

0-772625

На правах рукописи

УСТЮЖАНИНА Татьяна Николаевна

**ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА
БАКАЛАВРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ
НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИОННОГО ПОДХОДА**

13.00.08 – теория и методика профессионального образования

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Казань – 2008

Работа выполнена в ГОУ ВПО
«Казанский государственный технологический университет»

Научный руководитель	доктор педагогических наук, профессор Журбенко Лариса Никитична
Официальные оппоненты:	доктор педагогических наук, профессор Мерлина Надежда Ивановна кандидат педагогических наук, доцент Щербаков Виктор Степанович
Ведущая организация	ГОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет»

Защита состоится « 26 » ноября 2008 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.080.04 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора педагогических наук по специальности 13.00.08 – теория и методика профессионального образования при ГОУ ВПО «Казанский государственный технологический университет» по адресу: 420015, РТ, г. Казань, ул. К. Маркса, 68.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Казанский государственный технологический университет».

Автореферат разослан « 25 » октября 2008 г.

Электронная версия автореферата размещена на официальном сайте ГОУ ВПО «Казанский государственный технологический университет» « 15 » октября 2008 г.

Режим доступа: <http://www.kstu.ru>

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат педагогических наук, доцент

Т.А.Старшинова

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000510505

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Введение двухуровневой системы (бакалавр – магистр) высшего профессионального образования предполагает новые подходы к формированию его содержания, технологиям обучения, дидактическим методам контроля качества и результативности обучения. Результаты обучения в профессиональном образовании рассматриваются в компетентностном формате. Профессиональная компетентность бакалавра технологического направления определяется уровнем подготовленности к профессиональной деятельности, обусловленным глубокими фундаментальными знаниями и профессиональными навыками. В условиях всеобщей информатизации и компьютеризации бакалавр техники и технологии должен не только знать о новейших достижениях, научных разработках и передовых технологиях, но и свободно ориентироваться в современных информационных системах и программных средствах, широко использующих аппарат математики и методы математического моделирования.

В этой связи качественная математическая подготовка бакалавра, отвечающая требованиям прикладной направленности образования, является ключевой составляющей профессиональной подготовки и определяет уровень готовности бакалавра к успешной работе в профессиональной среде. В программах ГОС ВПО III поколения предусматривается выделение базовой и вариативной дисциплин математического образования бакалавров. Вместе с тем, недостаток учебного времени на фоне непрерывного роста научной информации противоречит необходимости качественной подготовки бакалавров технологического направления. Инновации в подготовке бакалавров настоятельно требуют внедрения в процесс обучения математике информационно-компьютерных технологий, привлечения информационных систем и программных средств.

Большинство крупнейших вузов, в частности, технических и технологических университетов, расширяя географию своей образовательной деятельности, создает систему удаленных структурных подразделений – филиалов и представительских пунктов. Возникает проблема разработки эффективных технологий обучения, учитывающих особенности и ограничения реального образовательного процесса в филиале технологического университета и позволяющих оптимизировать учебный процесс без ущерба его качеству. В определенном смысле требуется оптимизация математической подготовки бакалавров технологического направления с использованием информационно-компьютерных технологий, особенно при изучении прикладных глав математики, имеющих профессионально важное значение.

В многочисленных трудах педагогов-исследователей раскрыты различные подходы к решению указанных вопросов. Задачи интенсификации процесса обучения изучались в работах И.И.Волкова, Е.И.Пассова, И.В.Трайнева, В.Ф.Шаталова. Проблемы оптимизации и оптимизационного подхода к учебному процессу сформулированы и раскрыты в работах В.А.Андреева, Ю.К.Бабанского, А.Н.Бурова, В.С.Ильина, Г.И.Кириловой, Ф.Ф.Королева, В.В.Кравецкого, М.М.Потапашника. Решение проблем интеграции процесса обучения посвящены исследования А.П.Беляевой, Ю.К.Дика, В.С.Кабакова, А.Н.Лейбовича, З.А.Мальковой. Концепция информатизации и компьютеризации образования раскрыта в работах Б.С.Гершунского, А.П.Ершова, А.М.Зиминой, В.А.Извозчикова, К.К.Колыгина, М.П.Лапчикова, Е.И.Машбица.

Вопросы фундаментализации профессионального образования специалистов в технологическом университете изучались В.В.Кондратьевым, индивидуализации учебной деятельности – А.А.Кирсановым. Работы А.Д.Александрова, П.С.Александрова, В.С.Владимирова, Л.И.Колмогорова, Л.Д.Кулдривцева, Н.И.Мерлиной, Л.С.Понрягина, С.Л.Соболева, А.И.Тихонова посвящены формированию содержания математических дисциплин, а также выбору рациональных путей обучения математике. Многопрофильная математическая подготовка в технологическом университете изучалась Л.Н.Журбенко, С.П.Нуриевой. Вопросам углубленной математической подготовки посвящены диссертационные исследования Р.Н.Заринова, М.А.Люстига.

Наибольшее количество работ по внедрению современных информационно-компьютерных и телекоммуникационных технологий посвящено вопросам проектирования технологий в выс-

шей школе (Е.М.Ахметханова, В.П.Беспалько, И.Г.Захарова, Г.В.Ившина, С.Н.Медведева, Е.С.Полат, И.В.Роберт, Т.Л.Шапошникова). Весомый вклад в развитие методов педагогического тестирования внесли ученые В.С.Аванесов, М.И.Ерещкий, Е.Н.Лебсдева, А.Н.Майоров, Е.А.Михайлычев, В.И.Михеев, В.Д.Шадриков.

В указанных работах закладываются основы для формирования оптимизационного подхода к математической подготовке бакалавров. Однако проблемы применения информационно-компьютерных технологий в аспекте оптимизационного подхода к математической подготовке бакалавров технологического направления, особенно при изучении прикладных глав математики, не рассматривались.

