстырмалы түрде үлкен ақпарат көлемін беру болып табылады. Алайда, ақпаратты қабылдау үдерісін белсендендіруде, кері байланысты қолдануда, білім алушылардың мотивациясында, оларға қобалжу арқылы сезім әсерлерінде дәрістің мүмкіндігі шектеулі. Сондықтан физикадан дәрісті жүргізу кезінде интерактивті оқыту студенттер мен оқытушылар арасында өзара байланысқа негізделген. Мұндай оқыту білім алушыларға жылдам және өз уақытымен олардың жұмыстарының бағасын, нәтижелерді және олардың қорытындысын, сондай-ақ оқу үдерісінде әдістемелік қамтамасыз етуде қосымшалар мен өзгертулер енгізу қажеттігі туралы ақпаратты алуға мүмкіндік береді.

Физиканы оқытуда интерактивті дәрістің әдіснамалық қағидасына мыналарды жатқызуға болады:

- терминдерді, оқу, кәсіби лексика, физикалық ұғымдарды таңдау;
- оқушылар түрлі рөлдік қызметтерді орындайтын кәсіби әрекеттердің нақты практикалық мысалдарын талдау;
- барлық оқушылар арасында өзара үздіксіз визуалды байланысты қолдау;
- оқу мәселесін талқылау;
- техникалық оқу құралдарын, оның ішінде олардың көмегімен оқу материалдары иллюстрацияланатын кесте, слайд, фильм, ролик, бейнеклиптер, бейнетехникаларды белсенді қолдану;
- өзіндік диагностикалау немесе шығармашылық сипаттағы жеке тапсырмаларды қолдану.

Компьютерлік мультимедиялық технологияларды қолдану арқылы физикадан заманауи дәрістің интерактивті моделі динамикалық ақпараттық модельдер дәрістерін жүргізуге, зерттелетін үдерісті жылдам визуализациялауға, зерттелетін құбылыстарды модельдеуге мүмкіндік береді. Интерактивті технологиялар жаңа білім беру ортасын құрады және оқыту жүйесінде сапалы өзгерістер әкеледі. Сондай-ақ жеке тұлғаның әлеуеті дамиды және рөлі артады.

Оқытудың интерактивті тәсілдері оқытушыға студенттердің оқу материалын меңгеру үдерісіне визуалды мүмкіндіктер береді. Мультимедиа технологияларының өзге технологиялардан басты айырмашылығы бір бағдарламалық өнімде ақпараттық әр түрі, оның ішінде дәстүрлі – мәтін, кесте, иллюстрация, сондай-ақ белсенді дамып келе жатқан – сөз, әуен, анимацияның да бірігуі болып табылады. Мұндағы маңызды аспект аудио және визуалды ақпаратты параллель тасымалдау. Бұл технология қолданушы бір объектіден екіншісіне өту мүмкіндігі бар, сауалдар және жауаптар режимін ұйымдастыра алатын адам мен компьютердің интерактивті қарым-қатынасының жаңа деңгейін жүзеге асырады.

Интерактивті тақта оқытудың заманауи аудиовизуалды құралдарына жатады. Электронды интерактивті тақта – бұл компьютер және проектор кешенінде жұмыс істейтін сенсорлық панель. Студенттерге физиканы оқытуда интерактивті тақтаны және

оқытудың интенсивті әдістерін қолдану арқылы дәріс жүргізу интерактивті оқытудың формасы және моделі болып қалыптасып келеді.(1-сурет)

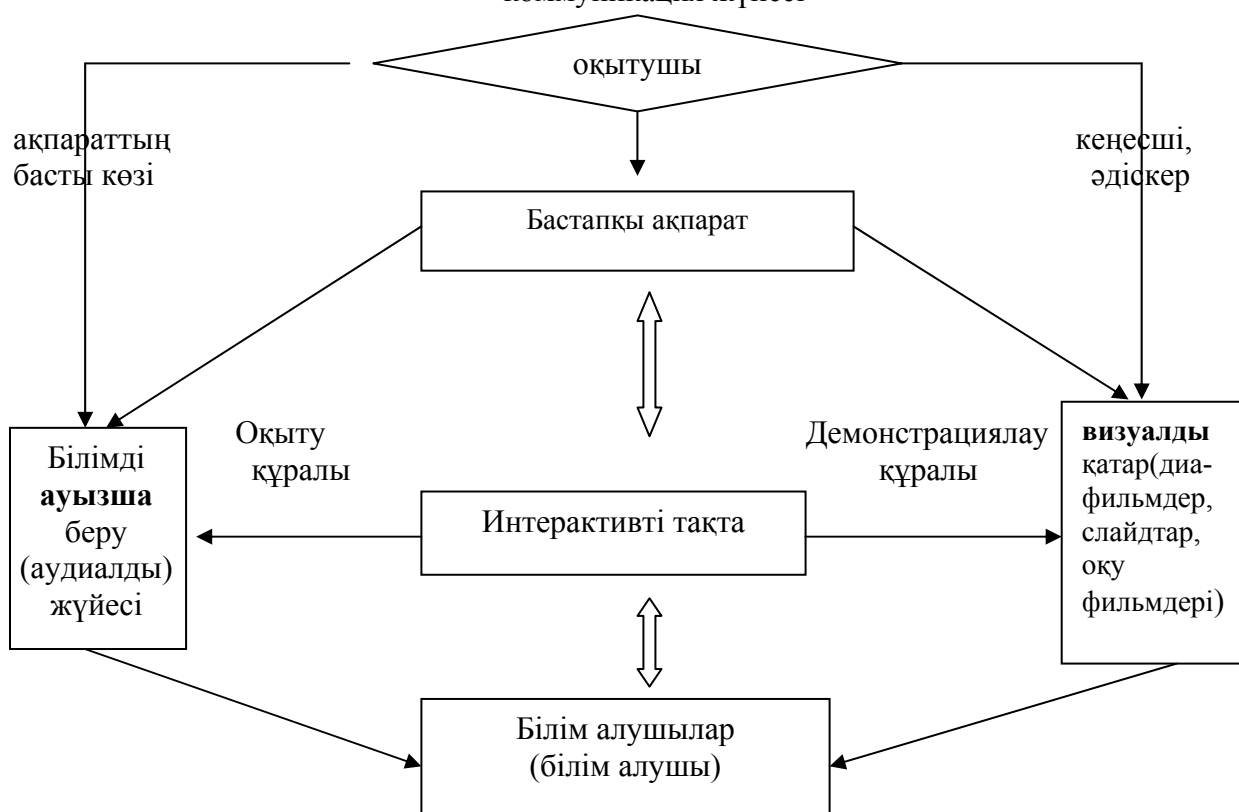
Интерактивті тақтаның көмегімен оқытушы бір уақытта мәтін, аудио және бейне материалдарды, DVD, CD-ROM жне интернет-ресурстарды қолдана отырып, дәріс оқи алады. Бағдарламалық жабдықтама құжаттың барлық түрлерінің, диаграммалардың және web-беттердің жоғарғы жағына белгі жазуға және жасауға мүмкіндік береді. Интерактивті тақтада бейнеленген кез-келген ақпаратты баспаға шығаруға, сақтауға, электрондық поштамен жіберуге және сайтқа орналастыруға болады.

Интерактивті тақтаны қолдана отырып, дәріс жүргізуде білім беру ісінің келесі түрлері жүреді:

- мәтінмен және кескіндермен жұмыс;
- электрондық сияның көмегімен белгі құру, электрондық пошта арқылы тасымалдау үшін жасалған белгілерді сақтау, Интернетке орналастыру немесе баспаға шығару;
- Web-сайттарды ұжымдық қарау;
- шаблондардың және кескіндердің көмегімен сабақтарға арналған жеке тапсырмаларды орындау;
- дидактикалық материалды байыту үшін интерактивті тақтаның құрылған бағдарламалық жабдықтамасына презентациялық құралдарды пайдалану.

Интерактивті тақтаны қолдану арқылы білім беру жүйесі

Тікелей және кері байланыс
коммуникация жүйесі



Электрондық тақтаның интерактивтілік мәні студенттер мен оқытушылардың өзара байланысын жаңа деңгейге шығарады. Жаңашылдықты тудыратын интерактивтілік компьютерлік ортада өзінше сұқбатқа айналады, әсіресе ешқандай

делдалсыз қамтамасыз етілетін байланыста интерактивті экранның пайда болуында белгілі болады. Бағдарламалық мүмкіндіктермен байытатын болашағы зор мұндай техника анағұрлым қол жетімді болып келеді.

Компьютерлік интерактивтілік феномені төмендегілермен сипатталатын және адамның мүмкіндіктерін кеңейтетін маңызды коммуникативтік кеңістік құрайды:

- қол жетімділіктің болуы;
- түрлендіру жылдамдығы;
- жадының ашықтығы.

Интерактивтік экран адамның сұраныстарына өте жылдам жауап береді және оның ешқандай делдалы жоқ. Бай бағдарламалық жабдықтаманың арқасында өзінше «пікірлес» те бола алады. Бұл адам өзінің бетімен білім алу құралы ретінде техниканы қолданатынын білдіреді. Адамда өзіне назар аударту үшін қалыптасатын ішкі сәйкестіктер тәжірибесі артады.

Тақтаны қолдану арқылы дәріс жүргізу интерактивті болып табылады: демонстрациялау материалды түсіндіру идеяларын анағұрлым өнімді етеді, коммуникацияның кеңеюі тыңдаушылардың белсенділігін арттырады, жан-жақты ізденушілікке бағыттайды.

1. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров.- Воронеж, 2002.
2. Змеев С.И. Технология обучения взрослых.- М., Народное образование, 2002.

УДК 622.011.4; 625.7/8

Ж.К. Кулмаганбетова, Р.Б. Баймахан, Н.Т. Данаев

ЧИСЛЕННО - МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ

(г.Алматы, КазНУ имени аль-Фараби, г.Актобе, Актюбинский государственный университет имени К. Жубанова, г.Алматы, КазГосЖенПУ)

Зерттеу нысаны ретінде тау жоталарының топырақ жамылғыларында және ғимарат іргетасы астындағы топырақта ылғалдылықтың әсерінен болатын тау көшкіні құбылысының заңдылықтарын анықтау мәселелері алынған. Тау жоталарының анизотропты топырақ жамылғыларындағы пластикалық аймақтарды табуға арналған жалпыланған критерий жасалып, соның көмегімен тау жоталарындағы ылғалдылыққа байланысты, көшкінге ұшырау аймақтарын математикалық моделдеу арқылы зерттеу. Зерттеулер нысанның математикалық моделін шекті элементтер негізі, көлбеу қабатты тау жынысының механикалық моделін, есептеу бағдарламаларын кешенді қолдану арқылы жүргізілген. Шексіз ортадан «кесіп алынған» есептік облыстың шекараларын тағайындайтын критерий және «Кулон-Мор-Казагранде-Корриллоның пластикалық шарты» деп аталған жаңа пластикалық шарт жасалынған. Тау жоталарының анизотроптық топырақ жамылғыларында болатын қиратушы кернеулер мен пластикалық аймақтардың пайда болу заңдылықтары алғаш рет зерттелінген.

The object of the research is determination of the patterns of landslide process development in the blanket subsoil of mountain slopes and under the foundation of skyscrapers depending on the degree of water saturation of the blanket subsoil. To work out a generalized criterion permitting to determine plastic zones in blanket subsoil of anisotropic structure mountain slopes and to investigate the landslide danger of mountain slopes

depending on humidity with the method of mathematical modeling. The research was completed with development of the object's mathematical model with the complex use of the finite element method, mechanical model of the inclined transtropic rock massif and drawing up the calculation program. Criteria of determination of the design portion border set 'cut off' the infinite environment and a new generalized condition of plasticity called 'Coulomb-Mohr-Casagrande-Corrillo plasticity condition' were developed. The patterns of appearance of cleavage stress and plastic zones in anisotropic subsoil of mountain slopes depending on humidity were established for the first time.

Оползневые явления являются одним из экологически опасных экзогенно-катастрофических процессов природы, наносящих колоссальный ущерб экономике, природной среде и населению региона.

Частые возникновения оползневых процессов и селевых потоков в горных районах республики наталкивают на мысль о необходимости детального изучения причин возникновения и развития и их основных параметров (механических, технических, геолого-географических, природно-климатических и т.д.) для каждого отдельно взятого региона.

Чтобы предотвратить надвигающихся катастроф от оползней, необходимо провести научные исследования и разработать эффективные защитные меры по защите жизни населения, населенных пунктов, городского строительства и гражданских и инженерных сооружений.

Проведение наблюдений и измерений на местах даст полную картину физико-механических, геологических свойств пласта, который является основой или базисом, образующим данную оползне опасную зону региона.

До недавнего времени оползневым процессам на территории Республики Казахстан особо не придавалась значение. Но в связи с изменением климатических условий на планете, в последние годы во всем земном шаре участились, наводнений и оползни. Только в феврале и марте 2006г. оползни унесли жизни в Китае, Иемене, Иране, Египте, Филиппине и в других странах около 10 000 человеческих жизни. Особенно в Филиппинах заживо были похоронены целые деревни, школы во время занятия и т.д.

Такие трагедии многократно имели место и в Алае и Оше соседней Киргизии в последние годы. В марте месяце 2004г. на Восточной окраине г.Алматы, в санаторий «Акбулак» два жилых дома были погребены под внезапной оползни. Здесь оползни за считанные месяцы повторялись четырежды. Во время одного из этих оползней имевшей место 14-марта, заживо были погребены 29 человек. Через месяц оползень произошел и на западе г. Алматы в районе дачного массива.

Теперь предстоит вопрос о защитных мероприятиях населений и других народнохозяйственных объектов, путем возведения на опасных склонах противооползневые защитные конструкции.

Для этого, прежде всего, необходимо изучить научным подходом механизмы процесса сдвижения массы грунта по склону. Это возможно только при правильном построении математической модели этого процесса и вычислительных алгоритмов.

В практических расчетах часто применяются следующие модели: модель линейного деформирования грунта; модель теории фильтрационной консолидации; модель теории предельного напряженного состояния грунта; модель нелинейного деформирования грунтов.

Вкратце изложим некоторых выражений конститутивной упругости. Связи напряжений с деформацией по модулю Юнга E и коэффициента Пуассона ν . Закон Гука относительно компонентов деформации имеет вид

$$\{\sigma\} = [C']\{\varepsilon\}. \quad (1)$$

Компоненты деформации через компоненты перемещения записывается в виде

$$\{\varepsilon\} = [B] \begin{Bmatrix} u \\ g \end{Bmatrix}. \quad (2)$$

В этих выражениях $\sigma, \varepsilon, u, g$ являются компонентами напряжений, деформаций и перемещений. $[C']$ и $[B]$ – конститутивные матрицы упругости и деформации.

Конститутивная матрица $[C']$ анизотропной упругости является симметричной, и по А.М. Britto и М.М. Gunn [2] она может быть определена как:

$$[C'] = c_0 \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & 0 \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & 0 \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} \end{bmatrix} \quad (3)$$

где:

$$\begin{aligned} c_0 &= \frac{E_{y'}}{(1+\nu_{x'}) (1-\nu_{x'} - 2(E_{x'}/E_{y'})\nu_{yx'}^2)} \\ c_{11} &= (E_{x'}/E_{y'}) [1 - (E_{x'}/E_{y'})\nu_{yx'}^2] \\ c_{12} &= (E_{x'}/E_{y'})\nu_{yx'}^2 (1 + \nu_{x'}) \\ c_{13} &= (E_{x'}/E_{y'}) [\nu_{x'} + (E_{x'}/E_{y'})\nu_{yx'}^2] \\ c_{21} &= c_{12} \\ c_{22} &= (1 - \nu_{x'}^2) \\ c_{23} &= c_{12} \\ c_{31} &= c_{13} \\ c_{32} &= c_{23} \\ c_{33} &= c_{11} \\ c_{44} &= G_{xy'}/c_0 \end{aligned} \quad (4)$$

В этих выражениях: $E_{x'}, E_{y'}$ – модули Юнга; $\nu_{x'}, \nu_{yx'}$ – коэффициенты Пуассона и $G_{xy'}$ – модуль сдвига.

Запишем выражению (1) и матрицу деформации $[B]$ в развернутом виде

$$\begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \sigma_{xy} \end{Bmatrix} = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} \begin{bmatrix} 1-\nu & \nu & \nu & 0 \\ \nu & 1-\nu & \nu & 0 \\ \nu & \nu & 1-\nu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Этим и отличается конститутивная модель от обычной модели.

$$[B] = \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial x} & 0 & \dots & \frac{\partial N_8}{\partial x} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_1}{\partial y} & \dots & 0 & \frac{\partial N_8}{\partial y} \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \frac{\partial N_1}{\partial x} & \frac{\partial N_1}{\partial y} & \dots & \frac{\partial N_8}{\partial x} & \frac{\partial N_8}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Здесь N_i , $i = 1, 2, \dots, 8$ являются функциями форм.

Для каждого элемента узловые силы в узлах вычисляются с помощью

$$\{F\} = \int_V [B]^T \{\sigma\} dV \quad (7)$$

Матрица жесткости элемента

$$[k] = t \int_A ([B]^T [C] [B]) dA \quad (8)$$

Критерии, определяющие пределы прочности Кулона – Треска – Сен-Венана:

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left[\frac{\sigma_y - \sigma_x}{2} \right]^2 + \tau_{xy}^2} = \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_{\max} - \sigma_{\min} \quad (9)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} + \tau_{\max} = \sigma_1 \quad (10)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} - \tau_{\max} = \sigma_3 \quad (11)$$

Нормальные и тангенциальные компоненты напряжений на главных площадках:

$$\sigma_n = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha + \tau_{xy} \sin 2\alpha \quad (12)$$

$$\sigma_t = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\alpha - \tau_{xy} \cos 2\alpha \quad (13)$$

Линия сползания (скольжения) массы оползня для связного грунта определяется выполнением условий в конечных элементах или в их внутренних точках интегрирования по критерию Казагранде – Коррилло [3]:

Изложим адаптированный алгоритм применения критерия разрушения Казагранде-Каррилло применительно к направлению распространения трещины между направлениями вдоль и вкрест слоев плоскости изотропии (φ') показан на рисунке 1.

Для угла φ' , определяющего площадку скольжения, прочности горных пород для транстропного массива по критерию Казагранде – Каррилло запишем в виде

$$\tau_{\varphi'} = \tau_{\max, \perp} + (\tau_{\max, \parallel} - \tau_{\max, \perp}) \cos^2 \varphi', \quad (14)$$

где $\tau_{\max, \parallel}, \tau_{\max, \perp}$ определяются по обобщенному критерию Кулона-Мора для горных пород слоистого строения, где $0 \leq \varphi' \leq 90^\circ$.

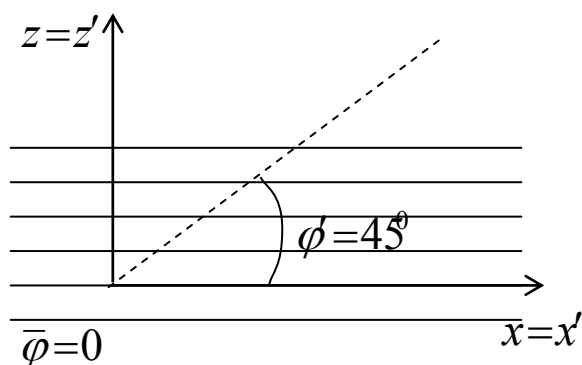


Рисунок 1. ϕ' - угол между направлениями вдоль и вкрест слоев плоскости изотропии.

Из-за отсутствия экспериментальных данных для горных пород мы поступим следующим образом. Поскольку имеются некоторые экспериментальные предельные данные для горных пород транстропного строения, то применительно к нашей задаче для нахождения пластических зон и зон трещинообразования вдоль и вкрест слоев плоскости изотропии мы можем определить неизвестные параметры $c_{\perp}$, $c_{\parallel}$, $\varphi_{\perp}$, $\varphi_{\parallel}$ используя круги Мора (рис. 2).

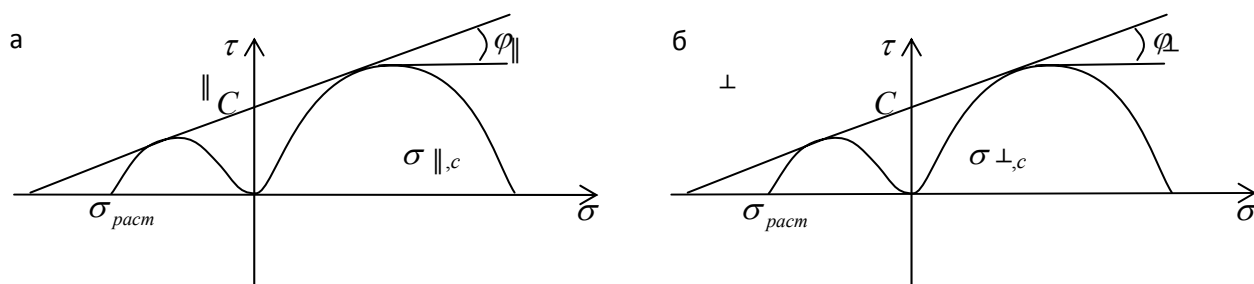


Рисунок 2. Круги Мора для нахождения параметров разрушения: а - вдоль и б - вкрест слоев плоскости изотропии.

Теперь мы можем записать обобщенное условие пластичности и разрушения Кулона-Мора для транстропного массива в следующем виде

$$\tau_{\perp,c} = \sigma_{\perp,c} \operatorname{tg} \varphi_{\perp} + c_{\perp}, \quad \tau_{\parallel,c} = \sigma_{\parallel,c} \operatorname{tg} \varphi_{\parallel} + c_{\parallel} \quad (14)$$

Порядок расчета: по МКЭ находим $\tau_{\max} = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$;

если $\tau_{\max} \geq \tau_{\perp,c}$ то разрушение развивается перпендикулярно слоям (вкрест слоев);

если $\tau_{\max} \geq \tau_{\parallel,c}$ то разрушение развивается параллельно слоям (вдоль слоев).

1. Pickering D.J. Anisotropic Elastic Properties for Soil Geotechnique. Vol., 20, No 3, 1970. pp. 271–276
2. Britto A.M., Grunn M.J. Critical State Soil Mechanics via Finite Elements. John Wiley & Sons Ins. 1987.
3. Цытович Н.А. Механика грунтов. М.: Высшая школа, 1979. –272 с

ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ АМОРФНЫХ СПЛАВОВ a-SiGe:H

(г.Тараз, Таразский Государственный университет имени М.-Х. Дулати)

a-SiGe:H қорытпаларының фотоөткізгіштігінің спектралдық тәуелділігі зерттелді. Қорытпалар үшін ішкі фотоэффектінің кванттық өнімінің өсуінің энергетикалық табалдырығы және электрон-кемтік жұбының туындау энергиясының орта мәні анықталды. Аморфты шалаөткізгіштердегі ішкі фотоэффектінің кванттық өнімінің энергетикалық табалдырығы энергияның сақталу заңына ғана байланысты, яғни $h\nu_{thr} = 2E_g$. Қорытпадағы электрон-кемтік жұбының туындау энергиясы шалаөткізгіштегі жағдайымен салыстырғанда біршама төмен болып келеді.

Spectral dependence of photoconductivity (PC) in alloys a-Si_{1-x}Ge_x:H is investigated. Values of threshold energy of increase of a quantum efficiency of an internal photoeffect $h\nu_{thr}$ and average energy of formation of electron-hole pair ε are calculated for a-Si_{1-x}Ge_x:H. It is shown, that threshold energy of increase of a quantum efficiency of an internal photoeffect in amorphous semiconductors (AS) should be defined only by the law of conservation of energy, That is $h\nu_{thr} = 2E_g$, and averages of energy of formation of electron-hole pair should be less than similar values in crystal semiconductors. Conclusions will be coordinated with results of measurements.

Для более детального изучения процесса ударной ионизации в аморфных полупроводниках (АП) была исследована спектральная зависимость фотопроводимости (ФП) в сплавах a-Si_{1-x}Ge_x:H. С этой целью были приготовлены плёночные структуры Mo-a-Si_{1-x}Ge_x:H-Mo с планарным расположением электродов, расстояние между которыми составляло L=0,4 мм. Плёнки a-SiGe:H толщиной 1 мкм были получены методом магнетронного распыления кремниевой (германиевой для x > 0) мишени в плазме смеси газов аргона, силана и водорода при T=270°C. Омические контакты создавались термическим напылением Mo с последующим его вытравливанием. На рисунке 1 представлены спектральные зависимости стационарного фототока для структур Mo-a-Si_{1-x}Ge_x:H-Mo (x=0; 0,45; 0,65) со средним падающим потоком фотонов N=10¹¹-10¹² фотон/см²с при T=295 К, E=10⁴ В/см без учёта R(hv) и α(hv). Спектры фототока имеют типичную форму: вначале наблюдается резкое возрастание фототока с последующим уменьшением, а в УФ области спектра вновь наблюдается медленный его рост. Причем, с увеличением содержания Ge в плёнках a-Si_{1-x}Ge_x:H красная граница в спектре ФП сдвигается в длинноволновую область, а фоточувствительность плёнок при hv > 2,0 эВ значительно падает, возрастает поверхностная рекомбинация, граница возрастания фототока из УФ области смещается в длинноволновую область. Эти изменения связаны с тем, что внедрение Ge в Si приводит к тому, что ширина оптической щели уменьшается, увеличивается оптическое поглощение при энергиях, меньших ширины щели, ухудшаются фотоэлектрические свойства, уменьшается время жизни носителей заряда τ и дрейфовая подвижность μ_D носителей в кристалле.

Нами был рассчитан квантовый выход внутреннего фотоэффекта в кристалле a-Si_{1-x}Ge_x:H с учётом зависимостей R(hv), α(hv). Общее выражение для фототока имеет вид [1]:

$$I_{\phi} = qN(1 - R)[1 - \exp(-\alpha d)]\eta\mu\tau EL$$

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.

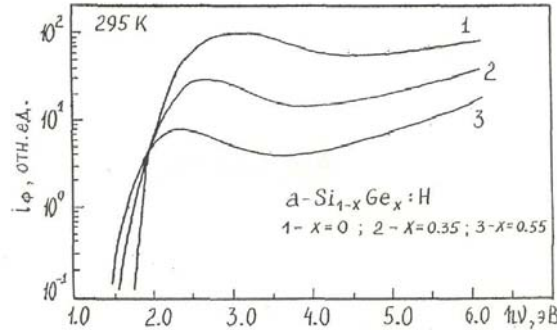


Рисунок 1. Спектральные зависимости фототока в пленках $a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$ от состава Ge (x): 1 – 0,0; 2 – 0,35, 3 – 0,55.

Тогда квантовый выход внутреннего фотоэффекта для носителей заряда в широком интервале энергий фотонов определяется как [1]:

$$\eta(h\nu) = \frac{I_\phi}{qN[1 - R(h\nu)][1 - \exp(-\alpha d)]\mu\tau EL}$$

На рисунке 2 приведены спектральные зависимости $\eta(h\nu)$ сплава $a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$ для $x=0; 0,45; 0,65$ в широком спектральном интервале при условии, что $\mu\tau = \text{const}$. Видно, что для всех составов наблюдается два участка: в интервале $h\nu = 2 \div 3,5$ эВ квантовый выход $\eta(h\nu)$ остается практически неизменным, а в последующем монотонно возрастает.

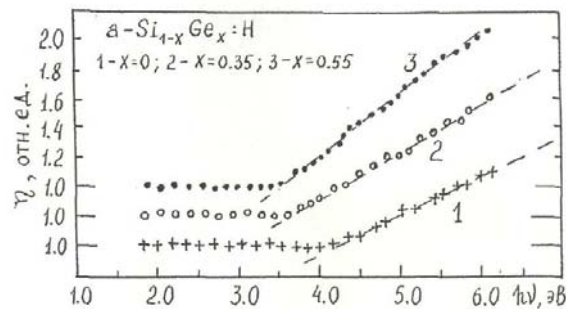


Рисунок 2. Спектральные зависимости квантового выхода внутреннего фотоэффекта в пленках $a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$ от состава X : 1 – 0, 2 – 0,35, 3 – 0,55.

Вид спектральных зависимостей $\eta(h\nu)$ в УФ диапазоне позволяет также утверждать, что в $a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$ имеет место процесс ударной ионизации носителей заряда и этот процесс носит явно выраженный пороговый характер. С увеличением содержания Ge в $a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$ порог ударной ионизации $h\nu_{\text{пор}}$ смещается в длинноволновую область спектра, а наклон роста $\eta(h\nu)$, характеризующий среднюю энергию образования электронно-дырочной пары ε , становится положе. Такое поведение квантового выхода связано с тем, что с введением Ge в $a\text{-Si}$ уменьшается ширина запрещенной зоны

материала, усиливается топологическое разупорядочение, приводящее к возрастанию плотности локализованных состояний в щели подвижности. Полученные значения $h\nu_{nop}$ и ε для $a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$ сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Основные характеристики сплава

$a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$ X	E_g , эВ	$h\nu_{nop}$, эВ	ε , эВ/пару
0	1,85	4,2	3,8
0,45	1,56	3,7	3,1
0,65	1,44	3,5	2,2

Согласно моделям [1 - 5], ударная ионизация при оптическом возбуждении в полупроводниках определяется эффективными массами носителей заряда, процессами их рассеяния и термализации, особенностями зонной структуры. Из-за отсутствия дальнего порядка в АП нельзя построить обратную решётку. В этом случае правила отбора с учетом квазиимпульса $\mathbf{k}$ носителей заряда для дна зон не работают и поглощение света обусловлено только прямыми оптическими переходами. Это обстоятельство также должно облегчить условия протекания ударной ионизации в АП. Следует отметить, что при поглощении квантов света с энергией $h\nu \gg E_g$ правила отбора по параметру $\mathbf{k}$ для межзонных оптических переходов (если эти переходы происходят не со дна валентной зоны) сохраняются.

Рассмотрим возможные оптические переходы в АП, условия, определяющие процесс ударной ионизации и участие возбужденных носителей заряда в переносе тока. На рисунке 3 представлена схема электронных переходов с энергией фотонов, равной или превышающей $2E_g$. Поскольку правила отбора по волновому вектору $\mathbf{k}$ для дна зон не работают, то можно использовать энергетическую диаграмму АП, где E_c и E_v - края подвижности для зоны проводимости и валентной зоны, соответственно, а разность $E_c - E_v$ определяет ширину запрещенной зоны E_g . Так как все оптические переходы со дна валентной зоны разрешены, то энергия возбужденных электронов и дырок, равная или превышающая $2E_g$, достаточна для ионизации ещё одной электронно-дырочной пары (оптический переход 1). При поглощении квантов света $2E_g < h\nu < 3E_g$ возможны также оптические переходы 2,3,4, при этом носители заряда, дающие вклад в фотопроводимость, не участвуют в процессе ударной ионизации, так как избыточной энергии не достаточно для акта ионизации. По этой причине, в начале процесса ударной ионизации квантовый выход внутреннего фотоэффекта не должен возрасти скачкообразно, а должен наблюдаться плавный рост $\eta(h\nu)$ с увеличением энергии фотонов.

При поглощении квантов света с $h\nu > 3E_g$ все рожденные фотоносители, передав часть своей энергии электрону v -зоны, могут перевести его в C -зону (переход 5,6), и квантовый выход должен удвоиться, если нет других механизмов потерь избыточной энергии "горячих" носителей заряда.

Отсюда следует, что пороговые энергии возрастания квантового выхода внутреннего фотоэффекта в АП должны определяться только законом сохранения энергии, то есть $h\nu_{nop} = 2E_g$, а средние энергии образования электронно-дырочной пары должны быть меньше аналогичных величин в кристаллических полупроводниках. То есть процесс ударной ионизации в АП должен быть более эффективен, чем в кристаллических, например, в Si и Ge [2, 3].

Вышеприведенные рассуждения справедливы для области высоких температур, когда проводимость осуществляется электронами (дырками) по делокализованным

состояниям. При понижении же температуры существенное влияние на фотопроводимость оказывают локализованные состояния вблизи дна зоны проводимости и валентной зоны. Рожденный в процессе ударной ионизации электрон (дырка), захватываясь на эти состояния, не участвует в процессе переноса, так как тепловой энергии kT не достаточно для их выброса выше края подвижности. В фотопроводимости реально участвуют лишь носители заряда с энергией выше краев подвижности, то есть горячие фотоносители во время их термализации.

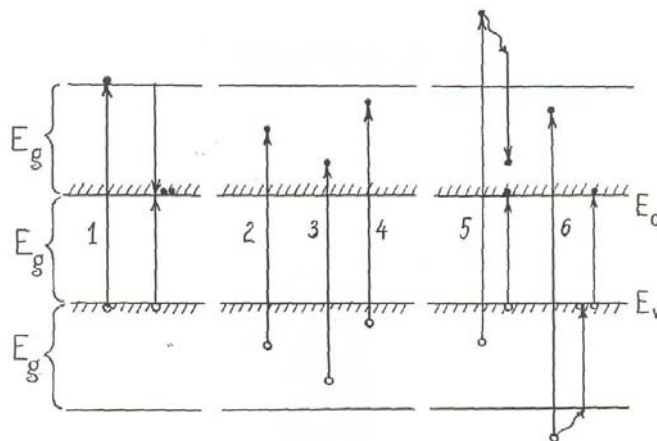


Рисунок 3. Схема электронных переходов в АП с энергией поглощенных фотонов, равной или превышающей $2E_g$ (E_c и E_v - края подвижности для зоны проводимости и валентной зоны, соответственно).

Таким образом, влияние температуры на изменение квантового выхода внутреннего фотоэффекта, рассчитанного из спектров фотопроводимости, должно привести:

- в области температур, когда проводимость происходит по делокализованным состояниям, изменение пороговой энергии $h\nu_{пор}$ возрастания $\eta(h\nu)$ определяется в основном температурной зависимостью E_g .
- в области низких температур существенное влияние локализованных состояний в хвостах зон на перенос носителей заряда должно привести к возрастанию величин пороговой энергии $h\nu_{пор}$ и средней энергии образования электронно-дырочной пары ε .

1. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. -М.: Физматгиз. -1963, 494 с.
2. Вавилов В.С., Брицын К.И. О спектральной и температурной зависимости квантового выхода в кремнии // ЖФТТ. -1959, т.1.С.16-19.
3. Ove Christensen. Quantum efficiency of the internal photoelectric effect in silicon and germanium // J.Appl. Phys.-1976, т.47. N.2. PP.689-695.
4. Волков А.С, Галаванов В.В., Гуткин А.А., Кумеков С.Е. Спектры фотопроводимости InSb в области энергий фотонов 0,4-1,4 эВ //ФТП. -1971, т.5. Вып.12. С.2356-2359.
5. Волков А.С., Гуткин А.А., Косогов О. В., Кумеков С.Е. Спектры фоточувствительности InSb p-n-переходов в области энергий фотонов до 3,3 эВ //ФТП, -1972, т.6, вып.II. С.2287-2289.

Работа выполнена под руководством профессора Мукашева К.М. при поддержке гранта МОН РК 1.12.1-185 и гранта ректора КазНПУ им. Абая.

ФОТОПРОВОДИМОСТЬ И УДАРНАЯ ИОНИЗАЦИЯ В ХАЛЬКОГЕНИДНОМ СТЕКЛЕ $TlAsSe_2$ С ДЫРОЧНЫМ ТИПОМ ПРОВОДИМОСТИ

(г.Тараз, Таразский Государственный Университет им. М.-Х. Дулати)

Өткізгіштегі кемтіктермен орындалатын шалаөткізгіштің фотоөткізгіштігінің спектралдық тәуелділігі зерттеледі. Сол үшін р-текті $TlAsSe_2$ халькогенидті шыны қолданылады. Бұл материалдың ішкі құрылымы бір текті емес. Ішкі фотоэффектінің кванттық өнімі анықталады. Электрон кемтік жұбының туындау энергиясы соққылау арқылы өтетін ионизациялау процесі мен заряд тасымалдаушылардың арасындағы басқа да құбылыстардың басымдылығын сипаттайды және оның шамасы $\eta(h\nu)$ тәуелділігінің еңкею шамасымен табылады.

Spectral dependence of photoconductivity in the semiconductor with the hole mechanism of conductivity is investigated. Measurements are performed on chalcogenide glass $TlAsSe_2$, being by the typical semiconductor with the disorder structure of p-type. The value of a quantum efficiency of an internal photoeffect $\eta(h\nu)$ is calculated. The value of average energy of creation of electron-hole pair ε , reflecting a competition between processes of impact ionization and other processes dissipation of energy of hot carriers, is certain on an slope of dependence $\eta(h\nu)$. Values $\eta(h\nu)$ also ε find an explanation in model of the amorphous semiconductor

Для исследования спектральной зависимости фотопроводимости (ФП) с дырочным механизмом проводимости нами было взято халькогенидное стекло $TlAsSe_2$, являющееся типичным полупроводником с неупорядоченной структурой р-типа. Выбор $TlAsSe_2$ связан с тем, что по фотоэлектрическим свойствам он подобен а-Si:H, а именно, $E_g=1,4$ эВ, $\sigma_T \sim 10^{-7} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}$ и обладает большой кратностью фотопроводимости $\sigma_\phi / \sigma_T = 10^4$ при потоке $N=10^{17}$ фотон/см²с.

Плёночные структуры Cr- $TlAsSe_2$ -Cr были получены путём термического напыления стекла $TlAsSe_2$ на диэлектрическую подложку с последующим нанесением пленки Cr толщиной ~100 нм. Затем была проведена фотолитография и получена гребенчатая структура с расстоянием между электродами 14 мкм. Спектральная зависимость фототока в области энергий фотонов $h\nu=1,6-6,2$ эВ измерялась по методике, описанной в [3]. Для точного учёта числа поглощённых фотонов измерялся также спектр отражения $R(h\nu)$ в диапазоне энергий фотонов 1,4-6,3 эВ.

На рисунке 1 представлена типичная спектральная характеристика стационарного фототока при $T_{\text{комн}}$ для структур Cr- $TlAsSe_2$ -Cr, нормированного на падающий поток фотонов. Видно, что спектр фототока имеет сложную форму: при увеличении $h\nu$ сначала наблюдается его резкое возрастание, обусловленное ростом коэффициента поглощения (а) в области энергий фотонов 1,3-2,0 эВ. Затем имеет место небольшое падение фототока в области $h\nu=2,0-3,0$ эВ, связанное с влиянием поверхностной рекомбинации, а начиная с $h\nu > 3,6$ эВ величина I_ϕ увеличивается вплоть до 6,2 эВ. Красная граница фоточувствительности позволяет оценить ширину запрещённой зоны (E_a), которая составляет 1,4 эВ, что хорошо согласуется с данными, полученными на объёмных образцах. На вставке рисунка 1 приведена зависимость величины i_ϕ от напряжённости электрического поля при облучении квантами света с $h\nu=5,0$ эВ. Установлена линейная зависимость фототока вплоть до полей $E=10^5$ В/см.

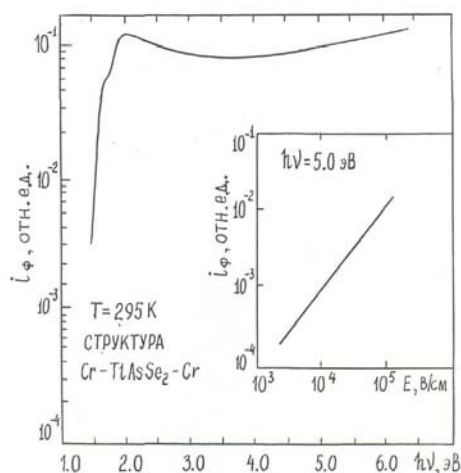


Рисунок 1. Типичная спектральная характеристика стационарного фототока при $T_{\text{комн}}$ для структур Cr-TlAsSe₂-Cr, нормированного на падающий поток фотонов.

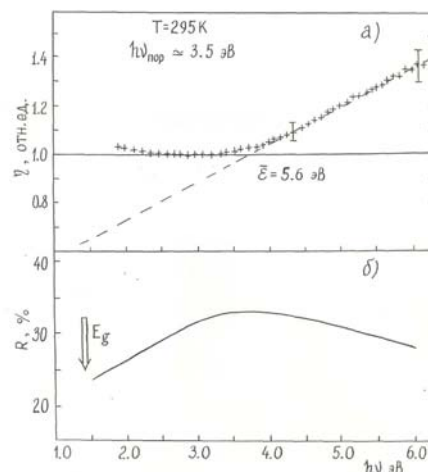


Рисунок 2. Спектральная зависимость квантового выхода внутреннего фотоэффекта $\alpha(h\nu)$ в TlAsSe₂ (a) и при $T=295$ К (б).

В области энергий фотонов 2,0-6,2 эВ нами была вычислена величина квантового выхода внутреннего фотоэффекта $\eta(h\nu)$ при условии, что $\mu\tau = \text{const}$, в спектральном диапазоне 2,0-6,2 эВ [4]. Как видно из рисунка 2а, величина $\eta(h\nu)$ в области энергий фотонов 2,0-3,5 эВ практически постоянна и приравнена к единице. При увеличении энергии фотонов $\eta(h\nu)$ увеличивается и достигает значения 1,36 при $h\nu = 6,0$ эВ. Вид полученной спектральной зависимости $\eta(h\nu)$ позволяет утверждать, что в стекле TlAsSe₂ имеет место процесс ударной ионизации и этот процесс имеет пороговый характер при энергии фотонов $h\nu_{\text{пор}} = 3,5$ эВ $= 2,5E_g$. Наличие порога увеличения $\eta(h\nu)$ означает, что при энергиях квантов возбуждающего света, равной или больше пороговой фотодырка (или фотозелктрон) приобретает кинетическую энергию, достаточную для ионизации ещё одной электронно-дырочной пары [5]. Структура валентной зоны халькогенидного стекла является сложной - она состоит из состояний ковалентных связей (σ -связей), а верх валентной зоны - из состояний недоделенных пар Se (π -связей). Так как TlAsSe₂ является полупроводником р-типа, то ударная ионизация, вероятно, осуществляется дырками. Горячая дырка, имея избыточную энергию E_a , может путем столкновений в валентной зоне породить еще одну электронно-дырочную пару из π -орбиталей Se, что приводит к увеличению $\eta > 1$ при энергиях квантов, больших 3,5 эВ. Величина средней энергии образования электронно-дырочной пары (ε), отражающая конкуренцию между процессами ударной ионизации и другими процессами диссипации энергии горячих носителей заряда, определена по наклону зависимости $\eta(h\nu)$ (пунктирная прямая на рисунке 2а) и равна 3,6 эВ.

