

0718219-1

На правах рукописи

МЕДВЕДЕВА Светлана Николаевна

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
"ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА"**

13.00.08 – теория и методика профессионального образования

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук**

Казань 2000

Работа выполнена в Казанском государственном техническом университете им. А. Н. Туполева.

Научные руководители:

Доктор педагогических наук,
профессор Иванов Ю.С.

Доктор технических наук
профессор Кожевников Ю.В.

Официальные оппоненты:

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
КФУ



0000947860

Доктор педагогических наук
доцент Журбенко Л.Н.

Кандидат педагогических наук
доцент Кириллова Г.И.

Ведущая организация – Казанский государственный педагогический университет

Защита состоится “29” ноября 2000 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 063.37.04 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора педагогических наук в Казанском государственном технологическом университете: 420039 г. Казань, ул. К. Маркса, д.68.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанского государственного технологического университета.

Автореферат разослан “ 28 ” октября 2000 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат педагогических наук

М. А. Агишева



АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ. В наше сложное переходное в новое тысячелетие время, характеризующееся глубокими внутренними процессами в развитии общества, перед высшей школой России в условиях социокультурных изменений выдвигается задача подготовки специалистов, обладающих высоким профессиональным и нравственно-духовным потенциалом, способных адаптироваться к меняющимся условиям труда и производства. Эти изменения находят отражение в новых государственных образовательных стандартах в виде квалификационных требований к подготовке и профессиональной деятельности специалистов и являются мощным стимулом обновления содержания, методов, средств и форм профессионального образования и воспитания.

Одним из решающих средств такого обновления являются компьютерные средства обучения и создаваемые на их основе электронные (компьютерные) учебники и учебные пособия. Последние в свою очередь являются основой компьютерных технологий обучения. Прочное овладение знаниями, выработка профессиональных умений, а также умений мыслить творчески и критически, ориентироваться в изменяющихся условиях рынка труда, сохраняя при этом нравственную и духовную устойчивость, во время обучения в вузе в ограниченные промежутки времени требуют активизации потенциальных возможностей студентов. Компьютерные технологии при разумной организации интенсифицируют процесс обучения, обеспечивают формирование глубоких знаний, выработку прочных умений и твердых навыков, а также вносят свой вклад в процесс воспитания будущего специалиста, в частности, при обучении профессиональным дисциплинам.

При подготовке выпускников специальности 010200 – «Прикладная математика и информатика» (инженеров-математиков), возникает проблема компьютерного обучения основным понятиям и методам профессиональных математических дисциплин с использованием современных компьютерных технологий обучения. В частности, при обучении математической статистике, вследствие специфики ее содержания, совершенно необходимо систематическое наглядное представление о влиянии случая на статистические выводы. Применение компьютерных технологий обучения является эффективным средством поддержки надлежащего уровня изучения этой дисциплины, так как в будущей профессиональной деятельности инженеров-математиков необходимо профессиональное владение и ясное понимание сути методов математической статистики, что определено в государственном образовательном стандарте специальности «Прикладная математика и информатика».

Целевая установка, уровень и объем дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика», составной частью которой является дисциплина «Математическая статистика», для специальности 010200 оп-

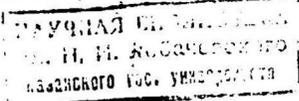
ределяются назначением подготовки специалистов данного профиля для конкретных областей их профессиональной деятельности. Разброс их достаточно велик: от исследовательской деятельности по созданию и использованию математических моделей процессов и объектов со случайными свойствами, по разработке и применению новых методов и программного обеспечения для автоматизированного решения статистических задач до эффективного применения существующих методов и алгоритмов. Для удовлетворения этих потребностей в процессе подготовки специалистов требуется соответствующее научно-методическое обеспечение в виде учебников, задачников, методических пособий по выполнению курсовых и лабораторных работ различного уровня сложности и глубины изложения учебного материала. Постановка этой дисциплины преподавателями кафедр соответствующих профилей приводит к многообразию подходов, в основу формирования которых могут быть положены широко известные учебники Е.С. Вентцель, В.В. Гнеденко, А.А.Боровкова, Г.И. Ивченко и Ю.В. Медведева и др. Однако эти учебники не имеют компьютерной поддержки процесса обучения и решения задач математической статистики. В связи с этим создание компьютерных технологий изучения и применения методов и алгоритмов математической статистики особенно актуально.

Из анализа работ В.П.Дьяконова, Е.В.Клименко, М.А.Чошанова, посвященных применению компьютерных технологий обучения математическим дисциплинам, можно констатировать, что в настоящее время в данной области существуют две тенденции: использование в учебном процессе коммерческих математических систем и авторских обучающих программ.

Использование математических специализированных систем обработки статистических данных (BMDP, SPSS, Statgraphics, Systat, Statistica, CSS, IMSL и др.) при подготовке специалистов по прикладной математике и информатике возможно, на наш взгляд, на последующих этапах – закрепления и применения методов математической статистики в форме курсовых работ и домашних заданий, так как эти пакеты не содержат элементов обучения, а суть используемых для обработки данных статистических методов скрыта от пользователя.

В этих же делах успешно могут использоваться отечественное компьютеризированное учебное пособие по прикладной статистике на основе статистической диалоговой системы STADIA и электронный учебник, появившийся в 1999 г. на русском языке в качестве учебного сопровождения к пакету Statistica, покрывающие все разделы современной прикладной статистики.