Необходимо преодолеть противоречия между дефицитом аудиторного времени, постоянно увеличивающейся скоростью появления новой информации и получением качественных знаний; трудностью в понимании содержания прикладных глав курса математики и необходимостью обеспечить их усвоение для удовлетворения профессиональных интересов направлений и профилей.

Использование информационных систем и программных средств, с одной стороны, требует пересмотра содержания обучения и решения проблемы сочетания информационно-компьютерных технологий с традиционными формами и методами обучения, с другой, – позволит реализовать социальные требования к выпускникам технологических университетов и перевести выявленные ранее противоречия в разряд принципиально разрешимых.

Анализ научно-методических исследований свидетельствует о наличии существенных противоречий:

- между возможностями компьютерного обучения и отсутствием системы применения информационно-компьютерных технологий в изучении прикладных глав математики для бакалавров в условиях технологического университета и его филиалов;
- между необходимостью использования программных средств при решении инженерных задач с помощью математического моделирования и практическим отсутствием их применения в прикладном математическом обучении бакалавров технологического направления.

Этот комплекс противоречий конкретизируется в **противоречие** между необходимостью применения оптимизационного подхода к изучению прикладных глав математики в технологическом университете и неразработанностью содержания и дидактического процесса прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления с использованием информационно-компьютерных технологий.

Прикладной математической подготовкой бакалавров технологического направления назovem составляющую математической подготовки, содержание которой определяет интегрированный комплекс прикладных глав математики и соответствующих компьютерных средств. Содержание такой подготовки будет соответствовать вариативной дисциплине математического образования бакалавров в аспекте государственных образовательных стандартов III поколения.

Проблема исследования: каковы содержание и дидактический процесс прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления, проектируемые в соответствии с оптимизационным подходом на основе информационно-компьютерных технологий с целью обеспечения сформированности прикладной математической компетентности.

Цель исследования: разработать модель, спроектировать содержание и дидактический процесс прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления, основанной на оптимизационном подходе и использующей преимущества информационно-компьютерных технологий, для обеспечения сформированности прикладной математической компетентности.

Объект исследования: профессиональная подготовка бакалавров технологического направления.

Предмет исследования: содержание и дидактический процесс прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления в аспекте оптимизационного подхода.

Гипотеза исследования. Математическая подготовка бакалавров технологического направления будет более успешной, если:

1) на основе оптимизационного подхода разработана дидактическая модель прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления, целью которой является формирование при наименьших временных затратах *прикладной математической компетентности*, предполагающей овладение прикладными математическими методами на уровне, достаточном для решения прикладных инженерных задач с помощью компьютерных средств;

2) содержание прикладной математической подготовки спроектировано в соответствии с принципами компетентностной направленности и интеграции, предусматривающими интеграцию прикладных математических методов с их компьютерной реализацией с учетом профессиональной направленности при генерализации содержания прикладных глав;

3) дидактический процесс прикладной математической подготовки разработан по технологической схеме в соответствии с принципами интенсификации и концентрации, включает специальные формы организации обучения и контроля, использующие информационно-компьютерные технологии, с мониторингом формирования прикладной математической компетентности на основании выбранных критериев качества.

В соответствии с целью, предметом и выдвинутой гипотезой определены следующие **задачи исследования:**

1) определить предпосылки оптимизации и сформулировать задачи использования информационно-компьютерных технологий в математической подготовке бакалавров в условиях образовательной деятельности технологического университета;

2) разработать и обосновать дидактическую модель прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления в соответствии с оптимизационным подходом на основе информационно-компьютерных технологий;

3) определить структуру и содержание прикладной математической подготовки в условиях интеграции прикладных математических методов с их компьютерной реализацией при генерализации содержания прикладных глав;

4) осуществить проектирование и реализацию дидактического процесса прикладной математической подготовки на основе принципов интенсификации и концентрации с использованием информационно-компьютерных технологий и соответствующего учебно-методического обеспечения;

5) экспериментально проверить сформированность прикладной математической компетентности бакалавров второго года обучения в филиале технологического университета.

Методологическую основу исследования составляют идеи:

- теории оптимизации и оптимизационного подхода к процессу обучения (В.А.Андреев, Ю.К.Бабанский, В.С.Ильин, Ф.Ф.Королев, М.М.Поташник);

- информатизации и компьютеризации образования (А.П.Ершов, Б.С.Гершунский, А.М.Зимин, К.К.Коллин, Е.И.Машбид, И.В.Роберт, Н.Ф.Гальзина);

- компетентностного подхода (И.А.Банько, Н.В.Борисова, А.А.Верблицкий, И.А.Зимняя, М.А.Петухов, Дж.Равен);

- индивидуализации и личностно-ориентированного подхода (А.С.Границкая, Ф.Ф.Зеер, А.А.Кирсанов, В.В.Сериков, И.Э.Унт, В.Д.Шадриков);

- теоретических основ проектирования подготовки специалистов в техническом вузе (Л.И.Урьев, В.Г.Иванов, А.М.Кочнев, Ю.Г.Татур, Д.В.Чернилевский);

- отбора содержания математического образования (Б.В.Гнеденко, Л.Д.Кудрявцев, Д.Пойя, А.Г.Постников, Г.И.Саранцев, В.А.Тестов, А.Н.Тихонов, П.М.Эрдниев);

- модульного и концентрированного обучения (С.Я.Батышев, Г.И.Ибрагимов, В.В.Краевский, И.Я.Лернер, М.А.Чошанов, П.А.Юцявичене);

- активизации и интенсификации обучения (И.П.Волков, Е.И.Пасов, И.В.Трайнев, В.Ф.Шаталов).