Спектральная зависимость фотопроводимости в TlAsSe₂ при трех различных температурах приведена на рисунке 3. Влияние температуры на форму спектра фотопроводимости в стекле TlAsSe₂ аналогично температурной зависимости I_ϕ в а-Si:H. Красная граница фотопроводимости с уменьшением температуры T смещается в область больших энергий фотонов и наблюдается выравнивание i_ϕ в УФ области спектра. Однако имеется и различие: с увеличением T вначале наблюдается рост

фототока по величине, затем - его уменьшение. Это объясняется сменой темпов рекомбинации, наблюдаемой из зависимости величины i_{ϕ} от температуры при облучении квантами света $h\nu = 2,5$ и $5,0$ эВ (рисунок 4.).

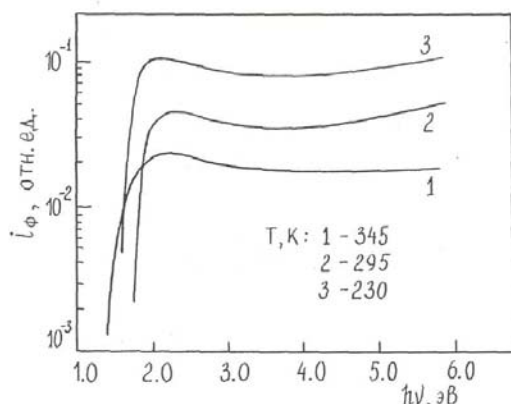


Рисунок 3. Спектральная зависимость фототока в $TlAsSe_2$ при трех различных температурах.

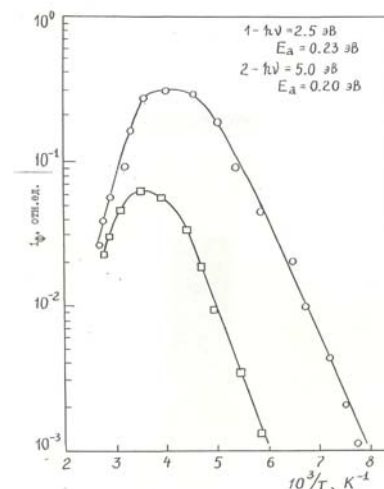


Рисунок 4. Температурная зависимость фотопроводимости в $TlAsSe_2$ при облучении квантами света с $h\nu = 2,5$ и $5,0$ эВ.

Расчетные спектральные зависимости квантового выхода при трех различных температурах свидетельствуют о том, что, с понижением температуры $h\nu_{пор}$ смещается в область больших энергий, а средняя энергия образования электронно-дырочной пары увеличивается. При изменении температуры в диапазоне $T = 350-230$ К $h\nu_{пор}$ изменяется от 3,4 до 4,2 эВ, а ε - от 5,4 до 11-5 эВ и качественно аналогично температурной зависимости параметров квантового выхода в $a-Si:H$.

Интерпретацию полученных из экспериментов значений параметров квантового выхода ($h\nu_{пор}$ и ε) для $a-Si:H$, $a-Si_{1-x}Ge_x:H$, $TlAsSe_2$, а также температурные зависимости этих данных можно представить следующим образом. Согласно моделям [6-9], ударная ионизация при оптическом возбуждении в полупроводниках определяется эффективными массами носителей заряда, процессами их рассеяния и термализации, особенностями зонной структуры. Из-за отсутствия дальнего порядка в АП нельзя построить обратную решётку, так как квазиимпульс является "не лучшим" квантовым числом. Поэтому правила отбора с учетом квазиимпульса ($\mathbf{k}$) носителей заряда для дна зон не работают, и поглощение света обусловлено только прямыми оптическими переходами. Это обстоятельство также должно облегчить условия протекания ударной ионизации в АП. Следует отметить, что при поглощении квантов света с энергией $h\nu \gg E_g$ правила отбора по $\mathbf{k}$ для межзонных оптических переходов (если эти переходы не со дна валентной зоны) сохраняются.

Таким образом, увеличение пороговой энергии $h\nu_{пор}$ в стекле $TlAsSe_2$ ($h\nu_{пор} = 2,5E_g$) также как и в $a-Si_{1-x}Ge_x:H$, полученным магнетронным методом, ($h\nu_{пор} = 2,27 - 2,43 E_g$) по сравнению с $a-Si:H$, полученным в тлеющем разряде ($h\nu_{пор} = 2E_g$), связано с ростом степени разупорядоченности структуры аморфной сетки, что существенно сказывается на процессах рассеяния и переноса фотоносителей.

1. Черкасов Ю.А. В сб.: Структура и свойства некристаллических полупроводников //Под ред. Коломийца, - Л. Наука.-1976. 282 с.

2. Ле-Комбер П. Легированные аморфные полупроводники. В кн: Аморфные полупроводники. // Под ред. Бродски. -М.: Мир.-1982. 311 с.
3. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. -М.: Физматгиз. -1963. 494 с.
4. Атаев Ж., Васильев В.А., Волков А.С, Кумекоев М.Е., Теруков Е.И., Шведков И.В. Фотоэлектрические свойства пленок а-Si:H и структур на их основе в УФ области спектра. //ФТП. -1991. Т.25, вып. 8. С.1350-1354.
5. Атаев Ж., Васильев В.А., Волков А.С, Кумекоев М.Е., Теруков Е.И., Шведков И.В. Фотопроводимость и ударная ионизация в пленках а-Si:H в УФ области спектра. // Письма в ЖТФ -1991. Т.17, вып.3. С.81-84.
6. Вавилов В.С., Брицын К.И. О спектральной и температурной зависимости квантового выхода в кремнии. // ЖФТТ -1959. Т.1. 16 с.
7. Ove Chrilstensen. Quantum efficiency of the internal photoelectric effect in silicon and germanium. // J.Appl. Phys.-1976. 7.47. No.2. PP.689-695.
8. Волков А.С, Галаванов В.В., Гуткин А.А., Кумекоев С.Е. Спектры фотопроводимости InSb в области энергий фотонов 0.4-1.4 эВ. // ФТП - 1971. Т.5, вып.12. С.2356-2359.
9. Волков А.С., Гуткин А.А., Косогов О. В., Кумекоев С.Е. Спектры фоточувствительности InSb p-n-переходов в области энергий фотонов до 3.3 эВ. // ФТП -1972, т.6, вып.11. С.2287-2289.

Работа выполнена под руководством профессора Мукашева К.М. при поддержке гранта МОН РК 1.12.1-185 и гранта ректора КазНПУ им. Абая.

ӘОЖ 37.388

Г.К. Нұрмуханбетова, Л.Қ. Жайдакбаева, Э. Абдрашева

НЕГІЗГІ МЕКТЕПТЕГІ АЛГЕБРА МЕН ИНФОРМАТИКА КУРСТАРЫН ӨЗАРА БАЙЛАНЫСТА ОҚИТУ

(Шымкент қ., Қ.А.Ясауи атындағы ХҚТУ)

В статье рассматриваются проблемы обучения на основе межпредметных связей курса алгебры и информатики. В учебном процессе одна из актуальных проблем - это научно-методическая основа осуществления. Рассматривая проблемы межпредметных и внутрипредметных связей уточнены пути совершенствования оптимизации обучения этим предметам. На основе межпредметных связей курсов алгебры и информатики выбраны и сгруппированы темы данных курсов по понятийным и хронологическим типам обучения.

Interconcreteness - One of primary factors of development of science and education. It and the major point of support in scientifically-educational area, and one of its problems.

In the article problems of training on the basis of intersubject communications of a course of algebra and computer science are considered. In educational process one of actual problems, is a scientifically-methodical basis of doing. Considering problems of intersubject and intrasubject communications ways perfection of optimisation of training of these subjects are specified. On the basis of training of intersubject communications of courses of algebra and computer science themes of the given courses on conceptual and chronological types of training are chosen and grouped

Қазақстандық мектептерді жаңарту тұжырымдамасы жалпы білім берудің басым бағыттарын, яғни оқушы мен оқытушының өзара ынтымақтастығы үлгісін оқу үдерісінде қалыптастыру мен әртүрлі оқу іс-әрекетін қамтитын оқыту әдістерінің

үйлесімділігі негізінде жүзеге асырылуы тиіс екендігін анықтап беріп отыр. Бұл басым бағыттар мектепте білім беруді дамытуға негіз болуда. Осыған орай мектептің әр деңгейінде оқыту мен тәрбие берудің мақсаты, білім мазмұнын іріктеу ұстанымдары, сондай-ақ, оқушылардың дайындық сапасын бағалау тәсілдері нақтылануда.

Білімнің мазмұны оқыту үрдісі компоненттерінің бірі. Бұл ғылыми білімнің, іскерліктің және дағдының жүйесі. Білім саласындағы әдіскер-ғалымдар осы талаптар негізінде білім мазмұнын көтеруге төмендегі принциптерді қолдану қажет екенін айтады:

- пәнаралық және пәнішілік байланыстарды ғылыми әдістемелік негізде жүзеге асыру;

- қазіргі үдемелі ғылыми-техникалық жағдайда ақпараттық технологияны пайдалану, білім мазмұнын жаңарту.

Пәнаралық байланыс әр түрлі ғылым негіздерін оқытудың мақсаты мен мазмұнының ұштасуына, сондай-ақ оқушылардың білімі мен нанымын қалыптастыруға, олардың іскерліктері мен танымдық қабілеттерін дамытуға бағытталады.

Педагогикалық сөздікте пәнаралық байланыс – бірыңғай жүйе мен бірыңғай дидактикалық мақсатқа негізделген оқыту пәндерінің келісілген өзара әрекеті ретінде анықталған.

Пәнаралық байланыстың мақсаты – оқушылардың дүниеге ғылыми көзқарасын қалыптастыру, табиғат құбылыстарының біртұтастығы мен өзара байланысын көрсету және олардың білімі мен ұғымын тереңдету [1].

Пән арасындағы байланыстарды жүзеге асыру әр түрлі білім салаларының арасында айқын шекара жоқ екенін, олардың бір-бірінен қол үзбейтінін, әр сала өз әдіс-тәсілдерімен материалдық дүниені зерттейтініне оқушылардың көзін жеткізеді.

Оқу пәндерінің арасындағы байланысты әдіскер Ә.Бидососов екі түрге бөліп, уақыттық (хронологиялық) және ұғымдық (идеялық) деген түрлерін нақтылаған. Бұлардың біріншісі әртүрлі пәндердің бағдарламалық материалдарын оқытуды уақыт бойынша келісуді, екіншісі ұғымдарды жалпы әдіснамалық қағидалар негізінде біркелкі түсіндіруді көздейді. Әр пәндегі жеке тақырыптар мен тарауларды оқытуды уақыт бойынша дидактикалық бірліктерге ірілендіру олардың бағдарламаларын сәйкестендіру арқылы қамтамасыз етіледі.

Математиканы оқыту тиімділігін арттыру, басқа пәндерді оқыту сияқты, көптеген факторларға байланысты. Солардың бірі пән ішіндегі байланыстарды нығайту. Пән ішіндегі байланыс мектеп математикасының жеке курстарын ұштастыра оқытуды, оқушылардың дүниетанымын қалыптастырудағы сабақтастықты қамтамасыз етуді көздейді. Мектеп математикасының әрбір курсы жасағанда, біріншіден, сүйеніш болатын ұғымдарды үйрету, екіншіден сол ұғымдарды одан әрі дамытып, барлық жағдайда қолдана білу басшылыққа алынады.

Информатика пәні мектепте бастауыш сынып пәндеріне (математика, дүниетану т.б.) кіріктіріп оқытылып жүр. Ал негізгі мектепте де информатика мен математика курстарын өзара байланыста оқыту әбден мүмкін. Себебі информатика алдымен математикамен тектік тұрғыда байланысы бар. Информатиканың негізгі ұғымдары алгоритм, функция математикадан алынғаны белгілі.

Мектептің білім мазмұнында информатиканы оқытудың жалпы мақсаттарын бөліп алуға болады:

- ақпараттық қоғам жағдайында оқушыларды жан-жақты даярлау;
- ақпараттық қоғам мен технологиялардың мүмкіндігіне бейімделген оқушыларды ақпараттық мәдениеттілікке тәрбиелеу;

- информатиканың ақпаратты беру, түрлендіру және оны қолдану сияқты іргелі ұғымдарын оқушыларға меңгерту;

- әлемдік ғылыми бейнені қалыптастырудағы ақпараттық үдерістердің мәнін ашу және қазіргі қоғамның дамуындағы ақпараттық технология мен компьютерлік техниканың рөлі;

- оқушыларды компьютерді оқу үрдісіне, бағдарлы бағытқа тиімді және ұқыпты пайдалана білу дағдыларын қалыптастыру;

- мектептің оқу-тәрбие үдерісіне ақпараттық-коммуникациялық технологияны енгізу үшін жағдай туғызу.

Бұл мақсаттарға жету келесі міндеттерді шешу арқылы жүзеге асады:

- ғылыми-дүниетанымдық көзқарастарын қалыптастыру (ғылыми-әлемдік бейнені құруда және оны тірі табиғатта, техникада, қоғамда ақпараттық үдерістердің мәні туралы біліммен қаруландыру; қоғамның дамуында, адам еңбегінің сипаты мен мазмұнын өзгертуде информатика мен есептеуіш техниканың мәні туралы білімдермен қамтамасыз ету);

- оқушылардың ойлау қабілетін дамыту (жеке жағдайда, алгоритмдік, әрекеттік және модульдік-рефлективтік ойлау қабілетін дамыту);

- оқушыларды практикалық және бағдарлы бағыттарға даярлау (компьютермен жұмыс жасау ұстанымдары, ақпаратты беру тәсілдері және түрлі мәселелерді шешуде ақпараттық-коммуникациялық технологияның негізгі кезеңдеру туралы білімдермен қамтамасыз ету; түрлі пәндік салаларда ақпараттық технологияны қолдану мен модельдеу және компьютерді түрлі практикалық міндеттерді шешуде сапалы, әрі тиімді құрал түрінде қолдану дағдыларын қалыптастыру).

Информатиканы оқытудың басты міндеттері негізінде оқу бағдарламасында нақты дидактикалық міндеттер айқындалады, оның ішінде оқушыларды біліммен қаруландыру тәсілдерін үйрету аса маңызды болып табылады.

Базалық білімнің негізгі компоненті ретіндегі математиканың мәні практикалық іс-әрекетте қолдану үшін қажетті, басқа оқу пәндерін зерделеу үшін, үздіксіз білім беру жүйесінде оқуды жалғастыру үшін жеткілікті нақты математикалық білімді игерту арқылы оның адамзат өркениетін, ғылыми-техникалық прогресті дамытудағы, қазіргі ғылымдағы және өндірістегі рөлімен, сондай-ақ өскелең ұрпақтың рухани ортасын қалыптастырудағы, олардың интеллектуалдық және басқа да сапаларын дамытудағы математикалық білімнің маңыздылығымен анықталады.

Оқулықтарды, оқу бағдарламаларын т.с.с. құжаттарды талдау нәтижесінде, ұғымдарды енгізу пәнішілік байланыстар негізінде дамыта оқыту мақсатын көздей отырып жүргізілгендігін байқауға болады. Мәселен, сандарды қосу мен азайтуды өзара кері амалдар ретінде қатар оқыту кері байланыстың дамуына, пәнаралық байланыс нәтижесінде есте сақтауды нығайтуға, логикалық, абстрактілі ойлаудың дамуына әсер ететін болса, сандар мен шамаларды пәнішілік байланыс негізінде қарқынды оқыту ұғымдар арасындағы ұқсастықты тағайындай білуге, әрекет тәсілдерін қолдана білу іскерліктерін қалыптастыруға септігін тигізеді. Алгебра және информатика курстарындағы жиын, теріс емес бүтін сандардың арифметикасы, шамалар және оларды өлшеу, алгебра элементтері, геометрия элементтері салалары арасындағы байланыстар біз аса мән бермесек те өзара табиғи байланыста. Пәнаралық байланысты ұйымдастыру арқылы білім беру жеке пәндер мазмұнының, мәтіннің бір-бірімен өзара байланысуын қамтамасыз ететіндей белгілі бір жүйелілікті керек етеді. Әртүрлі оқыту пәндерінің арасындағы пәнаралық байланыс – оқу-тәрбиелік жұмысты жақсартудың және оқыту үдерісінің тиімділігін жоғарылатудың басты құралы.

Классикалық педагогикада пәнаралық байланыс туралы ой XIX ғасырдың басында

туындаған. Ұлы педагог Я.А.Каменский « Өзара байланыстағы барлық нәрсе, дәл сондай байланыста берілуі қажет» деген. Жалпы білімнің жан-жақты болуы қажет деген ойға келген ол әлемнің құбылыстары мен заттарын бір-бірінің байланыстары мен қатынастарынсыз тану мүмкін еместігін айтқан.

Пәнаралық байланыстың дидактикалық маңыздылығының психологиялық-педагогикалық негізін зерттеген К. Д. Ушинский «Заттар мен құбылыстардың өзара байланысын бейнелейтін адамдардың әртүрлі ассоциативтік байланыстарын (қарама-қайшылықтары, ұқсастығы, уақыты бойынша және т.б.) көрсетеді [2].

Сондықтан пәнаралық және пәнішілік байланыстарды мазмұндары мен өтілетін уақыттары бойынша іріктеп алып, компьютерді оқу процесіне қолдана отырып, объектілердің, құбылыстар мен процесстердің арасындағы бар байланыстарды компьютердің көмегімен оқушыларға көрнекі түрде түсіндіріп, олардың игілігіне айналдыру маңызды.

Пәнаралық байланыс негізінде пәнді оқытудың тиімділігін арттыруда мына мәселелер қарастырылуы тиіс:

- пәнаралық байланыс негізінде берілетін пәндердің қажеттілігін дәлелдеу;
- пәннің басқа пәндермен пәнаралық байланысында нені оқыту керек;
- пәндер арасындағы өзара байланыс қандай бағытта жүзеге асады және қандай тақырыптарды өзара байланыстыруға болады;
- пәнаралық байланысты қандай формада және қандай әдіспен оқыту керек;
- пәнаралық байланыс негізінде білім берудің нәтижесі қандай болмақ.

Математикада алгоритм – берілген есептің шығару жолын реттелген амалдар тізбегі түріне келтіру.

Осыған орай біз негізгі мектептегі алгебра мен информатика курстарын өзара байланыста оқытуды мақсат етіп осы курстарды оқытудың принциптерін қарастырдық.

Математиканы оқытудың принциптері:

- есептеу мәдениетін және есептеудің практикалық дағдыларын дамытуды;
- формальды-оперативтік алгебралық аппаратты және оны әртүрлі мәселелерді шешуге қолдана алу білігін меңгертуді;
- элементар функциялардың қасиеттері мен графиктерін оқытып-үйретуді, нақты тәуелділіктерді сипаттау және талдау үшін функционалдық-графиктік түсініктерді пайдалануды;
- статистикалық мәліметтерді ұсыну мен талдаудың негізгі тәсілдерімен, нақты болмыстағы статистикалық заңдылықтармен таныстыруды, қарапайым ықтималдық бойынша түсініктерді беруді;
- планиметрияның негізгі фактілері мен әдістерін игертуді және кеңістіктік түсініктерді дамытуды қамтамасыз етеді.

Информатиканы оқытудың принциптері:

Мектепте пәнаралық байланыстар негізінде алгебра мен информатиканы оқытуды жетілдірудің төмендегідей жолдарын ұсынамыз:

- сандар жиыны, сандарға арифметикалық амалдар қолдануда;
- функциялық тәуелділіктер мен MS Excel электрондық кестесі;
- есеп шығаруда алгоритмдік әдісті пайдалану

Информатика курсына алгоритм ұғымына тарихқа көз жүгіртіп араб математигі Әл-Хорезми есімінің латынша Algorithmi болып жазылуынан шыққаны туралы айтылады. Алгебра курсына да осы жағдай қайталанатыны.

Ол санаудың ондық жүйесінде көпшілігі сандар мен арифметикалық амалдардың орындалу ережесін ұсынған. Бұл ережелер қосынды мен көбейтіндіні

табуға арналған амалдарды орындауға қажетті тізбектен құрылған. Алгоритм тек қана қосынды мен көбейтіндіні ғана табу ережелерімен ғана шектелмейді. Курстар мазмұнын өзара байланыстыруда негізге алынатын ортақ әрекет ретінде (математика пәні ғана емес, барлық пәндерге де ортақ әрекет) алгоритмді ала отырып, оқулықта бұрыннан қолданылып жүрген жазбаша қосу мен азайту, көбейту мен бөлу тәсілдерінің, теңдеуді шешу, геометриялық фигураларды салу т.б. алгоритмдерін терминді қолдана отырып оқыту; бұдан кез-келген нысандардың әрекеттер тізбектілігін «алгоритм» деп атауға негіз салынады. Оның мағынасы өте кең. Біз соның ішінде негізгі мектепте алгебра, физиканың, геометрияның есептерін оқушыларға есепті шешудің алгоритмдік тәсілін үйретеміз.

Алгебра мен информатика курстарын өзара байланыста оқытудың жолдары білімділік, дамытушылық, тәрбиелік және практикалық мақсаттардың орындалуына, оқушылардың әлемді біртұтас күйде қабылдауына ықпал жасайды; оқушылар ұғымдар арасындағы логикалық байланыстарды тағайындай білуге үйренеді және соның салдары ретінде олардың интеллектуалдық қабілеті, логикалық, алгоритмдік, комплексті ойлауы дамиды; негізгі мектеп пәндерін терең меңгеруіне жағдай жасайды деп тұжырымдаймыз.

Қорыта келгенде, пәнаралық байланыс негізінде информатика курсы мазмұнын алгебра курсы мазмұнына кіріктіру - осы пәндердегі ортақ тақырыптарды жақындастырудың, оқушылар ақпараттық мәдениетінің қалыптасуының, таным қабілеттерінің дамуының негізі болады және олардың сыни ойлауы мен талдау қабілетін, дүниетанымын дамытады деп ойлаймыз.

1. Бидосов Ә. Математиканы оқыту методикасы. Бидосов. Ә.-Алматы: Мектеп, 1981.- 221 бет.
2. Каменский Я. А. Избранные педагогические сочинения. — М.1955; с.287
3. Ушинский К. Д. Сочинения. — М.;Л.1948 – 355 бет.
4. ҚР Білім туралы заңы // Егемен Қазақстан. – 11.06.1999ж.
5. Қоянбаев Ж.К. Педагогика. – Алматы, 2002-369 бет.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ МЕХАНИЗМА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ РЕЛЬСОВОЙ МАШИНЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

(г.Алматы, КазНПУ имени Абая, КазНТУ имени К.И.Сатпаева)

Әр түрлі өндірістік салаларында пайдаланған төрт тіректі рессорсыз рельстік машиналары бір артық геометриялық байланыс бар болуы. Сондықтан машинаның орталық тік жүктеме тіректі донгалақтарға біркелкі емес таратылады. Сол құбылыстың себебі - рельстік машинаның тіректі механизм статикалық анықталмаған. Осы жұмыста артық геометриялық байланыстың тік жүктеме тіректі донгалақтарға тарату түріне әсері көрсетілген. Донгалақтарға жүктемелер тұрақтандыру үшін ұсыныс беріледі.

Unsprung the four-basic rail cars used in various industrial spheres, have one superfluous geometrical communication. Therefore vertical loading on wheels at car movement will be distributed non-uniformly. All it occurs because of static indefinability of the basic mechanism of the rail car. In work influence of superfluous geometrical communication on character of distribution of vertical loading on wheels is shown. The measures on stabilizations of loadings on wheels are offered.

Большинство рельсовых грузоподъемных и других вспомогательных машин, используемых в горнометаллургии, строительстве и других отраслях ходовые колеса устанавливаются на раме без подрессоривания. При наличии неизбежных погрешностей в процессе изготовления колес и их монтажа на жесткой раме, вертикальная нагрузка на них при движении распределится неравномерно, и даже может оказаться равной нулю на одном из колес, вследствие отрыва его от рельса. Этому способствуют также искривления и взаимные смещения рельсов. Следовательно, опорный механизм непрорессоренной рельсовой машины (рисунок 1) будет системой переменной структуры.

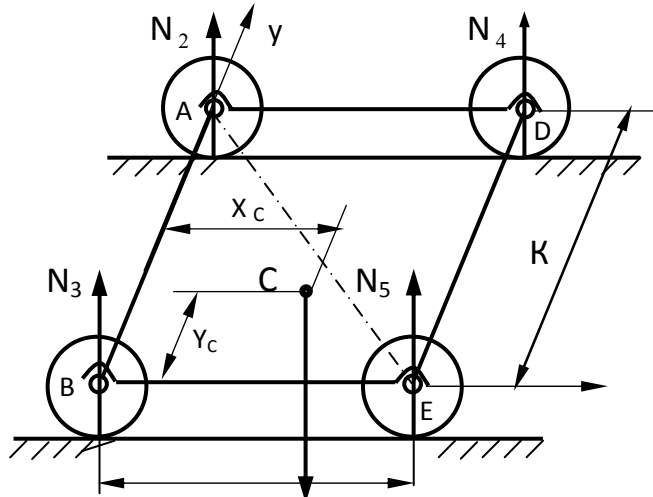


Рисунок 1 - Опорный механизм непрорессоренной рельсовой машины

Считая машину четырехопорным твердым телом с точечным контактом, определим (без трения) количество избыточных связей q по формуле Малышева [1]

$$q = W - 6n + (6 - i)p_i,$$

$$q = 3 - 6 \cdot 1 + (6 - 5) \cdot 4 = 1,$$

где $W=3$ – число степеней свободы твердого тела на плоскости,
 $n=1$ – число подвижных звеньев,
 $i=5$ – род кинематической пары,
 $p_i=p_5=4$ число кинематических пар 5 рода.

Система имеет одну избыточную геометрическую связь, следовательно, опорный механизм исследуемой рельсовой машины статически неопределим. А это, в свою очередь, означает, что вертикальная нагрузка на опорные колеса распределена неравномерно. Нагрузка на одном из колес может оказаться более низкой, а при неблагоприятных эксплуатационных условиях даже равной нулю (отрыв колеса от рельса). При восстановлении контакта колесо подвергается ударной нагрузке, что способствует значительному сокращению срока службы ходовых колес машины.

При одном недогруженном колесе, другие колеса воспримут всю вертикальную нагрузку. В технической документации [2] исследуемой в данной работе напольной завалочной машины приводятся значения давлений на колеса машины (вертикальные нагрузки) P_2, P_3, P_4, P_5 для разных режимов работы машины. Эти значения были определены при допущении, что нагрузка между колесами, перемещающимися по одному рельсу, распределяется равномерно, что, разумеется, не соответствует действительности.

Определим истинные значения вертикальных нагрузок на колеса, равные по модулю нормальным реакциям рельсов, при отсутствии контакта с рельсом одного из колес напольной завалочной машины грузоподъемностью $Q=150\text{кН}$ в одном из режимов работы. Вес машины без технологической нагрузки $G=1900\text{кН}$, с полной нагрузкой вес машины $G=2100\text{кН}$. Схема расположения ходовых колес машины показаны на рисунках 1, 2 и 3.

Основные расчетные размеры: $AB = K = 9,5\text{м}$ – колея машины (расстояние между рельсами); $AD = B = 6,2\text{м}$ – база машины **В** (расстояние между осями колесных пар). Точка **С** – центр масс системы; в зависимости от режима движения машины центр масс меняет свое положение.

Для определения значений нормальных реакций, действующих на колеса, составим известные из статики уравнения равновесия в форме уравнений моментов внешних сил (без учета сил трения) относительно осей V_x, V_y, AE, DE, AD (рисунки 1, 2, 3). Рассмотрим два режима движения машины. В первом режиме (движение без нагрузки, рисунок 2) центр масс - точка **С** находится ближе к рельсу **ВЕ**, поэтому наиболее вероятен отрыв от рельса колеса 4, т.е. $N_4 = 0$. В технической документации машины на заводе приводятся следующие значения давлений на колеса: $P_2 = P_4 = 300\text{кН}$, $P_3 = P_5 = 650\text{кН}$. Вес машины $G=1900\text{кН}$, координаты центра масс (тяжести) **С**: $x_c = 3,1\text{м}$; $y_c = 3\text{м}$.

Определим расстояние **ОС**: $OC = 0,5K - Y_c = 0,5 \cdot 9,5 - 3 = 1,75\text{ м}$.

Уравнения равновесия при отсутствии нагрузки (отрыве) на четвертом колесе, т.е. при $N_4 = 0$

$$\sum M_x = 0; \quad N_2 \cdot AB - G \cdot y_c = 0, \quad \sum M_y = 0; \quad G \cdot x_c - N_5 \cdot AD = 0,$$

$$\sum M_{AE} = 0; \quad G \cdot OC \sin \alpha - N_3 \cdot AB \sin \alpha = 0.$$

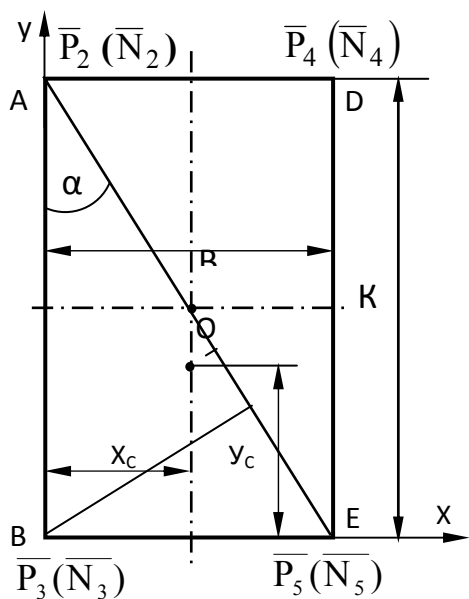


Рисунок 2 – Схема расположения центра масс С и действия сил при движении машины без нагрузки

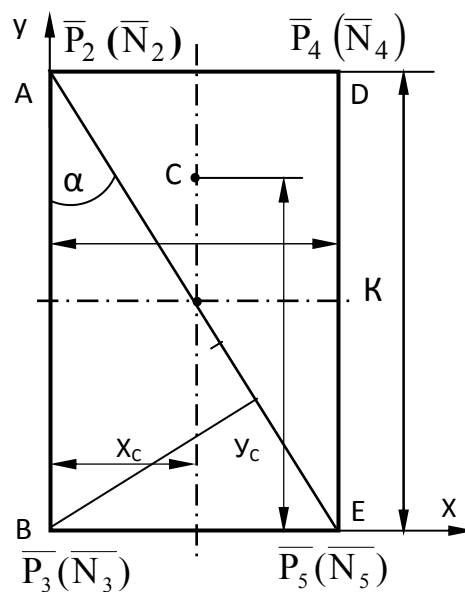


Рисунок 3– Схема расположения центра масс С и действия сил при движении машины с нагрузкой

Решив уравнения, получим значения N_2 , N_3 , N_5 при $N_4 = 0$

$$N_2 = \frac{G \cdot Y_c}{AB} = \frac{1900 \cdot 3}{9,5} = 600 \text{ кН}, \quad N_3 = \frac{G \cdot OC}{AB} = \frac{1900 \cdot 1,75}{9,5} = 350 \text{ кН},$$

$$N_5 = \frac{G \cdot X_c}{AD} = \frac{1900 \cdot 3,1}{6,2} = 950 \text{ кН}.$$

Наименее благоприятный, второй режим работы завалочной машины – движение с полной нагрузкой (рисунок 3). Тележка в этом случае находится в крайнем переднем положении с технологической нагрузкой. Центр масс – точка С переместится ближе к рельсу AD, поэтому наиболее вероятен отрыв от рельса колеса 3, т.е. $N_3 = 0$. Это означает, что ненагруженным в этом случае может оказаться колесо 3, т.е. $N_3 (P_3) = 0$. В этом, наиболее тяжелом режиме работы максимальный вес машины с грузом $G = 2060$ кН, координаты центра масс: $X_c = 3,1 \text{ м}$; $Y_c = 8 \text{ м}$, давление на колеса $P_2 = P_4 = 80 \text{ тонн} = 785 \text{ кН}$; $P_3 = P_5 = 25 \text{ тонн} = 245 \text{ кН}$ (из технической документации машины [2]).

Составив и решив уравнения, получим следующие значения нормальных реакций N_2 , N_3 , N_5 при отсутствии контакта с рельсом колеса 3 т.е. при $N_3 = 0$: $N_2 = 1030 \text{ кН}$, $N_4 = 705 \text{ кН}$, $N_5 = 325 \text{ кН}$.

Приведенные расчеты показывают, что при отрыве одного колеса от рельса вертикальная нагрузка на оставшиеся колеса распределяется крайне неравномерно, что показывают результаты расчетов, отличающиеся от данных, приведенных в технической документации. Одно из колес может быть значительно перегружено (на два колеса приходится 85% нагрузки), другое недогружено (15% от общей нагрузки), причем изменение нагрузки может происходить мгновенно, т.е. сопровождаться ударами. По этой же причине возможно проскальзывание ходовых колес, имеющих общий привод от одного двигателя, в те моменты времени, когда одно из этих колес из-за статической неопределенности оказывается недогруженным. В таком случае тяговое усилие, необходимое для перемещения рельсовой машины, может оказаться выше, чем

суммарная сила трения в зоне контакта колес с рельсами. Это также отрицательно скажется на долговечности ходовой части рельсовой машины из-за возникающих фрикционных автоколебаний. Следует также отметить, что при отсутствии контакта с рельсом одного из колес, в частности при наиболее нагруженном режиме, нагрузка на одно из колес составляет половину веса всей машины. Неравномерная нагрузка на колеса уменьшает срок службы колес, валов и других частей привода, способствует их ускоренному разрушению. Наблюдения за напольными завалочными машинами на заводе «Криворожсталь» (Украина) и Карагандинском металлургическом комбинате (Казахстан) показали, что работа машин сопровождается частыми ударами, проскальзыванием ходовых колес, интенсивными колебаниями узлов и деталей машин.

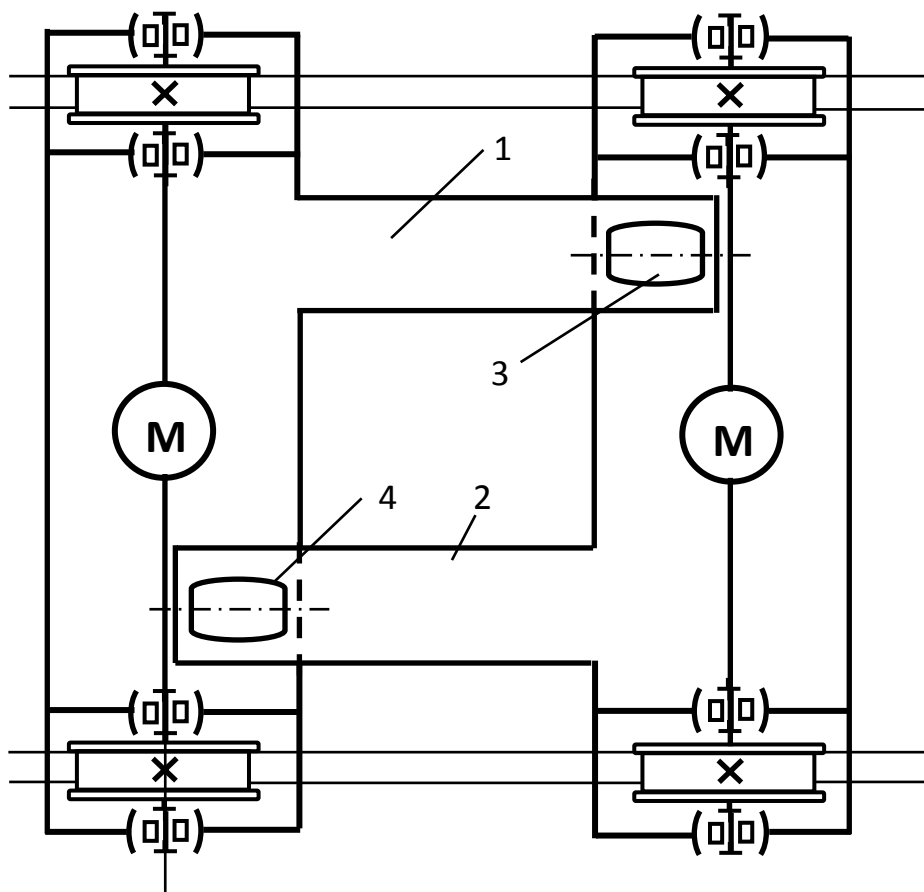
Одна избыточная связь определяет порядок статической неопределимости опорного механизма равный единице. Но фактически этот порядок для рельсовых машин такого типа выше определенного ранее по причине того, что истинный контакт опорной цилиндрической поверхности колеса с плоскостью головки рельса практически происходит по прямой линии. Первоначально, при определении числа избыточных связей по формуле (1), предполагалось, что колеса имеют точечный контакт с рельсами. Таким образом, в формуле (1) род элементов кинематических пар $i = 4$, т.е. возможное число избыточных связей для исследуемой машины

$$q = 3 - 6 \times 1 + (6 - 4) \times 4 = 5.$$

Избыточные связи, вызываемые линейным, а не точечным контактом колес с рельсами, теоретически можно исключить, применив рельс с выпуклой головкой или выполнив бочкообразной опорную поверхность ходовых колес. Практически же, из-за податливости материала колес и рельсов точечный контакт осуществить проблематично.

Очевидно, что при отрыве одного колеса от рельса вертикальная нагрузка на оставшиеся колеса распределяется крайне неравномерно, что показывают результаты расчетов, отличающиеся от данных, приведенных в технической документации исследуемой машины. Неравномерная нагрузка на колеса уменьшает срок службы колес, валов и других частей привода, способствует их ускоренному разрушению.

Равномерно распределить вертикальную нагрузку на колеса возможно, если выполнить раму составной (из двух частей). В результате получим две трехопорные балки 1 и 2 (рисунок 4), соединенные посредством бочкообразных роликов 3 и 4. Как известно из практики работы подъёмно-транспортных машин, вертикальная нагрузка распределяется равномерно именно для таких конструкций.



1,2 – Г-образные балки, 3,4 – ролики.

Рисунок 4- Схема механизма передвижения мостового крана с составной рамой

Эксплуатация опытных экземпляров мостовых кранов с составной конструкцией рамы, изготовленных на Александрийском заводе (Украина), показала значительное уменьшение потребляемой электроэнергии и износа деталей ходовой части кранов.

1. Кожевников С.Н. Основания структурного синтеза механизмов. –Киев: Наукова думка, 1979. –232с.
2. Техническая документация напольной завалочной машины мартеновского цеха грузоподъемностью 15 тонн. Завод «Криворожсталь», Кривой Рог, 1989.

БОЛАШАҚ МҰҒАЛІМДЕРДІ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ТАНЫМДЫҚ ІС-ӘРЕКЕТІН БАСҚАРУҒА ДАЯРЛАУ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, Шымкент қ., Академиялық инновациялық университеті)

В статье рассматриваются современные проблемы профессиональной подготовки будущих учителей в условиях дистанционного обучения. Приведен анализ профессиональной подготовки будущих учителей в отечественных и зарубежных исследованиях. На основе теоретического анализа определены уровни исследования в теории деятельности. Эффективность методики формирования познавательной деятельности студентов определены на основе теоретического анализа.

А также приведены основные выводы по формированию познавательной деятельности студентов в дистанционном обучении.

The modern problems of professional preparation of future teachers in condition of distance training are considered in this article. The analysis of professional preparation of future teachers are given in native and foreign researches. The levels of research in theory of activity are defined on the thesis of theoretical analysis. The effectiveness of methods of formation of cognitive activities of students are defined on the basis of theoretical analysis.

Also the main conclusions on formation of cognitive activities of students are given in distance training.

Қоғам дамуының қазіргі кезеңдегі ерекшелігі қоршаған әлемнің қарқынды өзгерісімен сипатталады. Адамзат қызметінің барлық саласында өтіп жатқан өзгерістер жаңа ауқымды мәселелердің – жылдам өзгермелі ақпараттық кеңістіктегі адам мәселесінің - пайда болуын меңзейді. Өткен ХХ ғасырдағы ақпараттық төңкеріс тек жаңа ақпараттық технологияларды ғана дүниеге әкеліп қойған жоқ, сонымен бірге, ақпараттың әрі сандық жағынан, әрі сапалық жағынан артуы ерекше назар аударуды талап етті. Көтерілген мәселе еліміздегі ғылым мен білім саласын дамытудағы басымдылықтар ретінде жоғары оқу орындарында болашақ мамандарды кәсіби даярлауда, олардың жеке тұлғалылығын қалыптастыруда жаңа талаптар мен міндеттер қою қажеттілігін көрсетеді.

Қазіргі қазақстандық білім беру кеңістігі ақпараттық болып есептеледі, сондықтан уақыттың өтуімен бірге маманның ақпараттық технологияларды пайдалана білу іскерлігі мен кәсіби құзырлығына қойылатын талап та арта түсуде. Пайда болған мәселені шешу республикалық кәсіби білім беру жүйесіне келіп тіреледі. Жоғары мектептердің алдында тұрған негізгі міндеттердің бірі - жеткілікті деңгейде кәсіби білімі, құзырлықтары мен танымдық іс-әрекеті қалыптасқан, шығармашылық қабілеттері дамыған, жоғары кәсіби білікті мамандар даярлау болып табылады. Бұл міндеттерді шешудің жолдары ретінде ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың мүмкіндіктеріне негізделген студенттердің кәсіби бағыттылығын жетілдіруді, танымдық іс-әрекетін қалыптастырып, дамытуды атауға болады.

2030 ж. дейін Қазақстан Республикасын дамыту тұжырымдамасында: «аймақтық деңгейде білім беру сапасын арттыру мақсатында қашықтықтан виртуалды оқытуды және жаңа білім беру технологияларын жасап, енгізу қажет» делінген [1]. Мұндай тәсіл қашықтықтан оқыту технологияларына негізделетін жаңа білім беру парадигмаларына көшуді ұсынады.

Болашақ мамандарды кәсіби даярлауды жетілдіру мәселелері Қазақстан Республикасының негізгі нормативті құқықтық құжаттарында: Қазақстан Республикасының «Білім туралы» заңында (2007) [2] , 2005-2010 ж.ж. арналған Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың мемлекеттік бағдарламасында [3], ҚР-ның 2002-2004 жылдарға арналған білім беру жүйесін ақпараттандыру тұжырымдамасында [4], сондай-ақ, жыл сайынғы ҚР Президентінің жыл сайынғы халыққа Жолдауларында көрініс тапқан.

Қазақстан Республикасының «Білім туралы» заңында білім беру саласын жетілдірудің маңызды тәсілдерінің бірі – білім беруді ақпараттандыру және халықаралық ауқымды коммуникациялық желіге шығу екендігі айтылған [2]. Сонымен қатар, бұл бағыт Қазақстан Республикасында 2010 ж. дейінгі білім беруді дамыту тұжырымдамасында қарастырылған негізгі аспектілерінің бірі болып табылады. Тұжырымдамада «қазіргі жағдайда жоғары білім беру жүйесіне жаңа сапа, қоғамдық статус беріп, алдыңғы кезектегі міндеті жоғары білікті мамандар даярлау болып есептелетін қоғамның ерекше сферасы ретінде түсіну қажет» деп көрсетілген [3].

Мамандардың кәсіби даярлығын дамытуға әрі білім беру процесінің теориясын, мазмұнын, әдіснамасын, ұйымдастырылуын жетілдірумен, әрі жоғары мектепте жұмыс істейтін оқытушылардың кәсіби шеберлігін жетілдіру жолдарымен айналысатын қазақстандық ғалымдардың қазіргі зерттеулері елеулі үлес қосуда. Мамандарды кәсіби даярлаудың әртүрлі аспектілерін жетілдіру мәселелеріне елеулі үлес қосқан көрнекі қазақстандық ғалымдар: Т.С. Садықов, А.П. Сейтешев, Г.А. Уманов, Л.К. Керимов, Н.Д. Хмель , М.А. Кудайкулов, Н.Н. Хан, А.А. Бейсенбаева, К.К. Жампеисова, Г.Т. Хайруллин, С.Ж. Піралиев, Ш.Т. Таубаева, Г.К. Нургалиева, Р.К. Толубекова, В.В. Трифонов және т.б.

Сонымен қатар, республикада болашақ мамандардың кәсіби сапаларын қалыптастыру мәселелері зерттелуде, олардың қатарына педагогикалық ғылымды дамытудағы төмендегідей: болашақ мұғалімнің кәсіби мәнді сапаларын қалыптастыру (А.А. Калыбекова, К.С. Успанов, А.А. Молдажанова және т.б.); зерттеу мәдениетін қалыптастыру арналған (Ш.Т. Таубаева және т.б.); танымдық өз бетінділікті қалыптастыру (А.Е. Абылқасымова және т.б.); танымдық белсенділікті қалыптастыру (Ж.А. Қараев және т.б.); қашықтықтан оқыту жағдайында студенттердің ақпараттық мәдениетін қалыптастыру (Д.М. Джусубалиева және т.б.) тәрізді бағыттарды жатқызуға болады.

Жүргізілген зерттеулер ішінен қашықтықтан оқыту технологияларына байланысты және танымдық іс-әрекетті қалыптастыруға даярлау мазмұны мен әдістемесі мәселелеріне қатысты А.Е. Абылқасымованың, Д.М. Джусубалиеваның, Ж.А. Қараевтың еңбектерін атауға болады.

Қазақстан республикасында білім беру саласында ақпараттық технологияларды, оның ішінде қашықтықтан оқыту технологияларын жасап, жүзеге асырудың тәжірибелері жинақталып, ғылыми қоры қалыптасып келеді. Білім беру саласын ақпараттандыру мәселелеріне арналған зерттеулердің екі үлкен бағытын шартты түрде ерекшелеуге болады:

- қазіргі ақпараттық технологиялардың жетістіктерін меңгеру негізінде ЖОО-да болашақ мамандарды кәсіби даярлауды жетілдіру мәселелері (Нұрғалиева Г.К., С.Ж.Піралиев, С.М. Кеңесбаев, Ж.А. Қараев, Т.О.Балықбаев, Б.Д. Сыдықов, А.И. Тәжіғұлова, К.З. Халықова, Г.А. Абдулкаримова, А.Р.Тұрғанбаева, Г.К. Ізтілеуова және т.б.);

- арнайы және орта оқу орындарының оқу процесінде ақпараттық технологияларды қолдану мәселелері (С.Ж. Пірәлиев, Р.Ч. Бектурганова,

У.Қ. Токбергенова, С.Н. Конева, Т.Т. Бортко, О.З. Имангожина, Н.Д. Татару, Б.Досжанов, Д. Исабаева, Н.Ошанова, С.Көбентаева, С.А.Нұрпейсова және т.б.).

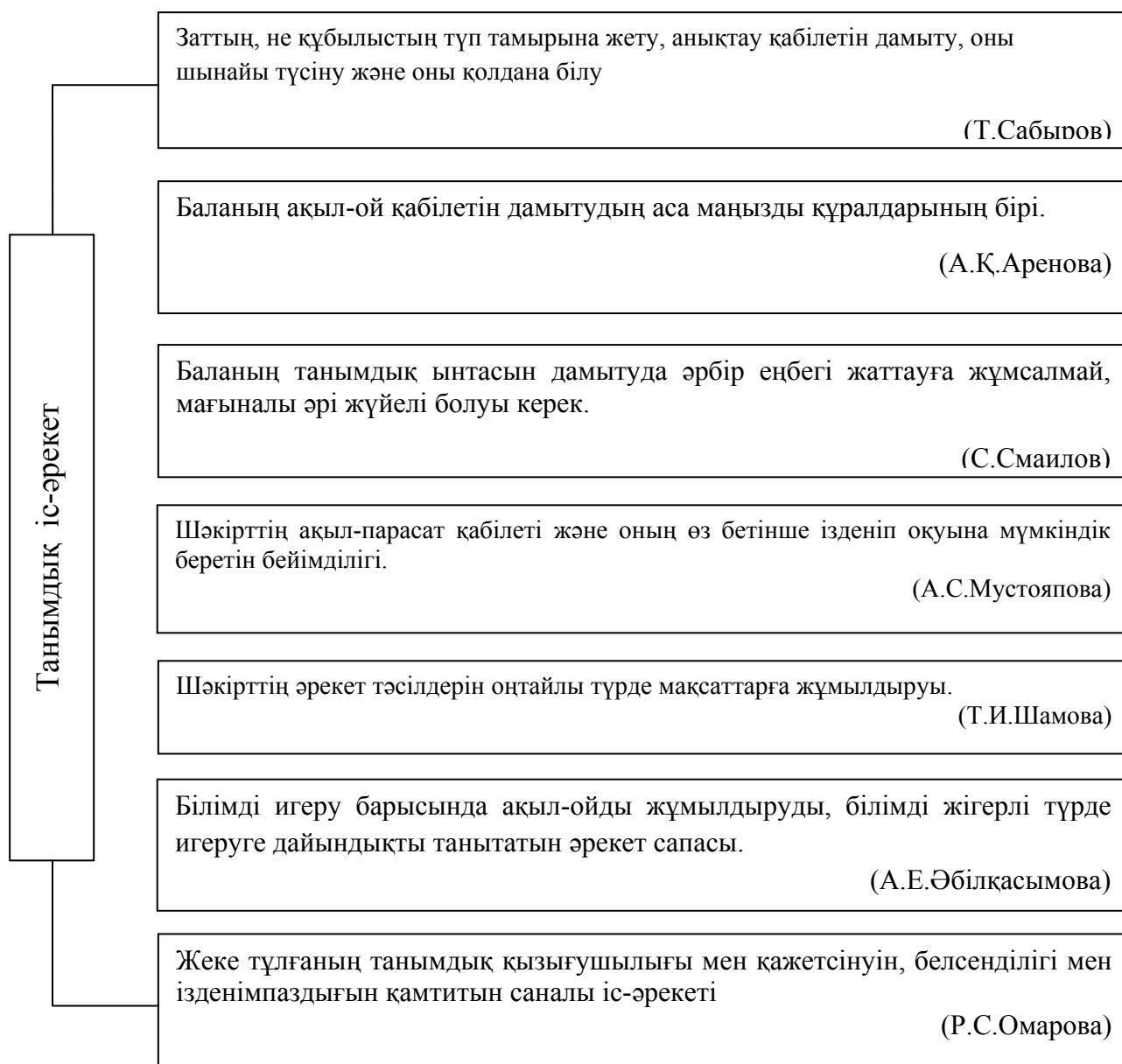
Қашықтықтан оқыту мәселелерінің әлемдік тәжірибелерін талдау үздіксіз білім беру жүйесінің бір түрі ретінде адамның білім алуға және ақпаратқа еркін қол жеткізуіне мүмкіндік беретінін көрсетеді. ЮНЕСКО-ның қашықтықтан білім беру бөлімінің жетекшісі Луис Роселлоның баяндамасында ХХІ ғасырдың алғашқы он жылдығында қашықтықтан оқытуды дамыту саласындағы негізгі міндеттер белгіленген. Онда студенттерді бір елден екінші елге көшіруді жүзеге асыратын шектелген тұжырымдамадан елдер арасында білім беру ресурстарын алмасу арқылы білім алу мақсатындағы икемді идея, білім мен оқыту тұжырымдамасына көшу аталып көрсетілген. Сондай-ақ, ЮНЕСКО-ның ұзақ мерзімді мақсатында: кез келген адам үшін кез келген университет немесе колледждің бағдарламасын меңгеру мүмкіндігін жасау қажеттілігі аталып көрсетілген. Көтерілген мәселені жүзеге асыру алдыңғы кезекте мамандарды кәсіби даярлауды осы бағытта жетілдіруді талап етеді.

Қашықтықтан оқытудың теориясы мен практикасын дамытуға байланысты көптеген зерттеуші ғалымдар өз үлестерін қосып келеді. Олардың әрқайсысы қашықтықтан оқыту жөнінде ғылыми зерттеулерді ұйымдастыруға, педагогикалық практикаға енгізуге айтарлықтай ат салысты. Олардың ішінен: А.А. Андреев, Ю.Н. Афанасьев, А.А. Ахаян, А.М. Бурлаков, А.В. Барабанщиков, Д.А. Богданова, В.П. Кашицин, Е.С. Полат, И.В. Роберт, А.В. Хуторской және т.б. атауға болады. А.А. Андреев үздіксіз білім беру жағдайындағы қашықтықтан оқытуды ұйымдастырудың теориялық негіздері мен технологиясын жасаса, Д.М. Джусубалиева қашықтықтан оқыту жағдайындағы студенттердің ақпараттық мәдениетін қалыптастырудың теориялық негіздерін қарастырған.

Практика көрсетіп отырғанындай, жоғары оқу орнын бітірген жас маман өз кәсіби іс-әрекетін жеткілікті деңгейде ұйымдастыруы және психологиялық, педагогикалық, теориялық, практикалық даярлығымен қоса, өзбетімен танымдық іс-әрекеттерді орындай алуы мен олардың жеке басының танымдық ізденімпаздығы сияқты қасиеттерінің болуын талап етеді.

Жоғары мектеп дидактикасында студенттердің танымдық іс-әрекеттерін қалыптастыру олардың оқу-танымдық белсенділігін жетілдіру жолы ретінде қарастырылады. Танымдық белсенділік Л.П. Аристованың, А.С. Белкиннің, Д.В. Вилькеевтің, Е.В. Каратаеваның, М.И. Махмутовтың, Р.А. Низамовтың, зерттеулерінде талқыланды.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жоғары оқу орындары оқытушыларының басым бөлігі студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыру үдерісін ұйымдастыру қажеттілігін сезінгенімен, теориялық және әдістемелік даярлықтың жеткіліксіздігі танымдық іс-әрекетті қалыптастыру әдістерін жүйелі қолдануға кедергілер келтіретіндігі байқалды.



Сурет 1 - «Танымдық іс-әрекет» ұғымының ғылыми зерттеулерде талдануы

Сонымен, зерттеу барысында төмендегі қарама-қайшылықтарды шешу қажеттілігі айқындалады:

- белсенді, шығармашыл, білімді өз бетінше игере алатын, танымдық іс-әрекеті қалыптасқан мамандарға деген сұраныс білдіріп отырған бүгінгі қоғам талабының ескерілмеуі;
- жоғары мектеп педагогикасында ақпараттық коммуникациялық технология құралдарына негізделген студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыруға бағытталған зерттеулердің жеткіліксіздігі.

Теориялық талдаулардың нәтижесінде танымдық іс-әрекет теориясының зерттелу деңгейлері анықталды (кесте 1).

Кесте 1 - Отандық және шетелдік зерттеушілердің танымдық іс-әрекет теориясының дамуына үлесі

Танымдық іс-әрекет теориясындағы отандық бағыттар	Танымдық іс-әрекеттің шетелдік зерттеушілер теориясы
Танымдық іс-әрекет теориясында мұғалімнің басшылық роліне мән берілді. (Ы.Алтынсарин, А.Байтұрсынов) Танымдық іс-әрекет қалыптастыруда жеңілден ауырға көшуді естен шығармау керек. Баланың жас кезінен бастап танымын кеңейту қажет. (Абай) Танымдық іс-әрекеттің дербестігін қалыптастыру үшін өзіндік жұмысты ұйымдастыру мен оқу міндеттерін шешудің маңыздылығы жоғары (А.Е.Әбілқасымова) Танымдық іс-әрекет ұғымы «танымдық қажеттілікпен» және оның маңызды санасы «танымдық ынта» түсінігі арқылы қалыптасады. (С.Смаилов) Танымдық іс-әрекетті қалыптастыру тілдік дағдылардың қалыптасуына оң ықпалын тигізеді. (А.С.Мустояпова) Танымдық іс-әрекет теориясында белсенділік пен танымдық ізденімпаздық өзара байланыста зерттелінді. (Р.С.Омарова) Танымдық іс-әрекет теориясында ақыл-ой тәрбиесіне көп көңіл бөлінді. (Т.С.Сабыров)	Танымдық іс-әрекет теориясында шәкірт білімді игеруде өз күшімен талаптануы қажет. (Н.А.Половникова) Баланың танымдық іс-әрекеті - оқыту барысында ақыл-ой қабілетін дамытудың маңызды құралы. (А.Дистерверг) Танымдық іс-әрекетті қалыптастыруда өз бетінше бақылауды жүзеге асырудың маңыздылығы. (Т.И.Шамова) Психикалық тетіктер, білік танымдық әрекеттің негізі болып саналады. (М.С.Каган) Танымдық іс-әрекеттің нәтижесі оқу әрекетіне қажетті біліктердің қалыптасуына түрткі болады. (П.Ф.Каптерев) Танымдық іс-әрекет теориясында танымдық белсенділік пен ізденімпаздық ұқсас категориялар емес, дегенмен танымдық іс-әрекет ұғымын анықтауда бір-бірімен байланыста зерттелінді. (В.И.Лозова) Танымдық іс-әрекет теориясында белсенділік пен танымдық ізденімпаздық тұрғыда өзара байланыста зерттелінді. (Н.Ф.Талызина) Танымдық іс-әрекет теориясында шәкірттердің танымдық іс-әрекетін арнайы басқаруға көп көңіл бөлінді. (М.Монтель)

Зерттеу нәтижелері көрсеткеніндей, танымдық іс-әрекетті қалыптастыру мәселесін бір бағытта (дайындық, қажетсіну, бейімділік) қарастыруға болмайтыны айқындалды. Жоғары оқу орындары студенттерінің танымдық іс-әрекетін қалыптастыру мәселесінде қашықтан оқыту негізінде жоғары оқу орындары студенттерінің танымдық іс-әрекетін қалыптастыруда жоғарыда аталған еңбектер маңызды деп есептейміз. Демек, жоғары оқу орындарында қашықтан оқытуда студенттердің танымдық іс-әрекеттерін қалыптастыру жұмысы төмендегі бағыттары қамтуы тиіс:

- бағдарламалық-мотивациялық;
- іздену-зерттеу;
- тәжірибелік;

- рефлексиялық-бағалаушылық.

Бағдарламалық-мотивациялық бағыт студенттердің өзекті мәселені айқындауы мен олардың анықталған әрекетке қызығушылық мотивациясына байланысты.

Іздену-зерттеу бағытының мазмұны студенттерді білімді өз бетімен меңгеруге, қажетті қорытындылар жасауға, оларды еске сақтауға қолайлы сызбалар (кестелер, тірек сызбалар, суреттер және т.б.) түрінде рәсімдеуге баулуда болып табылады. Біздің пікірімізше, жоғары оқу орындарында студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыру студенттердің зерттеу жұмыстарын ұйымдастырумен тығыз байланысты.

Студенттердің зерттеу жұмыстары арнайы бағдарламалар негізінде оқу үдерісінен тыс ұйымдастырылады. Соңғы жылдары танымдық іс-әрекетті қалыптастыру теориясы мен тәжірибесінде зерттеу дағдыларын дамыту принципін нақты жүзеге асыру ерекшеліктерін зерттеу басымдылық танытып отыр.

Танымдық іс-әрекет теориясына жүргізілген зерттеулерден оның ақпаратты қабылдаудан бастап, күрделі шығармашылық үдерістің қалыптасуымен аяқталатын мақсаттылық, ынталылық пен қызығушылықтан тұратын күрделі құбылыс деген тұжырым жасаймыз [5,6,7].

Сондықтан студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыруда жоғары оқу орындары оқытушылары тарапынан студенттердің жағымды мотивтерінің қалыптасуына жағдай жасалуы тиіс. Жағымды мотивтер қатарына: оқытудың сол кезеңдегі және болашақта даму мақсаттарын сезінуі, игерілетін білімнің теориялық және тәжірибелік маңыздылығын түсінуі, ақпаратқа ғылыми тұрғыда талдау жасай білуі, оқу материалындағы жаңалықтарды анықтай білуі, танымдық іс-әрекетке деген ынта мен танымдық қабілетті қалыптастыруға қажетті психологиялық жағдай туғызу, танымдық материал ішінен ұқсастықтар мен қарама-қайшылықтарды анықтай білу жатады.

Педагогикалық-психологиялық әдебиеттерде берілген студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыру ұғымын жан-жақты талдай келе, танымдық іс-әрекет - студенттердің білім, білік, дағдыны меңгеру және оны тәжірибеде қолдану, белсенділік пен шығармашылық, ынта мен қызығушылықты жетілдіру мақсатында жүргізілетін белгілі бір мақсатты көздейтін іс-әрекет деп түйіндейміз.

Сонымен қатар, теориялық зерттеулер нәтижесінде төмендегідей тұжырым жасауға болады:

- қашықтан оқыту жағдайындағы студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыруда олардың өзіндік даму шарттары мен бағыттарын жетілдіру;
- оқытушы мен студенттің танымдық іс-әрекетті қалыптастыру бағытындағы бірлескен қызметін ұйымдастыру жолдары, әдістері мен тәсілдерін нақтылау;
- қашықтан оқытуда студенттердің танымдық іс-әрекетінің құрылымын анықтау;
- ақпараттық-коммуникациялық технологияларға, қашықтан оқыту технологияларына негізделген студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыру моделін негіздеу.

Сонымен, бұл тұжырымдар студенттердің логикалық ойлауын жетілдіру, оқу материалын шығармашылықпен меңгерту, өзін-өзі бақылау, өзін-өзі дамыту, өзін-өзі жетілдірумен қатар, танымдық іс-әрекетті шығармашылық қызығушылық сипатында қалыптастыруды негіздейді. Бұл мәселені жүзеге асыру алдыңғы кезекте жоғары оқу орындары оқытушыларының сәйкес кәсіби құзырлықтарының болуын талап етеді.

2. Қазақстан Республикасының «Білім туралы» заңы. 2007 .
3. 2005-2010 ж.ж. арналған Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың мемлекеттік бағдарламасы,
4. ҚР-ның 2002-2004 жылдарға арналған білім беру жүйесін ақпараттандыру тұжырымдамасы
5. Алтынсарин Ы. Таңдамалы шығармалары.- Алматы, 1994.- 285 б.
6. Әбілқасымов А.Е. Современный урок. – Алматы: Ғылым, 2003. – 210с.
7. Омарова Р.С. Мектеп оқушыларының шығармашылық қызығушылығын қалыптастыру: теориясы және практикасы. Монография. –Ақтөбе, 2008. 399 б.

ӘОЖ 378.164:378.115

С.Ж. Пірәлиев, Г.С. Джузбаева

ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ СТУДЕНТТЕРДІҢ ТАНЫМДЫҚ ІС-ӘРЕКЕТІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, Шымкент қ., Академиялық инновациялық университеті)

В статье рассматриваются проблемы формирования познавательной деятельности студентов в условиях дистанционного обучения. Приведен механизм формирования познавательной деятельности, который состоит из четырех основных работ: стратегических, текущих, организационных и итоговых. Определены 5 уровней формирования познавательной деятельности студентов. На основе анализа показателей и знаков проанализированы методы познавательной деятельности дистанционного обучения. Соответственно каждому уровню определены критерии формирования познавательной деятельности студентов в условиях дистанционного обучения.

The problems of formation of cognitive activities of students are considered in this article in condition of distance training. The mechanism of formation of cognitive of four main works: strategic, current, organizational and total. 5 levels of formation of students are defined. The organized methods of cognitive activities of distance training are analyzed on the basic of analysis of rates and signs. According to each level the criteria of formation of cognitive activities of students are defined in conditions of distance training.

Қазіргі қазақстандық білім беру кеңістігі ақпараттық болып есептеледі, сондықтан уақыттың өтуімен бірге маманның ақпараттық технологияларды пайдалана білу іскерлігі мен кәсіби құзырлығына қойылатын талап та арта түсуде. Пайда болған мәселені шешу республикалық кәсіби білім беру жүйесіне келіп тіреледі. Бұл міндеттерді шешудің жолдары ретінде ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың мүмкіндіктеріне негізделген студенттердің кәсіби бағыттылығын жетілдіруді, танымдық іс-әрекетін қалыптастырып, дамытуды атауға болады.

XX ғасырдың ортасында АҚШ-та білім берудің жаңа түрі - қашықтан оқыту жүйесінің алғы шарты жасалды. Аудиовизуалды құралдар, телевидение, бейнетехника, компьютер, Интернет, ақпаратты мәліметтер базасы түрінде мәліметтерді сақтау мен өңдеудің жаңа технологияларының шығуы және дамуы қашықтан оқытудың құралдарын қолдану мүмкіндіктерін байыта және кеңейте түсті. Англияда қашықтан оқыту “ашық университеттер” жүйесінде іске асырылуда. 1990 жылдардың өзінде онда 40-қа жуық ашық университеттер жұмыс жасады. Канада, Германия, Франция, АҚШ,

Англия, Жапония және басқа да елдерде жетекші ЖОО-ның өзіндік жеке телекомпьютерлік жүйелері немесе желілері бар. Францияның қашықтан оқыту ұлттық орталығы әлемнің 120 елінен осы оқу түрімен білім алушыларды біріктіреді. Испанияда қашықтан оқытудың ұлттық университеті 1988 жылы құрылып, ел ішінде және шет елдерде көптеген оқу орталықтарын ашқан. Осы тұста Қытай телеуниверситеті, И.Ганди атындағы Ұлттық ашық университет (Индия), Корей ұлттық ашық университетін және басқа да мега-университеттерді атап өтуге болады.

Қашықтан оқытуға қатысты мәселелер Д.М.Джусубалиева, Г.К.Нұрғалиева, Б.Холмберг, О.Петерс, Дж.Боат, Дж.Даниел, К.Смит, және басқа да ғалымдардың еңбектерінде зерттелген.

Д.М.Джусубалиеваның зерттеуінде елімізде қашықтан оқытудың дамуына талдау жасалған. Мұнда Қазақстанда қашықтан білім беруге сырттай, ашық түрдегі, телебайланыс арқылы, виртуальды түрлерін біріктіріп көрсетілген және сырттай оқу түрінің жолға қойылғаны, сондай-ақ, жоғары оқу орындарында білім беру жүйелерінің барлық түрлерінде тиімді пайдаланылатындығы айтылған [1].

Р.Деллинги, А.Ведемеер еңбектерінде қашықтан оқыту мәні мен ерекшеліктері, ұйымдастыру тәсілдері ашылған.

О.Петерс еңбегінде қашықтан оқыту педагогикалық жүйесінің мақсаты, мазмұны, оқыту құралдары мен тәсілдері және басқа да элементтерінің артықшылықтары көрсетілген [2].

Б.Холмберг қашықтан оқыту үдерісіне қатысушылар арасындағы әрекеттер жүйесін сипаттап, оқыту құралдарына қойылатын талаптар мәселесін қарастырған [3].

Сонымен, *қашықтан білім беру* дегеніміз – белгілі бір қашықта отырып, спутникті теледидар арқылы немесе радио, компьютерлік телекоммуникация және де басқа байланысу орталары көмегімен танымдық оқып-үйрену мақсатындағы ақпараттармен өзара алмасу тәсіліне негізделген, мамандандырылған білім беру орталарының қалың бұқараға көрсететін танымдық іс-әрекет жиыны.

Қашықтан оқыту - ақпараттық, компьютерлік телекоммуникациялық құралдар көмегімен ғылыми тұрғыда негізделген тәсілдер арқылы білім беру түрі.

Қазақстан Республикасында қашықтан оқытуды дамыту үшін Білім беру жүйесін басқарудың ақпараттық инфроқұрылымын жасау ұсынылған. Ол құрылымның телекоммуникациялық жүйесі республикалық білім беру саласының ақпараттық ғылыми-әдістемелік орталығының, 16 облыстық, 210 аймақтық және қалалық ақпарат орталықтарының ашылуына мүмкіндік берді. Жалпы орта білім беретін мектептерді ақпараттандыру Мемлекеттік бағдарламасына (1997-2002 жж.) сәйкес Республикалық білім беруді ақпараттандыру орталықтарының көмегімен орта мектептер компьютерлермен толық жабдықталып, олардың бүгінгі таңда олардың көбі Интернет желісіне қосылды.

Қашықтан оқыту технологиясы арқылы пән мазмұны игеріледі, педагогикалық үдеріс мақсаттары жүзеге асырылады. Студенттердің танымдық іс-әрекеттерінің құрамы, құрылымы және дамуы реттеледі. Дәлірек айтқанда, білім беру технологиясының қашықтан оқыту кезеңінде оқытушылар мен студенттердің іс-әрекеттері жүйеленеді. Қашықтан оқыту технологиясы ғылыми білімді дидактикалық түрде қолдануға бағытталуы керек және студенттердің тұлға ретінде тәрбиеленуіне және дамуына, білім алуына, нақты нәтижелерге жетуіне ықпал етуі тиіс. Оқытушының іс-әрекеті оқыту үдерісіне жетекшілік жасауға бағытталады және өзара байланысты екі үдерістен тұрады: студенттердің іс-әрекеттерін ұйымдастыру мен осы іс-әрекеттерді басқару және бақылау.

Педагогикалық үдерістер әлеуметтік объектілердің технологиялаудағы негізгі жағдайларына сай әлеуметтік үдерістің бір бөлігі болғандықтан, оларды өзгеріске әкеледі. Қашықтан оқытуда бұл үдерістер былайша жүзеге асады:

- қашықтан оқыту құралдары белгілі бір дәрежеде күрделі және күрделі «адам-машина» жүйелеріне жатады;

- қашықтан оқыту құралдары құрылым элементтері, олардың құрылу ерекшелігі және атқаратын заңдылықтары;

- білім беру үдерісінің басқару субъектілері (оқытушылар, әкімшілік), басқарылатын объектілер (студенттер) нақты үдеріс құрып, оны процедуралар мен операция түрінде көрсетуге, ортаны жаңғыртуға және білім берудің қажетті басқару үдерісін құруға мүдделі.

Қазіргі қашықтан оқыту құралдары келесі ерекшеліктерімен айқындалады:

- шектеу, бөлшектеу, үдерістерді кезеңдерге, процедураларға, операцияларға жіктеу;

- мақсатты нәтижеге жетудегі іс-әрекеттерді координациялау және кезеңдерге жіктеу;

- танымдық іс әрекеттер мен операцияларды орындауда жүйелілікті сақтау.

Қашықтан оқытатын білім беру мекемесіне түсу келесі іс-әрекеттерден тұрады: білім беру мекемесінің ережелерімен, мүмкіншіліктерімен танысу, мамандық таңдау, құжаттарды тапсыру, оқу төлемақысын анықтау.

Қашықтықтан оқытуда орындалатын келесі кезең - серверде көрсетілген оқу-әдістемелік оқулықтарға рұқсат алу, оларды оқып үйрену, электрондық поштамен кеңестер алу, бақылау жұмыстарын орындау.

Қашықтан оқытуды ұйымдастыруды бірнеше кезеңге бөліп қарастыруға болады. Технологиялау объектісі теория жүзінде нысанды анықтаумен және білім беру үдерісін құрайтын, байланысын анықтайтын элементтермен де байланысты.

Әдістеме - оқыту түрін таңдаумен, қолданылатын әдіспен, техникалық құралдармен және оқыту құралдарымен жасалады. Процедуралық тұрғыдан, қашықтан оқыту технологиясы іс-әрекеттерді жүзеге асырумен байланысты болады.

Қашықтан оқыту - өзіндік білім алу тәсілі болғандықтан, қашықтан оқыту арқылы студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыруға арналған оқу курстарын қамтамасыз етумен қатар, студенттер білім беру орнынан өзіне қажетті көмек алып отыру мүмкіншілігіне ие болуы керек.

Қашықтан оқыту жүйесінің құрылымдық-мазмұндық моделінің негізгі компоненті көздеген мақсатқа жету болуы тиіс. Мақсатқа жету – студенттің танымдық қызығушылығын дамытудан туындайды. Осы жағдайда студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыру үдерісі пәнге бағытталған білім беру парадигмасының жеке тұлғаға бағдарланған білім беру парадигмасына ауысуы арқылы жүзеге асырылады. Осыған байланысты студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыру жұмыстары алынған диагностикаға талдау негізінде мақсатты түрде жүзеге асырылуы тиіс (1-сурет).



1-сурет. Студенттердің танымдық іс-әрекеттерін қалыптастыру механизмі

1-суретте оқу танымдық іс-әрекеттерді қалыптастыруға қатысты негізгі деп танылған стратегиялық, ағымдық, ұйымдастыру және қорытындылау жұмыстары қарастырылған.

Болашақ маманның өзінің жеке басының қасиеттері мен кәсіпке қатысты талаптарының өзара байланысын диагностикалау да осы стратегиялық болжау кезеңінде орындалады.

Қашықтан оқытуда танымдық іс-әрекетті қалыптастырудың негізгі кезеңдері төмендегідей (2-сурет):



2-сурет. Қашықтан оқытуда танымдық іс-әрекетті қалыптастыру кезеңдері

Жоғары оқу орындарында студенттердің танымдық іс-әрекеттерін қалыптастырудың өлшемдері:

- компьютерлік сауаттылық (қашықтан оқытудың желілік мүмкіндіктерін еркін пайдалану, қашықтан оқыту, қашықтан оқыту арқылы жұмыс жасау мүмкіндіктерін білуі, қашықтан оқыту технологиялары негізінде ақпаратты сақтай білуі, тасымалдай білуі және өңдей білуі т.б. жатқызылады);
- қашықтан оқыту мәдениетінің қалыптасуы (қашықтан оқыту үдерісін пайдалану арқылы ақпаратпен жұмыс жүргізу мәдениетін игеруі, анықтамалықтар мен сөздіктерді

т.б. дұрыс пайдалана білуі, танымдық іс-әрекетті қашықтан оқыту негізінде ақпараттық қамтамасыз ету тәсілдерін игеруі т.б.);

- танымдық іс-әрекеттің қалыптасу алгоритмі (студенттің танымдық іс-әрекетке қызығушылық танытуы, ақпарат ағымын реттеу, өз мүмкіндіктеріне сәйкестендіру, өзінің танымдық іс-әрекетін жоспарлау, қашықтан оқыту арқылы танымдық іс-әрекетті қалыптастырудың логикалық моделін құру т.б.)

Танымдық іс-әрекет – студенттердің танымдық мотивтеріне мотивациялық тұрғыда басшылық жасау нәтижесінде туындайды. Студенттердің жоғары оқу орнында қашықтан білім алуы, біліктіліктерінің қалыптасуы, дағдыларының дамытылуы оларды шығармашылықпен еңбек етуге үйретеді.

Студенттердің танымдық іс-әрекеттерді шеберлікпен орындауы арнайы жұмыстар барысында қалыптасады. Әдетте, мұндай жұмыстардың бастау көздері лекцияларда, практикалық сабақтарда, қашықтан оқытуда қолданылатын көптеген сабақ түрлерінде. Студенттерге арналған арнаулы оқу құралдары да танымдық іс-әрекеттерді қалыптастыру көздері болып саналады.

Соңғы кездерде оқу және ғылыми ақпараттардың қарқынды дамуына байланысты, еліміз бен шет елдерде студенттердің ізденімпаздығы мен белсенділігін дамытуға әсер ететін оқу үдерісінің жаңа түрлері мен оларды ұйымдастыру жолдарының бірі ретінде жеке дара оқыту қолданылуда. Ал мұндай оқыту түріне компьютерлік технология негізінде ұйымдастыру арқылы көшуге болатыны анық. Дербес оқытудың ғылыми мәселесі, оның мақсаты мен ерекшеліктерін психологиялық-педагогикалық зерттеулер көрсеткендей, студенттің даму деңгейіне сәйкес болғанда ғана дамытатын оқыту болады, ол тек дербес оқыту барысында ғана мүмкін болады.

Сонымен қатар, жоғары оқу орындарында қашықтан оқытуда студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыруда жаңа идеялар мен мәселелерді өздері шеше алатындай мүмкіндіктерге жеткізуге арналған инновациялық бағыт ретінде жобалау әдісін пайдаланудың маңызы зор. Істің шешімі үшін ықпалдастырылған білімді, зерттеушілік ізденісті қажет ететін шығармашылық мәні бар мәселенің болуы қажет және бұл әдіске қойылатын негізгі талаптар бар:

- ұсынылатын нәтижелердің іс-тәжірибелік, теориялық, танымдық мәні жоғары;
- әртүрлі салалардан жинақталған білімдерді ықпалдастыруды көздейтін студенттердің (жеке, қосарлы, топтық) іс-әрекеттері оңтайлы ұйымдастырылады;
- жобаның мазмұндық бөлігін құру студенттердің танымдық қызығушылығын арттырады;
- телекоммуникациялық технологиялар негізінде студенттердің әлемде болып жатқан оқиғаларға өзіндік көзқарастары қалыптасады.
- Жоғары оқу орындарында студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыруда жоба немесе шығармашылық жұмыстар ұйымдастыру тиімді.
- Студенттерден немесе оқытушы тарапынан практикалық маңызы бар бір жоба ұсынылуы тиіс.
- Қашықтан оқытуда студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастыруда жоба әдісін қолдану тиімділігі:
- жобаға қатысушылар қашықтан оқытуда өзара міндеттерді атқару туралы келісімге келеді;
- студенттер алған білімдерін танымдық және практикалық міндеттерді шешуде пайдаланады;
- жеткіліксіз білімді әртүрлі ақпарат көздерінен өзбетінше оқып үйреніп, толықтырады;

- ұжымда бірлесе жұмыс істеуге дағдыланады;
- студенттердің зерттеу біліктіліктері: проблеманы анықтау, қажетті ақпараттарды жинау, бақылау, тәжірибе жүргізу, ой талдау, жорамал жасау, қортындылау т.б. қалыптасады.

- танымдық іс-әрекеттің қалыптасуына оң ықпалын тигізетін студенттердің жүйелі түрде ойлауы дамиды.

Қорыта келгенде, студенттердің танымдық іс-әрекеті олардың оқуға қызығушылығын дамытуды ұйымдастырумен, жеке тұлғаға бағдарланғандығымен және іс-әрекеттерді тыңғылықты орындаумен қамтылады, кері байланыс орнатумен бақыланады деп тұжырымдауға болады.

1. Джусубалиева Д.М. Теоретические основы формирования информацион-ной культуры студентов в условиях дистанционного обучения: Дис... д.п.н.: - Алматы, 1997.-300с.
2. Peters O., Daniel J., Smid K. Compensatory Education for Cultural Deprivation, 1965.
3. Holmberg B. Status and trends of distance education. - L.:Kogan Page, 1981, - p.200

УДК 521.17

Б.А. Прмантаева

РАССЕЯНИЕ ПРОТОНОВ НА НЕСТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПАХ $^{8,9}\text{Li}$

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

Үшбөлшекті моделде толқындық функциясымен $^{8,9}\text{Li}$ ядросы үшін есептелген дифференциалдық кима теоретикалық есептеулермен сәйкес келді. Соқтығысқан бөлшектердің дифракциялық бейнесі энергия өскен сайын дифференциалдық кимасы минимум және максимум мәндерінде анығырақ көрінеді. Есептелген көлденең киманың тәжірибе нәтижелерімен және басқа авторлардың есептеулерімен салыстыру, әрі сараптау ядро құрылымы және әсерлесу механизмдері жөнінде қорытындылар жасауға мүмкіндік берді.

Calculation of DCS showed agreement between theoretical CS for $^{8,9}\text{Li}$ within three-particle models and available data. With energy of interacting particles increasing a diffraction pattern in DCS becomes more pronounced: number of maxima and minima of CS is caused by the same WF components which lead to large quadruple momenta of the nuclei. Experimental data on ^9Li -scattering within inverse kinematics are obtained at two energies: $E= 700$ and 60 MeV/nucleon .

All results are compared with available experimental data and calculations of other authors.

Избыточные нуклоны преимущественно располагаются в поверхностной области, образуя в некоторых случаях гало- низкоплотностное распределение «валентных» нуклонов, существенно увеличивающее размеры ядра. На гало-структуру указывают большое поперечное сечение столкновений, узкое импульсное распределение его фрагментов, трехчастичный характер связи между компонентами (кором и внешними нуклонами) и малая энергия отделения валентных нуклонов. Не у всех таких ядер наблюдается гало, и одним из вопросов при их изучении является выяснение существования (или отсутствия) гало-структуры.

Экспериментальные данные $p^9\text{Li}$ -рассеяния в инверсной кинематике измерены при двух энергиях: $E=700$ [1] и 60 МэВ/нуклон [2]. Автор отдает себе отчет в том, что вторая из этих энергий лежит на границе применимости глауберовской теории, исходным требованием которой является то, чтобы длина волны налетающей частицы была мала по сравнению с радиусом взаимодействия частицы с нуклоном. Однако расчеты при таких энергиях в рамках глауберовской теории проводятся и преимущество ее заключается в использовании известных микрохарактеристик – амплитуд нуклон-нуклонного рассеяния и распределений плотности ядра, а не в подгонке параметров потенциалов, как, например, в оптической модели.

На рис.1 представлены расчеты сечений с разными модельными функциями ядра ^9Li : пунктир и точечная кривые демонстрируют расчеты с α -t-2n-, сплошная кривая – с ^7Li -n-n- ВФ. На рис.2а приведено ДС при $E=700$ МэВ/нуклон, на рис.2б – при $E=60$ МэВ/нуклон. Волновая функция $\Psi_{\lambda lm}^{JM_J}(\vec{r}, \vec{R})$ основного состояния ^9Li

$\left(J^\pi = \frac{3}{2}^-, S = \frac{1}{2}\right)$ рассчитана в двух моделях: в α -t-2n и в ^7Li -n-n путем решения

трехчастичного уравнения Шредингера вариационным методом. Для α -t-2n - модели выбраны следующие потенциалы межкластерных взаимодействий: $V_{\alpha-t}$ – потенциал Бака, с суперсимметричной отталкивающей частью на малых расстояниях, $V_{\alpha-2n}$, V_{t-2n} – потенциалы с четно-нечетным расщеплением фазовых сдвигов, построенные на основе $V_{\alpha-n}$, V_{t-n} потенциалов (вариант 1); $V_{\alpha-t}$ – глубокий притягивающий потенциал с запрещенными состояниями в форме Бака, $V_{\alpha-2n}$, V_{t-2n} – те же, что в модели 1 (вариант 2). Для ^7Li -n-n-модели: $V_{^7\text{Li}-n}$ – глубокий притягивающий потенциал с запрещенными состояниями в форме Бака, V_{n-n} – потенциал Афнана-Тана с отталкивающим кором, описывающий $^3\text{S}_1$ и $^1\text{S}_0$ фазы рассеяния от нуля до 300 МэВ.

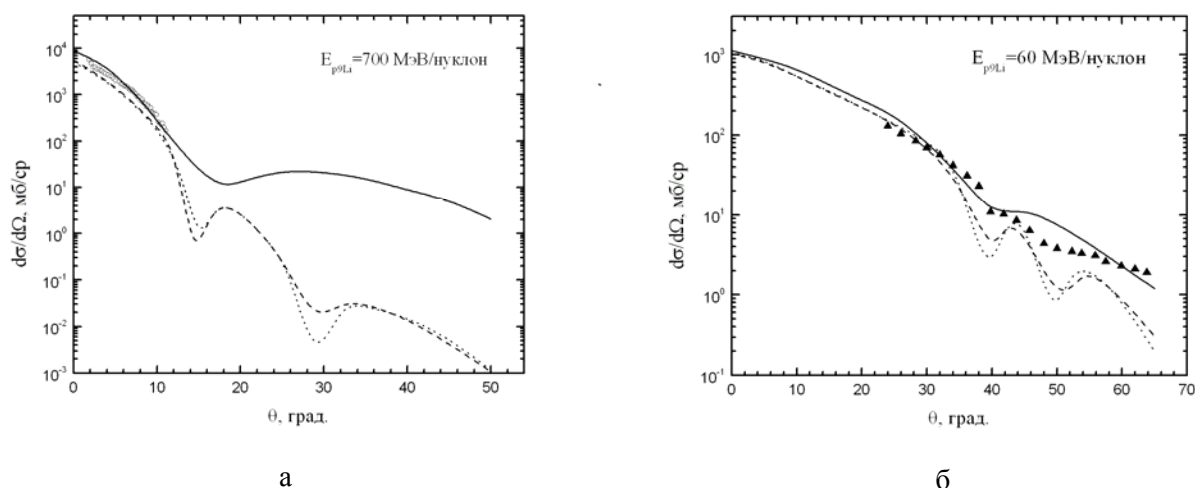


Рис.1 – Дифференциальное сечение $p^9\text{Li}$ -рассеяния с различными модельными ВФ ^9Li : пунктир – вариант 1, точечная – вариант 2 в α -t-2n-модели, сплошная – в ^7Li -n-n-модели; а – $E=700$ МэВ/нуклон, экспериментальные данные из [1], б – $E=60$ МэВ/нуклон, экспериментальные данные из [2].