В соответствии с избранной методологией для решения поставленных задач и проверки гипотезы были использованы следующие **методы исследования**:

- теоретические методы: системный анализ психолого-педагогической литературы по тематике исследования; анализ учебно-программной документации и других нормативных документов, регламентирующих требования к уровню усвоения профессиональных знаний, умений и навыков для бакалавров технологического направления;
- дидактическое проектирование и педагогический эксперимент, показавшие эффективность разработанной дидактической модели прикладной математической подготовки в соответствии с оптимизационным подходом;
- эмпирические методы: педагогическая диагностика, анализ результатов проверки остаточных знаний, текущего (тестовый контроль, контрольные работы) и итогового контроля (зачет, экзамен), анкетирование;
- методы математической статистики, обеспечивающие согласованность и достоверность полученных данных исследования.

Экспериментальная база и основные этапы исследования. Теоретико-экспериментальное исследование осуществлялось в три этапа. Основная база исследования – институты: инженерный химико-технологический и пищевых производств и биотехнологии Волжского филиала Казанского государственного технологического университета (ВФ ГОУ ВПО «КГТУ»). Эксперимент проводился в процессе изучения студентами второго курса дисциплины «Математика» с последующей проверкой результатов после завершения курса. В эксперименте участвовало 95 студентов.

На первом этапе (2004-2005 г.г.) – *подготовительном* – изучалась философская, психолого-педагогическая и методологическая литература по проблеме исследования. Сформулированы цель, задачи и гипотеза исследования. Изучались теоретические основы и предпосылки для формирования содержания и дидактического процесса прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления.

На втором этапе (2005-2007 г.г.) – *формирующем* – разрабатывалась модель прикладной математической подготовки, проектировалась её структура, содержание и технология реализации в соответствии с оптимизационным подходом. Проведена опытно-экспериментальная работа по реализации прикладной математической подготовки, апробированы результаты исследования. Оценивались уровни сформированности прикладной математической компетентности бакалавров в экспериментальной и контрольной группах. Подготовлены и изданы учебно-методические пособия, отражающие содержание прикладной математической подготовки.

На третьем этапе (2007-2008 г.г.) – *корректирующем и завершающем* – анализировались и статистически обрабатывались данные, полученные в ходе формирующего эксперимента; обобщались результаты исследования; формулировались основные выводы; оформлялся материал диссертационного исследования.

Обоснованность и достоверность результатов исследования обеспечивались опорой на фундаментальные исследования в области педагогики профессионального образования, теории и методики математического образования, признанные положения и широко апробированные методики тестирования, опыт кафедры высшей математики КГТУ и собственный опыт работы в качестве преподавателя математики в Волжском филиале КГТУ, данными экспериментальной проверки эффективности прикладной математической подготовки.

Научная новизна исследования заключается в том, что разработана дидактическая модель прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления на основе оптимизационного подхода с использованием информационно-компьютерных технологий. В соответствии с проектами ГОС ВПО III поколения содержание прикладной математической подготовки будет соответствовать содержанию дисциплины вариативной части математической подготовки бакалавров. Оптимизационный подход направлен на достижение качества математической подготовки (*критерий k*) в аспекте формирования прикладной математической компетентности

(критерий R) при минимизации временных затрат (t): $k = f(R, t) \rightarrow \text{extr}$
($k_{\text{extr}} = \max \min_R f(R, t)$), где оператор f – форма связи, выступающая как алгоритм действия в зависимости от выбора принципов, правил формирования содержательной и процессуальной частей дидактической модели прикладной математической подготовки. Реализация оптимизационного подхода в содержательной части дидактической модели основана на принципах *компетентностной направленности и интеграции*, которые предусматривают внедрение информационно-компьютерных технологий в целостную систему прикладных математических методов для обеспечения формирования прикладной математической компетентности бакалавра как способности применять методы математического моделирования в их компьютерной реализации при решении прикладных инженерных задач. В процессуальной части дидактической модели принципы *концентрации и интенсификации* способствуют эффективной организации дидактического процесса с использованием компьютерных средств для решения прикладных инженерных задач и информационно-компьютерных технологий для представления информации и контроля.

Теоретическая значимость исследования.

1. Содержание прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления, разработанное на основе прикладных глав математики в условиях интеграции математических методов с их компьютерной реализацией при генерализации содержания, отражает их профессиональную значимость и потребность профессиональных дисциплин в соответствии с компетентностной направленностью современного высшего образования.

2. Проектирование дидактического процесса прикладной математической подготовки с применением специальных форм организации математической подготовки осуществлено по технологической схеме, учитывающей использование информационно-компьютерных технологий: *интегрированная лекция* → *комбинированное практическое занятие* → *лабораторный практикум* → *интегрированные формы контроля*. Предусмотрено максимальное использование аудиторных занятий с применением специально разработанного учебно-методического сопровождения при минимизации внеаудиторной работы студентов. Педагогический мониторинг на основании критериев сформированности прикладной математической компетентности позволяет реализовать оптимизационный подход.

Практическая значимость исследования заключается в том, что на основе дидактической модели разработаны: технологическая схема прикладной математической подготовки; учебно-методический комплекс дисциплины «Математика», включающий отдельным блоком разделы по прикладной математической подготовке (рабочие программы с инвариантными и вариативными модулями, календарно-тематические планы подготовки бакалавров направления 150600 «Материаловедение и технология новых материалов»); учебно-методические пособия, позволяющие интегрировать математические методы с их компьютерной реализацией; пакет программных вариантов тестов по профессионально значимым модулям учебной программы.

Апробация и внедрение. Результаты исследования внедрены в учебный процесс Волжского филиала Казанского государственного технологического университета. Ход и результаты исследования обсуждались на заседаниях кафедры высшей математики КГТУ, на научно-методическом семинаре кафедры методики преподавания математики Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова; докладывались на XIII Международной конференции «Математика. Экономика. Образование» в г.Новороссийске (2005г.), на XIV Международной конференции «Математика. Экономика. Образование» в г.Новороссийске (2006г.), на XV Международной конференции «Математика. Образование» в г.Чебоксары (2007г.), на XXI Международной конференции «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-21» (2008г.), на Всероссийской интернет-конференции «Учитель российской школы – ключевая фигура модернизации образования» (2008г.).

По теме диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 4 учебно-методических пособия.

На защиту выносятся:

1) дидактическая модель прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления, нацеленная на формирование прикладной математической компетентности, разработанная на основе оптимизационного подхода с использованием информационно-компьютерных технологий;

2) содержание прикладной математической подготовки, разработанное на основе прикладных глав математики, определяемых профессиональной значимостью, при их генерализации в условиях интеграции математических методов с их компьютерной реализацией;

3) методика организации дидактического процесса прикладной математической подготовки в соответствии с принципами интеграции, интенсификации, концентрации и компетентностной направленности по разработанной технологической схеме с мониторингом, реализующим оптимизационный подход на основании критериев формирования прикладной математической компетентности, и применением специально разработанного учебно-методического обеспечения.

Структура диссертационной работы. Диссертация объемом 227 страниц состоит из введения, двух глав, заключения, библиографического списка (154 наименований), 7 приложений. Основное содержание диссертации изложено на 176 страницах, включает 14 таблиц и 22 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность исследования; формулируются проблема, цель, объект, предмет, гипотеза исследования; определяются задачи и методы исследования; охарактеризованы новизна, теоретическая и практическая значимость исследования; сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Теоретические основы прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления» на основе изучения предпосылок оптимизации математической подготовки и анализа задач использования в ней информационно-компьютерных технологий разрабатывается дидактическая модель прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления на основе оптимизационного подхода с использованием информационно-компьютерных технологий.

Предпосылки оптимизации математической подготовки бакалавров технологического направления (в контексте перехода российского образования к двухуровневой системе) связаны с необходимостью качественного изучения прикладных глав математики для их применения в решении профессиональных задач с целью формирования профессиональной компетентности при дефиците времени, обостряющемся при переходе к четырехлетнему обучению бакалавров, и предполагают использование информационно-компьютерных технологий.

Оптимизационный подход является общенаучным и методологическим подходом, связанным с оптимальным управлением процессами развития. В педагогике его основой является теория оптимизации учебного процесса Ю.К.Бабанского и его последователей (В.А.Андреев, А.Д.Алферов, В.С.Ильин, Ф.Ф.Королев, И.М.Косоножкин, Т.А.Мамигонова, Г.А.Победоносцев, Т.С.Полякова, М.М.Потапник, А.П.Притыко). М.М.Потапник определяет оптимизационный подход как совокупность принципов, которые нацеливают все компоненты педагогической деятельности и систему, ими образуемую, на достижение оптимальных результатов оптимальными средствами, причем минимизация затрат времени является важным критерием оптимальности.

В условиях филиала технологического университета, вследствие ряда особенностей организации учебного процесса, оптимизационный подход является наиболее важным. За отведенные временные рамки весьма затруднительно раскрыть всю полноту и насыщенность математического содержания, особенно в аспекте его прикладного значения.

Математическая подготовка бакалавров технологического направления осуществляется в первые два года обучения (первые 3-4 семестра). На первом курсе изучаются общие (базовые) разделы математики, имеющие как общеобразовательное значение, так и прикладное, а на втором – прикладные разделы, определяемые профессиональной значимостью.

Основными задачами использования информационно-компьютерных технологий в математической подготовке бакалавров являются: использование информационно-компьютерных технологий для представления обучающей информации; применение компьютерных (программных) средств при изучении прикладных глав математики; применение информационно-компьютерных технологий для контроля качества математических знаний и умений.

Введено понятие *прикладной математической подготовки* (ПМП) как составляющей математической подготовки бакалавров технологического направления, содержание которой определяют прикладные главы математики и в процессе которой формируются умения применения математических методов для решения прикладных инженерных задач с использованием программных средств. ПМП направлена на формирование прикладной математической компетентности (ПМК) – ключевой составляющей профессионально-прикладной математической компетентности (ППМК), разработанной Л.Н.Журбенко. Проектами ГОС ВПО III поколения предусматривается выделение базовой и вариативной дисциплин математического образования бакалавров. В соответствии с этими проектами сформированность ПМК должна быть достигнута в процессе изучения вариативной дисциплины математического образования.

Системообразующим фактором ПМП бакалавров технологического направления выступает *оптимизационный подход*, определяющий её цель: достижение наилучшего результата обучения (*критерия R*), характеризуемого сформированностью ПМК при минимизации временных затрат (*t*): $k = f(R, t) \rightarrow \text{extr}$, где k – критерий качества ($k_{\text{opt}} = \max_R \min_t f(R, t)$).

Оптимизация математической подготовки включает систему взаимосвязанных содержательных, организационных и методических мероприятий, связанных с внедрением в учебный процесс информационно-компьютерных технологий и программных средств.

В соответствии с оптимизационным подходом разработана *дидактическая модель прикладной математической подготовки* бакалавров технологического направления, опирающейся на принципы *компетентностной направленности, интеграции, интенсификации и концентрации*.

Принцип компетентностной направленности необходим для достижения поставленной цели и получения предполагаемого результата – формирования ПМК бакалавра технологического направления.

Принцип интеграции позволяет осуществить внедрение информационно-компьютерных технологий в целостную систему прикладных математических методов с усилением роли межпредметных связей.

Принцип концентрации, реализуемый в *содержательной* части, предусматривает её генерализацию («сжатие») учебной информации). С другой стороны, *процессуальная* составляющая прикладной математической подготовки предполагает наличие временной концентрации – укрупнения учебного дня. Основной организационной единицей становится учебный блок: лекция, практическое занятие, самостоятельная работа, контроль.