Расчет с обоими вариантами α -t-потенциалов (пунктир – вариант 1, точечная – вариант 2) приводит примерно к одинаковому результату в описании ДС, небольшое отличие наблюдается лишь в области минимумов сечения. Более существенные различия наблюдаются между расчетами с ВФ в разных моделях: сечение с α -t-2n- ВФ при обеих энергиях имеет более выраженную дифракционную структуру, чем с ${}^7\text{Li}$ -n- ВФ. Сплошная кривая во всей области углов лежит ниже пунктирной и точечной, причем расхождение в абсолютной величине сечений увеличивается с увеличением угла рассеяния. Почему ДС с ${}^7\text{Li}$ -n-n- ВФ имеет более гладкую структуру, без выраженных минимумов и максимумов? Это является следствием различного описания внутренней структуры ядра, о чем свидетельствует и значение квадрупольного момента Q . Теоретическое значение квадрупольного момента, вычисленное с α -t-2n ВФ ${}^9\text{Li}$ равно $Q_{\text{теор.}} = -17.4$ мб, с ${}^7\text{Li}$ -n-n ВФ – $Q_{\text{теор.}} = -40.0$ мб, тогда как измеренное – $Q_{\text{эсп.}} = -27.4$ мб. Это весьма важная характеристика, определяющая квадрупольную деформацию ядра. Для используемых в расчете модельных ВФ она почти на 40% не совпадает с экспериментальной (как в меньшую, так и в большую стороны). Как было показано в работах многих авторов [3-6], заполнение дифракционных минимумов происходит как раз в сильно деформированных ядрах со спином $J > 1$ (например, в ${}^7\text{Li}$ [3,4], у которого $Q_{\text{эсп.}} = -40$ мб, в ${}^9\text{Be}$ [5,6], у которого $Q_{\text{эсп.}} = 53$ мб). Так что наличие в точечной и пунктирной кривых глубоких минимумов может быть связано с недоучетом квадрупольной деформации ядра.

Кроме того, следует упомянуть, что из-за отсутствия в литературе $V_{\alpha-2n}$, V_{t-2n} – потенциалов были использованы потенциалы, построенных на основе $V_{\alpha-n}$, V_{t-n} потенциалов с неким множителем, принимающим значения от 1 до 1.5, который выбирался из соображений качества описания энергии связи.

При $E = 700$ МэВ/нуклон эксперимент проведен только для передних углов рассеяния и самая интересная область (интерференции) лежит вне его предела, что не позволяет сделать полностью аргументированный вывод о пригодности различных модельных ВФ. Однако то, что пунктирная и точечная кривые (с ВФ в α -t-2n-модели) даже в области первого максимума не согласуются с экспериментом, убеждает нас отдать предпочтение ${}^7\text{Li}$ -n-n-модели ядра ${}^9\text{Li}$.

При $E = 60$ МэВ/нуклон обе кривые качественно правильно передают ход сечения, однако они лежат выше экспериментальных точек приблизительно на 30% (кривые на рис.2б умножены на нормировку $N = 0.7$), что совпадает с выводом работы [9], в которой говорится, что глауберовская модель, распространенная на низкие энергии, переоценивает экспериментальные данные на 40-50%.

Рассмотрим более детально вклад в сечение разных кратностей рассеяния в операторе Ω для ВФ в α -t-2n-модели (вариант 1), изображенный на рис.2а ($E = 700$ МэВ/нуклон) и 2б ($E = 60$ МэВ/нуклон). Сечение однократного рассеяния получаем, когда в формуле (10) учитываем только первый члена, описывающий рассеяние на α -частице, t и 2n (кривая 1). Сечение двукратного рассеяния – это вклад второго слагаемого в формуле (10) (кривая 2) и трехкратного – вклад третьего слагаемого в (10) (кривая 3). Суммарная кривая 4 (это та же кривая, что и пунктирная на рис.1 а,б) учитывает все члены формулы (10).

Из рисунков видно, что при малых углах рассеяния $\theta < 14^\circ$ (рисунок 2а) и $\theta < 40^\circ$ (рисунок 2б) основной вклад дает однократное рассеяние на кластерах α , t, 2n. При больших углах она быстро спадает и в области $30^\circ > \theta > 15^\circ$ (рисунок 2а) $50^\circ > \theta > 40^\circ$ (рисунок 2б) доминируют члены двукратного рассеяния, при углах же $\theta > 30^\circ$ (рисунок 2а) и $\theta > 50^\circ$ (рисунок 2б), вклад дает трехкратное рассеяние. В областях, где кривые пересекаются, наблюдаются минимумы в суммарном сечении, обусловленные

интерференцией разных кратностей рассеяния. Ряд (6) знакопеременный, поэтому перекрестные члены одно- двух- кратного и двух-трех- кратного соударений входят в суммарное сечение со знаком минус. В областях минимумов $\theta \approx 14$ и 30° (рисунок 2а) и $\theta \approx 40$ и 50° (рис.2б) наблюдается еще одна особенность: первый минимум на обоих рисунках мог быть глубже, если бы не было учтено трехкратное рассеяние, второй же минимум не столь глубок из-за однократного рассеяния, которое частично его заполняет.

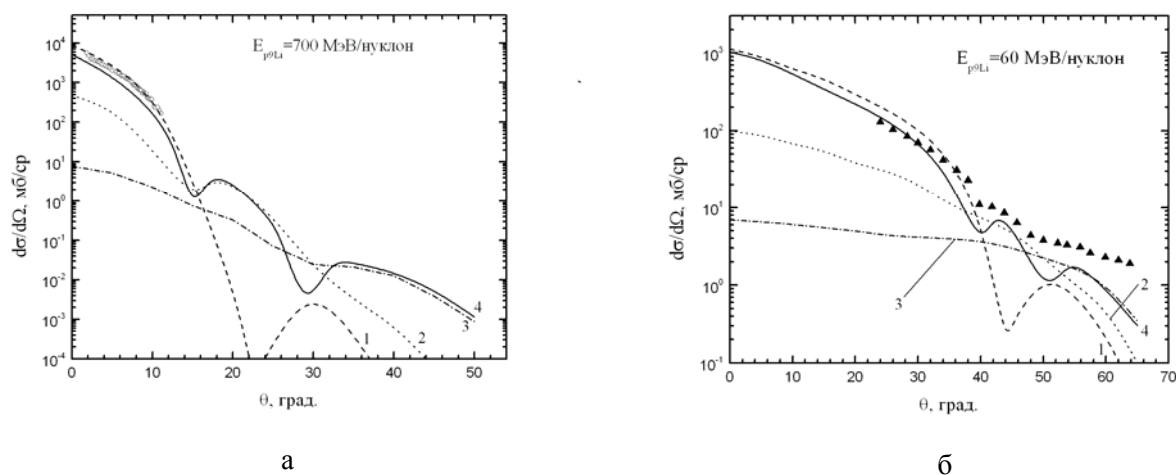


Рис.2 – Вклад в ДС разных кратностей рассеяния. Кривые 1, 2, 3 и 4 – одно-, двух-, трех-кратные соударения и их сумма; а – $E = 700$ МэВ/нуклон, б – $E = 60$ МэВ/нуклон. Экспериментальные данные те же, что на рис.1б.

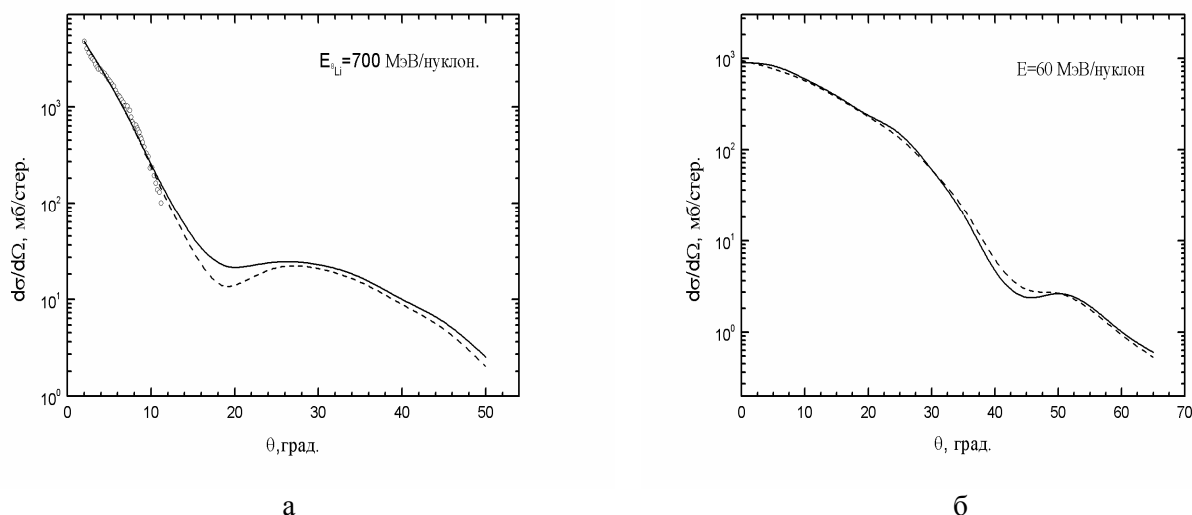


Рис.3 – Дифференциальное сечение $p^8\text{Li}$ -рассеяния с различными трехчастичными α -t-n-ВФ ^8Li : сплошная – модель 1, пунктир – модель 2; а – $E=700$ МэВ/нуклон, б – $E= 60$ МэВ/нуклон.

На рисунке 3 показан результат расчета ДС $p^8\text{Li}$ -рассеяния при энергии 700 МэВ/нуклон (а) и 60 МэВ/нуклон (б) с различными модельными ВФ ^8Li в α -t-n-модели:

сплошная – модель 1, пунктир – модель 2. Отличия моделей в выборе только α -потенциала, т.к. α n- и np -потенциалы для обеих моделей выбирались одинаковыми: гауссовскими, расщепленными по четности орбитального момента; α t-потенциал в модели 1 – гауссовский, в форме Бака, воспроизводящий $E_{\text{св}}$ и спектроскопические характеристики ядра ${}^7\text{Li}$, в модели 2 – стандартный потенциал в форме Вудса-Саксона. Эти потенциалы содержат спин-орбитальное расщепление и подгоняют низкоэнергетические зависимости фаз упругого рассеяния.

Обе кривые подобны друг-другу, несущественное отличие наблюдается лишь в области дифракционного минимума ($\theta \sim 20^\circ$ на рис.а и $\theta \sim 40^\circ$ на рис.б), что говорит о подобии вида ВФ, рассчитанной с двумя разными потенциалами. Волновая функция, описывающая относительное движение α -частицы и тритона, имеет один узел (R_{3p}), ВФ относительного движения центра масс α t и n – безузловая (R_{1p}). Вывод, который можно сделать из этого расчета, следующий: ДС не слишком чувствительно к виду ВФ, рассчитанных в одной и той же модели, но с различными потенциалами межкластерных взаимодействий. Аналогичная картина наблюдалась и для ядра ${}^9\text{Li}$, показанная на Рис.1: кривые пунктирная и точечная, рассчитанные с разными модельными α -t-2n ВФ также близки друг к другу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существенной частью представленного расчета является то, что мы использовали реалистические ВФ, полученные в рамках современных ядерных моделей. То, что глауберовская теория обходится без свободно варьируемых параметров, дает возможность тестировать модельные ВФ и делать выводы о структурных особенностях ядер и межкластерных потенциалах, в которых они рассчитаны. Факторизованная на подсистемы запись оператора многократного рассеяния позволила проследить за вкладом отдельных членов в сечение, их интерференцией, установив тем самым «микроскопическую» динамику процесса рассеяния.

Сравнение с имеющимися экспериментальными данными показало, что ДС при $E=700$ МэВ/нуклон хорошо с ними согласуются, однако измерения проведены только для малых переданных импульсов (до 0.05 (ГэВ/с) 2) и не захватывают область, в которой происходит интерференция разных кратностей рассеяния, которая дает характерную картину с максимумами и минимумами. Что касается расчета при $E=60$ МэВ/нуклон, то в области малых углов рассеяния (до 40°) согласие с экспериментальными данными наблюдается, тогда как для больших углов расчетная кривая имеет более глубокий дифракционный минимум и меньше по абсолютной величине, чем экспериментальные точки. Известно, что теория Глаубера имеет ограничения как на энергию пучка (она должна быть высокой, от сотен МэВ до ГэВ), так и на угловой диапазон (передние углы рассеяния), поэтому несовпадение теории и эксперимента в области $\theta > 40^\circ$ понятно.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

- Установлена связь наблюдаемых величин с межкластерными потенциалами, в которых рассчитаны волновые функции ядер-мишеней, и сделаны выводы, какие типы потенциалов наиболее реалистически описывают всю совокупность экспериментальных данных.

- При наличии ВФ представленной в удобном для интегрирования виде разложения по гауссоидам, и адекватном представлении оператора рассеяния в виде ряда многократного рассеяния на составляющих ядра кластерах, формализм теории Глаубера позволяет вычислить матричные элементы аналитически, без потери точности неизбежной при численном вычислении многомерных интегралов.

- Для ядра ${}^6\text{Li}$ в $\alpha 2N$ - модели рассчитаны вклады разных компонент волновых функций в дифференциальное сечение. Выяснена важная роль малой D-компоненты в волновой функции ядра ${}^6\text{Li}$: практически не давая вклада в сечение во всем диапазоне углов из-за малой абсолютной величины, она несколько увеличивает дифференциальное сечение как раз в той области, где вклад от основной компоненты достигает минимального значения.

- Из двух модельных ВФ (α -t-n и ${}^7\text{Li}$ -n-n) ядра ${}^9\text{Li}$ лучшее описание дифференциального сечения достигнуто для ${}^7\text{Li}$ -n-n-функции, что подтверждает доминирующую 2-х компонентную структуру ${}^9\text{Li}$ в виде кора ${}^7\text{Li}$ и «шубы» из 2-х нейтронов.

Для ядра ${}^8\text{Li}$, напротив, более адекватной для описания сечения является α -t-n-модель (она же лучше описывает и статические характеристики). Рассчитанный в приближении однократного рассеяния вклад в сечение рассеяния на (α +t)- кластере и на нейтроне показали, что вклад от первого на порядок больше, чем от второго.

- Изучение динамики взаимодействия показало, что для описания сечения в широком угловом диапазоне необходимо учитывать все кратности рассеяния в операторе Ω , поскольку при доминировании однократного рассеяния в области малых углов, вклад высших кратностей начинает проявляться в области больших углов и роль их возрастает с ростом энергии рассеивающихся частиц.

- Исследование энергетической зависимости дифференциального сечения показывает, что с ростом энергии рассеиваемых частиц дифракционная картина при рассеянии на всех ядрах усиливается, при этом первый минимум сдвигается в область меньших углов рассеяния.

1. Dobrovolsky A.V. et al. // Nucl. Phys. A -2006. - V. 766. -P. 1.
2. Moon C.B. et al. // Phys.Lett. B. -1992. -V. 297. -P. 39.
3. Li Qing - run and Zhou Jin - li // J.Phys.G.: Nucl.Part.Phys. -1991. -V. 17. -P. 663.
4. Лукьянов В.К. // ЯФ. -2006. -Т.69. -С.1063.
5. Roy G. et al. // Nucl. Phys. A. -1985. -V. 442. -P. 686.
6. Kelly J.J. // Phys. Rev. C. -1988. -V. 38. -P. 1490.

**ИНФОРМАТИКАДАН СЫНЫПТАН ТЫС ЖҰМЫСТАРДА
ОҚУШЫЛАРДЫҢ ШЫҒАРМАШЫЛЫҚ ҚАБІЛЕТІН ДАМУЫ МОДЕЛІ***(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ)*

В статье рассматриваются вопросы организации внеклассных работ. Внеклассная работа способствует более разностороннему раскрытию индивидуальных способностей ребенка, которые не всегда удается рассмотреть на уроке. Различные виды внеклассной работы обогащают личный опыт ребенка, его знания о разнообразии человеческой деятельности, ребенок приобретает необходимые практические умения и навыки. А также предложена модель развития творческих способностей учащихся во внеклассной работе по информатике.

In article questions of the organization of out-of-class works are considered. Out-of-class work promotes more versatile disclosing of individual abilities of the child which not always manage to be considered at a lesson. Various kinds of out-of-class work personal experience of the child enriches, its knowledge of a variety of human activity, the child gets necessary practical skills. And also it is offered model development of creative abilities of pupils in out-of-class work on computer science.

Қазақстан Республикасының «Білім» туралы заңында білім беру жүйесінің басты міндеті - ұлттық және жалпы адамзаттық құндылықтар, ғылым мен практика жетістіктері негізінде жеке адамды қалыптастыруға, дамытуға және кәсіби шыңдауға бағытталған білім алу үшін қажетті жағдайлар жасау және білім беру бағдарламаларын меңгеру үшін жағдайлар жасау, жеке адамның шығармашылық, рухани және дене мүмкіндіктерін дамыту, адамгершілік пен салауатты өмір салтының берік негіздерін қалыптастыру, жастарға терең білім мен тәрбие беру ісін одан әрі дамыту және жетілдіру делінген. Бұл мектептің, ұстаздардың алдына өсіп келе жатқан ұрпағын ойлы да іскер, жігерлі де батыл, өзіне-өзі сенімді, интеллектуалдық деңгейі жоғары, дүниетанымы кең, шығармашық қабілеті дамыған азамат етіп тәрбиелеу міндетін жүктеп отыр.

Қазіргі қоғамды ақпараттандыру жағдайында оқушының жеке тұлғалылығын қалыптастырып, ақпараттық қоғамда өмір сүруіне, сонымен қатар, оның ақпарат ағымында дұрыс бағдар жасап, тиімді шешім табуына қажет жаңа ақпараттық технологияларды тандап алу және оларды қолдану қабілеттілігін қалыптастыруда информатика пәнінің маңызы зор [1]. Бұл мәселені оқу процесімен қатар сыныптан тыс жұмыстарда шешуді қарастырған жөн.

Сыныптан тыс жұмыс - бұл педагогтардың мектеп оқушыларының сабақтан тыс уақыттағы әртүрлі іс-әрекеттері мен іс-шараларын ұйымдастыру [2]. Сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілетін дамытуда мұғалім шеберлігінің орны ерекше. Оқушыны дамыту үшін мұғалімнің оқушыларды өзіне баурап, жұмысқа қызықтыра алатын, лидер – шығармашыл тұлға болуы қажет.

Шығармашылық дегеніміздің өзі ізденімпаздықтан туады. Баланың өзіне деген сенімін туғызу, өзінен шығармашылық қасиет іздете білу. Шығармашылыққа баулу, қалыптастыру процесі нақ мектепте басталады. Кез-келген оқушы мұғалімнің басшылығымен орындаған шығармашылық жұмысының нәтижесінде өзінің ішкі мүмкіндіктерін дамытады.

«Шығармашылық» деген сөздің түп төркіні, «шығару» «ойлап табу» дегенге келеді. Яғни, жаңа нәрсе ойлап табу, сол арқылы жетістікке жету. Философиялық сөздікте шығармашылық - қайталанбайтын тарихи қоғамдық мәні бар, жоғары

сападағы жаңалық ашатын іс-әрекет делінген. Ал, психологияда «шығармашылық» деп жаңадан ашатын әрекетті атаған Я.А. Пономарев болса, оны «даму» ұғымымен қатар қояды [3]. Шығармашылық – бүкіл болмыстың, қозғалыстың, дамудың бір сөзбен айтқанда тіршіліктің көзі. Қоғам құбылыстарында жеке адамның ақыл-ой санасында, іс-әрекетінде, ішкі жан дүниесінде шығармашылықтың табиғи үдерістері үздіксіз жүріп жатады, әрі белгілі бір жүйемен дамиды десе А.Н. Лук шығармашыл тұлға деп: импульсивті, еркін ой иесі әзілге бейім, қарапайым сын көзбен қарайтын, қиялы, ойы бай адамды айтқан. Б.П. Никитин шығармашылық қабілеттілік деп байқағыштық, талдау жасай алу, байланыстар мен тәуелділіктерді табу сияқты ақылдың ерекше сапалары дейді [4]. Ал, П.В. Симонованың пікірінше, шығармашылық қабілеттілік адам туралы, қоршаған орта және оның өзгеруі туралы жаңа білімді игеру.

Информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамыту моделін құру үшін алдымен, оның құрамдас бөліктерін анықтап, олардың арасындағы байланысты ерекшелеп алу қажет.

Шығармашылық қабілет бірнеше қасиеттер жиынтығынан тұрады. Әйтсе де қазіргі уақытта осы мәселеге байланысты бірнеше тұжырымдар бар болғандығына қарамастан, адамның шығармашылық қабілеттерінің дамуы жайлы сұрақ әлі де толық анықталмаған болып отыр. Көптеген психологтар адамның шығармашылық әрекетке қабілеттілігін ойлау қабілетінің ерекшеліктерімен байланыстырады. Атап айтқанда, адамның сана-сезім мәселелерін зерттеуші, әйгілі американдық психолог Дж. Гилфордтың айтуынша, шығармашыл тұлғаларға дивергентті ойлау қабілеті тән. Осы ойлау қабілетіне ие адамдар, қандай да бір мәселені шешер кезде жалғыз тура шешімді табуға бар күш-жігерін салып ізденудің орнына, керісінше көптеген мәселені шешу жолдарын қарастыру үшін барлық мүмкін жолдарды іздей бастайды. Осындай адамдар көптеген адамдар білетін не қандай да бір ерекше жағдайда қолданатын жәйттерден жаңа қолданыстар шығаруға немесе бір-біріне ешқандай қатынасы жоқ деп ойлайтын, екі бөліктің арасынан байланыс табуға бейім болады. Шығармашыл сана-сезім дивергенттік ойлау қабілетінің негізі болып табылады, ол мынадай негізгі ерекшеліктермен: шапшаңдық – барынша көп ой айту қабілеттілігі (бұл жерде сапасы емес саны маңызды); икемділік – ойдың сан-қырлылығын жеткізе білу; ерекшелілік – жаңа дәстүрлі емес ойларды ойлап табу қабілеті (бұл заңға сәйкес келмейтін жауаптардан, шешімдерден көрінуі мүмкін); аяқталған - өзінің «өнімін» кемелдендіру, не оның аяқталғандығын көрсете білу қабілеті деп анықтады. Ал, шығармашылық мәселесін зерттеуші А.Н. Лук, әйгілі ғалым, суретшілер мен әншілердің өмірбаянына сүйене отырып, шығармашылық қабілетті: басқалар көре алмаған жерден, мәселені көре білу; ой операцияларын жүзеге асыра білу, яғни ақпараттық қатынастағы өте ауқымды белгілерді қолдана отырып бірнеше ұғымдарға бір ғана түсінік беру; бір мәселені шешуде ойлап тапқан тәжірибені екінші мәселеге қолдана білу қабілеті; ақиқатты (орын алған жағдайды) мың сан бөлікке бөлместен, сол күйінше толығымен қабылдай білу; оқыс ұғымдарды жеңіл қабылдай білу; жадының (естің) керек ақпаратты керек уақытта бере білу қабілеттілігі; ойлау қабілетінің икемділігі; тексеріп көрместен бұрын, мәселе шешімдерінің біреуін таңдай білу қабілеті; жаңа алған мәліметтерді бұрынғы алған білім жүйесіне енгізе білу қабілеті; болған жәйттерді сол күйінше көре білу, талқылау бойынша анықталатындарын бақылап белгілеу; ойды оңай толықтыра білу; шығармашылық тапқырлық; бастапқы ойды жетілдіре білу қабілеті деген топтарға бөлген. [5].

Шығармашылық қабілеттің компоненттері жайлы толығырақ В.И.Андреев қарастырып, анықтады [3]. Біз өз зерттеу жұмысымызда шығармашылық қабілеттіліктің құрамын В.И.Андреевтің ұсынған компоненттеріне сүйене отырып

анықтадық, олар: *мотивациялық-шығармашылық белсенділік (МШБ); интеллектуальды-логикалық қабілеттілік (ИЛҚ); интеллектуальды-эвристикалық қабілеттілік (ИЭҚ); дүниетанымдық қабілет (ДҚ); адамгершілік қасиеттері (АҚ); эстетикалық жеке қасиеттер (ЭЖҚ); коммутативті-шығармашылық қабілеттілік (КШҚ); өз әрекетін ұйымдастыра, басқара білу қабілеттілігі (ӨӘҰББҚ).*

Жоғарыда айтылған ғалымдардың пікірлеріне сүйене отырып информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамыту моделі Кесте 1 – де құрастырылды. Шығармашылық қабілетті дамыту процесі зерттелген модель құрамы: *әлеуметтік-мәдени қажеттіліктер, мақсаты, теориялық-әдістемелік негіздер мен әдістемелік негіздерінен, стандарттар, сипаттайтын принциптер мен қалыптастырудың жекелеген факторлары, психологиялық-педагогикалық шарттар, технологиялық жүйе, қалыптастыру деңгейлері мен шығармашылық қабілеттердің құрамдас бөліктері, критерилер мен деңгейлері және нәтижелілік компоненті* блоктарынан тұрады.

Кесте 1. Информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілеттерінің қалыптасу моделі

Әлеуметтік-мәдени қажеттіліктер – «информатика» оқу пәнімен байланысты шығармашылық қабілеттерге ие тұлға				
Мақсаты – информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілеттерінің қалыптасуы				
Қалыптастырудың жекелеген факторлары				
шығармашылық қабілетті қалыптастыру мотивациясы	психологиялық портрет	оқуға деген жекелеген мүмкіндіктер	өзіндік танымдық әрекет	рефлексия және шешім қабылдау
Психологиялық-педагогикалық шарттар				
«Информатика» оқу пәніне байланысты тұлғаға бағытталған білім беру үрдісі, білім алушылардың қажеттілік есебі,шығармашылық қабілеттерін қалыптастырудағы мақсаттылық				
Технологиялық жүйе				
Ақпараттық технологиялар		Оқыту технологиялары		АҚТ
Қалыптастыру деңгейлері				
Пайда болған және бекітілген құрамдас бөліктер (компоненттер)		Біртұтастықты қалыптастыру аумағындағы ары қарай дамуы		Біртұтастық деңгейінің жоғарылауы
Шығармашылық қабілеттердің құрамдас бөліктері				
Мотивациялы-шығармашылық белсенділік	Интеллектуалды-логикалық қабілеттілік	Интеллектуалды-эвристикалық қабілеттілік	Дүниетанымдық қабілет	
Адамгершілік қасиеті	Эстетикалық жеке қасиеттер	Коммутативті-шығармашылық қабілеттіліктері	Өз әрекетін ұйымдастыра, басқара білу қабілеттілігі	
Нәтижелілік компоненті				
1. «Информатка» пәнімен байланысты шығармашылық қабілеттер Шығармашылық қабілеттің қалыптасуының деңгейі оның компоненттерінің қалыптасуының деңгейіне тәуелді				

2. Сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыру және өткізуге арналған әдістемелік нұсқаулар				
3. «Информатика» пәнінен факультативтік курс программасы				
Теориялық-әдістемелік негіздері				
Мәдениет философиясы, коммуникациялар, ақпараттар, білім беру, жеке тұлға теориясы				
Әрекет ету				
Мәдениеттанушылық, жанама	жүйелік процестік		коммуникативті, жеке – іс-әрекеттік	
Әдістемелік негіз				
– философиялық, психологиялық, жеке – іс-әрекеттіліктің, мәдениеттанушылық, жанама және коммуникативтіліктің педагогикалық аспектілері; – ақыл-ойды сатылап қалыптастыру заңдылықтары; – шығармашылық қабілеттерді қалыптастыру теориясы; – біртұтас педагогикалық процестер тұжырымдамасы; – сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастырудың теориялық негіздері.				
Стандарттар				
ҚР МЖМБС			SCORM	
Сипаттайтын принциптер				
оқытылатын материалдардың көлемі мен мазмұнын	сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыру және өткізу формаларын	сыныптан тыс жұмыстарда қолданылатын білім беру технологияларын	оқушыны	оқыту құралдарын
фундаментальдылық, ғылымилық, қолжетімділік, оңтайлылық, шығармашылық қабілетті дамытуға бағыты	иселенушілік, логикалық, әртүрлілік	индивидуалдылық, бейімделушілік, динамикалық, объективтілік, жеке мүмкіндіктер есебі	көптік, объективтілік, серіктестік, компетенттік	сенімділік, қолжетімділік, ашықтық, әртүрлі жоспарлылық

Информатикадан сыныптан тыс жұмыстарды осы модель негізінде ұйымдастырсақ, онда оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамытуға болады деп ойлаймыз.

1. Бидайбеков Е.Ы., Ошанова Н.Т., Сәлғожа И.Т. Оқушылардың оқудан тыс әрекетін ақпараттандыру. «Ізденіс» Ғылыми журнал №1/2. 2010ж. 205-208
2. Малев В.В. Общая преподавания информатики. Воронеж 2005.
3. http://www.ucheба.com/met_rus/k_psihologiya/k_poznproc/title.htm
4. Никитин Б.П. Ступеньки творчества или развивающие игры. М.: Просвещение, 1990. -160 с.
5. Лук А.Н. Психология творчества. - Наука, 1978.с.6-36.
6. Андреев В.И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности. Казань. 1988. - 236 с.

ИНФОРМАТИКАДАН СЫНЫПТАН ТЫС ЖҰМЫСТАРДА ОҚУШЫЛАРДЫҢ ШЫҒАРМАШЫЛЫҚ ҚАБІЛЕТТЕРІН ДАМУДЫҢ ЭКСПЕРИМЕНТТІК НӘТИЖЕЛЕРІ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ)

В статье рассматриваются результаты эксперимента развития творческих способностей учащихся во внеклассной работе по информатике. Эксперимент состоит из трех этапов. При проведении трех этапов в последующих классах проводится анкетирование. По результатам каждого анкетирования построена диаграмма. Диаграмма показывает развитие творческих способностей учащихся в экспериментальных группах во внеклассной работе по информатике.

In article results of experiment development of creative abilities of pupils in out-of-class work on computer science are considered. Experiment consists of three stages. At carrying out of three stages in the subsequent classes spent questioning. By results of each questioning the diagram is constructed. The diagram shows development of creative abilities of pupils in experimental groups in out-of-class work on computer science.

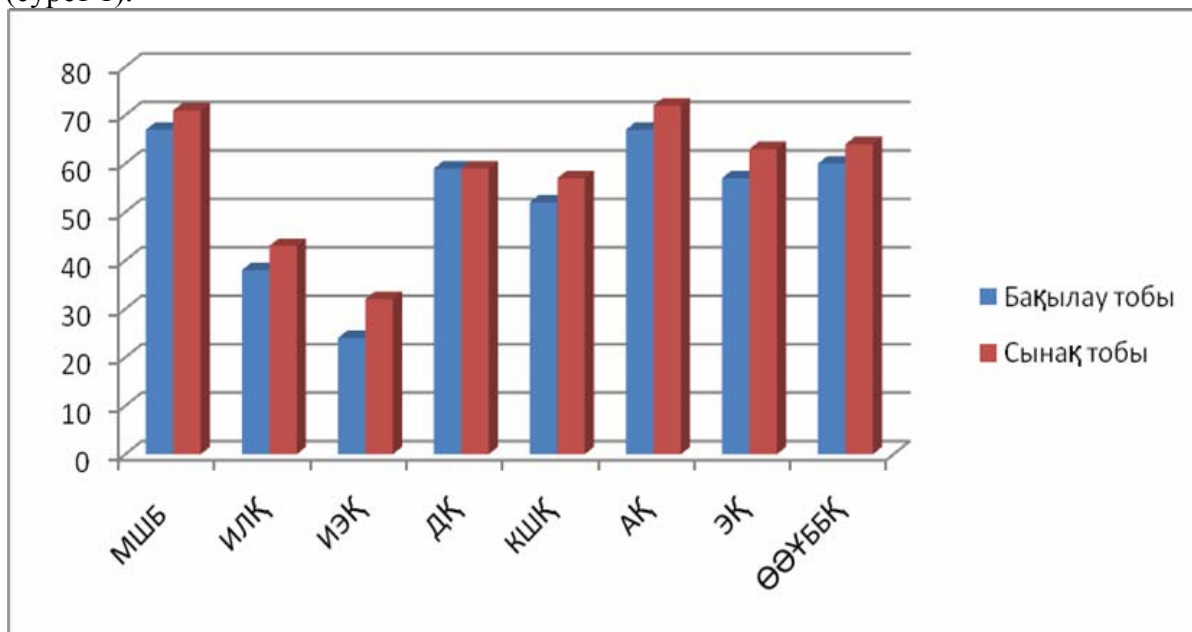
Диссертациялық зерттеу жүргізу үдерісі кезінде тәжірибелік эксперимент жүргізілді. Информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамыту мәселері бойынша зерттеу нәтижелері ғылыми баспаларда жарияланды. Осыған байланысты көптеген мәселерді шешу мақсатында жүргізілген зерттеулер нәтижесін тиянақтау үшін және сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастырып, өткізудің әдістемесінің тиімділігін анықтау мақсатында жүргізілген, тәжірибелік эксперименттің нәтижесін қарастырайық.

Тәжірибелік эксперимент үш кезеңнен тұрады: *іздеу (анықтау), қалыптастыру және бақылау* кезеңдері. Тәжірибелік эксперимент жүргізудің мақсаты: информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілеттер компоненттерінің деңгейін анықтау, информатикадан сыныптан тыс жұмыстарды жүргізу барысында оқушылардың шығармашылық қабілеттерінің даму деңгейін арттыру және әдістеменің тиімділігін дәлелдеу.

Оқушылардың шығармашылық қабілет мәселесін зерттеуші ғалымдар (Дж. Гилфорд, А.Н. Лук, В.И. Андреев т.б.) шығармашылық қабілет бірнеше қабілеттердің жиынтығынан тұратындығын және сол қабілеттер дамыған уақытта оқушылардың шығармашылық қабілеттерінің дамитындығы туралы айтады [1,2]. Шығармашылық қабілеттің компоненттері жайлы толығырақ В.И. Андреев қарастырып, ұсынған. Біз өз зерттеу жұмысымызда шығармашылық қабілеттіліктің құрамын В.И. Андреевтің ұсынған компоненттеріне сүйене отырып анықтадық, олар [3]: *мотивациялық-шығармашылық белсенділік (МШБ); интеллектуальды-логикалық қабілеттілік (ИЛҚ); интеллектуальды-эвристикалық қабілеттілік (ИЭҚ); дүниетанымдық қабілет (ДҚ); коммутативті-шығармашылық қабілеттілік (КШҚ); адамгершілік қасиеттері (АҚ); эстетикалық жеке қасиеттер (ЭҚ); өз әрекетін ұйымдастыра, басқара білу қабілеттілігі (ӨӘҰББҚ).*

Тәжірибелік экспериментке барлығы 155 оқушы қатысты. 78 бақылау тобында, 77 сынақ тобында болды. Эксперимент негізінде үш кезеңнен тұрады. Үш кезең барысында бес сауалнама жүргізілді (8 сыныптың оқу жылының басында, 8, 9 және 10 сыныптың оқу жылының аяғында, 11 сыныптың оқу жылының аяғында).

Анықтау кезеңінде 8 сынып оқушылары қатысуымен оқу жылының басында өткізілді. Бұл тәжірибелік эксперименттің анықтаушы кезеңінде оқушылардың 7 сыныптағы информатика курсында өткен материалдары бойынша сынақ өткізіліп, шығармашылық қабілеттерінің компоненттерінің бастапқы деңгейі анықталды (сурет 1).

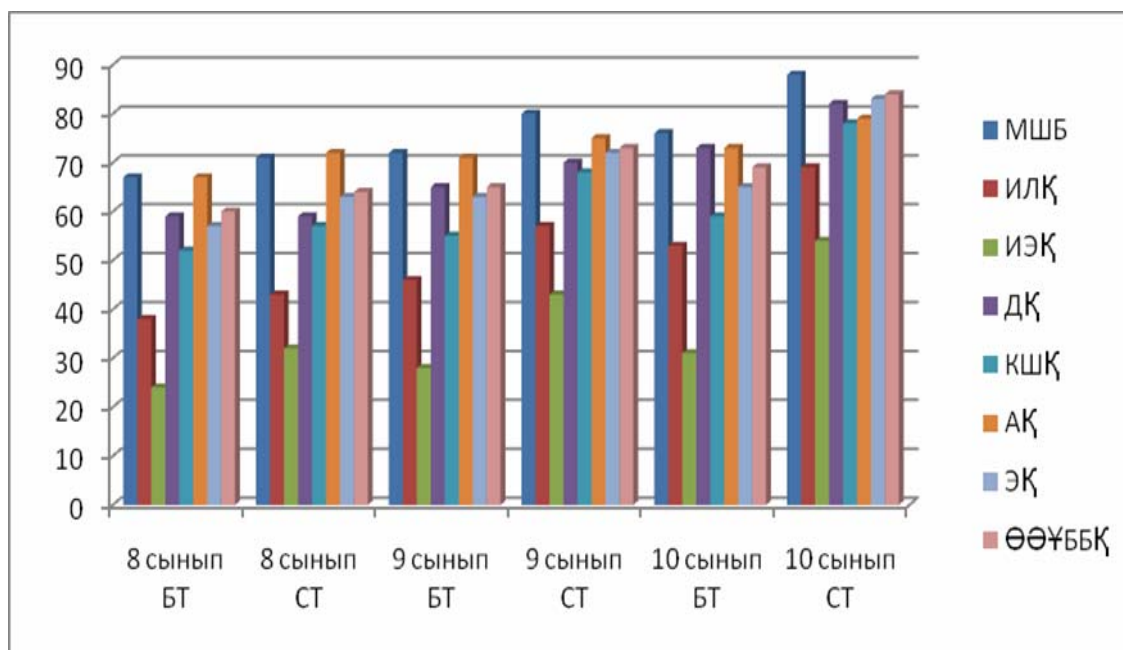


Сурет 1 - Оқушылардың 8 сынып оқу жылының басындағы шығармашылық қабілет компоненттерінің деңгейі

Бұл кезеңде экспериментінің нәтижелері оқушылардың шығармашылық қабілеттерінің деңгейлерінің төмен және де жеткіліксіз екендігін көрсетеді.

Анықтау экспериментінен алынған мәліметтер олардың шығармашылық қабілеттерінің дамуы үшін жағымды мүмкіндіктерін сипаттайтын, оқушылардың психологиялық-педагогикалық мінездемесінен информатикадан сыныптан тыс жұмыстарда оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамыту мәселесінің өзекті екендігін көрсетеді.

Эксперименттің қалыптастыру кезеңінде, информатикадан сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыруда жасалынған шығармашылық қабілеттерін дамыту моделіне сәйкес, информатикадан сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыруда оқушылардың шығармашылық қабілеттері компоненттерін дамыту ұсынылған әдістеме бойынша жүзеге асырылды. Сынақ тобындағы оқушыларға ұсынылған әдістеме қолданылды, ал бақылау тобындағы оқушыларға жасалынған әдістеме пайдаланылмады.

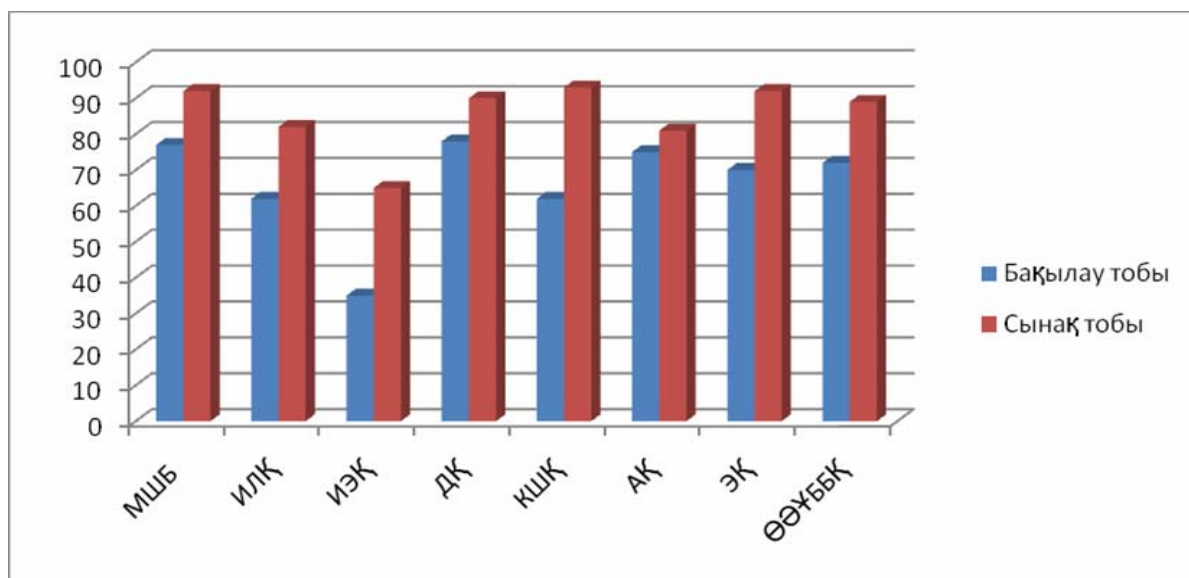


Сурет 2 – Оқушылардың 8-10 сынып оқу жылдарының соңындағы шығармашылық қабілет компоненттерінің деңгейі.
БТ –бақылау тобы, СТ – сынақ тобы.

Қалыптастыру кезеңінде 8-10 сынып оқушыларының қатысуымен әр оқу жылының соңында сынақ өткізілді. Сынақ нәтижелері бойынша диаграмма тұрғызылды. Бұл диаграммадан әр оқу жылының соңында алынған нәтижелерден оқушылардың шығармашылық қабілеттерінің компоненттерінің даму деңгейінің артып отырғандығы байқалды (Сурет 2).