Принцип интенсификации, рассматриваемый как неотъемлемая часть оптимизации математической подготовки, с *процессуальной* стороны предусматривает максимально эффективное использование аудиторных занятий при минимизации внеаудиторной работы студентов, а также увеличение числа контрольных точек при минимизации временных затрат преподавателя. С другой стороны, интенсификация требует перестройки *содержательной* части прикладной математической подготовки, содержания изучаемого материала, изменения оснащения занятий, ориентируется на информационно-компьютерные технологии, внедряемые в учебный процесс. Наиболее существенным признаком интенсификации содержания следует считать сопровождение учебной деятельности соответствующим учебно-методическим обеспечением, представленном в электронном и бумажном вариантах.

Дидактическая модель прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления представлена на рис. 1.

Прикладная математическая подготовка

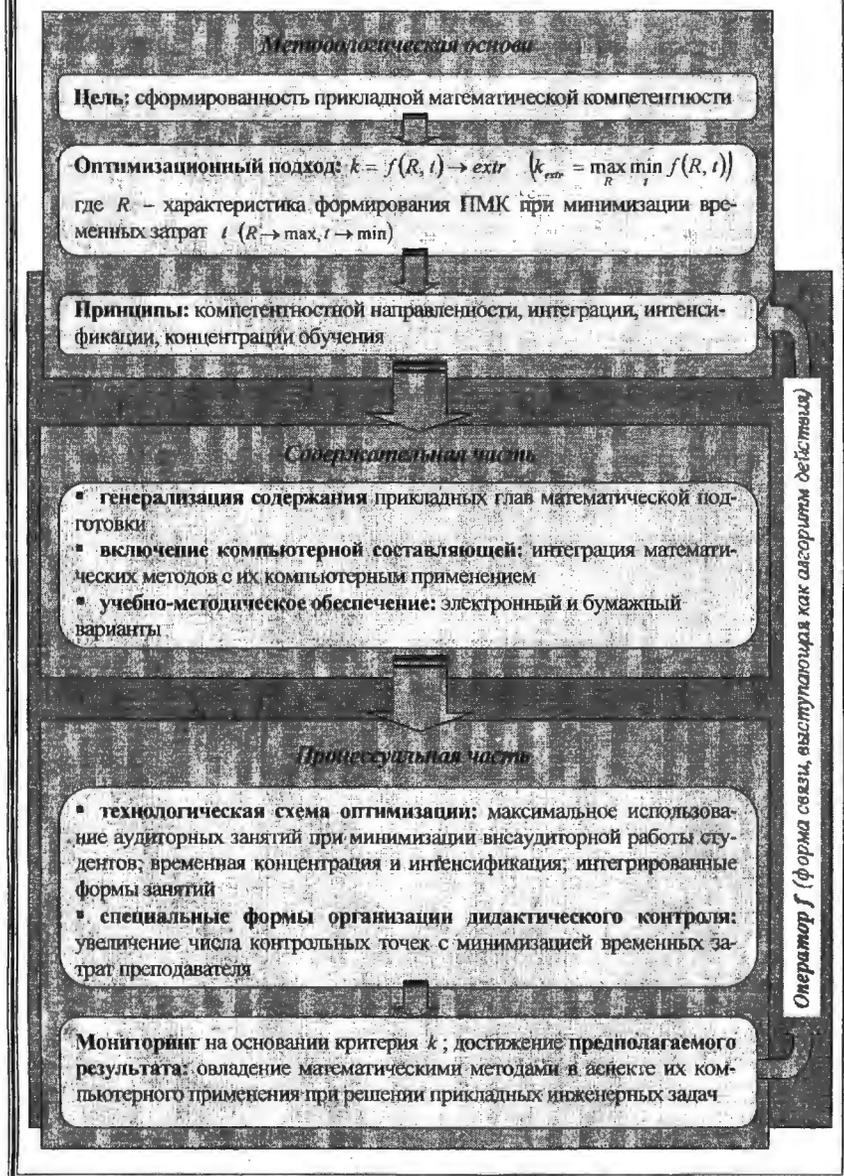


Рис. 1. Дидактическая модель прикладной математической подготовки

Содержательную часть модели определяют содержание ПМП, компьютерная составляющая и учебно-методическое обеспечение, отражающие данное содержание в соответствии с поставленной целью, оптимизационным подходом и опирающимися на него принципами.

Процессуальная часть модели предусматривает организацию дидактического процесса ПМП с позиций выбранных принципов на основе применения информационно-компьютерных технологий по разработанной технологической схеме.

Принципы, содержательная и процессуальная части дидактической модели определяют оператор f , который совершенствуется в процессе мониторинга на основании критерия k , связанного с оценкой достижений студентов в соответствии с формированием прикладной математической компетентности.

Во второй главе «Содержание и дидактический процесс прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления» осуществлено проектирование содержания и дидактического процесса ПМП; приведены результаты, подтверждающие её эффективность.

Содержание ПМП как составляющей математической подготовки бакалавров технологического направления (рис. 2) представлено прикладными главами математики, изучение которых предусмотрено на втором курсе в технологическом университете с использованием программных средств.

На первом курсе студентами изучаются общие (базовые) разделы математики, включающие в себя необходимый объем конкретных математических понятий и методов, исполняющих роль проводника к последующим прикладным знаниям. Общие разделы математики (линейная алгебра, аналитическая геометрия, дифференциальное (ДИФОП) и интегральное исчисление функций одной переменной (ИИФОП), обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ)) являются основой формирования содержания прикладной математической подготовки.