Әр оқу жылының аяғында жүргізілген сауалнамалардың нәтижесінен байқап отырғанымыздай қалыптастыру кезеңінде сынақ тобындағы оқушылардың шығармашылық қабілет компоненттерінің дамуы жоғарылап, ал бақылау тобындағы оқушылардың деңгейі жеткілікті дәрежеде қалғандығын көруге болады. Жоғарыда айтып өткеніміздей шығармашылық қабілет компоненттерінің деңгейінің артып отырғаны шығармашылық қабілеттің артқандығын көрсетеді. Бұл кезеңде сынақ тобындағы оқушылардың шығармашылық қабілет компоненттерінің деңгейі бақылау тобымен салыстырғанда орташа есеппен 20% жоғарылады (эксперимент жүргізілгенге дейін топтағы оқушылардың шығармашылық қабілеттерінің деңгейі бірдей болған).

Бақылау кезеңінде 11 сынып оқушыларының қатысуымен оқу жылының соңында соңғы сынақ өткізілді. Бұл кезеңнің нәтижелері диаграмма кескінделді, диаграммадан оқушылардың шығармашылық қабілеттерінің компоненттерінің даму деңгейінің бақылау тобымен салыстырғанда сынақ тобында жоғары екендігін көрінеді (Сурет 3).



Сурет 3 – оқушылардың 11 сынып оқу жылының соңындағы шығармашылық қабілет компоненттерінің деңгейі.

Эксперимент барысында 3-суреттен көріп отырғанымыздай, сынақ тобындағы оқушылардың шығармашылық қабілет компоненттерінің деңгейі бақылау тобындағы оқушыларға қарағанда жоғары.

Сынақ топтарындағы алынған нәтижелерде оқушылардың шығармашылық компоненттерінің даму деңгейінің жоғарылағаны байқалады. Атап айтқанда, бақылау тобымен салыстырғанда сынақ тобындағы оқушылардың мотивациялық-шығармашылық белсенділігі; интеллектуальды-логикалық қабілеттілігі; интеллектуальды-эвристикалық қабілеттілігі; дүниетанымдық қабілеті; адамгершілік қасиеттері; эстетикалық жеке қасиеттері; коммутативті-шығармашылық қабілеттілігі; өз әрекетін ұйымдастыра, басқара білу қабілеттілігі артқандығын байқауға болады (3-сурет).

Сонымен, информатикадан сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыруда оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамытудың моделін жүзеге асыру, оқушылардың шығармашылық қабілеттерінің компоненттерінің дамуына ықпал ететіндігі дәлелденді. Нәтижесінде информатикадан сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастырып, өткізу барысында ұсынылатын әдістеменің тиімділігін және тәжірибелік эксперименттің нәтижелері зерттеу болжамдарының дұрыстығын дәлелдеп отыр.

1. Никитин Б.П. Ступеньки творчества или развивающие игры. М.: Просвещение, 1990. -160 с.
2. Лук А.Н. Психология творчества. - Наука, 1978.с.6-36.
3. Андреев В.И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности. Казань. 1988. - 236 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОДВИЖНОЙ НАГРУЗКИ НА ПОВЕРХНОСТЬ УПРУГОЙ СЛОИСТОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ

(г.Кызылорда, Кызылординский государственный университет им.Коркыт Ата)

Бұл мақалада қозғалмалы күштің қатпарлы серпімді, жартылай кеңістік бетіне әсер ететін жазықтық есептерінің тобы қарастырылады. Бұл мағанадағы есептер қолданбалы жағдайларда үлкен қызығушылық көрсетуде. Әдіс динамикалық есептерді шешудегі сандық алгоритмдердің тиімдісі болаып табылады. Деформацияланатын әртүрлі периодты және периодты емес ортада жай гармоникалық жазық толқындардың үлкен мәні бар, сондықтан Реле толқындардың таратылу есебін қоса қарастырамыз.

This article is considered about influence of rolling loads on surface flaky springy half-space. The Problems given class present the big applied interest and can serve the standard for development that or other numerical algorithm for decision of the dynamic problems. At study of the wave processes flat and circular element in deformed body is entered notion to phase velocity, as velocities of the change the phase ambience. Decisions concerned problems are received with use the integral transformations on coordinate or on time.

Исследуем класс плоских задач о воздействии подвижных нагрузок на поверхность слоистой упругой полуплоскости. Задачи данного класса представляют большой прикладной интерес и, кроме того, могут служить эталоном для разработки тех или иных численных алгоритмов для решения динамических задач.

Среди различных периодических и непериодических движений деформируемых сред важное значение имеют плоские волны простого гармонического типа, распространяющиеся по поверхности тела или полуплоскости, влияние которых ограничивается окрестностью этой поверхности. Поэтому рассмотрим задачу о распространении волны Релея.

Пусть имеется упругая полуплоскость $z \leq 0$.

Уравнение движения материала полуплоскости в потенциалах φ , ψ описывается волновыми уравнениями

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = \frac{1}{a^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2}; \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = \frac{1}{b^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}, \quad (1)$$

где a и b скорости распространения продольной и поперечной волны, соответственно.

Будем считать, что граница полуплоскости $z = 0$ свободна от напряжений, т.е.

$$\sigma_{zz} = \sigma_{xz} = 0 \quad (z = 0) \quad (2)$$

Предположим, что в среде распространяется плоская гармоническая волна, т.е. потенциалы φ и ψ представим в виде

$$\begin{aligned} \varphi(x, z, t) &= \Phi_0(z) \exp[i(pt - qx)]; \\ \psi(x, z, t) &= \Psi_0(z) \exp[i(pt - qx)], \end{aligned} \quad (3)$$

а Φ_0 и Ψ_0 удовлетворяет уравнениям

$$\begin{aligned}\Phi_0'' - \left(q^2 - \frac{p^2}{a^2}\right)\Phi_0 &= 0; \\ \Psi_0'' - \left(q^2 - \frac{p^2}{b^2}\right)\Psi_0 &= 0.\end{aligned}\tag{4}$$

Рассматривая колебания, затухающие с глубиной $z \rightarrow -\infty$, должно выполняться условие

$$q^2 - \frac{p^2}{a^2} > 0; \quad q^2 - \frac{p^2}{b^2} > 0;\tag{5}$$

Но так как скорости a и b удовлетворяют неравенству $a > b$, то достаточно выполнения вместо условий (5) одного условия

$$\frac{p}{q} < b\tag{6}$$

Следовательно, решения уравнений (4), затухающие на бесконечности $z \rightarrow -\infty$, имеют вид

$$\begin{aligned}\Phi_0(z) &= A \exp\left(\sqrt{q^2 - \frac{p^2}{a^2}} \cdot z\right); \\ \Psi_0(z) &= B \exp\left(\sqrt{q^2 - \frac{p^2}{b^2}} \cdot z\right),\end{aligned}\tag{7}$$

а для потенциалов φ и ψ получаем выражения

$$\begin{aligned}\varphi &= A \exp\left[i(pt - qx) + \sqrt{q^2 - \frac{p^2}{a^2}} z\right]; \\ \psi &= B \exp\left[i(pt - qx) + \sqrt{q^2 - \frac{p^2}{b^2}} z\right],\end{aligned}\tag{8}$$

где A и B произвольные постоянные интегрирования.

Подставляя решения (7) в граничные условия (2), получим

$$\begin{aligned}A\left[2 - \left(\frac{p}{qb}\right)^2\right] + 2iB\sqrt{1 - \left(\frac{p}{qb}\right)^2} &= 0; \\ -2iA\sqrt{1 - \left(\frac{p}{qa}\right)^2} + B\left[2 - \left(\frac{p}{qb}\right)^2\right] &= 0.\end{aligned}\tag{9}$$

Для того, чтобы решение задачи было не нулевое, необходимо, чтобы определитель системы (9) был отличен от нуля, т.е. чтобы выполнялось соотношение

$$\left[2 - \left(\frac{p}{qb}\right)^2\right]^2 - 4\sqrt{1 - \left(\frac{p}{qb}\right)^2}\sqrt{1 - \left(\frac{p}{qa}\right)^2} = 0.\tag{10}$$

Отношение (p/q) называется скоростью распространения поверхностной волны Релея. Обозначив $\xi = \left(\frac{p}{qb}\right)^2$ и введя коэффициент Пуассона ν , из соотношения (10) получим уравнение для безразмерной скорости поверхностной волны Релея $\sqrt{\xi}$:

$$\xi^3 - 8\xi^2 + 8\xi \frac{2-\nu}{1-\nu} - 8 \frac{1}{1-\nu} = 0. \quad (11)$$

Уравнение (11) имеет единственный действительный положительный корень [3].

Если через z_1 и z_2 обозначить глубину проникновения, на которой амплитуда напряжений падает в e раз за счет продольной и поперечной волны, соответственно, то для них получим выражения

$$z_1 = -\frac{l}{2\pi\sqrt{1-a^{-2}b^2\xi}}; \quad z_2 = -\frac{l}{2\pi\sqrt{1-\xi}},$$

при этом $l = \frac{1}{q}$ - длина волны. Например, при $\nu = 0,5$ имеем

$$z_1 = -\frac{l}{2\pi}; \quad z_2 \cong -\frac{l\sqrt{10}}{2\pi}.$$

Пусть по поверхности $z = 0$ распространяется с постоянной скоростью D нормальная и касательная нагрузка интенсивности $-F_1(x + Dt)$ и $-F_2(x + Dt)$, т.е. при $z = 0$ имеем граничные условия

$$\sigma_{zz} = -F_1(x + Dt); \quad \sigma_{xz} = -F_2(x + Dt). \quad (12)$$

Начальные условия на такой задаче отсутствуют.

Введем подвижные координаты

$$x' = x + Dt; \quad y' = y,$$

причем штрихи в дальнейшем для простоты будем опускать. Тогда для потенциалов φ и ψ получаем уравнения

$$\begin{aligned} \alpha^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} &= 0; \quad \beta^2 \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = 0; \\ \alpha^2 &= (D/a)^2 - 1; \quad \beta^2 = (D/b)^2 - 1. \end{aligned} \quad (13)$$

Общие решения уравнений (13) находятся методом Даламбера и имеют вид

$$\begin{aligned} \varphi(x, z) &= \varphi_1(x + \alpha z) + \varphi_2(x - \alpha z); \\ \psi(x, z) &= \psi_1(x + \beta z) + \psi_2(x - \beta z). \end{aligned} \quad (14)$$

В силу отсутствия отраженных волн от нижней бесконечно удаленной границы функции φ_2 и ψ_2 должны обращаться в нуль, а для φ_1 и ψ_1 из граничных условий (12) получаем функциональные соотношения

$$\begin{aligned} (\beta^2 - 1)\varphi_1''(x) - 2\beta\psi_1''(x) &= -\frac{F_1(x)}{\rho D^2}(\beta^2 + 1)H(x); \\ 2\alpha\varphi_1''(x) + (\beta^2 - 1)\psi_1''(x) &= -\frac{F_2(x)}{\rho D^2}(\beta^2 + 1)H(x). \end{aligned} \quad (15)$$

Из соотношений (15) получим

$$\begin{aligned} \varphi_1''(x) &= \frac{\beta^2 + 1}{\rho D^2} [(\beta^2 - 1)F_1(x) + 2\beta F_2(x)]H(x)\Delta^{-1}; \\ \psi_1''(x) &= \frac{\beta^2 + 1}{\rho D^2} [2\alpha F_1(x) - (\beta^2 - 1)F_2(x)]H(x)\Delta^{-1}; \\ \Delta &= 4\alpha\beta + (\beta^2 - 1)^2. \end{aligned} \quad (16)$$

С использованием зависимостей (16) для величин напряжений получаем выражения

$$\begin{aligned}
\Delta \cdot \sigma_{xx} &= -(\beta^2 - 2\alpha^2 + 1) [(\beta^2 - 1)F_1(x + \alpha z) + 2\beta F_2(x + \alpha z)] \times \\
&\times H(x + \alpha z) + 2\beta [2\alpha F_1(x + \beta z) - (\beta^2 - 1)F_2(x + \beta z)] H(x + \beta z); \\
\Delta \cdot \sigma_{zz} &= -(\beta^2 - 1) [(\beta^2 - 1)F_1(x + \alpha z) + 2\beta F_2(x + \alpha z)] H(x + \alpha z) - \\
&- 2\beta [2\alpha F_1(x + \beta z) - (\beta^2 - 1)F_2(x + \beta z)] H(x + \beta z); \\
\Delta \cdot \sigma_{xz} &= -2\alpha [(\beta^2 - 1)F_1(x + \alpha z) + 2\beta F_2(x + \alpha z)] H(x + \alpha z) + \\
&+ (\beta^2 - 1) [2\alpha F_1(x + \beta z) - (\beta^2 - 1)F_2(x + \beta z)] H(x + \beta z); \\
H(\zeta) &= \begin{cases} 1, & \zeta \geq 0 \\ 0, & \zeta < 0 \end{cases},
\end{aligned} \tag{17}$$

а для перемещений u и w , соответственно

$$\begin{aligned}
u &= -\frac{\beta^2 + 1}{\rho D^2 \Delta} [(\beta^2 - 1)F_3(x + \alpha z) + 2\beta F_4(x + \alpha z)] H(x + \alpha z) + \\
&+ \beta \frac{\beta^2 + 1}{\rho D^2 \Delta} [2\alpha F_3(x + \beta z) - (\beta^2 - 1)F_4(x + \beta z)] H(x + \beta z); \\
w &= -\alpha \frac{\beta^2 + 1}{\rho D^2 \Delta} [(\beta^2 - 1)F_3(x + \alpha z) + 2\beta F_4(x + \alpha z)] \times \\
&\times H(x + \alpha z) - \frac{\beta^2 + 1}{\rho D^2 \Delta} [2\alpha F_3(x + \beta z) - \\
&- (\beta^2 - 1)F_4(x + \beta z)] H(x + \beta z),
\end{aligned} \tag{18}$$

где

$$F_3(x) = \int_0^x F_1(\xi) d\xi; \quad F_4(x) = \int_0^x F_2(\xi) d\xi.$$

Пусть $F_2 = 0$ и рассмотрим напряжение σ_{xx} на границе $z = 0$. Получим

$$\sigma_{xx} = F(v, D_0) F_1(x); \quad D_0 = D/a,$$

где

$$\begin{aligned}
F(v, D_0) &= \frac{A_1(v, D_0) - A_2(v, D_0) B(v, D_0)}{A_1(v, D_0) - A_2(v, D_0)}; \\
A_1 &= (1 - 2v)^{3/2} \sqrt{(D_0^2 - 1)(1 - v) - (1 - 2v)}; \\
A_2 &= [D_0^2(1 - v) - (1 - 2v)]; \\
B &= [D_0^2(1 - v) - (D_0^2 - 1)(1 - 2v)]
\end{aligned}$$

Пусть на полупространстве $z \leq -h$ лежит упругий слой $0 \geq z > -h$ $|x| < \infty$, по поверхности которого распространяется нормальная нагрузка, т.е. при $z = 0$ имеем граничные условия

$$\sigma_{zz}^{(0)} = -F(x + Dt); \quad \sigma_{xz}^{(0)} = 0. \tag{19}$$

Величины и параметры слоя будем обозначать индексом "0", а полупространства – индексом "1".

На границе контакта $z = -h$ можно задать условия:
жесткий контакт

$$\sigma_{zz}^{(0)} = \sigma_{zz}^{(1)}; \quad \sigma_{xz}^{(0)} = \sigma_{xz}^{(1)}; \quad u_0 = u_1; \quad w_0 = w_1; \tag{20}$$

идеальный контакт

$$\sigma_{zz}^{(0)} = \sigma_{zz}^{(1)}; \quad \sigma_{xz}^{(0)} = \sigma_{xz}^{(1)} = 0; \quad w_0 = w_1; \quad (21)$$

Можно задавать и другие условия при $z = -h$.

В подвижных координатах решения уравнений для потенциалов в слое и полуплоскости имеет вид

$$\alpha_j^2 \frac{\partial^2 \varphi_j}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \varphi_j}{\partial z^2} = 0; \quad \beta_j^2 \frac{\partial^2 \psi_j}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \psi_j}{\partial z^2} = 0; \\ \left(x' = \frac{x + Dt}{h}; \quad y' = \frac{y}{h}; \quad \varphi_0 = \frac{\varphi_0}{h^2}; \quad \psi_0 = \frac{\psi_0}{h^2} \right). \quad (22)$$

Подставляя (22) в граничные условия (20), получим систему функциональных уравнений, которую, используя в выражениях для перемещений u_j, w_j и напряжений σ_{ij} получим решение задачи.

1. Дубошин Г.Н. «Основы теории устойчивости движения» М., МГУ
2. Тимошенко С.П. Устойчивость стержней, пластин и оболочек. – М.: Наука, 1971, 807с.
3. Филиппов И.Г. Чебан В.Г. Математическая теория колебаний упругих и вязкоупругих пластин и стержней. – Кишинев: Штиинца, 1988,-190с.

ӘОЖ 378.016.02

Б.Д. Сыдықов, Р.А. Медетбекова

БОЛАШАҚ МҰҒАЛІМДЕРДІ АҚПАРАТТЫҚ-ЛОГИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ НЕГІЗІНДЕ КӘСІБИ ДАЙЫНДАУ ТЕОРИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

(Шымкент қ., М.О.Әуезов атындағы ОҚМУ)

В статье рассматриваются теоретические аспекты профессиональной подготовки будущих учителей на основе информационно-логического моделирования

This work shows us theoretical aspects of professional training on the basis of informational-logical modelling of future specialists

Заманның жаңа даму сатысында білім беру жүйесі қоғамның жаңа экономикалық саясат, әлеуметтік және интеллектуалдық деңгейіне сай келуі тиіс. Осыған орай білімнің мақсаты, мазмұны және оны оқыту тәсілдері қайта қаралып, оқу жүйесін реттеу, ұйымдастыру мәселелері зерттеліп, өз шешімін табуды қажет етеді. Қазақстан Республикасының «Білім беру жүйесін ақпараттандыру» бағдарламасында былай делінген: «Білім беру жүйесін ақпараттандыру ісінің басты мақсаты – заман талабына байланысты ақпараттық қоғамның шарттарына сәйкес студенттерді тұрмыстық-қоғамдық және кәсіптік өмір салаларына толық әрі тиімді түрде араластыру болып табылады» [1].

Білім берудің барлық буындарында жаңа сапалық жетістіктерге жету педагогикалық тәжірибедегі жаңалықтарды қабылдап, оны жұмыс барысында

қолданумен тығыз байланысты. Білім беруде компьютерді және оның құралдарын пайдалана бастаған кезде оқытудың ақпараттық технологиялары ұғымы пайда болды. Оқытудың ақпараттық технологияларының жалпы білім берудегі орны өте жоғары. Ақпараттық технологиялар арқылы білім негіздерін меңгеру студенттердің жалпы ақыл – ойын дамытуға, олардың ойлау және шығармашылық қабілеттерін нығайтуға елеулі әсер етеді.

Болашақ мамандарға қойылатын қазіргі заманғы талап тек таңдап алған мамандығы бойынша білімі бар мамандарды ғана емес, сондай-ақ еңбекті аутоматтандыру үшін ақпараттық технологияларды қолдануға қабілетті мамандарды талап етеді. Оқу үдерісін ұйымдастыруда ақпараттық технологияларды қолдану қазіргі оқыту әдістерінің ерекше белгісі болып табылады.

Қазақстан Республикасындағы білімді ақпараттандыру жүйесін әрі қарай дамытуда негізі ақпараттық ресурстар болып табылатын оқытуға арналған бағдарламалық құралдарды дайындамай жүзеге асыру мүмкін емес. Олардың атқаратын қызметтері және ауқымы да өте кең және оған мыналар жатады: аутоматтандырылған және сараптамалық жүйелер, электрондық оқулықтар және мультимедиялық бағдарламалық құралдар.

Қазіргі таңда ғылым мен техникалық даму қарқыны оқу-ағарту саласының оқыту процесіне жаңа технологиялық әдістер мен қондырғыларды кең көлемде қолдануды қажет етуде. Оқытудың ақпараттық технологиялары негізінде ақпараттық-логикалық модельдеуге (АЛМ) берілген тапсырмаларды игеру кезінде келесі қағидаларды ұстадық: көрнекілік; жүйелік және бірізділік; саналық және белсенділік; түсініктілік.

Информатикаға ғылым ретінде дамудың жылдам қарқыны тән. Бұл туралы мысалы мыналар куәлік бере алады:

- телекоммуникация құралдарының қазіргі деңгейі, соңғы он жылда өз желісі арқылы бүкіл әлемді дерлік қамтып отыр;

- соңғы жарты ғасырда бағдарламалау технологиясында болып жатқан сапалық өзгерістер, егер өткен ғасырдың 50-60 жылдары негізінен бағдарламалау тілдерін (Fortran, Algol, PL, Cobol және т.б.) нақты есептерді жеке компьютерде шешу үшін қолдану мәселесі қарастырылса, қазіргі кезде басты назар аутоматтандырылған жобалау құралдарын жасауға және бағдарламалық жүйелердің бөліп берілген желілер мен МҚБЖ-де тиімді жұмысын қамтамасыз етуге аударылып отыр;

- соңғы он жылда әртүрлі категориядағы қолданушылар үшін мүмкін болатын, өз кәсіби іс-әрекетінде финанстық басқарудан оқулық бағытындағы және т.б. ақпараттық технологиялар құралдарының дамуы.

Аталған бағыттарды жүзеге асыру үшін оқу үдерісіне жаңа сипат беріп, оқу сапасын арттыру, білім берудің жаңа үлгілерін енгізу қажет. Ол біздің көзқарасымыз бойынша болашақ мұғалімдерге ақпараттық технология құралдарына оқыту мазмұнын ақпараттық-логикалық жобалау негізінде білім бере отырып, ақпараттық технологиялар құралдарын жасау икемділіктерін қалыптастыруға дайындау болып табылады. Бұл ғасыр – ақпараттандыру ғасыры. Осыған орай, оқытушының алдына қоятын мақсаты ақпараттандыру технологиясы дамыған заманда мемлекетіміздің болашағы студенттерге заман талабына сай білім беру.

Сондықтан біз ақпараттық технологиялардың, ғылыми-техникалық прогрестің, жетістіктеріне қарай жаңа ақпараттық қоғам туралы, сонымен бірге жаңа өркениетке, яғни ақпараттық өркениетке өту туралы айтамыз. Мұндай пікірлердің негізі техникалық, жаратылыстану және қоғамдық ғылымдардың интеграциясының нәтижесі болатын ақпараттық қоғам дамуының, ақпараттық өркениеттің алғы шарттары болады. Мұның нәтижесінде жеке тұлғаның дүниеге көзқарасы түбірлі өзгеріске ұшырап, дүние

туралы, адамның өзі, оның дүниедегі орны, өмірінің мән-мағынасы мен құндылықтар жүйесі туралы мүлде жаңа ойлар туғызып, бүкіл адамзаттың болашағы, тағдыры туралы жаңа идеяларға әкеледі.

Көптеген зерттеулерде информатика – жылдам (өте тез) қарқынмен дамып отырған, бірімді анықтауға қиын болатын жаңа бағыт ретінде атап көрсетіледі [2].

Информатиканың [2, 86 б.] еңбекте келтірілген анықтамасы ғылымның дамуының қазіргі бет алысына және жағдайына негізделген және көптеген ғалымдардың пікірімен келіседі: «... информатиканы, ақпараттық үдерістерді және оның аутоматтандыру әдістерін есептеу техникасы мен байланыс құралдарының замани аппараттық-бағдарламалық құралдарының негізінде оқып-үйренетін ғылым мен техниканың бір саласы ретінде анықтаймыз».

Ал [3] еңбекте информатика ұғымының басқа қыры атап көрсетіледі:

«Информатика – ақпараттық үдерістердің, табиғаттағы, қоғамдағы, танымдағы құбылыстардың заңдары мен заңдылықтары туралы ғылым».

Бұл екі анықтама да информатиканың мағынасы мен мәнді қырларын бейнелейді, информатика ақпараттық үдерістерді «құрудың әдіснамалық негіздерін» беруі тиіс деп есептейді, дегенмен оны әртүрлі қырынан, әртүрлі көзқарас бойынша қарастырады. Мұндай көп қырлы информатика ұғымына өзгешіліктер толығымен табиғи болып табылады. Ғалымдар берген анықтамалардағы бірқатар зерттеулерде информатика ғылыми бағыты үш деңгейде қарастыруға болатындығы атап көрсетіледі:

- төменгі (физикалық деңгей), есептеу техникасы мен байланыс құралдарының бағдарламалық-аппараттық құралдары ретінде;

- орта (логикалық деңгей) – ақпараттық технологиялардың жекелеген жиынтығы, яғни ақпараттық үдерістерді ұйымдастыру мен аутоматтандырудың модельдері, әдістері және құралдары;

- жоғарғы (қолданбалы деңгей), яғни жұмыс істеу негізінде ақпараттық үдерістер жататын жүйелерді құру үшін ақпараттық технологияларды қолдану.

Ақпараттық технологиялар информатиканың құрамдас бөлігі болып табылады. Ақпараттық технологиялар ақпараттық қоғамның мүшелерін (бағдарламашыларды немесе әртүрлі деңгейдегі қолданушыларды) есептеу ортасына ену мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Ақпараттық технология деп «ұйымдасқан басқару жүйелеріне ендірілетін, мәліметтерді өңдеудің жаңа құралдары мен әдістерінің жиынтығы» түсіндіріледі. Олар толыққанды біртұтас технологиялық жүйе құрайды және ақпараттық өнімді (мәліметтер, пікірлер, білімдер) өте аз шығынмен мақсатқа сай құру, тасымалдау, сақтау және бейнелеуді ақпараттық технология дамитын әлеуметтік ортаның заңдылықтарына сәйкес қамтамасыз етеді.

Оқытуда ақпараттық-логикалық модельдеуді қолдану білімді меңгеру және бекіту процестерін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Өйткені студенттің өз жұмысының жылдамдығын, оқу мақсатына жету кезеңдерінің сатысын өзі таңдай алу мүмкіндігі, тұлғалық ерекшелігі мен даярлық деңгейіне сәйкес тиімді жаттығуы оқу процесін дараландыруға және ізгілендіруге жағдай жасайды.

Ақпараттық-логикалық модельдеуде ақпараттық технологияның құралдарын қолдану оқу еңбегінің зияткерлігін күшейтеді. Экономикалық процестерді макро және микродеңгейлерде берілген қасиеттері бойынша оқу бағдарламасының мақсаты мен міндеттеріне сәйкес модельдеу қиялдың, шығармашылықтың дамуы үшін қолайлы жағдай туғызады, оқудың мотивациясын күшейтеді.

Интеграциялық үдерістердің тарихи-гносологиялық негізі ғылым мен білім беруде таным ерекшеліктеріне алғышарт ретінде алынып, оның мәні дүние мен адамның өзі

жөніндегі білімдердің интеграциясы мен дифференциясының кезектесуі, адамзаттың өмір сүру ортасын сақтаудың жаһандық проблемасының шешімін іздестіру болып табылады.

Қазіргі зерттеулерде білімді интеграциялау проблемасы негізінен дидактикалық жүйені құрылымдау принципі ретінде қарастырылады. Сонымен қатар ақпарат әлемінде өз мүмкіндігін кәсіби тұрғыдан жүзеге асыруға қабілетті тұлғаны жан-жақты қалыптастыру тәсілі ретінде де зерттелуде. Білім интеграциялау теориясын талдау интеграциясының жүйелік, модульдік, фрагментті-ұғымдық деңгейлерін бөліп қарастыруға мүмкіндік береді. Интеграцияның жүйелік деңгейіне жету дегеніміз дүниенің біртұтас ақпараттық бейнесін түсінуге бейім теориялық ойлауды дамыту болып есептеледі. Білім интеграциясының модульдік деңгейінде қандайда бір өлшем (уақыт, кеңістік, моральдық-адамгершілік, т.б.) бойынша жекелеген пәндік аймақтағы дағдыларды қорыту жүзеге асырылады.

Ақпараттық технологиялар білім мен мәліметтерді әртүрлі формада, әртүрлі күрделілік деңгейде ұйымдастыруға, қажетті модульге тез арада қол жеткізуге, қолайлы жылдамдықпен бірнеше рет қайталап отыруға мүмкіндік береді. Білім беру процесінде табиғи және дәстүрлі лабораториялық жағдайда кейде қол жетпейтін көрнекіліктерді пайдалануға, мотивацияны жоғарылататын материалдарды жақсы меңгеруге көмектесе алады. Жаңа ақпараттық технологияларды білім беру процесінде қолдану білімді жаңа сапалық деңгейге көтереді, өйткені бұл потенциалдық мүмкіндік ақпараттық технологияның мәнінде жатыр.

Мына [3] еңбекте ақпараттық технология «ақпаратты өңдеу үшін адамдар қолданатын технологиялық элементтердің жиынтығы» ретінде анықталады.

Мына [4-11] еңбектерге сәйкес ақпараттық технологияның мақсаты қолданушының талап, сұраныстарына сәйкес ақпараттық өнімді сапалы түрде қалыптастыру және қолдану болып табылады.

Ал ақпараттық технологияның әдістері (ретінде) мәліметтерді өңдеу әдістері болып табылады. Ақпараттық технологияны іске асыру ақпараттық технологияның құралдарына сүйенеді. АТ құралдары ретінде мыналар ұсынылады: математикалық (математикалық модельдер), техникалық (есептеу машиналары және бағдарламалық қамтамасыз ету), алгоритмдік (математикалық құралдарды іске асыру алгоритмдері), ақпараттық (мәліметтер қоры және банкі, білім қоры), әдістемелік құралдар (әдістемелік материалдар, сипаттау, құрылым, құжаттар) [2, 102 б].

Біздің зерттеуіміз ауқымында ақпараттық технология құралдары термині жалпылама түсіндіріледі, яғни жоғарыда аталған АТ құралдарының өзара байланысы мен өзара әрекетіне негізделетін, нақты есептер жиынтығын шешу үшін арналған және болашақ мұғалім өзінің кәсіби іс-әрекеті аймағында қолдана алатын құрал болып табылады.

Біздің елімізде қоғамды ақпараттандыру жағдайы бойынша білімді қайта құру үдерісінің негізін қалыптастыратын білімді ақпараттандырудың тұжырымдамасы жасалған [8].

Жоғары білім беру үдерісінде ақпараттық технологиялардың құралдарына оқыту мазмұнын ақпараттық-логикалық жобалау негізінде болашақ мұғалімдерді дайындаудың тұжырымдамасын жүзеге асыру-ұзақ, әрі күрделі үдеріс және ол келесі кезеңдерден тұрады:

1) арнай пәндерді оқыту үдерісінде қолданылатын ақпараттық технологиясының құралдарын игеруге және оны жасауға; кәсіби білім беру мазмұнында оқу жұмысын ұйымдастыру түрі мен жаңа әдістерін игеру туралы зерттеу жұмыстарын жүргізу;

2) дәстүрлі оқу пәндерін оқытуда қолданылатын ақпараттық технологияның құралдарын жасау және оны белсенді түрде оқу үдерісіне енгізу; осының негізінде педагогтардың оқу жұмысының жаңа әдістері мен ұйымдастыру түрін жалпылама игеру; білім беру мазмұнын, оқу-тәрбие жұмысы әдістері мен дәстүрлі формасын түбегейлі қайта қарастыру, оны оқу-тәрбие үдерісінде практикалық жүзеге асыру;

3) үздіксіз білім беру мазмұнын оның барлық деңгейінде түбегейлі қайта құру; ақпараттық технология құралдарын қолдануға сәйкес келетін білімді ақпараттық жобалау негізінде оқытудың әдістемесін толықтыру.

Ақпараттық-логикалық жобалау – бұл білім беру жүйесін түрлендіру негізінен орын алатын ақпараттық технологиялардың дамуы мен қағидаларының заманауи үдеріске сәйкес келетін құралдарымен оқыту мазмұнын тиімді қорытындылау мүмкіндігін беретін аппарат.

Білім беру жүйесін ақпараттандыру жағдайындағы басты міндеттердің бірі замани АТ құралдарын кәсіби тұрғыда меңгерген болашақ мұғалімдерді дайындау және берілген пән саласынан студенттер мен оқушыларды қажетті білімдермен қамтамасыз ету болып табылады.

АТ құралдарына оқыту оларды оқыту үдерісінде әртүрлі пәндерде қолдану, білікті мұғалімдерді дайындау мәселелері бойынша көптеген еңбектерге жүргізілген талдаулар келесі тұжырымдарды жасау мүмкіндігін береді:

1. АТ құралдарын оқыту мен оларды оқыту үдерісінде қолдануға байланысты сұрақтарға ауқымды назар аударылады; олардың құрал ретінде оқыту үдерісінің тиімділігі мен сапасын көтерудегі үлкен орны ескеріледі; АТ оқыту құралы ретіндегі мәнділігін объективті тұрғыда анықтайтын алғышарттар сипатталады.

2. Қазіргі кезде ақпараттық технологиялардың оқыту құралы ретіндегі бағдарламалау негіздерінің мүмкіндіктері толық көлемде қолданылмайтындығы ескеріледі, олардың мүмкіндіктеріне баламалы емес және осындай жағдайдың себептері қарастырылады.

3. Ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы жағдайында олардың құралдарына тиімді оқытуға қабілетті, жоғары және орта білім беру бойынша білікті мұғалімдерді дайындау мәселесі қарастырылады.

4. Аталған мәселелерді шешу мүмкіндігін беретін ыңғайлар ұсынылады. Бұл аталғандардан шығатыны жоғары оқу орындарында болашақ мұғалімдерді кәсіби дайындау үдерісінде АТ құралдарын қолданудың психологиялық-педагогикалық аспектілерін қарастыратын нақты ғылыми зерттеулердің қажеттігі; оқу курстарына интеграцияланатын жоғары сапалы бағдарламалық қамсыздандыруды, яғни – оқыту және өзіндік оқыту үдерісінде кез-келген жастағы білімгерге икемді болатын ашық компьютерлік оқу жүйелерін жасау; пәндік салада болып жатқан өзгерістерге сәйкес жеңіл икемделетін АТ құралдары бойынша оқу курстарын жасау болып табылады.

1. Қазақстан Республикасы білім беру жүйесін ақпараттандыру. 22 қыркүйек, 1997. -№ 3645, ҚР Президентінің жарлығы.
2. Советов Б.Я. Информационная технология. –М.: Высшая школа, 1994. -368 с.
3. Макарова Н.В. Информатика.-М.: Финансы и статистика, 1997.-768с.
4. Извозчиков В.А. Информатика в понятиях и терминах. –М., 1991. -208 с.
5. Бек Л. Введение в системное программирование. –М.:Мир, 1988. -448 с.
6. Е.В.Михеева. Информационные технологий в профессиональной деятельности. М.:Академия, 2006. -384с.
7. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. Учеб.пособие для студ.пед.вузов и системы повыш. пед. кадров.- М.: Издательский центр “Академия”, 2001-2726.

8. ҚР Білім беруді ақпараттандыру бойынша тұжырымдамасы. А., 1997.
9. Левина М.М. Технологии профессионального педагогического образования: Учеб. Пособие для студ. Высших пед. учеб. Заведений.- М.: Изд. Центр «Академия», 2001.-С.172-189.
10. Машбиц Е.И. Психологические основы управления учебной деятельностью. -Киев, 1987.
11. Полат Е.Е., Назарова Т.С. Средства обучения: технология создания и использование. – М.: Изд-во УРАО, 1998. –204 с.

УДК 536.24

Ф.С. Телгожаева

РАСЧЕТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГРАНИЧНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

(г. Алматы, КазНУ имени аль-Фараби)

Мақалада электробайланысты қыздыру көмегімен жер қыртысын өңдеуші машиналардың бөлшектерін қалпына келтіруде жылуөткізгіштіктің кері есебін шешу қарастырылған. Жылуалмасу процессін имитациялық пішімдеу әдісі арқылы бөлшек-жылуөткізгіш салмақ байланыс аймағында температура мен жылу ағынының тығыздығын есептеу нәтижесі көрсетілген. Қойылған жылуөткізгіштіктің кері есебі бірінші ретгі қарапайым дифференциалдық тендеуі үшін Коши есебіне келтіру әдісі құрылды. Құрылған әдіс арқылы реттеу параметрлері анықталған. Электрод-бөлшек аймағының температурасын анықтауда имитациялық пішімдеудің және жылуөткізгіштің кері есебінің сандық нәтижелері салыстырылған.

The results of the calculation of the measured temperature and heat flux density on the contact surface a detail - heat-removing weight by the method of Imitating modeling process of heat transfer in the for electro restoration parts tillage machines. This article is devoted mathematical modeling of thermal process at electrocontact restoration of details of agricultural cars. The technique of definition of regularization parameters of the decision of a boundary reverse problem of the heat conductivity arising at temperature definition in a zone of electrode - detail contact is developed. Values of temperature are inaccessible for direct termometrization at restoration of details of soil-cultivating machines by means of electrocontact heating. The technique of imitating modelling of the measured temperature on a contact surface a detail – heat - removing weight which is the initial information for calculation of temperature of a surface an electrode - a detai by means of the decision of a boundary return problem of heat conductivity is offered.

Предварительно решена задача расчета температурного поля системы деталь - теплоотводящая масса, о которой идет речь в работе [1]. Таким образом, осуществляется имитационное моделирование измеренной температуры $T_{изм}$. Далее осуществляется переход к имитационному моделированию измеренной плотности теплового потока.

Для вычисления модельной измеренной плотности теплового потока на поверхности деталь теплоотводящая масса (рис.1), рассмотрим задачу пересчета граничных условий краевой задачи теплопроводности первого рода в эквивалентные граничные условия второго рода [2].

Граничная обратная задача теплопроводности (ОЗТ) для детали (пластина по рисунку 1) записывается следующим образом (l – толщина теплоотводящей массы; c, ρ, λ – удельная массовая теплоемкость, плотность и теплопроводность материала детали):

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right), \quad 0 < x < l, \quad t > 0, \quad (1)$$

$$T(0, t) = T_{изм}, \quad x = 0, \quad t > 0, \quad (2)$$

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = 0, \quad x = l, \quad t > 0, \quad (3)$$

$$T(x, 0) = T_0, \quad 0 \leq x \leq l, \quad t = 0. \quad (4)$$

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = q_{изм}(t) = ?, \quad x = 0, \quad t > 0, \quad (5)$$

Здесь $T = T(x, t)$ – температурное поле теплоотводящей массы; T_0 – начальная температура; $T_{изм}$ – измеренная температура; λ, c, ρ – теплопроводность, удельная массовая теплоемкость и плотность. Определению подлежит $q_{изм}$ – измеренная плотность теплового потока (уравнение (5)).

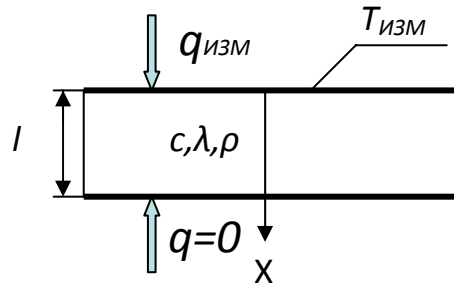


Рисунок 1 К постановке граничной ОЗТ

Рассматриваемая граничная ОЗТ формулируется следующим образом: по заданным результатам моделирования измеренной температуры $T_{изм}$ поверхности $x=0$ и плотности теплового потока $q=0$ на поверхности $x=l$, требуется определить искомую модельную плотность теплового потока $q_{изм}$ на поверхности $x=0$.

Поставленную задачу будем решать следующим образом. Проинтегрируем уравнение теплопроводности (1) по переменной x в пределах от $x=0$ до $x=l$. Тогда, учитывая условия (3) и (5), для определения модельной измеренной плотности теплового потока $q_{изм}$ получим уравнение:

$$\tilde{q}_{изм} = \int_0^l c\rho \frac{\partial T}{\partial t} dx. \quad (6)$$

Производная температуры по времени в (6) вычисляется по рассчитанным методом конечных разностей данным таблицы чисел (решение задачи (1)-(4)): $T_0^{k+1}, T_1^{k+1}, \dots, T_{N-1}^{k+1}, T_N^{k+1}; k = 0, 1, 2, \dots, M-1$ по формуле:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial t} \right)_i^{k+1} \approx \frac{T_i^{k+1} - T_i^k}{\tau'}. \quad (7)$$

Затем производится приближенное вычисление интеграла правой части уравнения (6) по формуле прямоугольников:

$$\tilde{q}_{изм} = \frac{c_3 \rho_3 h_3}{2\tau'} \left((T_{N_2}^{k+1} - T_{N_2}^k) + (T_{N_3}^{k+1} - T_{N_3}^k) \right) + \frac{c_3 \rho_3 h_3}{\tau'} \sum_{i=N_2+1}^{N_3-1} (T_i^{k+1} - T_i^k) \quad (8)$$

Операция численного интегрирования приводит к компенсации случайных ошибок вычисления производной по формуле (7) и, как следствие, к регуляризации решения поставленной граничной обратной задачи теплопроводности.

Расчетная формула определения модельной измеренной плотности теплового потока $\tilde{q}_{изм}$ запрограммирована на алгоритмическом языке *FORTRAN*.

Для расчета модельной искомой температуры поверхности электрод- деталь решена задача Коши [3]:

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial t} - b_1 \bar{T} = -\frac{\tilde{q}_{изм} + b_2 \tilde{T}_{изм}}{b_3}, \quad \bar{T}(0) = T_0, \quad (9)$$

где $b_1 = \left[\frac{l}{2a^2} \left(\frac{l}{2} + \delta \right) \right]^{-1}$, $b_2 = \frac{2\lambda}{c}$, $b_3 = c \left(\frac{l}{2} + \delta \right)$.

Поскольку модельные измеренные температуры $\tilde{T}_{изм}$ и плотности тепловых потоков $\tilde{q}_{изм}$ представляют собой таблицы чисел $T_0^k; k=0,1,2,...,M$ и $q_0^k; k=0,1,2,...,M$ соответственно, правая часть рассматриваемого дифференциального уравнения первого порядка представляет собой кусочно - постоянную функцию времени, то решение задачи Коши (9) можно представить в виде [3]:

$$\bar{T}^{k+1} = \left(T_0 - \frac{b'}{a'} \right) e^{a'(k+1)\tau'} + \frac{b'}{a'}, \quad (10)$$

где $a' = a^2 \left(\frac{l}{2} \left(\frac{l}{2} + \delta \right) \right)^{-1}$, $b' = \frac{\tilde{q}_{изм}^{k+1} + \frac{2\lambda}{l} \tilde{T}_{изм}^{k+1}}{c \left(\frac{l}{2} + \delta \right)}$.

Полагая, что $\bar{T} = \frac{T_{изм} + T_{иск}}{2}$ из (10) получаем окончательный вид расчетной формулы:

$$T_{иск}^{k+1} = T_{изм}^{k+1} + 2 \left[\left(T_0 - \frac{b'}{a'} \right) \exp((k+1)a'\tau') + \frac{b'}{a'} \right] \quad (11)$$

Значения параметров напряжения U , тока I и площади контактного пятна S , а также время протекания процесса электроконтактного нагрева t_{max} , выбраны из условия достижения в течение времени нагрева температуры пластической деформации: 700°C.

Результаты расчета модельных измеренных температур контактной поверхности деталь- теплоотводящая масса приведены на рисунке 2.

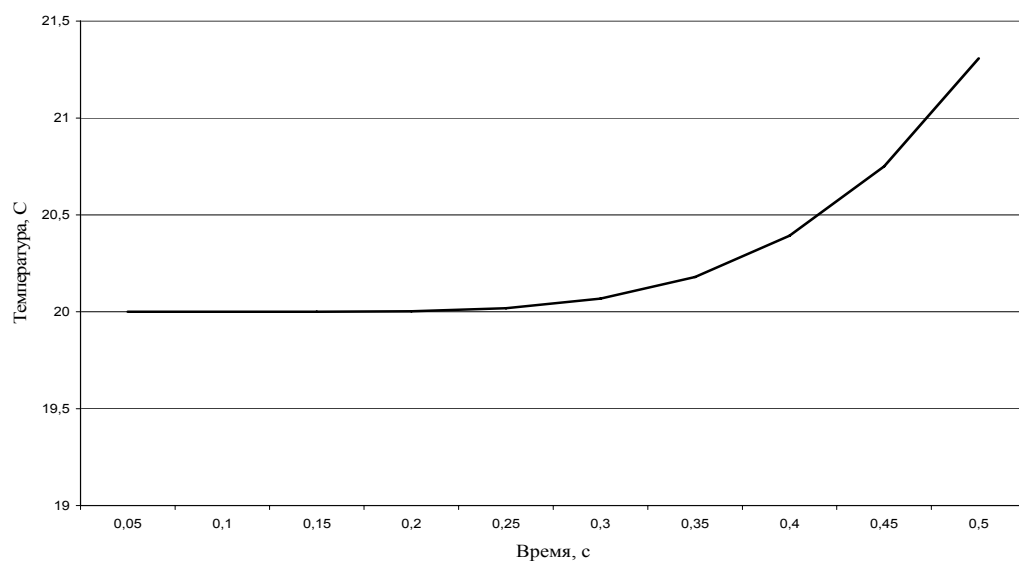


Рисунок 2 Результат моделирования измеренной температуры контактной поверхности деталь - теплоотводящая масса

На рисунке 3 представлены результаты моделирования измеренной на поверхности деталь - теплоотводящая масса плотности теплового потока $\tilde{q}_{изм}$, полученные по формуле (8).

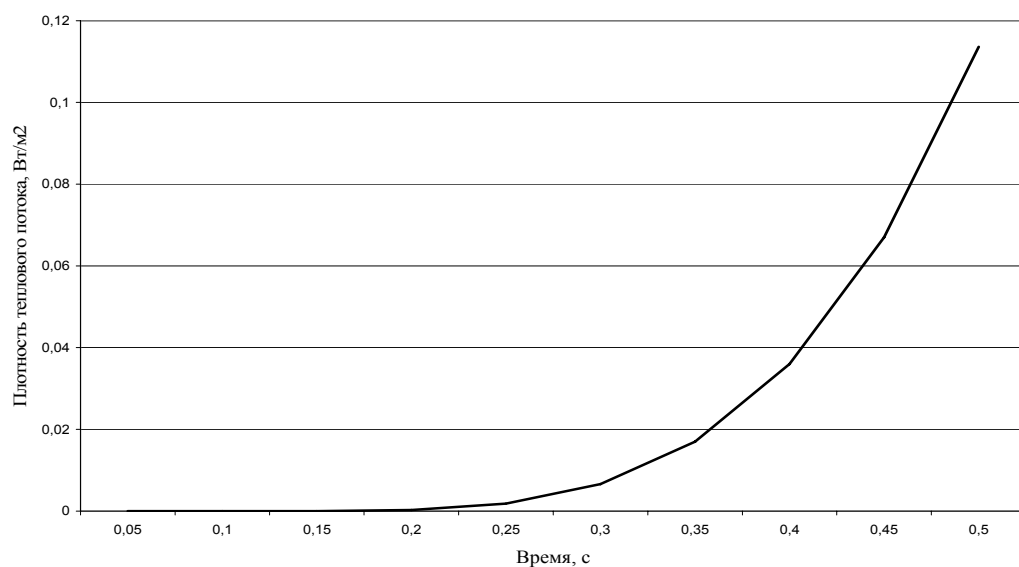


Рисунок 3 Результат моделирования измеренной плотности теплового потока на контактной поверхности деталь- теплоотводящая масса

Вычисление искомой температуры поверхности контакта электрод-деталь проведен по формуле (11).

На рисунке 4 приведены результаты численного эксперимента по восстановлению температуры контактной поверхности электрод- деталь, недоступной для непосредственного термометрирования.

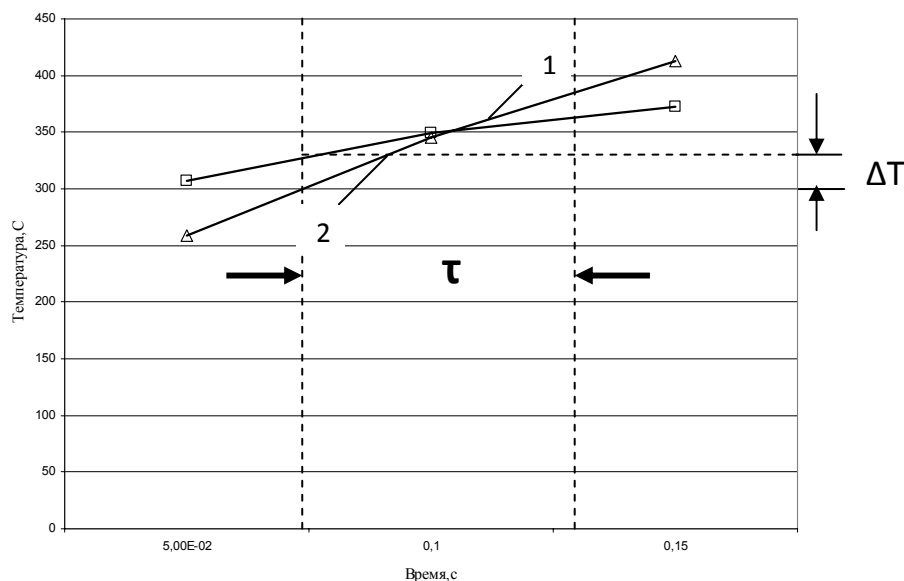


Рисунок 4 Результат восстановления искомой температуры поверхности электрод - деталь: 1— результат имитационного моделирования; 2 – восстановленная температура

Параметры регуляризации δ и τ были приняты равными 0,001м и 0,1с соответственно. Согласно полученному неравенству (21) параметр регуляризации τ должен быть меньше 0, 24с. Неравенство (21) выполнено. Из графиков рисунка 4 следует, что уменьшая размеры расчетной области τ , можно добиться сколь угодно высокой точности ΔT приближения решения граничной ОЗТ к модельной измеренной температуре поверхности контакта электрод- деталь..

1. Чижов В.Н., Болтенков А.А.,Телгожаева Ф.С., Селиверстов М.В. Математическое моделирование тепловых процессов в системе «Электрод-деталь-теплоотводящая масса» при ремонте деталей. // Вестник Алтайского Государственного Университета №12.- Барнаул, 2009.-С.80-84.
2. Султангазин У.М., Мацевитый Ю.М., Шерышев В.П. Об одной псевдообратной задаче теплопроводности // Тр. 2-ой Международной конф. «Идентификация динамических систем и обратные задачи». - Т. 2. - Санкт-Петербург, 1994.-С. В-15-1 – В-15-5.
3. Бажанов А.А., Чижов В.Н., Шерышев В.П. Метод термически тонкого слоя в задачах моделирования и идентификации тепловых процессов.- Алматы: Эверо, 2005.- 186с.
4. Теплофизические свойства веществ. - Справочник. Под ред. Н.Б.Варгафтика. - Ленинград: Государственное энергетическое издательство. 1956. - 367 с.

О ПРИМЕНЕНИИ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОЙ АННИГИЛЯЦИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ (обзор)

(г. Алматы, КазНПУ имени Абая)

Позитрондардың қатты дене құрылымдық ақауларымен әсерлесуі жан-жақты талданады. Аннигиляция құбылысының негізгі көрсеткіштеріне әсер етуші факторлар нақты мысалдармен дәлелденеді. Сондай факторларға ақаулардың төңірегіндегі электрондардың тығыздығының өзгерісі, позитрондар мен электронның толқындық функцияларының байланысу дәрежесінің өзгерісі және еркін электрондарға тән Ферми-деңгейінің жадағайлануы сияқты құбылыстардың жатқызылу себебі ашылып көрсетілді.

Discussed are not sufficiently well-known problems of interaction of positrons with defects in the structure of solids. A concrete example of the typical factors that have a major impact on changing the parameters of annihilation. These factors include changes in the electron density in the vicinity of defects, change the degree of overlap of the wave functions of the positron and the electron Fermi level of free electrons.

До середины 60-х годов прошлого века о возможности изучения структурных нарушений кристаллов методами электронно-позитронной аннигиляции ЭПА и не предполагали, допуская, что параметры аннигиляции практически не чувствительны к этим изменениям. Первые эксперименты, посвященные изучению дефектной структуры в Ni и его сплавах с Fe, созданной пластической деформацией, показали перспективность использования явления аннигиляции для этой цели [1, 2]. При этом предполагалось, что вакансионные и дислокационные дефекты, возникающие в металлах, обладают избыточным отрицательным зарядом, которые, благодаря обеднению ионами представляют для позитронов глубокие потенциальные ямы. Впервые идея локализации позитрона в такого рода дефектах была высказана авторами работ [3, 4] и в последующем она нашла свое теоретическое и экспериментальное подтверждение. Безусловно, приоритет решения этой проблемы при этом принадлежит Дехтяру И.Я. и его сотрудникам [1, 2]. В качестве принципиальных факторов, приводящих к изменению формы углового распределения аннигиляционных фотонов УРАФ и спектра времени жизни позитрона, можно отметить следующие: изменение плотности электронов в дефектах; изменение перекрытия волновых функций электрона и позитрона; размытие Ферми-уровня электронов.

Открытие явления локализации позитрона в области структурных нарушений вызвало резкое повышение интереса исследователей к этому методу. Спустя некоторое время после первых опытов с деформацией, Маккензи с сотрудниками, изучая влияние нагрева металлических материалов на характеристики УРАФ, обнаружил аналогичные их изменения. Расчеты показали, что изменение формы кривой при этом значительно превосходит возможный вклад от термического расширения кристаллической решетки [5]. Позже это явление тоже нашло свое объяснение, как локализация и аннигиляция позитронов в термических вакансиях [6], когда удалось исключить влияние термического расширения решетки путем закалки с высокой температуры. При этом в металлах сохраняется повышенная концентрация вакансии при комнатной температуре.

Главным результатом подобных температурных исследований явилась возможность определения энергии образования вакансии E_V в металлах [6, 7]:

$$\frac{h - h_c}{h_o - h} = \frac{\nu_c}{\lambda_c} = \frac{\nu C_0}{\lambda_c} \exp\left(-\frac{E_V}{kT}\right),$$

где h_c , h , h_o – параметры аннигиляции, соответственно, для случаев аннигиляции позитрона из свободного, частично и полностью захваченного состояний; ν – удельная скорость захвата позитронов; λ_c – скорость аннигиляции свободного позитрона; C_0 – константа перед экспонентой; k – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура.

К настоящему времени методом ЭПА с большой точностью и в широком интервале температур определены энергии образования вакансии для большинства металлов. В этих условиях естественно было предположить возможность изучения возврата дефектной структуры к исходному состоянию методами ЭПА путем последовательного нагрева материала и измерения параметров позитронной аннигиляции. Первые эксперименты в этом направлении были выполнены так же на сплавах никеля [8]. Отжиг деформированного на $\varepsilon = 85\%$ сплава до 973 К в течение 1 часа привел к полному возврату формы спектра углового распределения к первоначальной. Одновременно было установлено, что низкая температура отжига снижает эффект от деформации лишь частично. Следовательно, полный возврат возможен лишь при температурах выше температуры рекристаллизации металла. Разделить вклад вакансионных и дислокационных дефектов в параметры позитронной аннигиляции методом последовательного изохронального отжига дефектного материала и путем тщательного сопоставления различных спектров, как по форме, так и в количественном отношении и одновременно сделать определенные выводы о природе III и IV стадии возврата удалось автором работы [9]. Эти и последующие эксперименты в этом направлении окончательно подтвердили обратимый характер изменения формы угловых и временных распределений аннигиляционного излучения, вызванной дефектной структурой материала.

Изучение кинетических процессов, связанных с температурными изменениями структуры, лучше всего проводить методом измерения доплерского уширения аннигиляционной линии ДУАЛ, обеспечивающего хорошую статическую точность при высокой экспресности. Примером эффективного использования этого метода является работа [10], в которой исследовался процесс рекристаллизации ультрадисперсных порошков Мо. Было обнаружено постоянство аннигиляционного параметра S_P/S_0 при нагреве до 850°C и последующее резкое возрастание его в интервале до 1000°C, свидетельствующее о происходящих структурных перестройках в материале, вызванных генерацией неравновесных вакансий и, возможно, процессом спекания (где S_P – параболическая компонента спектра; S_0 – полная площадь спектра).

На сегодняшний день с достаточной полнотой, как в экспериментальном, так и теоретическом плане изучены процессы взаимодействия позитрона с вакансиями и их скоплениями. В ходе этих исследований была установлена нелинейная зависимость вероятности захвата позитронов дефектами от концентрации вакансии. Так в работе [11] методами ЭПА и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) выполнена идентификация размеров вакансионных кластеров и времени жизни позитронов для разных металлов. Было установлено, что насыщение в изменениях времени жизни наступает при 50 вакансиях в кластере, достигая значения 500 пс (рис. 1.). Такую величину среднего времени жизни можно получить при аннигиляции позитронов на плоской поверхности тела [12, 13].

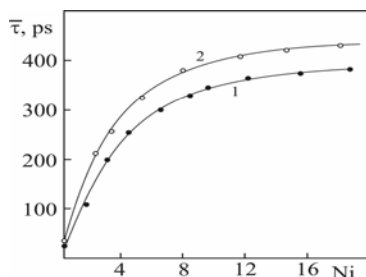


Рисунок 1. Среднее время жизни позитронов в Fe (1) и Mo (2) в зависимости от размера кластера [12]

Получение необходимой информации о дефектной структуре твердого тела непосредственно связано с изучением его электронной структуры, определяющей многие физические свойства материала. Теоретические расчеты процессов взаимодействия позитронов с дефектами с учетом электронной структуры и геометрии его окружения достаточно сложны. Несмотря на это, главным результатом работы [14] является установление того факта, что энергия связи позитрона с дефектом оказывается более чувствительной к перераспределению заряда, чем его время жизни. Например, в случае Mo переход из электронной конфигурации $4d^5 5s^1$ в конфигурацию $4d^4 5s^2$ приводит к уменьшению времени жизни всего на 3 пс, тогда как энергия связи возрастает от 3.6 до 5.2 эВ. Следовательно, полноценная информация об электронной структуре переходных металлов нужна прежде всего для понимания природы межатомной связи элементов с недостроенными внутренними оболочками. Поэтому совершенно безразлично, в каком состоянии находятся электроны незаполненной оболочки - коллективизированы и равномерно распределены по объему кристалла, или же локализованы возле ядер и имеют ярко выраженную направленность в распределении электронной плотности в кристалле. Современный уровень электронной теории вещества еще не позволяет описать всю совокупность строения дефектной области, под которым понимают структуру, взаимное расположение и атомное окружение, чтобы по этим данным можно было построить универсальную теорию конденсированного состояния. Последнее необходимо для безошибочного выбора направления поиска новых композиций, имеющих первостепенное значение для современной науки и техники.

Как было отмечено выше, метод ЭПА, будучи практически не чувствительным к межузельным атомам, предоставляет возможность выявлять и избирательно изучать поведение вакансионных дефектов, а также исследовать процесс их кластеризации с образованием комплексов. Последнее легко устанавливается из результатов измерения времени жизни, численное значение которого дает представление о размерах, а интенсивность - о концентрации кластеров. Например, в облученном электронами с $E=3$ МэВ ниобие кластеризация вакансии начинается уже при $T \geq 200$ К и продолжается до 380 К [15]. Наличие примесей водорода приводит к смещению ее границы в сторону более высоких температур из-за образования связанного состояния вакансии-водород. Следовательно, если вблизи или внутри дефектной области находится примесный атом, меняется его электронное строение, что приводит к соответствующему изменению скорости аннигиляции позитрона. Образование комплекса вакансии - примесь вызывает уменьшение скорости захвата позитрона практически до полного экранирования вакансии. Распад таких комплексов происходит при более высоких температурах и всегда сопровождается появлением долгоживущих компонентов в спектре временных распределений.

Приведенный краткий анализ различных сторон приложения методов ЭПА к исследованию структурных нарушений твердого тела свидетельствует о широких,

иногда до сих пор еще не востребованных, ее возможностях. Тем не менее, они не будут полными, если не коснуться проблем, связанных с изучением полиморфных, магнитных, мартенситных и других превращений, сопровождающих изменение структуры металлов и сплавов на их основе при различных внешних воздействиях, вызванных пластической деформацией, ионизирующим и лазерным излучениями, сложной химико-термической обработкой, в том числе, в высокотемпературной и жидкометаллической среде, кристалличности и ультрадисперсности, а так же предысторией материалов. Несмотря на значительные сложности, связанные с решением и реализацией данной проблемы, она все же является достижимой и представляет предмет обсуждения последующих работ. При этом, в отличие от других методов, в том числе измерения удельной теплоемкости или парамагнитной восприимчивости, которые также дают сведения о плотности электронных состояний на уровне Ферми, изучение аннигиляционных характеристик позволяет исследовать весь энергетический спектр электронов металлических материалов, а в случае сплавов - отдельно электронную структуру каждой из компонент, что не может быть осуществлено ни одним из известных физических методов, кроме, разве что, изучения распределения интенсивностей в рентгеновских эмиссионных спектрах. Не секрет, что экспериментальные исследования конденсированного состояния далеко опередили теоретические изыскания. Последнее обстоятельство иногда является причиной неоднозначного трактования полученных результатов, что создает ощущение недостоверности последних. В этих случаях с целью дополнения, иногда подтверждения первоначальных данных, по возможности привлекают и другие экспериментальные методы или моделируют сам физический процесс, используя для этой цели какой - либо математический аппарат. Решение задачи о поведении позитрона в конденсированной среде со структурными нарушениями фактически является частным случаем приложения квантовой теории твердого тела и моделирование процесса захвата и аннигиляции позитронов, локализованных в дефектных областях среды, и по сути своей, соответствует ее духу.

Работа выполнена под руководством профессора К.М. Мукашева при поддержке грантов ПФИ МОН РК (1.12.1-185 ФИ) и ректора КазНПУ им. Абая.

1. Дехтяр И.Я., Левина Д.А., Михаленков В.С. Аннигиляция позитронов с электронами в пластически деформированных металлах // ДАН СССР. 1964. - Т.156, N4. - С. 795 - 798.
2. Дехтяр И.Я., Левина Д.А., Михаленков В.С. Влияние пластической деформации на спектры аннигиляции позитронов в металлах // Вопросы физики металлов и металловедение. – 1964, N19. - С. 127 - 131.
3. Berko S., Erskine J.C. Angular distribution of annihilation radiation from plactically deformed aluminium // Phys. Rev.Lett.1967.- Vol.19,N6.-P.307- 309.
4. Адаменко А.А., Дехтяр И.Я., Михаленков В.С. Аннигиляция позитронов в деформированных сплавах на основе никеля // ДАН СССР. 1968. - Т.181, N1. - С. 68 - 71.
5. Mackenzie I.K., Langstroth G.F.D., Mckee B.T.A., White C.C. Some temperature effects on positron annihilation in metals // Can. Jour. Phys.-1964.-Vol. 42, N10, - P. 1837 - 1846.
6. Konnors D.S., West R.N. Positron annihilation and defects in the crystals// Phys. Lett. - 1969. - Vol. 30A, N1. - P. 24 - 25.
7. Konnors D.S., West R.N. Positron annihilation and defects in the crystals // Phys. Lett. - 1969. - Vol. 30A, N1. - P. 24 - 25.
8. Henderson B. Stacking – fault probabilities in copper –nickel alloys // Jour.Inst. Metals. - 1963. Vol. 92, N2. - P. 55 - 56.

9. Dlubek G., Brummer O., Sickert P. Study of nature of processes occurring in the recovery stages III and IV of plastically deformed Ni of different purity by means of positron annihilation method // Phys. Stat. Solidi (a). - 1977. - Vol.39, N2. - P.401 - 410.
10. Лаповок В.Н., Новиков В.И., Свирида С.В. и др. Образование неравновесных вакансий при рекристаллизации ультрадисперсных порошков // ФТТ- 1983. - Т.25, N6, - С.1846 - 1848.
11. Trane N., Petersen K., Evans J.H. The relationship between void size and positron lifetime in neutron irradiated molybdenum // IV Int. Conf. on Positron. 19 Annihilation. Denmark. Helsingor. - 1976. - P.67 - 74.
12. Hautajarvi P., Heino J.S., Manninen M. The effect of microvoid size on positron annihilation characteristics and residual resistivity in metals // Phil. Mag.-1977. - Vol. 35, N4. - P.973 - 981.
13. Eldrup M., Petersen K., Evans J.H. Positron Lifetime in high dose neutron irradiated molybdenum and TZM // Proc. of the 6 th Int. Conf. Of Positron Annihilation. The Univ. Of Texas of Arlington. 1982. - P. 443 - 445.
14. Puska M.J., Nieminen R.M. Defect spectroscopy with positrons: a general calculational Method // J. Phys. F.: Metal. Phys. - 1983. Vol.13.- P.333 - 346.
15. Hautajarvi P., Huomo H., Saariaho P. et al. Vacancy Recovery in irradiated niobium. Report 107, Helsinki University of Technology. - 1982. 30 p.

УДК 62 – 251 : 531. 768. 5 8

А.К. Тулешов, Ж. Искаков, А.К. Калыбаева

ДИНАМИКА ВЕРТИКАЛЬНОГО ГИРОСКОПИЧЕСКОГО РОТОРА С ПЕРЕКОСОМ ДИСКА И ДИСБАЛАНСОМ МАССЫ

*(г. Алматы, КазНУ имени ал-Фараби, Алматинский институт энергетики и связи,
г. Кызылорда, Кызылординский Государственный университет им. Коркыт Ата)*

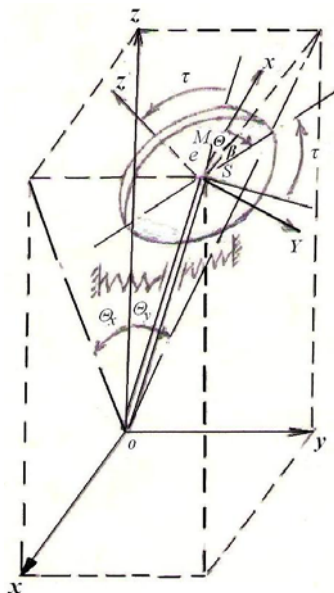
Еңкіш дискілі және массалық дисбалансы бар тік гироскопиялық ротор қарастырылады. Сыртқы және ішкі үйкеліс ескеріліп ротордың сындық жылдамдығы және онан кейінгі орнықсыздық аумағы табылады. Ротордың мәжбүр тербелістерінің комплекстік және өлшемсіз күйге келтірілген теңдеулерін шешу арқылы тербелістің амплитудасының және фазасының өрнектері анықталады, диск қалыңдығының сындық жылдамдыққа және де дискінің инерция моменттерінің айырмасының, дисбаланстар сызықтары арасындағы бұрыштың, сыртқы демпферлеудің машинаның амплитудалық – жиіліктік, фазалық - жиіліктік сипаттамаларына әсері зерттеледі, ақырында ротор геометриясының шектік варианттары түбегейлі қарастырылады.

In this work a vertical gyro rotor with tilting disc and mass imbalance was considered. It is critical speed of the rotor, taking into account the external and internal friction, followed by a zone of instability. By solving the above into a comprehensive and non-dimensional form of equations of forced vibrations of the rotor, are determined by the expression and phase fluctuations, we investigate the effect of disk thickness on the critical speed, as well as the impact of the difference between the moments of inertia of the disc, the angle between the lines of the imbalances, the external damping on the amplitude - and phase - frequency characteristics machines and finally detail the options for limiting the geometry of the rotor.

В предлагаемой работе исследуются установившиеся колебания и устойчивость вертикального жесткого гироскопического ротора с перекосом диска и неуровновешенностью массы. Геометрическая схема данного ротора типична для

многих высокоскоростных роторных машин; поэтому неудивительно, что она изучается уже давно. Например, в работе [1] исследуются влияния вязкого трения и сухого трения в опоре, жесткостей упругой опоры в различных направлениях на амплитудно-частотные характеристики вынужденных колебаний жесткого вертикального гироскопического ротора. В работе [2] изучается влияние двух обобщенного дисбаланса на амплитуды и фазы установившегося колебания консольного ротора, при этом силы внешнего трения вводятся только в уравнения поступательного перемещения. В работе [3] построены амплитудно-частотные и фазово-частотные характеристики двух опорного консольного ротора с массовым и угловым дисбалансами, изучаются влияния на них внешнего трения, степени консольности вала, толщины диска, а также влияния угла между линиями дисбаланса массы и максимального перекоса диска.

Постановка задачи. На рисунке 1 представлена геометрическая схема ротора. Вал с длиной L и жесткостью EI установлен вертикально с помощью нижней шарнирной и отстоящей от нее на расстояние l_0 верхней упругой опоры. На свободном конце вала закреплен диск, имеющий массу m , полярный момент инерции I_p и поперечный момент инерции I_T , одинаковый для любого направления. Скорость вращения вала ω настолько большая, что ротор можно рассматривать как гироскоп, неподвижной точкой которого является нижняя опора вала. Положение геометрического центра диска S определяется координатами x, y , а положение вала и в целом ротора в пространстве углами θ_x, θ_y и углом поворота $\varphi = \omega t$. Далее обозначим координаты центра масс диска M через x_M и y_M . Положение оси симметрии диска SZ определяется углами $\tilde{\theta}_x, \tilde{\theta}_y$ и φ . Предполагаем также, что линейный эксцентриситет e лежит на оси SX и отстает от плоскости углового эксцентриситета τ на угол β . Ограничимся малыми отклонениями оси ротора, поэтому будем учитывать в вычислениях члены линейные относительно малых



величин $e, \tau, \theta_x, \theta_y, \tilde{\theta}_x, \tilde{\theta}_y, x_M, y_M$.

Рисунок 1- Геометрия ротора

Учитывая изложенное выше проекции угловой скорости на координатных осях подвижной системы запишем в виде

$$\omega_x \approx -\dot{\tilde{\theta}}_y + \omega \tilde{\theta}_x, \omega_y \approx \dot{\tilde{\theta}}_x - \omega \tilde{\theta}_y, \omega_z \approx \omega + \dot{\tilde{\theta}}_x \cdot \tilde{\theta}_y, \quad (1)$$

а кинетическую энергию системы,

$$T = \frac{1}{2} m (\dot{x}_m^2 + \dot{y}_m^2) + \frac{1}{2} (I_x \omega_x^2 + I_y \omega_y^2 + I_z \omega_z^2),$$

учитывая, что $I_x = I_y = I_T, I_z = I_p$ и (1), получим в форме

$$T = \frac{1}{2} m (\dot{x}_m^2 + \dot{y}_m^2) + \frac{1}{2} \left\{ I_T \left[\left(\dot{\tilde{\theta}}_x^2 + \dot{\tilde{\theta}}_y^2 \right) - 2\omega \left(\theta_x \dot{\tilde{\theta}}_y + \theta_y \dot{\tilde{\theta}}_x \right) \right] + I_p \left(\omega^2 + 2\omega \dot{\tilde{\theta}}_x \theta_y \right) \right\}, \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} x_M &= x + e \cos \varphi = L \theta_x + e \cos \omega t, y_M = y + e \sin \varphi = L \theta_y + e \sin \omega t \\ \tilde{\theta}_x &= \theta_x - \tau \cos(\omega t + \beta), \tilde{\theta}_y = \theta_y - \tau \sin(\omega t + \beta) \end{aligned} \quad (3)$$

Потенциальная энергия системы имеет вид

$$V = \frac{1}{2} l^2 (k_1 \dot{\theta}_x^2 + k_2 \dot{\theta}_y^2), \quad (4)$$

где k_1 и k_2 – коэффициенты жесткости опоры во взаимно перпендикулярных направлениях.

Моменты внешних сил имеют вид

$$M_x = (L \theta_x + e \cos \omega t) G, M_y = (L \theta_y + e \sin \omega t) G, \quad (5)$$

где G – вес диска.

Учтем диссипативные силы, заданные в виде

$$\Phi = \frac{1}{2} (\mu_{e1} \dot{\theta}_x^2 + \mu_{e2} \dot{\theta}_y^2), \quad (6)$$

где μ_{e1}, μ_{e2} – коэффициенты внешнего демпфирования.

Уравнения Лагранжа второго рода для роторной системы представим в виде

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial V}{\partial q_i} = - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} + Q_i \quad (7)$$

Здесь $q_i : \theta_x, \theta_y$ – обобщенные координаты; $Q_i : M_x, M_y$ – обобщенные силы.

Подставляя выражения (2) – (6) в (7), получим следующие уравнения движения вертикального жесткого ротора

$$\begin{aligned} (I_T + m L^2) \ddot{\theta}_x + I_p \omega \dot{\theta}_y + \mu_{e1} \dot{\theta}_x + (k_1 l_0^2 - G L) \theta_x &= (m \omega^2 L + G e) \cos \alpha + (I_p - I_T) \tau \omega^2 \cos(\alpha + \beta), \\ (I_T + m L^2) \ddot{\theta}_y - I_p \omega \dot{\theta}_x + \mu_{e2} \dot{\theta}_y + (k_2 l_0^2 - G L) \theta_y &= (m \omega^2 L + G e) \sin \alpha + (I_p - I_T) \tau \omega^2 \sin(\alpha + \beta). \end{aligned} \quad (8)$$

Устойчивость слегка возмущенного движения. Рассмотрим случай слегка возмущенного движения идеально сбалансированного ротора, для которого в уравнениях (8) следует положить $e = 0, \tau = 0$ и $k_1 = k_2 = k, \mu_{e1} = \mu_{e2} = \mu_e$. Чтобы ввести силы внутреннего трения, пропорциональные скоростям, которые измеряются относительно вращающегося вала, введем систему координат, вращающуюся с угловой скоростью ω . Переход от новых переменных $\tilde{\theta}_x, \tilde{\theta}_y$ к старым переменным θ_x, θ_y осуществляется формулами

$$\begin{aligned}\theta_x &= \tilde{\theta}_x \cos \omega t - \tilde{\theta}_y \sin \omega t, \\ \theta_y &= \tilde{\theta}_x \sin \omega t + \tilde{\theta}_y \cos \omega t.\end{aligned}\quad (9)$$

Применяя преобразование (9) к уравнениям (8), легко получим

$$\begin{aligned}(I_T + mL^2)\ddot{\tilde{\theta}}_x + [-2(I_T + mL^2)\omega + I_p\omega]\dot{\tilde{\theta}}_y + \mu_e\dot{\tilde{\theta}}_x + [mL^2 - (I_p - I_T)](\omega_0^2 - \omega^2)\tilde{\theta}_x &= 0, \\ (I_T + mL^2)\ddot{\tilde{\theta}}_y + [2(I_T + mL^2)\omega - I_p\omega]\dot{\tilde{\theta}}_x + \mu_e\dot{\tilde{\theta}}_y + [mL^2 - (I_p - I_T)](\omega_0^2 - \omega^2)\tilde{\theta}_y &= 0,\end{aligned}\quad (10)$$

где

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{kl_0^2 - GL}{mL^2 - (I_p - I_T)}} \quad (11)$$

– критическая скорость собственных колебаний ротора.

Введем в эти уравнения члены $\mu_i\ddot{\tilde{\theta}}_x$, и $\mu_i\ddot{\tilde{\theta}}_y$, которые учитывают силы внутреннего трения (μ_i -коэффициент внутреннего трения). Тогда после возвращения к неподвижной системе координат приходим к уравнениям.

$$\begin{aligned}(I_T + mL^2)\ddot{\theta}_x + I_p\omega\dot{\theta}_y + (\mu_e + \mu_i)\dot{\theta}_x + [mL^2 - (I_p - I_T)]\omega_0^2\theta_x + \mu_i\omega\theta_y &= 0, \\ (I_T + mL^2)\ddot{\theta}_y - I_p\omega\dot{\theta}_x + (\mu_e + \mu_i)\dot{\theta}_y + [mL^2 - (I_p - I_T)]\omega_0^2\theta_y - \mu_i\omega\theta_x &= 0,\end{aligned}\quad (12)$$

Поскольку обе координаты (θ_x и θ_y) полностью равноценны, то весьма целесообразен переход к комплексному представлению угловых перемещений. Вводя комплексное перемещение

$$\theta = \theta_x + i\theta_y, \quad (13)$$

получим вместо (12) одно уравнение

$$(I_T + mL^2)\ddot{\theta} - iI_p\omega\dot{\theta} + (\mu_e + \mu_i)\dot{\theta} + [mL^2 - (I_p - I_T)]\omega_0^2\theta - i\mu_i\omega\theta = 0 \quad (14)$$

Это уравнение имеет решение

$$\theta = Ae^{i\lambda t}, \quad (15)$$

где λ - комплексная частота.

Вертикальная форма вала устойчива, если $\text{Im}\lambda > 0$.

Подставляя (15) в (14) и принимая во внимание, что на границе области неустойчивости $\text{Im}\lambda = 0$, получим два уравнения:

$$\begin{aligned}(I_T + mL^2)\lambda^2 - \omega I_p\lambda - [mL^2 - (I_p - I_T)]\omega_0^2 &= 0, \\ (\mu_e + \mu_i)\lambda - \mu_i\omega &= 0.\end{aligned}$$

Из первого уравнения вытекает, что на границе области неустойчивости колебания происходят с частотой

$$\lambda = \frac{I_p\omega \pm \sqrt{(I_p\omega)^2 + 4(I_T + mL^2)[mL^2 - (I_p - I_T)]\omega_0^2}}{2(I_T + mL^2)}.$$

Подставив ее во второе уравнение, из него находим выражение для критической скорости

$$\omega_k = \omega_0 \left(1 + \frac{\mu_e}{\mu_i}\right) \sqrt{\frac{mL^2 - (I_p - I_T)}{I_T + mL^2}} \cdot \sqrt{1 - \left(1 + \frac{\mu_e}{\mu_i}\right) \frac{I_p}{I_T + mL^2}}. \quad (16)$$

Согласно формуле (16), вертикальная форма идеально сбалансированного ротора становится неустойчивой при скорости вращения, которая тем больше превышает критическую скорость ω_0 , чем больше внешнее трение по сравнению с внутренним трением. Качественно эта формула правильно отражает стабилизирующую роль внешнего трения.

Характеристическое уравнение для уравнения (14) будет следующим:

$$(I_T + mL^2)\lambda^2 - I_p\omega\lambda - i(\mu_e + \mu_i)\lambda - [mL^2 - (I_p - I_T)]\omega^2 + i\mu_i\omega = 0$$

Составим следующую матрицу для вывода условий устойчивости решений

$$\begin{vmatrix} I_T + mL^2; & -I_p\omega; & -[mL^2 - (I_p - I_T)]\omega_0^2; & 0; \\ 0; & -(\mu_e + \mu_i); & \mu_i\omega; & 0; \\ 0; & I_T + mL^2; & -I_p\omega; & -[mL^2 - (I_p - I_T)]\omega_0^2 \\ 0; & 0; & -(\mu_e + \mu_i); & \mu_i\omega \end{vmatrix}$$

Из условия знакопеременования четных определителей этой матрицы получим условие устойчивости

$$(\mu_e + \mu_i)I_p\omega^2\mu_i + (\mu_e + \mu_i)^2[mL^2 - (I_p - I_T)]\omega_0^2 - (I_T + mL^2)\omega^2\mu_i^2 > 0$$

или

$$\left(1 + \frac{\mu_e}{\mu_i}\right)^2 [mL^2 - (I_p - I_T)]\omega_0^2 > \left[(I_T + mL^2) - \left(1 + \frac{\mu_e}{\mu_i}\right)I_p\right]\omega^2.$$

Таким образом, движение устойчиво при

$$\omega < \omega_0 \left(1 + \frac{\mu_e}{\mu_i}\right) \sqrt{\frac{\frac{mL^2 - (I_p - I_T)}{I_T + mL^2}}{1 - \left(1 + \frac{\mu_e}{\mu_i}\right) \frac{I_p}{I_T + mL^2}}} \quad (17)$$

Установившиеся колебания. Теперь перейдем к исследованию установившегося колебания неуровновешенного ротора. Для этого уравнения движения ротора представим в виде

$$\begin{aligned} (I_T + mL^2)\ddot{\theta}_x + I_p\omega\dot{\theta}_y + \mu_e\dot{\theta}_x + (kl_0^2 - GL)\theta_x &= (m\omega^2 L + G\varrho)\cos\alpha + (I_p - I_T)\tau\omega^2 \cos(\alpha + \beta), \\ (I_T + mL^2)\ddot{\theta}_y - I_p\omega\dot{\theta}_x + \mu_e\dot{\theta}_y + (kl_0^2 - GL)\theta_y &= (m\omega^2 L + G\varrho)\sin\alpha + (I_p - I_T)\tau\omega^2 \sin(\alpha + \beta). \end{aligned} \quad (18)$$

Используя (13) уравнения (18) удобно записать в комплексной форме

$$(I_T + mL^2)\ddot{\theta} - iI_p\omega\dot{\theta} + \mu_e\dot{\theta} + (kl_0^2 - GL)\theta = (m\omega^2 L + G\varrho)e^{i\alpha} + (I_p - I_T)\tau\omega^2 e^{i(\alpha + \beta)} \quad (19)$$

Введя безразмерные параметры по следующим формулам

$$\begin{aligned} \varepsilon &= e/L; & \bar{I}_T &= I_T/mL^2; \\ \ell &= \ell_0/L; & K &= k(L^3/EI); \\ \bar{t} &= t(EI/mL^3)^{1/2}; & P &= G(L^2/EI); \\ \Omega &= \omega(mL^3/EI)^{1/2}; & \mu &= \mu_e(1/EmIL); \\ I_p &= I_p/mL^2; & H &= \bar{I}_p - \bar{I}_T, \end{aligned} \quad (20)$$

уравнение (19) приведем к безразмерной форме

$$(1 + \bar{I}_T)\theta'' - i\bar{I}_p\Omega\theta' + \mu\theta' + (K\ell^2 - P)\theta = (\varepsilon\Omega^2 + P\varepsilon)e^{i\Omega\bar{t}} + H\tau\Omega^2 e^{i(\Omega\bar{t} + \beta)}. \quad (21)$$

Здесь штрихами обозначены производные по безразмерному времени $\bar{t}$.

Для установившейся круговой синхронной прецессии ротора решение уравнения (21) ищем в виде

$$\theta = |A|e^{i(\Omega t - \alpha)} \quad (22)$$

Здесь $|A|$ - амплитуда углового перемещения диска ротора, а α - угол отставания по фазе этого перемещения

Подставив (22) в (21), найдем формулы для вычисления амплитуды колебаний и сдвига фаз:

$$|A| = \sqrt{\frac{[(\Omega^2 + P)\varepsilon + H\tau\Omega^2 \cos \beta]^2 + H^2\tau^2\Omega^4 \sin^2 \beta}{(\Omega_0^2 - \Omega^2)^2(1-H)^2 + \mu^2\Omega^2}}, \quad (23)$$

$$\alpha = \arctg \frac{\mu\Omega[(\Omega^2 + P)\varepsilon + H\tau\Omega^2 \cos \beta] - (\Omega_0^2 - \Omega^2)(1-H)H\tau\Omega^2 \sin \beta}{(\Omega_0^2 - \Omega^2)(1-H)[(\Omega^2 + P)\varepsilon + H\tau\Omega^2 \cos \beta] + (\mu\Omega)H\tau\Omega^2 \sin \beta}. \quad (24)$$

Здесь

$$\Omega_0 = \left(\frac{k\ell^2 - P}{1-H} \right)^{1/2} \quad (25)$$

– безразмерная критическая скорость бездемпферного ротора. График зависимости (25) приведен на рисунок 2. Отсюда видно, что диск чем тоньше, тем больше критическая скорость ротора, но диск не может быть тоньше размера равного $H = 1$ или mL^2 и еще можно заметить, что $\Omega_0(H < 1) < \Omega_0(H > 1)$.

Зависимости (23) и (24) для тонкого $H = +0,1$ и толстого $H = -0,1$ диска представлены графически на рисунках 3 и 4. Эксцентриситет массы, угол перекося и вес диска всюду приняты равными $\varepsilon = 0,01$; $\tau = 0,02$ и $P = 0,02$. коэффициент демпфирования μ задан равным $\mu = 0,01$. чтобы сгладить кривые и сделать зависимости от Ω более наглядными.

Рассмотрим предельные варианты геометрии ротора. На низких частотах вращения ротор имеет первоначальное отклонение, соответствующее статическому равновесию:

$$|A| = \frac{(P/\Omega_0^2)\varepsilon}{1-H} = \frac{P\varepsilon}{k\ell^2 - P}. \quad (26)$$

При этом остаточный фазовый угол тангажного перемещения диска $\alpha_0 = \lim_{\Omega \rightarrow 0} \alpha = 0$.