Прикладные главы математики для бакалавров технологического направления представлены модулями, включающими разделы дифференциального (ДИФНП) и интегрального исчисления функций нескольких переменных (ИИФНП), векторного анализа, теории числовых и функциональных рядов, уравнений математической физики (УМФ), теории вероятностей (ТВ) и математической статистики (МС), дискретной математики и линейного программирования (ЛП). Оптимизационный подход к формированию содержания ПМП заключается в генерализации учебного материала модулей за счет прослеживания логических связей, использования логических схем, конкретизации содержания с учетом потребностей направлений при включении в содержание освоения программной поддержки данных модулей.

Методика комплектования содержания ПМП включает ряд пунктов: выявление внутренних логических связей прикладных глав математики и внешних – с содержанием общей математической подготовки и профессиональными дисциплинами; анализ результатов профессиональной

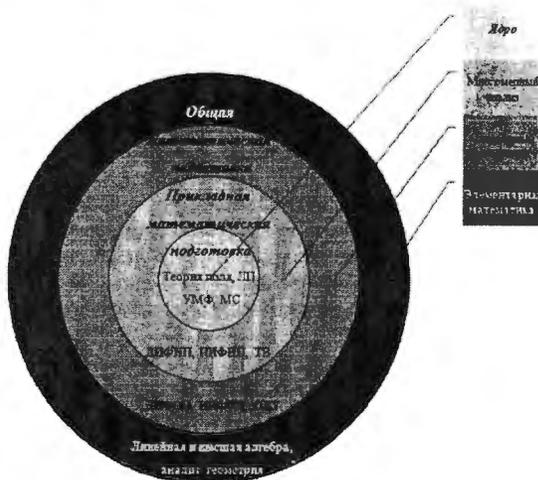


Рис. 2. Структурированное содержание математической подготовки

деятельности, связанных с реализацией прикладной направленности математической подготовки; оптимальный отбор объема учебного материала прикладных глав с генерализацией содержания (модульное представление; определение по каждому модулю объема знаний и умений с использованием «сжатия» информации) при интеграции с соответствующими компьютерными средствами (дополнение программными средствами с распределением по лекциям и практическим занятиям; разработка специального учебно-методического обеспечения). «Сжатие» учебной информации по каждому модулю заключается в замене ряда доказательств правдоподобными рассуждениями, использовании логических связей с предыдущими модулями, «сжатии» теоретических выкладок за счет использования аналогии. В результате возможно дополнение содержания решением прикладных инженерных задач с использованием программных средств MathCAD и Excel.

Методика организации дидактического процесса проектируется нами на основе принципов интеграции, концентрации и компетентностной направленности по технологической схеме (рис. 3): *интегрированная лекция* с демонстрацией практических возможностей программных средств → *комбинированное практическое занятие* (решение задач с применением программных средств) → *лабораторный практикум* (компьютерное практическое занятие с элементами контроля) → *интегрированные формы контроля* (входной, текущий (на основе применения информационно-компьютерных технологий), экзамен). Предусматривается максимальное использование аудиторных занятий с применением специально разработанного учебно-методического сопровождения при минимизации внеаудиторной работы студентов.

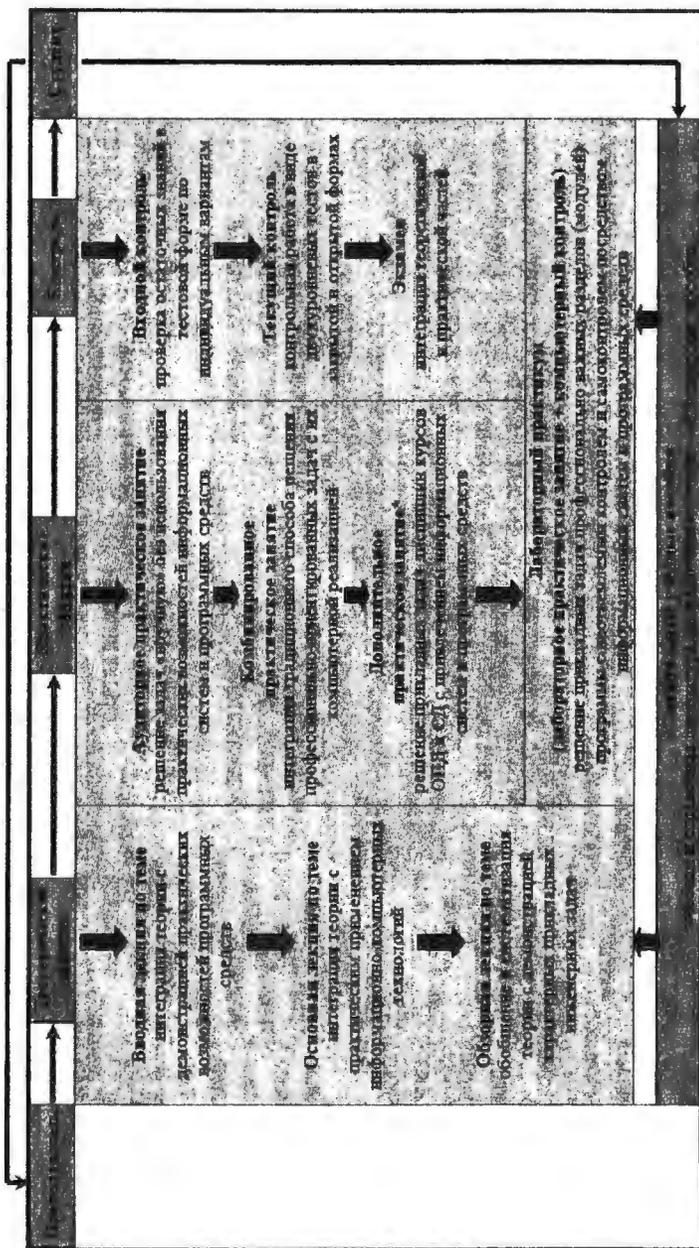
С целью установления эффективности разработанной нами прикладной математической подготовки студентов второго курса филиала технологического университета в аспекте сформированности прикладной математической компетентности с 2005 по 2008 г.г. проводился педагогический эксперимент. Экспериментальной базой являлся Волжский филиал Казанского государственного технологического университета. Эксперимент проводился в процессе изучения дисциплины «Математика», преподаваемой студентам второго курса, обучающимся по технологическим направлениям.