Для тонкого диска угловое перемещение при $\beta = +90^\circ$ по фазе отстает от углового перемещения при $\beta = 0^\circ, 180^\circ$, а при $\beta = -90^\circ$ опережает (рисунок 3). В случае толстого диска наоборот (рисунок 4).

В случае, когда скорость вращения вала достигнет резонансной частоты Ω_0 , выражения амплитуды и фазы колебаний примут вид

$$|A| = \frac{\Omega_0}{\mu} \sqrt{[(1 + P/\Omega_0^2)\varepsilon + H\tau \cos \beta]^2 + (H\tau \sin \beta)^2}, \quad (27)$$

$$\alpha = \arctg \left[\operatorname{ctg} \beta + \frac{(1 + P/\Omega_0^2)}{\left(\frac{H\tau}{\varepsilon} \right) \sin \beta} \right] \quad (28)$$

Рассмотрим частные случаи формул (27) и (28)

При

$$\beta=0^0 \quad |A| = \frac{\Omega_0}{\mu} \left[\left(1 + P/\Omega_0^2\right) \varepsilon + (H\tau) \right] \quad (29),$$

если $H>0$, то $|A| = |A|_{\max}$;

если $H<0$, то $|A| = |A|_{\min}$;

$$\alpha = \pi/2 \quad (30)$$

При $\beta = +90^0 \quad |A| = \frac{\Omega_0}{\mu} \sqrt{\left(1 + P/\Omega_0^2\right)^2 \varepsilon^2 + (H\tau)^2} \quad (31), \quad |A|_{\min} < |A| < |A|_{\max}$;

$$\alpha = \pm \arctg \frac{\left(1 + P/\Omega_0^2\right)}{\left(\frac{H\tau}{\varepsilon}\right)}, \quad (32)$$

$$\text{при } \beta = 180^0 \quad |A| = \frac{\Omega_0}{\mu} \left[\left(1 + P/\Omega_0^2\right) \varepsilon - (H\tau) \right] \quad (33),$$

если $H>0$, то $|A| = |A|_{\min}$;

если $H<0$, то $|A| = |A|_{\max}$;

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \quad (34)$$

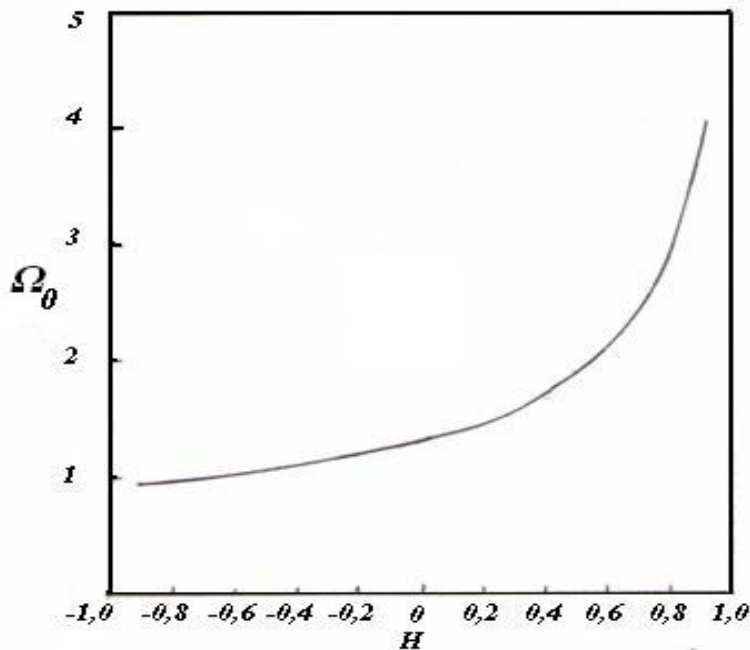


Рисунок 2 – Критическая скорость недемпфированного ротора.

Таким образом, при критической скорости вращения, при совпадении линий действия двух дисбалансов, т.е. при $\beta = 0^0, 180^0$, амплитуда колебаний будет иметь либо наибольшее значение, либо наименьшее значение в зависимости от значения толщины диска H , при ортогональности линий действия дисбалансов, т.е. при $\beta = \pm 90^0$, амплитуда вибрации будет принимать промежуточные значения (рисунках 3 и 4). Можно также заметить усиление действия дисбаланса массы под влиянием

первоначального статического отклонения и демпфирование колебаний ротора по гиперболическому закону (рисунок 5, рисунок 6).

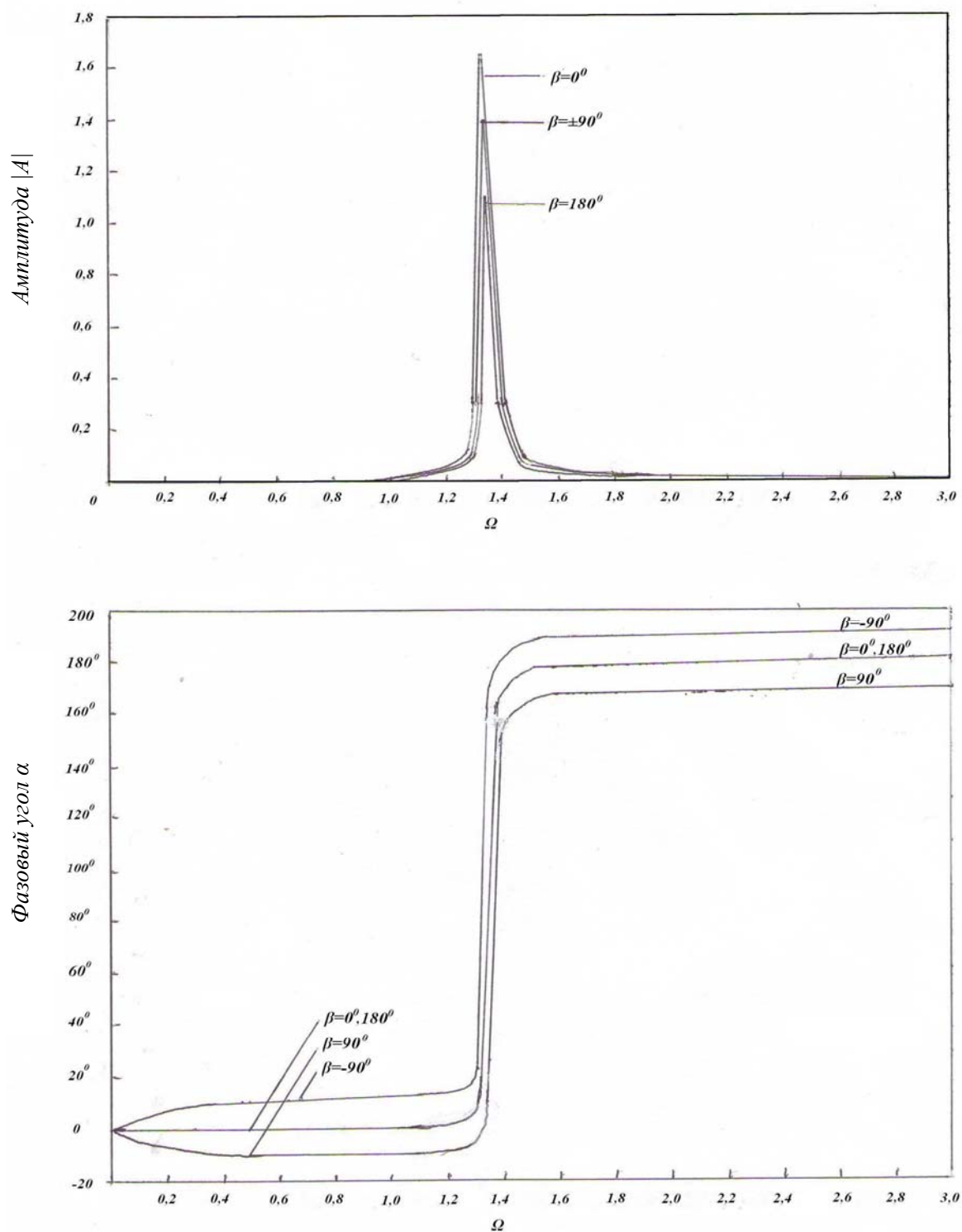


Рисунок 3 – Амплитудно – и фазово - частотные характеристики ротора для тонкого диска при $H = +0,1$; $\varepsilon = 0,01$; $\tau = 0,02$; $P = 0,02$; $\Omega_0 = 1,37$.

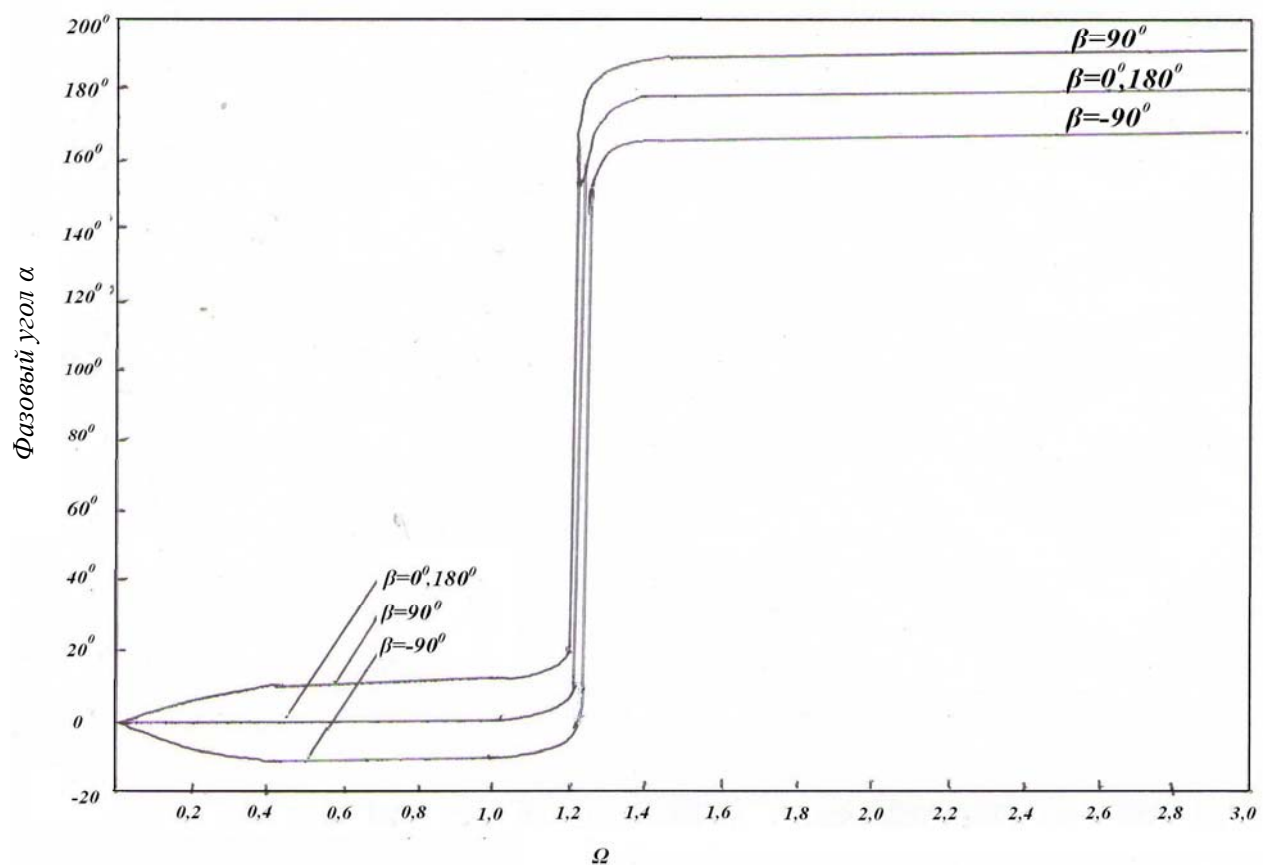
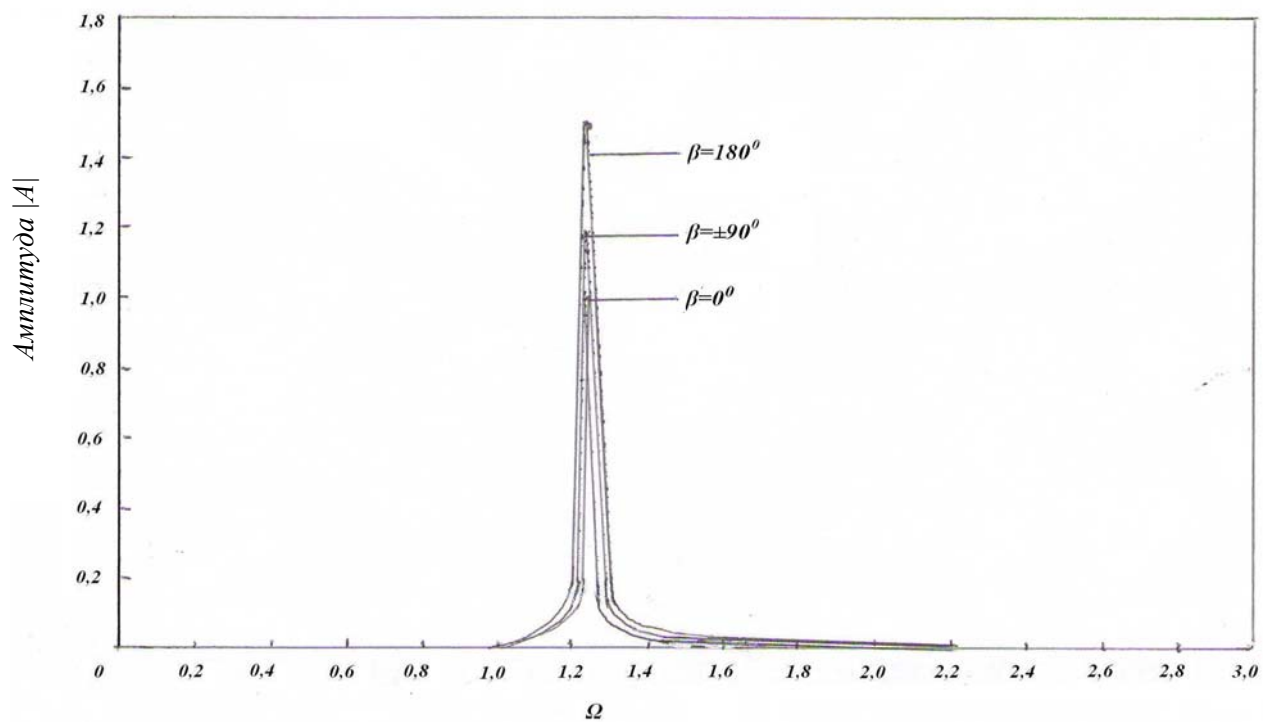


Рисунок 4 – Амплитудно – и фазово - частотные характеристики ротора для толстого диска при $H = -0,1$; $\varepsilon = 0,01$; $\tau = 0,02$; $P = 0,02$; $\Omega_0 = 1,24$.

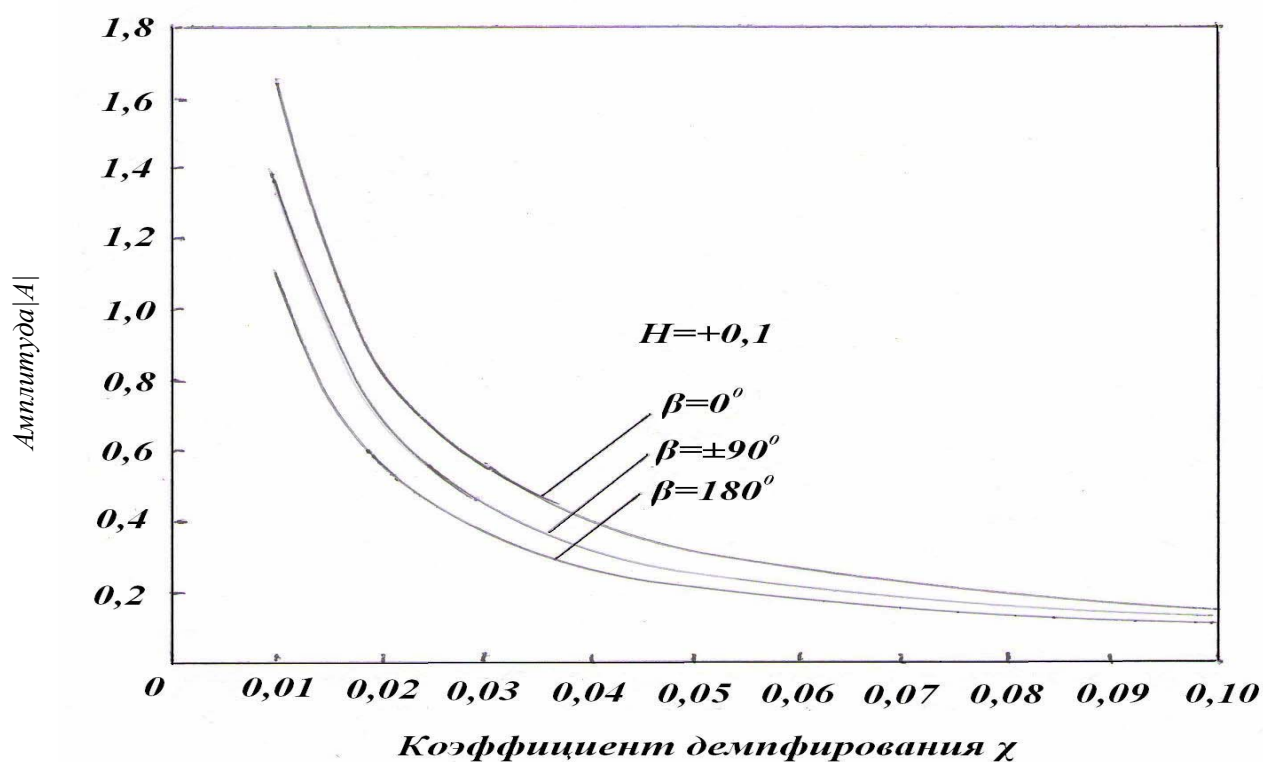


Рисунок 5 – Зависимости резонансной амплитуды колебаний ротора с тонким диском от коэффициента внешнего демпфирования при $H = +0,1$; $\varepsilon = 0,01$; $\tau = 0,02$; $P = 0,02$; $\Omega_0 = 1,37$.

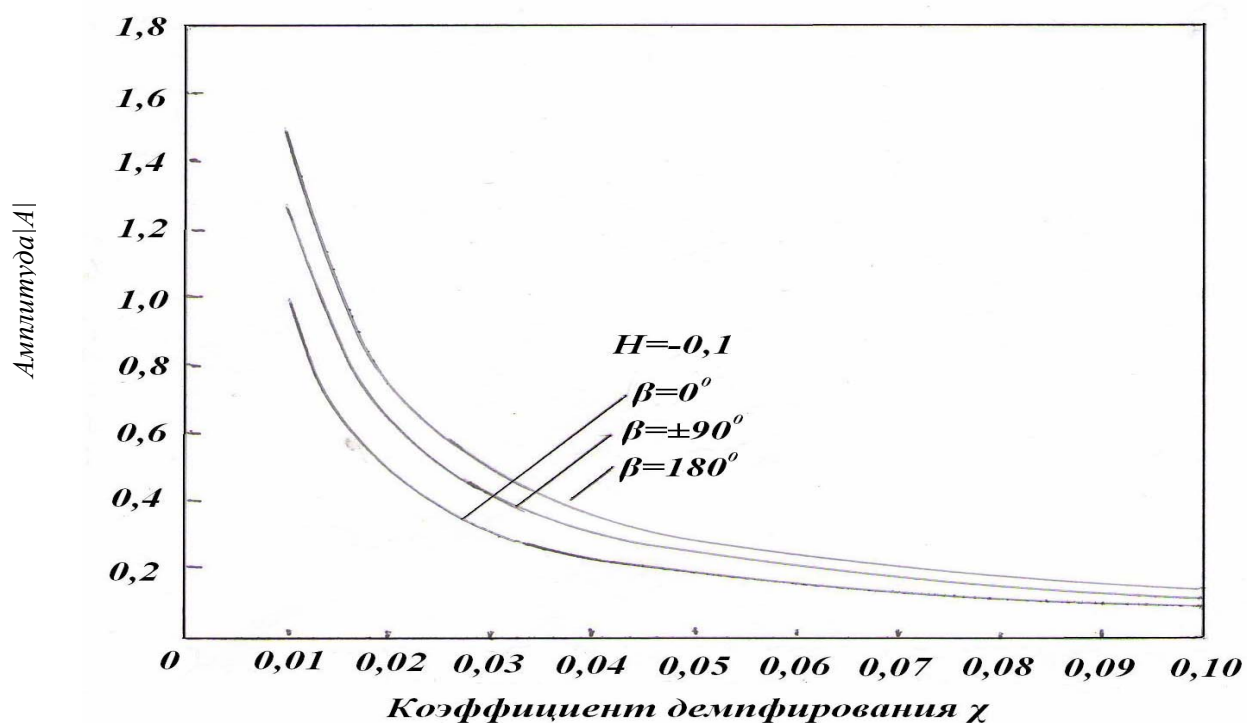


Рисунок 6 – Зависимости резонансной амплитуды колебаний ротора с толстым диском при $H = -0,1$; $\varepsilon = 0,01$; $\tau = 0,02$; $P = 0,02$; $\Omega_0 = 1,24$.

На высоких скоростях вращения на амплитуды колебаний по прежнему будут влиять оба вида дисбаланса и ориентация линии максимального перекоса диска:

$$|A| = \frac{1}{1-H} \sqrt{(\varepsilon + H\tau \cos \beta)^2 + (H\tau \sin \beta)^2} \quad (35)$$

и асимптота угла фазового сдвига оказывается такой, что

$$\alpha \rightarrow -\beta \quad (36)$$

В частных случаях, когда линии дисбалансов совмещены, т.е. при $\beta = 0^\circ, 180^\circ$ их действия усиливают друг друга или ослабляют:

$$|A| = \frac{1}{1-H} (\varepsilon \pm H\tau), \quad (37)$$

Когда линии дисбалансов взаимноперпендикулярны, т.е. при $\beta = \pm 90^\circ$, их результирующее действие будет иметь промежуточный характер:

$$|A| = \frac{1}{1-H} \sqrt{\varepsilon^2 + (H\tau)^2} \quad (38)$$

Заключение

Изучена устойчивость слегкавазмушенного движения вертикального гироскопического ротора, определена граница зоны неустойчивости и найдена критическая скорость с учетом внешнего и внутреннего трений. Исследованы установившиеся колебания в случае, когда диск имеет перекося и неуравновешенность массы. Обнаружено, что ротор имеет только одну критическую скорость независимо от толщины диска, причем диск не может быть тоньше размера mL^2 . Наблюдается влияние обоих дисбалансов на амплитуду и фазу колебаний и на протяжении всего диапазона скорости вращения. При отсутствии вращения ротор имеет первоначальное статическое отклонение, вызванное дисбалансом массы, а угол сдвига по фазе равен нулю при всех значениях β . При резонансной частоте амплитуда колебаний достигает своего максимума, который будет иметь при $\beta=0^\circ, 180^\circ$ либо наибольшее, либо наименьшее значение в зависимости от знака величины H и при $\beta=\pm 90^\circ$ промежуточные значения. Резонансная амплитуда для тонкого диска больше чем аналогичный параметр для толстого диска при одинаковой абсолютной величине H . Аналогичный характер влияния обоих дисбалансов на амплитуду колебаний сохраняется и на высоких скоростях вращения вала, хотя разница значений амплитуды и для тонкого и для толстого диска незначительно.

1. Егишев Л.В. Исследование колебаний сепаратора, как гироскопа, при учете сухого трения в упругой опоре. // Химическое машиностроение. - №6. - С.23-31.
2. Бенсон. Установившиеся колебания консольного ротора с перекосям и дисбалансом диска. // Конструирование и технология машиностроения. - 1983. - т.105, №4. - С.35-40.
3. Исаков Ж. Установившиеся колебания двух опорного консольного ротора с перекосям и дисбалансом диска. // Доклады академии наук Республики Казахстан. - 2008. - №1. - С.18-25.

А.Т. Тунгатарова

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО ИНФОРМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

(г.Тараз, Таразский государственный университет имени. М.Х. Дулати)

Мақала эксперименталды жұмыстың ғылыми-әдістемелік нәтижесі болып табылады. Эксперименталды жұмысты жүргізудің әдістемелері және негізгі әдістері толық сипатталған. Эксперименттің мәліметтерінің талдауы диаграмма, кесте түрінде бейнеленген. Нәтижесінде ұсынылған әдістеменің артықшылығы дәлелденді. Сонымен, зерттеу гипотезасы дәлелденді.

Abstract grows out scientifically-methodical experimental work on introduction of the developed maintenance of general educational preparation on computer science of students of engineering specialties. The technique of carrying out of experimental work, the basic methods is in detail described. The analysis of data of experiment is presented in the form of tables, diagrams. As a result efficiency of the offered technique of training is proved. Thus, the hypothesis of research has been proved

Экспериментальная проверка эффективности разработанного содержания и методики обучения общеобразовательному курсу информатики для студентов инженерных специальностей проводилась в период с 2004 по 2010 годы в три основных этапа. Целью эксперимента явилось выявить эффективность усвоения разработанной общеобразовательной подготовки по информатике студентов инженерных специальностей, общеобразовательного курса информатики, вариативных коррекционных модулей «Текстовый редактор», «Электронные таблицы», «Базы данных», «Основы Интернет», профессионально-ориентированного модуля «Информационные технологии в инженерной деятельности», т.е. оценить доступность предлагаемой методики обучения, разработанных учебно-методических материалов.

На первом этапе (2004-2006 г.г.) – теоретико-поисковом, проводился анализ общеобразовательной подготовки по информатике студентов инженерных специальностей, изучались нормативные документы вузовского образования, ГОСО РК, типовые и учебные программы, а также были изучены научные источники по теме диссертационного исследования и разработаны учебно-методические комплексы дисциплины информатика.

На этом этапе проводился входной тестовый контроль студентов первого курса с целью выявления уровня общеобразовательной подготовки по информатике в процессе изучения информатики в системе среднего образования. Для определения результатов тестирования необходимо определить объем усвоенной и предложенной информации. Количественное значение уровня обученности получается тогда, когда оценку понимают и определяют как соотношение между фактически усвоенными знаниями, умениями и общим объемом этих знаний, умений, предложенным для усвоения.

Входное тестирование проводилось по основным линиям курса информатики средней школы. Учитывая специфику кредитной технологии обучения, результаты общеобразовательной подготовки школьного курса информатики оценивали согласно общепринятой системе оценок по 100 бальной системе. Для эффективности исследования нами использован относительный коэффициент К суммарного усвоения знаний студентов, учитывающий количество всех оценок.

Анализ полученных результатов показывает, что студенты первых курсов инженерных специальностей не достаточно обладают знаниями по информатике, высокий уровень знаний студенты показали по линии информационные технологии. Такие результаты не удивляют, т.к. практически программа обучения в старших классах общеобразовательной школы, как правило, ориентирована на освоение работы в прикладных программах общего назначения (текстовый редактор, электронные таблицы, средства разработки презентаций, работа в глобальной сети Интернет и использование ее услуг).

Умение использовать средства информационных технологий, еще не является результатов высокого уровня знаний, как видно из таблицы 2 выше. Студенты, бывшие старшеклассники, умеют работать в Интернете, обмениваться информационными сообщениями с помощью электронной почты, общаться в системе интерактивного общения, разрабатывать элементарные информационные страницы с использованием Языка разметки гипертекста. Вычисления в электронных таблицах для студентов составляют определенную сложность, здесь выходят на поверхность пробелы по математике (не знание тригонометрических формул, арифметическая и геометрическая прогрессии, построение графика функции и др.). Изучение средств обработки графической информации сводится к обработке готовых изображений в растровом редакторе, созданию элементарных рисованных изображений в векторном редакторе, знаний же по представлению графической информации и методам преобразования растровых и векторных изображений как таковых студенты не приобрели. Базы данных совсем представляют сложный процесс для школьников и поэтому в школах особого внимания этой теме не уделяют.

Также результаты показывают уровень по информатике в области профессиональной подготовки будущих инженеров: теоретические основы графики представлены у первокурсников слабо (практически отсутствуют), умения использовать графические редакторы сформировано, но содержание курса информатики в школе показывает, что основы инженерной графики и проектной деятельности не заложены.

Таким образом, поисковый эксперимент позволил выявить недостатки общеобразовательной подготовки по информатике в школе и определить траекторию усиления обучения в ту или иную стороны (определенные темы), показал отсутствие технологического характера информатики в школе.

На протяжении 2004-2006 годов подводились итоги обучения вузовскому курсу информатики в конце семестра. Итоговая оценка, согласно критериям кредитной технологии обучения, складывается из текущего, рубежного и итогового контролей. Итоговым контролем в условиях кредитной технологии является экзамен в форме тестирования. За этот период были разработаны учебно-методический комплекс по дисциплине (УМКД) информатика для студентов инженерных специальностей совместно с преподавателями кафедры. С введением нового ГОСО РК в 2006 году нами был разработан УМКД с учетом содержания указанного стандарта, были получены результаты обучения новому стандарту, которые демонстрируют незначительные изменения в качественной подготовке по информатике будущих инженеров, что наводит на мысль необходимости введения новых методик обучения информатике.

Результаты общеобразовательной подготовки по общеобязательным дисциплинам, в том числе и информатике, подвергаются внешнему контролю в форме ПГК, который проводится по окончании второго курса для студентов всех специальностей всех форм обучения. Изучение тестовых заданий позволяет сделать вывод о том, что тестовые вопросы в основном направлены на выявление знаний

информационных технологий и обработки различного вида информации (текстовой, числовой). В связи с этим результаты ПГК не дают нам полной картины усвоения содержания курса информатики, но одно можно утверждать, что результаты изучения линии компьютера, информационных технологий удовлетворительные, причем, за эти годы они практически не изменились.

На этапе констатирующего эксперимента нас интересовал и уровень готовности будущих инженеров к освоению программ профессиональной направленности. С этой целью мы провели тестирование, которое позволило выявить степень использования информационно-коммуникационных технологий в обучении инженерным дисциплинам. На вопрос «Как часто Вы пользуетесь услугами телекоммуникаций?» – «никогда» ответили 81%, «по мере необходимости» – 8%, «часто» – 10%, «каждый день» – 1%. На вопрос: «Какое количество времени Вы проводите в сети Интернет?» – «один раз в месяц» – 31%, «один раз в неделю» – 50%, «каждый день» – 19%. На вопрос: «Применяют ли преподаватели средства информационных технологий в обучении инженерных дисциплин?» – «не применяют» – 88%, «единицы преподавателей используют» – 12%. На вопрос: «При изучении, каких инженерных дисциплин Вы вынуждены использовать информационные технологии?» – «информатике» – 100%, «инженерной графике» – 75%, «другим дисциплинам» – 0%.

Таким образом, констатирующий эксперимент выявил реальную картину состояния информатизации инженерного образования, т.е. необходимость внедрения ИКТ-технологий в преподавание инженерных дисциплин, что позволит повысить не только уровень подготовки по информатике и инженерным дисциплинам, но и повысит уровень ИКТ компетентности инженеров в целом.

На втором этапе (2006-2008 г.г.) – поисковом эксперименте, определялись принципы отбора содержания общеобразовательного курса информатики для студентов инженерных специальностей, было определено содержание инвариантного модуля общеобразовательного курса информатики. В ходе этапа разрабатывалась методика обучения общеобразовательному курсу информатики: вносились коррективы в содержание учебно-методического комплекса, был разработан и апробирован на практике электронный учебно-методический комплекс по информатике для студентов инженерных специальностей, внедрялись средства информатизации для организации обучения информатике. На этом этапе были разработаны коррекционные модули, учебно-методические материалы поддержки коррекционных модулей, апробация их на практике.

Основной акцент на этапе поискового эксперимента был сделан на внедрение информационно-коммуникационных технологий в преподавание информатики. На данном этапе экспериментальной работы в рамках исследования нами были разработаны и внедрены коррекционные модули по отдельным темам информационных технологий: «Текстовый редактор», «Электронные таблицы», «Базы данных», «Основы Интернет», соответственно разработаны и частично опубликованы учебно-методические материалы поддержки коррекционных модулей.

Отметим, что подготовка по коррекционным модулям осуществлялась с учетом пробелов в знаниях, т.е. те студенты, которые получили низкие текущие баллы по той или иной теме информационных технологий были обязаны самостоятельно изучать соответствующий коррекционный модуль, некоторые студенты были вынуждены изучать два и более модулей. В среднем были получены высокие результаты по каждой теме, а также качество знаний по итогам ПГК возросло в экспериментальных группах до 80%.

Результаты поискового эксперимента позволяют сделать следующие выводы:

- введение коррекционных модулей по информационным технологиям целесообразно, что положительно сказывается на итогах ПГК;
- применение коррекционных модулей усиливает не только практическую подготовку (умения) будущего специалиста, но в большей степени позволяет повысить теоретическую подготовку (знания) по соответствующим разделам курса информатика, т.е. осуществляется первая функция общеобразовательной подготовки по информатике
- коррекция знаний и умений;
- внедрение информационно-коммуникационных технологий в преподавание информатики, позволяет заложить основы информационно-коммуникационной компетентности будущих инженеров;
- в условиях информатизации инженерного образования использование ИКТ-технологий в обучение является необходимым.

Применение в обучении информатике средств ИКТ положительно сказалось и на изучение студентами специальных дисциплин: они чаще стали более профессионально пользоваться электронной почтой, научились организовывать и проводить телеконференцию по различным предметам, научились осуществлять сложный поиск информации в сети Интернет, производить настройку браузера. Благодаря внедрению телекоммуникационных технологий в учебный процесс стала возможна отлаженная оперативная связь между преподавателем и студентом, появилась возможность отслеживать график выполнения заданий СРС, своевременность их сдачи.

Последний, третий этап (2008-2010 г.г.) был посвящен формирующему эксперименту. В процессе проведения данного этапа исследовалась на практике эффективность разработанной методики и учебно-методических комплексов, проводилась их корректировка в соответствии с результатами экспериментов и новыми стандартами. Основным результатом этого этапа является отбор содержания и разработка вариативного профессионально-ориентированного модуля «Информационные технологии в инженерной деятельности», разработка учебно-методических материалов поддержки обучения вариативному модулю, методика его обучения.

В ходе формирующего эксперимента были нами уточнены темы исследовательских проектов при изучении вариативной части общеобразовательной подготовки по информатике студентов инженерных специальностей. Студентами были разработаны проекты по каждой теме вариативного профессионально-ориентированного модуля «Информационные технологии в инженерной деятельности». Применение метода проектов на данном этапе экспериментальной работы сказалось положительно. Из таблицы 6, приведенной ниже, видно, что результаты обучения высоки только для тех тем, изучение которых происходит студентами инженерами непрерывно, начиная от школьного курса и общеобязательного курса информатики, затем продолжая обучение с учетом коррекции знаний и умений посредством коррекционных модулей, и, наконец, изучая вариативный профессионально-ориентированный модуль «Информационные технологии в инженерной деятельности», мы можем достигнуть высоких результатов общеобразовательной подготовки по информатике.

В процессе эксперимента данный модуль преподавался как курс по выбору на втором курсе. Данный факт положительно отразился и на результатах ПГК, наблюдается довольно большой скачок. Это можно объяснить тем, что практически все тестовые вопросы ориентированы в основном на знание информационных технологий, а подготовка по этим вопросам происходила в процессе изучения данного вариативного модуля.

В процессе эксперимента мы постоянно следили за результатами ПГК по различным инженерным специальностям, как для студентов экспериментальных групп, так и для контрольных. Анализ этих данных показал, что в контрольной группе, к сожалению, уровень подготовки по информатике даже в среднем не значительно не вырос, такое явление мы можем объяснить лишь слабой проработанностью линии информационных технологий в общеобязательном курсе информатике, которая на сегодня существует в связи с введением новых стандартов вузовского образования. Введение же модуля «Инженерные технологии в инженерной деятельности» позволило не только усилить подготовку по информатике и информационным технологиям, но и предотвратить назревшие проблемы подготовки по информатике, которые проявляются в связи с введением новых стандартов.

Итак, в ходе экспериментальной работы была подтверждена гипотеза исследования о том, что общеобразовательная подготовка студентов инженерных специальностей по информатике в условиях информатизации инженерного образования будет более качественная и отвечает требованиям развития информатики в современном обществе, если содержание этой подготовки (общеобразовательного курса информатики) будет ориентировано на фундаментализацию информатики, иметь технический характер, способствовать формированию ключевых и специальных компетенций, а также учитывать разноуровневую подготовку по информатике в среднем образовании и специфику применения в будущей профессиональной деятельности.

УДК 621.01

Г.У. Уалиев, Ю.М. Дракунов, Е.А. Тулешов

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА БЕСЧЕЛНОЧНЫХ ТКАЦКИХ СТАНКОВ

(г.Алматы, КазНПУ им.Абая, КазНУ им.аль-Фараби, ИММаш им.У.А.Джолдасбекова)

Цилиндрлік жұдырықшалы механизмдерді жобалаудың негізгі этаптары келтірілген және олар Maple жүйесінде бағдарламалармен қамтамасыз етілген. Үйеңкелі цилиндрлік жұдырықшалы механизмдердің кинематикалық анализі мен синтезінің, динамикалық анализінің формулалары қортылған. Кинематикалық анализ әдісі векторлық әдіске негізделген. Механизмнің синтезі кезінде жұдырықшаның радиусы анықталы, оның пішінінің жазық кескіні салынады. Динамикалық анализде механизмнің қозғалыс заңдылығы және қозғаушы күш анықталған.

The basic design stages cylindrical cams mechanisms, their software in system Maple are considered. Basic formulas for the kinematic analysis and synthesis, the dynamic analysis cylindrical cam the mechanism with rocker are resulted. The method of kinematic analysis is based on the vector method. The method of synthesis of mechanism to determine the minimum radius and build a detailed profile cam. On the basis of dynamic analysis, the law of motion and the driving force mechanism.

В работе рассматриваются основы проектирования пространственных кулачковых механизмов с цилиндрическим кулачком, которые, могут, во-первых, выполнить практически любой закон движения выходного звена с несколькими выстоями и, во-вторых, достаточно большой ход звена коромысла по сравнению с

Поэтому задача проектирования динамического исследования данных кулачковых механизмов является актуальной и сводится к решению ниже предложенных задач с использованием метода обращенного движения в пространстве. Результаты данного исследования были использованы для проектирования механизма компенсации уточной нити СТБ[3].

В обращенном движении будем рассматривать два положения механизма $\bar{L}_0, \bar{d}_0, \bar{l}_0, \bar{r}_0, \mu_0$ соответствующие начальным значениям $\rho_0, \theta = 0, \varphi = 0$ и $\bar{L}, \bar{d}, \bar{l}, \bar{r}, \mu$ соответствующие текущим значениям ρ, θ, φ .