Основная цель экспериментального исследования – проверка сформированности прикладной математической компетентности в результате реализации дидактического процесса прикладной математической подготовки бакалавров в филиале технологического университета в соответствии с разработанной дидактической моделью.

Проведенная проверка остаточных знаний студентов по дисциплине «Математика» показала в более 50% неудовлетворительный результат. В течение двух лет нами были отобраны по группе студентов второго курса, обучающихся по направлению 150600 «Материаловедение и технология новых материалов» (студенты (I)) и по группе студентов, обучающихся по направлению 260100 «Технология пищевых производств» (студенты (II)). Сравнение результатов входного контроля базовых знаний перед изучением прикладных глав с помощью статистических методов показало равноценность выбранных групп.

В контрольных группах по традиционной методике проводились классические лекционные и аудиторные практические занятия. В экспериментальных группах обучение проводилось в соответствии с дидактической моделью ПМП. Изучение дисциплины во всех группах завершалось проверкой остаточных знаний – итоговым контролем.

Для характеристики качества ПМП (*критерий k*) использовался индивидуальный коэффициент студента $k_{ст} = \frac{отм_{ст}}{100}$, где $отм_{ст}$ – итоговая отметка (количественный аналог оценки) студента за второй курс, аккумулирующая 10 отметок, определяемых по 10-балльной системе. Итоговая отметка включает промежуточные результаты изучения профессионально важных разделов, а также результаты входного контроля базовых знаний и итогового контроля остаточных знаний.



* – занятия, отведенные рабочей программой на самостоятельную работу студентов (СРС)

Рис. 3. Технологическая схема прикладной математической подготовки

Коэффициент k_{cm} учитывает овладение прикладными математическими методами с интеграцией программных средств и определяет сформированность прикладной математической компетентности. Для оценки уровней овладения прикладными математическими методами использовались уровни обученности, введенные Л.Н.Журбенко. *I уровень* ($0 < k_{cm} < 0,5$) – очень низкий (неудовлетворительное овладение). Решение простых прикладных стандартных задач без применения компьютерных средств. *II уровень* ($0,5 \leq k_{cm} < 0,7$) – низкий (удовлетворительное овладение). Решение простых прикладных стандартных задач с частичным применением компьютерных средств. *III уровень* ($0,7 \leq k_{cm} < 0,9$) – средний (хорошее овладение). Решение прикладных стандартных задач, применение компьютерных средств в их решении. *IV уровень* ($0,9 \leq k_{cm} \leq 1$) – высокий (отличное овладение). Решение прикладных задач с нестандартным компонентом, применение компьютерных средств в их решении. *V уровень* ($k_{cm} > 1$) – очень высокий (творческое овладение). Применение информационно-компьютерных технологий в различных видах учебной деятельности: при решении нестандартных задач, при написании рефератов и докладов, при подготовке научных материалов конференций, круглых столов и семинаров. Подтверждено, что сформированность прикладной математической компетентности достигается при $k_{cm} \geq 0,75$. Педагогический мониторинг формирования прикладной математической компетентности осуществлялся путем составления диагностических карт групп по текущим баллам студентов.

В результате коэффициент $k_{cm} \geq 0,75$ имеют 75% студентов (I) и 79% студентов (II), что свидетельствует об эффективности реализации дидактического процесса прикладной математической подготовки (рис. 4).

Заключительный этап исследования включал в себя обобщение и анализ полученной в ходе эксперимента информации. Расчеты основных показателей овладения прикладными математическими методами (индивидуальных, групповых) позволили сделать объективные выводы об эффективности внедрения в дидактический процесс разработанной модели прикладной математической подготовки бакалавров технологического направления.

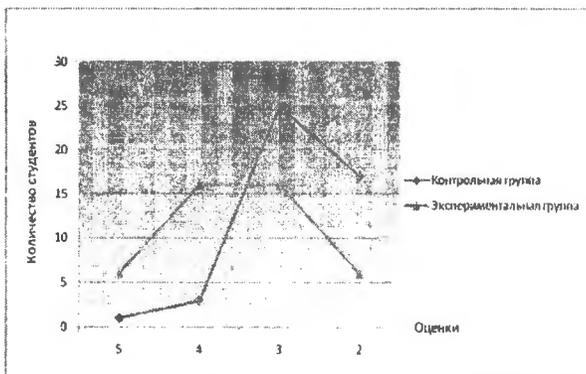


Рис. 4. Полигоны частот для итоговых результатов КГ и ЭГ

Сравнение окончательных результатов контрольной и экспериментальной групп проводилось по результатам итогового контроля в тестовой форме, учитывающим знания и умения по прикладным главам.

В качестве критерия статистической проверки (табл. 1) используем случайную величину

$$Z = \frac{|\bar{x}_{КГ} - \bar{x}_{ЭГ}|}{\sqrt{\frac{D_{КГ}}{n} + \frac{D_{ЭГ}}{m}}}, \text{ где } n \text{ и } m \text{ – число студентов в контрольной и экспериментальной группах,}$$

$\bar{x}_{КГ}$ и $\bar{x}_{ЭГ}$ – выборочные средние для контрольной и экспериментальной групп, $D_{КГ}$ и $D_{ЭГ}$ – дисперсии для контрольной и экспериментальной групп.