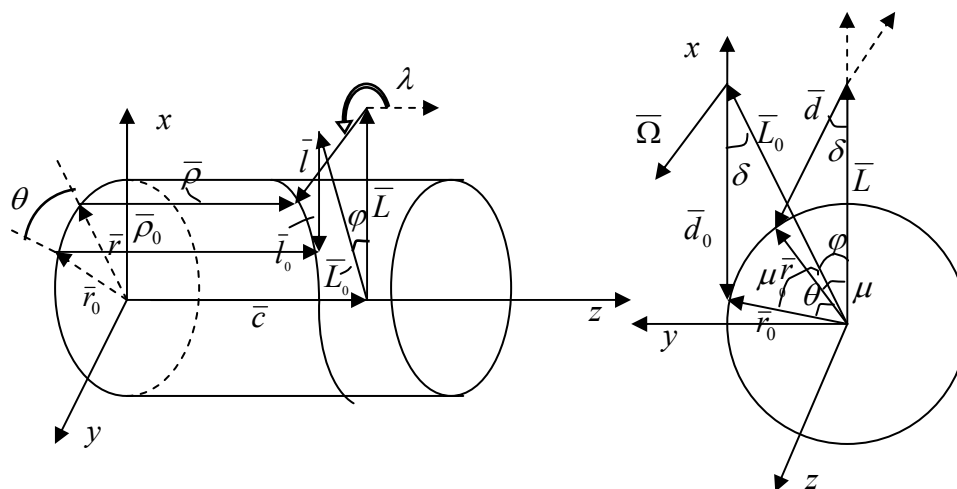
Для схемы на рисунке 1 можно составить следующие векторные уравнения[2]

$$\bar{d}_0 = \bar{r}_0 - \bar{L}_0, \quad \bar{d} = \bar{r} - \bar{L}, \quad (2)$$

$$\bar{d} \cdot \bar{L} = -d \cdot L \cos \delta,$$

С другой стороны из уравнений (1) и (2) имеем

$$d = \sqrt{l^2 - (c - \rho)^2}, \quad (5)$$



200

Решая систему (3) получим для проекции $\bar{l}$ на плоскости OXY

$$\bar{d} = \frac{d}{L} [(\bar{\Omega} \times \bar{L}) \sin \delta - \bar{L} \cos \delta]. \quad (6)$$

Для вектора $\bar{r}$, определяющего точку контакта коромысла и кулачка можно записать

$$\bar{r} = \bar{d} + \bar{L} = \frac{d}{L} (\bar{\Omega} \times \bar{L}) \sin \delta + \left(1 - \frac{d}{L} \cos \delta\right) \bar{L}, \quad (7)$$

Модуль вектора $\bar{r}$ можно определить по формуле

$$r = \sqrt{l^2 - (c - \rho)^2 + L^2 - 2L\sqrt{l^2 - (c - \rho)^2} \cos \delta}. \quad (8)$$

Для упрощения дальнейших исследований введем единичный вектор $\bar{d}_l$

$$\bar{d}_l = \frac{1}{L} [(\bar{\Omega} \times \bar{L}) \sin \delta - \bar{L} \cos \delta], \quad (9)$$

Тогда

$$\bar{d} = d \cdot \bar{d}_l, \quad \bar{r} = d \cdot \bar{d}_l + \bar{L}, \quad (10)$$

Из очевидных векторных уравнений, полученных с помощью (4)

$$\begin{aligned} \bar{l} \times \bar{c} &= \bar{d} \times \bar{c}, \\ \bar{l} \cdot \bar{c} &= \rho c - c^2. \end{aligned} \quad (11)$$

Определим искомый вектор $\bar{l}$ как функцию угла θ

$$\bar{l} = \left(\frac{\rho}{c} - 1\right) \bar{c} + \sqrt{l^2 - (c - \rho)^2} \bar{d}_l. \quad (12)$$

Составим следующие векторные и скалярные произведения векторов

$$\begin{aligned} \bar{L} \bar{L}_0 &= L^2 \cos \varphi, & \bar{L} \times \bar{L}_0 &= \bar{\omega} L^2 \sin \varphi, \\ \bar{r} \bar{r}_0 &= r r_0 \cos \theta, & \bar{r} \times \bar{r}_0 &= \bar{\omega} r r_0 \sin \theta, \\ \bar{L}_0 \bar{r}_0 &= L r_0 \cos \mu_0, & \bar{L}_0 \times \bar{r}_0 &= \bar{\Omega} L r_0 \sin \mu_0, \\ \bar{L} \bar{r} &= L r \cos \mu, & \bar{L} \times \bar{r} &= \bar{\Omega} L r \sin \mu. \end{aligned} \quad (13)$$

На основании равенств (13) нетрудно получить следующие выражения

$$\begin{cases} \cos(\varphi - \theta) = \cos(\mu - \mu_0), \\ \bar{\omega} \sin(\varphi - \theta) = \bar{\Omega} \sin(\mu - \mu_0). \end{cases} \quad (14)$$

Откуда имеем связь между углами φ и θ

$$\varphi = \theta + \bar{\omega} \cdot \bar{\Omega} (\mu - \mu_0), \quad (15)$$

где

$$\mu = \arccos \frac{L - \sqrt{l^2 - (c - \rho_0)^2} \cos \delta}{r}, \quad \mu_0 = \arccos \frac{L - \sqrt{l^2 - (c - \rho_0)^2} \cos \delta}{r_0}$$

Искомый угол поворота коромысла

$$\lambda = \arccos \frac{\rho - c}{l}, \quad (16)$$

Производные от угла поворота λ по углу θ равны

$$\begin{aligned} \sigma &= -\frac{1}{L} [\Omega L_y \sin \delta + L_x \cos \delta], \\ \lambda' &= -\frac{\rho'}{d\sigma} = -\frac{\rho'}{\sigma \sqrt{l^2 - (c - \rho)^2}}, \end{aligned} \quad (17)$$

$$\lambda'' = - \frac{[l^2 - (c - \rho)^2] \rho'' - (c - \rho) \rho'^2}{[l^2 - (c - \rho)^2]^{3/2}}.$$

Нетрудно найти производные от вектора $\bar{l}$ по углу θ

$$\bar{l}' = \frac{\rho'}{c} \bar{c} + \frac{(c - \rho) \rho'}{\sqrt{l^2 - (c - \rho)^2}} \bar{d}_l, \quad (18)$$

$$\bar{l}'' = \frac{\rho''}{c} \bar{c} + \frac{(c - \rho)[l^2 - (c - \rho)^2] \rho'' - l^2 \rho'^2}{[l^2 - (c - \rho)^2]^{3/2}} \bar{d}_l, \quad (19)$$

Найдем производные от d, r, μ по углу θ

$$d' = \frac{(c - \rho)}{d} \rho', \quad d'' = \frac{c - \rho}{d} \rho'' - \frac{l^2}{d^3} \rho'^2,$$

$$r' = \frac{c - \rho}{r} \left(1 - \frac{L}{d} \cos \delta\right) \rho',$$

$$r'' = \frac{c - \rho}{r} \left(1 - \frac{L}{d} \cos \delta\right) \rho'' + r' \left[\left(\frac{c - \rho}{d^3} L \cos \delta - \frac{1}{c - \rho} \right) \rho' - \frac{r'}{r} \right],$$

$$\mu' = \frac{L(c - \rho)}{dr^2} \sin \delta \cdot \rho' = \frac{L \sin \delta}{r^2} d',$$

$$\mu'' = L \sin \delta \frac{d'' - 2 \frac{r'}{r} d'}{r^2} = \frac{L \sin \delta}{r^2 d} \left\{ (c - \rho) \rho'' - \left[\frac{L^2}{d^2} + 2 \frac{(c - \rho)^2}{r^2} \left(1 - \frac{L}{d} \cos \delta\right) \right] \rho'^2 \right\}.$$

Так как

$$\varphi' = 1 + \bar{\omega} \bar{\Omega} \mu', \quad \varphi'' = \bar{\omega} \bar{\Omega} \mu'',$$

то для аналогов скоростей и ускорений имеем

$$\frac{d\lambda}{d\varphi} = \frac{\lambda'}{\varphi'}, \quad \frac{d^2 \lambda}{d\varphi^2} = \frac{\lambda'' \varphi' - \varphi'' \lambda'}{\varphi'^3}, \quad (20)$$

$$\frac{d\bar{l}}{d\lambda} = \frac{d}{c} \bar{c} + (c - \rho) \bar{d}_l.$$

Задача кинематического синтеза. Пусть задан закон движения коромысла $\lambda = \lambda(\varphi)$. Для построения профиля кулачка воспользуемся методом обращенного движения. Зафиксируем два положения (рисунок 1). За начальное положение примем λ , соответствующее $\varphi = 0$. Из соотношения (15) можно найти выражение для полярного угла θ .

$$\theta = \varphi + \bar{\Omega} \cdot \bar{\omega} (\mu - \mu_0), \quad (21)$$

Полярные координаты теоретического профиля кулачка можно записать в параметрическом виде:

$$\begin{cases} \rho(\varphi) = c + \ell \cos \lambda, \\ \theta(\varphi) = \varphi - (\mu + \mu_0) \bar{\omega} \cdot \bar{\Omega}. \end{cases} \quad (22)$$

Перейдем к определению радиуса кривизны нормального сечения и углов давления.

Будем считать, что уравнение контактной линии зависит от полярного угла θ , т.е.

$$\begin{cases} \rho = \rho(\theta), \\ r = r(\theta). \end{cases} \quad (23)$$

Тогда согласно рисунку 2 для векторного уравнения контактной линии можно записать

$$\bar{R} = r \cos \bar{\theta} \bar{i} + r \sin \bar{\theta} \bar{j} + \rho \bar{k}, \quad (24)$$

Уравнение теоретической профильной поверхности как уравнение линейчатой поверхности имеет вид:

$$\bar{B} = (r + \gamma) \cos \bar{\theta} \bar{i} + (r + \gamma) \sin \bar{\theta} \bar{j} + \rho \bar{k}, \quad (25)$$

Здесь γ - параметр, изменяющийся вдоль единичного вектора образующей. Вычислим единичный вектор нормали к поверхности по формуле:

$$\bar{m} = - \frac{\bar{B}_\theta \times \bar{B}_\gamma}{|\bar{B}_\theta \times \bar{B}_\gamma|}, \quad (26)$$

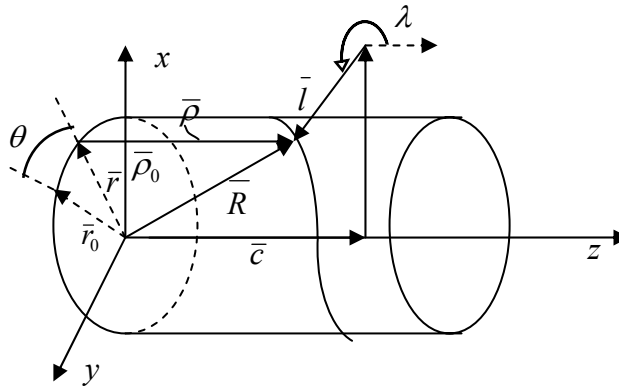


Рисунок 2. Схема кулачка к синтезу механизма

Для производных $\bar{B}_\theta$ и $\bar{B}_\gamma$ можно записать:

$$\begin{cases} \bar{B}_\theta = [r' \cos \theta - (r + \gamma) \sin \theta] \bar{i} + [r' \sin \theta + (r + \gamma) \cos \theta] \bar{j} + \rho' \bar{k}, \\ \bar{B}_\gamma = \cos \bar{\theta} \bar{i} + \sin \bar{\theta} \bar{j}. \end{cases} \quad (27)$$

Подставив (5.27) в (5.26), получим:

$$\bar{m} = \frac{\rho' \sin \bar{\theta} - \rho' \cos \bar{\theta} \bar{j} + (r + \gamma) \bar{k}}{\sqrt{\rho'^2 + (r + \gamma)^2}}. \quad (28)$$

Для точек контакта необходимо в формуле (28) положить $\gamma = 0$. Угол давления можно вычислить с помощью скалярного произведения $\bar{m}$ и единичного вектора скорости звена l .

$$\nu = \arccos \frac{r \sin \lambda - \rho' \sin \theta \cos \lambda}{\sqrt{\rho'^2 + r^2}}. \quad (29)$$

Радиус нормальной кривизны кривой в точке контакта определим по следующей формуле:

$$\rho_\kappa = \frac{1}{R_{ss} \bar{m}}. \quad (30)$$

Для второй производной по длине дуги S от радиуса вектора кривой на поверхности можно получить

$$\bar{R}_{ss} = \frac{(r'^2 + r^2 + \rho'^2)\bar{R}_{\theta\theta} - (r'r'' + rr' + \rho\rho'')\bar{R}_\theta}{(r'^2 + r^2 + \rho'^2)^2}, \quad (31)$$

где

$$\begin{cases} \bar{R}_{\theta\theta} = [(r'' - r)\cos\theta - 2r'\sin\theta]\bar{j} + [(r'' - r)\sin\theta + 2r'\cos\theta]\bar{j} + \rho''\bar{k}, \\ \bar{R}_\theta = [r'\cos\theta - r\sin\theta]\bar{j} + [r'\sin\theta + r\cos\theta]\bar{j} + \rho'\bar{k}. \end{cases} \quad (32)$$

Подставив (5.32) в (5.31), а затем формулы (5.31) и (5.29) в (5.30), окончательно получим

$$\rho_k = \frac{(r'^2 + r^2 + \rho'^2)\sqrt{\rho'^2 + r^2}}{r\rho'' - 2r'\rho'}. \quad (33)$$

Если радиус точки контакта r можно принять постоянным, то для кривизны можно записать

$$\rho_k = \frac{(r^2 + \rho'^2)^{\frac{3}{2}}}{r\rho''}. \quad (34)$$

Формула (34) совпадает с радиусом кривизны плоской кривой, полученной при развертке цилиндра радиуса r .

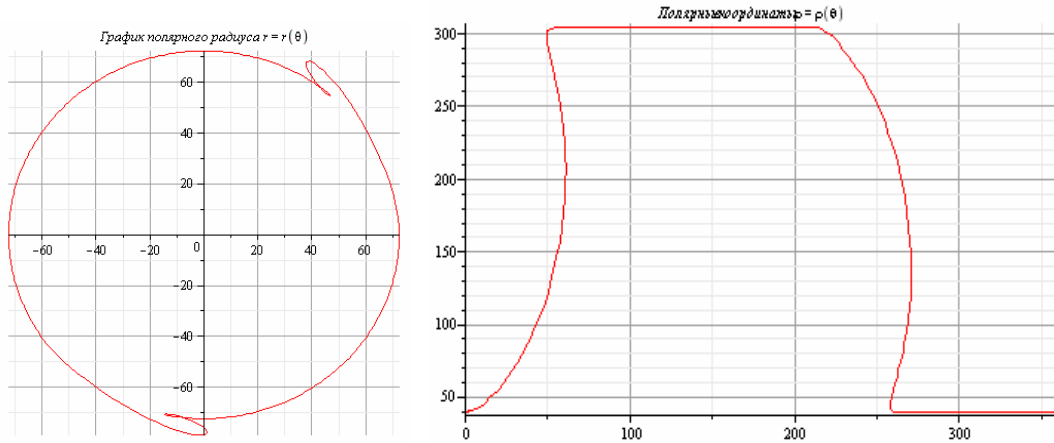


Рисунок 3. Графики радиуса точки контакта (закон движения коромысла) и радиуса профиля кулачка

Переходя в формулах (29) и (33) от θ к переменному параметру φ , получим:

$$\nu = \arccos \frac{\dot{\theta} \sin \lambda - \dot{\rho} \sin \theta \cos \lambda}{\sqrt{\dot{\rho}^2 + r^2 \dot{\theta}^2}}, \quad (35)$$

$$\rho_k = \frac{(\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2 + \dot{\rho}^2)\sqrt{\dot{\rho}^2 + r^2 \dot{\theta}^2}}{r(\ddot{\rho}\dot{\theta} - \dot{\rho}\ddot{\theta}) - 2\dot{r}\dot{\theta}}. \quad (36)$$

Здесь r , ρ , θ вычисляются по формуле (22), а производные по параметру φ равны:

$$\begin{cases} \dot{r} = l \cos \lambda \cos(\mu + \delta) \varphi', \\ \dot{\mu} = -\frac{ll \sin \delta \cos \lambda}{r^2} \varphi', \\ 1 - \frac{ll \sin \delta \cos \lambda}{r^2} \varphi', \\ \dot{\rho} = -l \sin \lambda \varphi', \\ \ddot{\theta} = \frac{ll \sin \delta (\varphi'^2 \sin \lambda - \varphi'' \cos \lambda) - 2\dot{r}\dot{\mu}r}{r^2}, \\ \ddot{\rho} = -l(\varphi'^2 \cos \lambda + \varphi'' \sin \lambda). \end{cases} \quad (37)$$

φ' , φ'' - аналоги скорости и ускорения.

В качестве примера рассматривается механизм компенсатора для станка СТБ, где компенсирование нити осуществляется с двумя водилками (коромыслами) от цилиндрического кулачка[1]. В результате решения задачи синтеза цилиндрического кулачкового механизма станка СТБ в системе Maple 11 построены графики радиуса точки контакта (движения водилок компенсатора) и радиуса профиля кулачка[3].

Задача динамического анализа кулачкового механизма проводится согласно уравнениям

$$\begin{cases} I_{\Pi}(\varphi) \frac{d\omega}{dt} + \frac{1}{2} I'_{\Pi}(\varphi) \omega^2 = M_d - M_c, \\ \tau \frac{dM_d}{dt} + M_d = A - B\omega(t), \end{cases} \quad (38)$$

с начальными условиями $t = 0$, $\varphi = \varphi_0$, $\omega = \omega_0$, $M_d = M_{d0}$. В этих формулах τ - электрическая постоянная времени электродвигателя, А, В-параметры статической характеристики двигателя. Производные от λ определяются по формуле (21).

Приведенный момент инерции и его производная имеют следующие зависимости:

$$\begin{aligned} I_{\Pi}(\varphi) &= I_1 + I_2 \left(\frac{d\lambda}{d\varphi} \right)^2, \\ I'_{\Pi}(\varphi) &= 2 \frac{d\lambda}{d\varphi} \cdot \frac{d^2\lambda}{d\varphi^2}. \end{aligned} \quad (39)$$

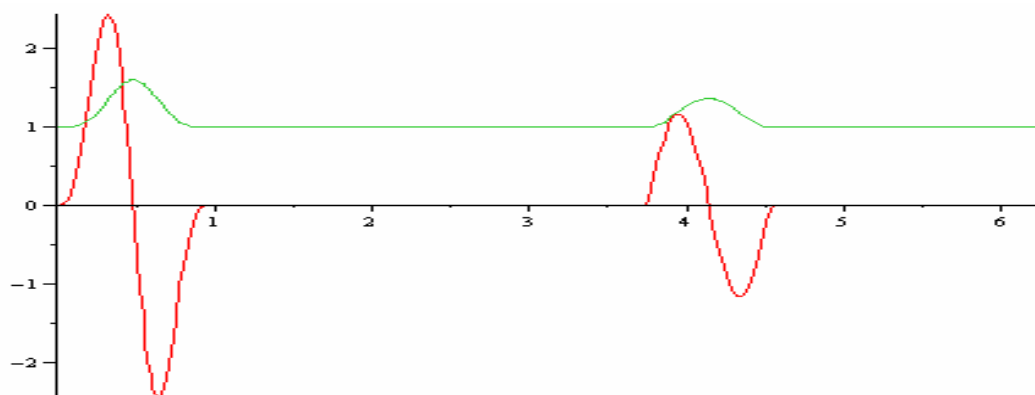


Рисунок 4 – Графики приведенного момента инерции механизма и его производной

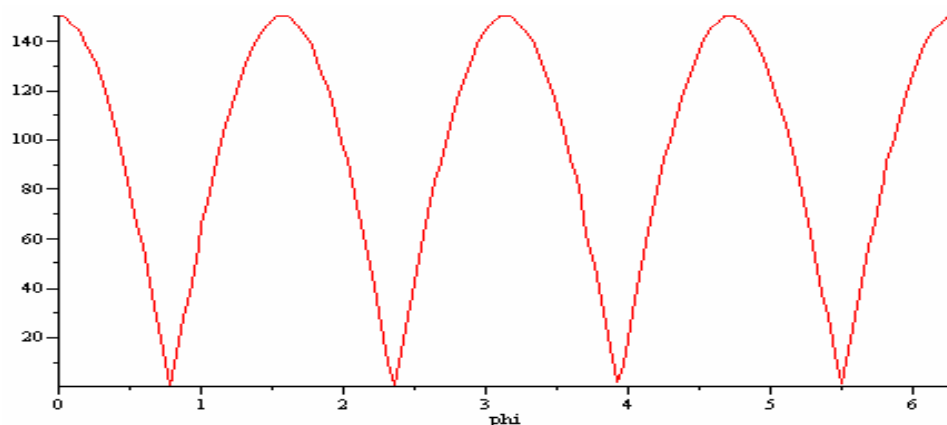


Рисунок 6 - Момент сил сопротивления механизма на коромысле

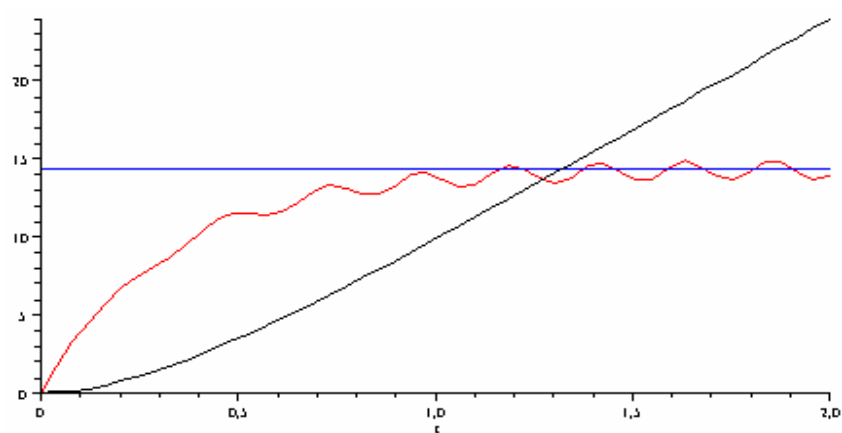


Рисунок 6. Графики углового положения и угловой скорости кулачка

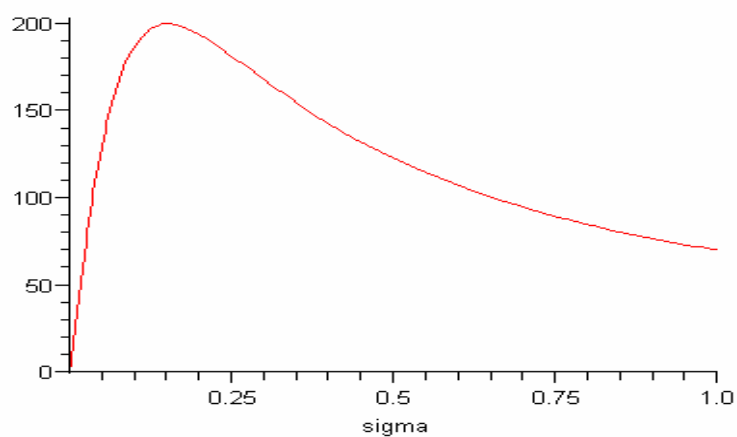


Рисунок 7 - Момент движущих сил.

В качестве примера рассматривается динамика механизма компенсатора для станка СТБ. Динамический анализ механизма проводится в системе Maple 11. Графики

приведенных параметров кулачкового цилиндрического механизма с учетом выстоев коромысла представленные на рисунке 4, где $I_{II}(\varphi)$ - приведенный момент инерции, $I'_{II}(\varphi)$ - производная от приведенного момента инерции. При этом момент сил сопротивления был задан в виде графика, представленного на рисунке 5.

В результате на рисунке 6 изображены графики угловой скорости кулачка $\omega = \omega(t)$, $\varphi = \varphi(t)$, полученные путем численного решения уравнений (38). Момент движущих сил из решения уравнений (38) имеет вид, как это изображено на рисунке 7. Анализ этих графиков показывает, что кулачковый механизм реализовывает заданный закон движения коромысла, а динамические параметры соответствуют параметрам установившемуся рабочему режиму механизма компенсатора нити станка СТБ[1].

1. Уалиев Г.У., Джомартов А.А. Динамика механизмов ткацких станков СТБ: монография - Алматы: «Тауар». 2003. – 377 с.
2. Садыкова А.Р., Ибкенова А.К., Дракунов Ю.М. Проектирование и исследование кулачкового механизма с коромыслом// Тезисы докладов 12-го Межвузовской конф. по математике, механике и информатике, 2008, Алматы, С.128.
3. Уалиев Г.У., Дракунов Ю.М., Тулешов Е.А. Синтез цилиндрического кулачкового механизма Механизма уточного компенсатора ткацкого станка СТБ// Материалы научно-практической конференции «Инновационные технологии товаров народного потребления, их качество и безопасность», Алматы, 2010. С.15-19.

УДК 524.7

М.Б. Шакенов, Л.М. Чечин

СТАТИСТИКА ДВОЙНЫХ ГАЛАКТИК

*(г. Талдыкорган, ЖетГУ им.И.Жансугурова,
г. Алматы, Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова)*

Статистикалық критерий мен қос галактикалар каталогының өзара әсерлесетін жұптары қарастырылады. Статистикалық критеридің көмегімен И.Д. Караченцевтің қос галактикалар каталогының физикалық, ықтималды физикалық, ықтималды оптикалық және оптикалық жұптары анықталады. Өзара әсерлесетін жұптарды талдау арқылы қос галактикалар арасында массалары Галактика-Андромеда жұбының жұлдыздық массасынан екі дәрежеге артық болатын жұптардың бар екендігі туралы тұжырым жасалынады.

Жұптардың проекцияларының көру жазықтығындағы таралу функциясы зерттеледі. Мақала авторларының тұжырымдауы бойынша жұптардың көпшілігі көру жазықтығында бақыланады, бұл жайт қос галактикалардың массаларын анықтауға әсер етуі мүмкін. Мақала қорытындыларының бірі ретінде мынандай тұжырым жасалынады: қос жүйелердің вириалдық массасын анықтау кезінде проекция әсерін ескеретін коэффициент азаюға тиіс.

Interacting pairs of double galaxies catalogue and statistical criteria are considered. Physical, possibly physical, possibly optical and optical pairs of double galaxies catalogue of I.D. Karachentsev are determined by the statistical criteria. By exploring the interacting pairs it was discovered, that mass of some double galaxies in the catalogue by 100 times higher than that of the stellar mass of the pair Andromeda Galaxy.

Distribution function for projections of the double systems on the perspective plane was determined. Authors believe, the bare fact that, majority of the pairs is observed on the perspective plane may have influence on accuracy of evaluating the double galaxies mass. One of the conclusions of the article: correction factor for the projection effect used in evaluating the double systems virial mass should be decreased.

Введение. С обнаружением темной энергии во Вселенной роль темной материи отодвинулась на второе место. Если до конца XX века считалось, что основной движущейся силой динамического развития галактик и их скоплений является темная материя, то ускоренное расширение вещества во Вселенной, оказывается, связано с темной энергией, способной создать анти-гравитацию [1, 2] и это антитяготение «перевешивает» тяготение на расстояниях, больших 1.3—1.5 Мпк [3-4]. Это значит, что в системах двойных галактик, где расстояние меньше чем 1 Мпк, основную роль играет темная материя.

Еще в 70-х годах прошлого века было известно, что проблема существования темной материи в самых простых системах малых групп - двойных галактиках - вызывает особый интерес и является предметом интенсивных наблюдательных и теоретических исследований, так как около 12% всех галактик входят в состав двойных [5]. Кроме того, эволюция галактик в тесных парах происходит более интенсивно, чем у одиночных галактик. В эволюции галактик вследствие взаимной близости большую роль играют приливные силы, динамическое трение. Они ускоряют звездообразование в тесных парах. Как и у звезд, случайные образования двойных галактик очень редки. Поэтому есть основание полагать, что образование двойных галактик происходило совместно и их дальнейшая эволюция продолжалась параллельными путями. Возможно, двойные галактики оказывают заметное влияние на ход развития более крупных систем - скоплений и сверхскоплений галактик в целом [6-8].

Одним из эффективных методов оценки (а не для определения) массы систем кратных галактик является изучение каталогов кратных галактик. При составлении каталогов не определяется степень физической связанности систем, даются только наблюдательные данные о взаимных угловых расстояниях, лучевых скоростях компонентов и другие характеристики галактик. Какие системы являются связанными, а какие случайно близко проецированными, определяется с помощью специальных критериев, которые основаны на вероятностном подходе. Одним из таких критериев является обобщенный статистический критерий [9].

Каталог двойных галактик и статистический критерий.

Критерии отбора двойных галактик в каталогах И.Д.Караченцева [6] и Э.Тернера [10] являются почти одинаковыми: расстояние между компонентами пары x_{12} должно быть намного меньше расстояния до третьей (x_{1i} и x_{2i}), «значимой» по массе, галактики, т.е. $x_{1i} \geq \eta \cdot x_{12}$ и $x_{2i} \geq \eta \cdot x_{12}$. В каталоге И.Д.Караченцева η принимает значения 5 и 10, а в каталоге Э.Тернера $\eta = 5$. Кроме этого общим условием для всех каталогов является малость углового расстояния между компонентами пары $x_{12} \leq 8'$.

Применяемые до сих пор критерии определения физически связанных систем среди кратных галактик обычно требуют выполнения следующих условий:

- 1) изолированность данной системы от галактик фона;
- 2) близость лучевых скоростей ее компонентов, т.е. разность лучевых скоростей $|\Delta V|$ должна быть меньше некоторой критической величины ΔV_∞ .

Разные авторы при изучении кратных галактик используют различные, значительно отличающиеся друг от друга значения ΔV_∞ , их величина может лежать в пределах от 300 до 1000 км/с. Естественно, такие ограничения могут отбросить множество двойных галактик из ряда физически связанных систем. Поэтому обобщенный статистический критерий является более справедливым среди известных критериев.

Для двойных галактик данный критерий определяет вероятность попадания в область K только рассматриваемых двух галактик и довольно далекого расположения от них третьей, «значимой» по массе, галактики (Рис.1). Вероятность попадания в рассматриваемую область любых двух из N галактик, расположенных внутри сферы радиуса R_a , вычисляется по формуле: $P = (N - 1) \cdot B \cdot (1 - B)^{N-2}$, где N – среднее число галактик внутри сферы радиуса R_a (принимается, что средняя плотность галактик равна $0,05 \text{ Mpc}^{-3}$), R_a , R_i – расстояния от наблюдателя, соответственно, до далекой и близкой из галактик в паре, определенные по закону Хаббла:

$$R_i = (V_1 - \Delta V_1) / H, \quad R_a = (V_2 + \Delta V_2) / H,$$

$B = 0,062 \cdot x_{12}^2 (R_a^3 - R_i^3) / R_a^3$ – вероятность того, что вторая галактика попадает в область K , а коэффициент 0,062 показывает пространственную ориентацию пары по отношению к наблюдателю.

Далее по значению математического ожидания E оценивается степень физической связанности двойной галактики.

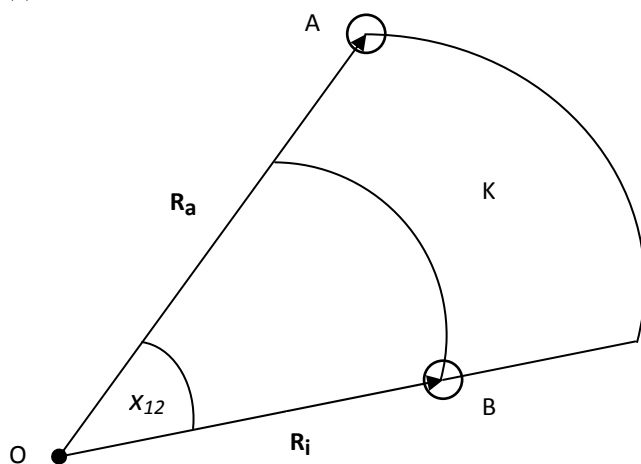


Рисунок 1. Пространство двойной галактики (K): $OA = R_a$ – расстояние до далекой компоненты, $OB = R_i$ – расстояние до близкой компоненты, x_{12} – угловое расстояние между

Сопоставляя значения математических ожиданий E систем кратности n (из общего числа N наблюдаемых объектов) с данными наблюдений, можно сделать вывод о наличии или отсутствии физической связи компонентов рассматриваемой n -кратной системы с помощью следующих условий: 1) если для математических ожиданий E числа оптических систем имеет место неравенство $E \leq 1$, то кратная система является уверенно физической системой; 2) если выполнено условие $E \geq N/n$, то кратная

система является уверенно оптической; 3) если выполнено условие $1 < E < N/n$, нельзя делать уверенный вывод о наличии или отсутствии физической связи для рассматриваемой кратной системы. В этом случае группу условно можно отнести к «вероятно физической» или «вероятно оптической», в зависимости от значения математического ожидания E .

Применение статистического критерия для изучения каталога двойных галактик И.Д.Караченцева, определение физических и вероятно физических пар каталога, дает возможность определить наличие скрытых масс в двойных системах и оценить, если они имеются, величину скрытой массы в системе.

Статистика взаимодействующих пар.

Из 585 пар каталога 310 показывают следы взаимодействий. Почти все иррегулярные галактики (Sm) взаимодействуют со вторым компонентом. Возможно галактики типа Sm образовались после тесного взаимодействия или слияния двух галактик?

Количественный состав взаимодействующих пар по типам галактик приведен в таблице 1.

Таблица 1. Количественный состав взаимодействующих пар по типам галактик.

Типы галактик в парах	Sa Sa	Sa Sb	Sa Sc	Sb Sc	Sc Sc	Sb Sb	Sa S0	Sb S0	Sc S0	E S0	Sa E	Sb E	Sc E	E E	Sm Sa	Sm Sb	Sm Sc	Sm Sm	Sm E
Количество пар	38	78	30	63	45	58	20	20	10	24	30	39	21	56	3	9	17	15	3
Из них взаимодействующие	21	32	20	28	31	28	9	4	5	13	14	13	8	36	3	8	15	13	1

На рисунке 2 показана гистограмма распределения взаимодействующих пар в процентном отношении ($N\%$) в зависимости от морфологического типа галактик в паре, в которой тип взаимодействия между компонентами взят из каталога.

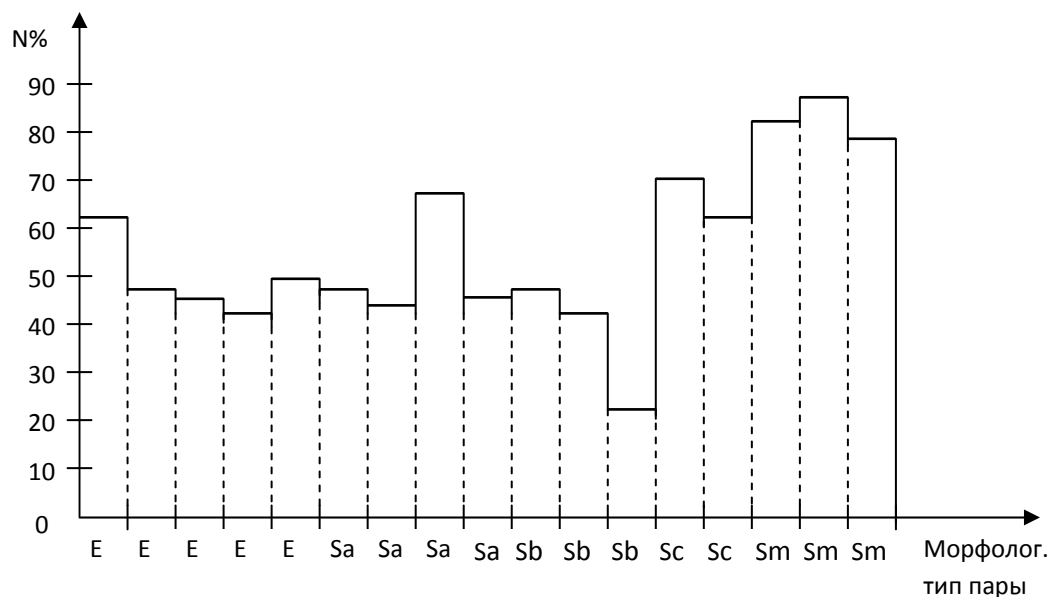


Рисунок 2. Распределение взаимодействующих пар в процентном отношении. По оси абсцисс указан морфологический тип компонентов

Примерно 50% спиральных (Sa, Sb, Sc), эллиптических (E) и чечевицеобразных (S0) галактик показывают следы взаимодействия. Около 90% иррегулярных (Sm) галактик взаимодействуют с галактиками других типов, а 66% эллиптических галактик взаимодействуют между собой. Кроме того, почти у всех EE-галактик имеется общая «атмосфера» (Aam или Ash), что явно указывает на физическое взаимодействие между компонентами. У спиральных галактик преобладают взаимодействия типа D-1, D-2, Lb или Lbt. Такие типы взаимодействия могут иметь место при близком взаимном прохождении компонентов пар.

Если искажение спиральной структуры компонентов пары (D-1, D-2), наличие приливных структур в виде «хвостов» (Lt) или перемычек (Lb) можно объяснить действием приливных сил при случайном близком взаимном прохождении галактик пары, то наличие общей «атмосферы» (Aam) трудно согласовать с их случайным близким взаимным прохождением. Оно говорит о том, что галактики совместно существуют и взаимодействуют друг с другом довольно долгое время. Такие двойные галактики существуют и среди оптических пар, например, пары с номерами 18 и 599.

Этот факт указывает на то, что, возможно, имеются среди двойных галактик такие массивные, масса которых на два-три порядка выше звездной массы Местной группы. Возможно, они не являются такими широкими, как Местная группа, но имеют большую относительную скорость.

Распределение пар галактик по проекциям.

Одним из существенных вопросов при изучении динамики двойных галактик является характер относительных движений компонентов. Если орбитальное движение компонентов близко к круговому, то относительная скорость компонентов будет маленькой, а движение – более замедленным. Наоборот, более вытянутая орбита делает динамику двойной галактики более интенсивной, относительную скорость компонентов довольно большой.

Сравнение орбитальных оценок массы с суммой индивидуальных масс двойных галактик показывает, что наилучшее согласие орбитальных и индивидуальных масс имеет место при $e = 0.25$, т.е. движение галактик в парах близко к круговым [11].

К альтернативному выводу пришли Э.Тернер и др. [12]. Численные эксперименты, проведенные ими, привели к заключению, что пары галактик, образующиеся в процессе гравитационного сгущивания, имеют сильно вытянутые орбиты с эксцентриситетами $e \approx 0.7 \div 0.9$.

Определение массы систем галактик по формуле, типа вириальной теоремы, недостаточно надежно из-за низкой точности оценки радиальной скорости отдельных галактик и трудности определения внутренних движений компонентов системы. Кроме этого существует, так называемый, эффект проекций. Наблюдаемые пары не всегда лежат на картинной плоскости. В зависимости от угла α между радиус-вектором какой-либо из галактик и прямой, соединяющей компоненты пары, взаимное угловое расстояние меняется (см. рис.3.а). Естественно, в зависимости от угла зрения, меняется и проекция взаимного расстояния пары на картинную плоскость.

В связи с этим интересным является вопрос, в каком плане мы видим двойные системы на небе, каково соотношение галактик, лежащих на картинной плоскости и на одной прямой с наблюдателем. По этой причине можно поставить задачу об определении функции распределения двойных систем в зависимости от проекций их взаимных расстояний на картинную плоскость.

Как было изложено выше, наблюдаемое взаимное расстояние двойной галактики является проекцией истинного взаимного расстояния компонентов на картинную плоскость. Поэтому отношение проекции взаимного расстояния пары на картинную

плоскость к истинному их взаимному расстоянию лежит в интервале от 0 до 1. Если проекция пары равна истинному взаимному расстоянию, то проекция равна единице, и наоборот, если два наблюдаемых объекта лежат на одной прямой с наблюдателем, то проекция равна нулю. Нормы всех остальных конфигураций лежат между ними (рис.3, а).

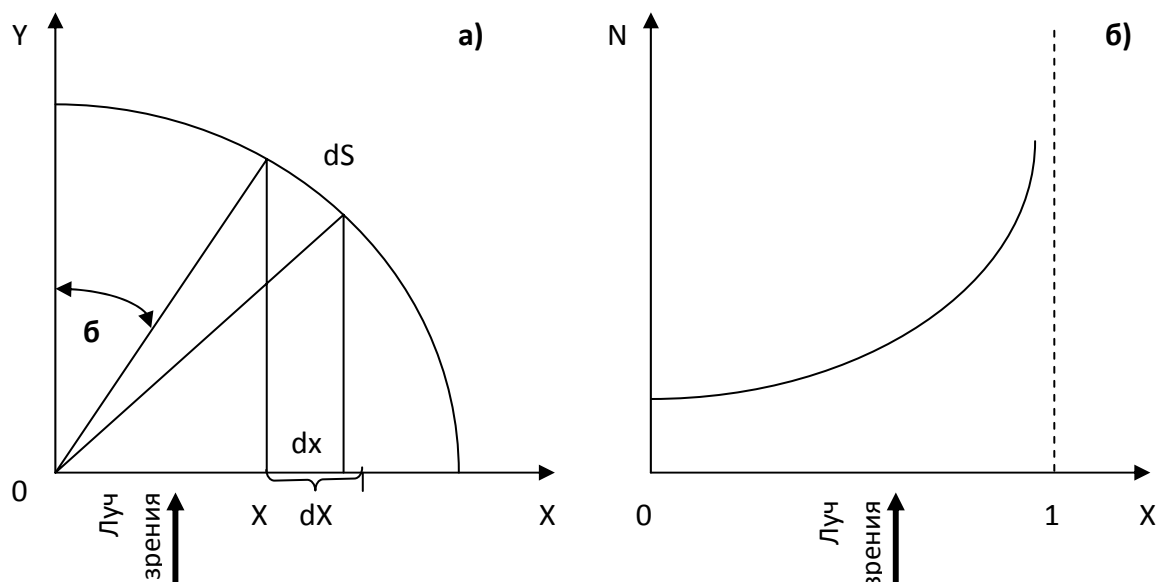


Рисунок 3. Проекция истинного взаимного расстояния на картинную плоскость (а) и вид функции распределения пар по проекциям (б).

Разделим ось ОХ и дугу четверти круга по dX и dS на равные части. Тогда на равные дуги dS приходится количество пар $dn = (2N_0 / \pi) \cdot dS$, проекции которых лежат в интервале от X до $X+dx$. Число пар, проекции которых лежат в интервале от X до $X+dx$, пропорционально отношению dX/dx и равно

$$dN = dn \cdot dX / dx = (2N_0 / \pi) \cdot (dX / dx) \cdot dS \quad (1)$$

Очевидно, что $dx = dS \cdot \cos \alpha$, $X = \sin \alpha$, то подставляя эти выражения в (1) получим

$$dN = (2N_0 / \pi) \cdot (dX / \sqrt{1 - X^2}) \quad (2)$$

Функция распределения имеет вид

$$f(x) = (2N_0 / \pi) / \sqrt{1 - X^2} \quad (3)$$

Это выражение определяет искомую функцию распределения пар по проекциям. На рис.3, б показан график этого распределения.

Таким образом, большинство пар мы наблюдаем на небе почти плашмя. Это значит, что наблюдаемые расстояния пар в большинстве случаев можно считать «истинными».

1. Чернин А.Д. Физический вакуум и космическая анти-гравитация //УФН. 2001. Т.171. С.1153.
2. Караченцев И.Д., Чернин А.Д. Галактики в океане темной энергии. //В мире науки. – 2006. - №11. С. 30-37.
3. Караченцев И.Д., Чернин А.Д. Темная энергия в ближней Вселенной. <http://www.inauka.ru/astrophysics/article94216.html>

4. А.Д. Чернин Темная энергия вблизи нас. //ГАИШ МГУ
<http://www.astronet.ru/db/msg/1210535>
5. Воронцов-Вельяминов Б.А. Внегалактическая астрономия.- М.: Наука, 1978.
6. Караченцев И.Д. Двойные галактики. М.: Наука, 1987.- 248 с.
7. Чернин А.Д., Киселева Л.Г., Аносова Ж.П., Орлов В.В. Динамическая эволюция тесных пар в системе нескольких тел: численный эксперимент. /В кн: Динамика гравитирующих систем и методы аналитической небесной механики.- Алма-Ата: Наука, 1987.- С.58-59.
8. Горбацкий В.Г., Крицук А.Г. Динамические процессы в скоплениях и группах галактик. //Итоги науки и техники. Астрономия. /ВИНИТИ - М., 1987.- Т.29. Скопления галактик.- С.62-110.
9. Аносова Ж.П. Обобщенный статистический критерий выделения оптических и физических кратных систем – случайных и неслучайных группировок объектов. //Астрофизика.- 1987.- Т.27, вып.3.- С. 535.
10. Turner E.L. Binary Galaxies. I. A well-defined statistical sample. //Ap.J.- 1976, No.1.- P.20-29.
11. Минева В.А. Индивидуальные и орбитальные массы двойных галактик. //Астрофизика.- 1987.- Т.26, вып.2.- С.335-349.
12. Turner E.L., Sverre J., Aarseth J., Gott III.R., Blanchard N.T., Mathieu R.D. N-body simulations of Galaxy Clustering. II. Groups of Galaxies.//Ap.J.- 1979.- V.228,No.2.- P.684.

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