Таблица 1.
Расчет параметров распределения для КГ и ЭГ

Оценка	Входной контроль		Итоговый контроль	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
5	0	0	1	6
4	4	6	3	16
3	19	17	25	16
2	23	21	17	6
\bar{x}	2,586956522	2,659090909	2,739130435	3,5
D	0,416351607	0,497417355	0,4536862	0,795454545

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ и $Z_{крит} = 1,64$ имеем $Z_{набл. эк.} < Z_{крит}$ и $Z_{набл. итог.} > Z_{крит}$, т.е. результат подтверждает полученные ранее выводы о том, что первоначальные различия групп по входному контролю несущественны и значительно отличаются результаты итогового контроля экспериментальной и контрольной групп.

Результаты эксперимента, оформленные в виде таблиц и гистограмм, подтвердили эффективность прикладной математической подготовки и позволили внедрить её на втором курсе Волжского филиала Казанского государственного технологического университета.

В заключении обобщены результаты исследования и изложены основные выводы.

1. Прикладная математическая подготовка представляет собой составляющую математической подготовки бакалавров технологического направления, структуру и содержание которой определяет интегрированный комплекс прикладных глав математики и соответствующих компьютерных средств. Целью ПМП является формирование прикладной математической компетентности – овладение прикладными математическими методами на уровне, достаточном для решения прикладных инженерных задач с помощью программных средств. В соответствии с проектами ГОС ВПО III поколения содержание ПМП будет соответствовать вариативной дисциплине математического образования бакалавров.

2. Дидактическая модель ПМП основана на оптимизационном подходе: $k = f(R, t) \rightarrow \text{ext}$, где R – характеристика сформированности прикладной математической компетентности при минимизации временных затрат t ($R \rightarrow \text{max}$, $t \rightarrow \text{min}$), оператор f – форма связи, выступающая как алгоритм действия в соответствии с принципами компетентностной направленности, интеграции, интенсификации и концентрации.

3. Содержание ПМП разработано на основе интеграции прикладных математических методов с соответствующими компьютерными средствами при генерализации содержания прикладных глав математики, определяемых профессиональной значимостью.

4. Дидактический процесс ПМП реализован по технологической схеме, включающей комбинированные формы занятий, временную концентрацию, использование компьютерных средств при решении прикладных задач, мониторинг на основании критериев формирования прикладной математической компетентности с применением информационно-компьютерных технологий.

5. Эффективность ПМП была подтверждена в ходе педагогического эксперимента, что позволило внедрить её в учебный процесс изучения студентами второго курса дисциплины «Математика» Волжского филиала Казанского государственного технологического университета.

Основные положения диссертации отражены в 13 опубликованных работах.

Статьи в рецензируемых журналах и изданиях, рекомендованных ВАК

1. Устюжанина, Т.Н. Оптимизация математической подготовки студентов в условиях образовательной деятельности филиала технологического университета / Т.Н.Устюжанина, Ю.А.Горшкова, Л.Н.Журбенко // Вестник Чувашского университета. – 2006. – №5. – С. 279-287.

Статьи в журналах и сборниках материалов научных конференций

2. Устюжанина, Т.Н. Математика в филиале технологического университета малого города: проблемы и перспективы / Т.Н.Устюжанина // Жить в XXI веке. – Казань: КГТУ, 2005. – С. 48-49.

3. Устюжанина, Т.Н. Преподавание математики в технологическом университете / Т.Н.Устюжанина, Л.Н.Журбенко // Математика. Экономика. Образование. – Ростов-на-Дону, 2005. – С. 24.

4. Устюжанина, Т.Н. Математический практикум в среде MathCAD / Т.Н.Устюжанина, Л.Н.Журбенко // Математика. Экономика. Образование. – Ростов-на-Дону, 2006. – С. 257-258.

5. Устюжанина, Т.Н. Математический практикум в среде MathCAD / Т.Н.Устюжанина, Л.Н.Журбенко // Труды XIV Межд. конф. «Математика. Экономика. Образование», Ростов-на-Дону, 2006. – С. 247-252.

6. Устюжанина, Т.Н. К вопросу содержания прикладной математической подготовки / Т.Н.Устюжанина // Математика. Образование. – Чебоксары, 2007. – С. 103.

7. Устюжанина, Т.Н. Оптимизация математической подготовки в технологическом университете / Л.Н.Журбенко, Н.В.Никонова, С.Н.Нурисва, Т.Н.Устюжанина // Математические методы в технике и технологиях (ММТТ-20). – Ярославль, 2007. – С. 175-177.

8. Устюжанина, Т.Н. Информационные технологии в содержании прикладной математической подготовки [электронный ресурс] / Т.Н.Устюжанина // Учитель российской школы – ключевая фигура модернизации образования. 2008. – 4 с. – Режим доступа: <http://modern-obraz08.narod.ru/Works/Ustuzhanina.html>, свободный.

9. Устюжанина, Т.Н. Прикладная математическая подготовка бакалавров технологического направления: оптимизационный подход [электронный ресурс] / Т.Н.Устюжанина, Л.Н.Журбенко // Educational Technology & Society. 2008. – V.11. – №3. – 12 с. – Режим доступа: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>, свободный.

Учебно-методические работы

10. Устюжанина, Т.Н. Математический практикум в MathCAD: учебно-методическое пособие / Т.Н.Устюжанина, Л.Н.Журбенко. – Зеленодольск, 2006. – 92 с. (авт. – 74 с.)

11. Устюжанина, Т.Н. Математический практикум в MathCAD и Excel: учебно-методическое пособие / Т.Н.Устюжанина, Л.Н.Журбенко. – Зеленодольск, 2006. – 68 с. (авт. – 55 с.)

12. Устюжанина, Т.Н. Ряды и их приложения: учебно-методическое пособие / Т.Н.Устюжанина. – Зеленодольск, 2006. – 80 с.

13. Устюжанина, Т.Н. Интегрирование функций нескольких переменных: учебно-методическое пособие / Т.Н.Устюжанина. – Зеленодольск, 2008. – 74 с.

Сонскатель

Т.Н.Устюжанина

Заказ 305

Тираж 80 экз.