На этапе же приобретения начальных знаний, умений и навыков по усвоению и освоению основных понятий и методов математической статистики, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к подготовке инженеров специальности 010200, необходим электронный учебник (ЭУ),



который бы органически сочетал прикладную направленность и доступность изложения материала с максимально возможным обоснованием и разъяснением объективного смысла статистических выводов при систематическом применении компьютерных технологий обучения и обработки статистических данных.

Таким образом, существует противоречие между объективной необходимостью применения компьютерных технологий обучения в профессиональной подготовке инженеров-математиков и неразработанностью дидактических и методических основ проектирования структуры и содержания электронных учебников как средства их реализации в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке специалистов данного профиля.

Общеметодические вопросы применения технических средств и компьютеров в процессе обучения с целью его интенсификации отражены в работах С.И. Архангельского, В.К. Бондаренко, В.П. Беспалько, Б.С. Гершунского, Т.В. Габай, В.Г. Житомирского, Г.В. Карпова, С.Н. Кузнецова, И.И. Мархель, Е.И. Машбиц, Л.П. Прессмана, И.А. Романовой, Н.Ф. Шахманова, В.М. Монахова, И.В. Роберт, А.А. Кузнецова. Анализ этих исследований показывает, что проблемам методологии и теории информатизации образования, а также повышению эффективности компьютерных технологий уделяется серьезное внимание. Однако обзор литературы показывает недостаточное внимание к разработке конкретных методик по проектированию и использованию компьютерных технологий на различных этапах профессиональной подготовки специалистов.

Системные подходы к решению проблем дидактики компьютерного обучения излагаются в работах О.В. Околелова, А.В. Соловова, А.А. Золотарева, однако, в связи с быстрой сменой компьютерной техники и технологии, теория компьютерного обучения нуждается в дальнейшем развитии и углублении. Необходимость такого развития и уточнения также вытекает из необходимости создания компьютерных технологий обучения в различных областях знания. Работ, авторами которых бы исследовались основные методы математической статистики с целью выявления их свойств и разработки на этой основе новых элементов дидактики компьютерного обучения и компьютерной технологии обучения в соответствии с требованиями профессиональной подготовки инженеров по прикладной математике и информатике, нет.

Все вышесказанное свидетельствует об актуальности исследования.

ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ – каковы дидактические и методические основы проектирования структуры и содержания электронного учебника по общепрофессиональной математической дисциплине в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке инженеров по прикладной математике и информатике.

ОБЪЕКТ исследования – профессиональная подготовка будущих инженеров по специальности 010200 «Прикладная математика и информатика».

ПРЕДМЕТ исследования – разработка методов дидактического и программного проектирования компьютерных технологий обучения основам профессиональных математических дисциплин как средство формирования содержания и структуры профессиональной подготовки инженеров по прикладной математике и информатике с практическим применением в области математической статистики.

В соответствии с проблемой, объектом и предметом была определена **ЦЕЛЬ** исследования: спроектировать на основе разработанных методов дидактического и программного проектирования, экспериментально апробировать и внедрить в учебный процесс содержание практической части профессиональной подготовки инженеров по специальности 010200 в области математической статистики в виде электронного учебника по вводимому курсу математической статистики.

ГИПОТЕЗА ИССЛЕДОВАНИЯ: профессиональная подготовка выпускников специальности «Прикладная математика и информатика» в рамках дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» повышает их уровень готовности к профессиональной деятельности в области математической статистики и способствует формированию духовной составляющей их профессионального мышления, если выполнены следующие условия:

- содержание электронного учебника структурируется на основе информационной модели компьютерного обучения в виде спиралевидного процесса с активным использованием знаний и умений предшествующих уровней за счет выявленных инвариантов дидактики компьютерного обучения и свойств вложенности основных методов математической статистики, а также специальной организации баз знаний с учетом индивидуально-психологических особенностей личности и мышления каждого студента;
- дидактическая система электронного учебника включает в качестве компонента гуманитарную контекстную составляющую в виде афоризмов и высказываний, входящих в золотой фонд человеческой мысли, а также обращения к мировой и отечественной классической литературе, как в форме текста на экране, так и в форме аудиоматериалов.
- подготовка на начальном этапе обучения по данной дисциплине опирается на компьютерную технологию обучения с использованием электронного учебника и состоит из компонентов, адекватных будущей профессиональной деятельности инженера по специальности 010200;

В соответствии с целью и выдвинутой гипотезой в исследовании были поставлены следующие **ЗАДАЧИ**:

1. Дополнить государственный образовательный стандарт для специальности 010200 в виде практической части рабочей программы по дисциплине

плине «Теория вероятностей и математическая статистика». Для этого спроектировать, апробировать и внедрить структуру и содержание электронного учебника по вводному курсу математической статистики, разработав:

- информационную модель компьютерного обучения профессиональным математическим дисциплинам;
 - методы дидактического и программного проектирования компьютерной технологии обучения основам профессиональных математических дисциплин;
 - педагогическую технологию обучения с разработкой на ее основе компьютерного обучающего комплекса для реализации поставленных дидактических и педагогических задач.
2. Экспериментально доказать эффективность разработанной компьютерной технологии обучения основам математической статистики при подготовке будущих специалистов по прикладной математике и информатике.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВОЙ исследования явились базовые принципы современной теории обучения; теория системно-комплексного и личностно-деятельностного подходов к изучению педагогических явлений; идеи формирования личности, становления профессионала; связь теории с практикой; квалиметрия образования и человека. В своем исследовании мы опирались на концепцию моделирования и конструирования педагогического процесса (С.И. Архангельский, В.П. Беспалько, В.М. Кларин, Ph. Barker, R. Ebel, R. Koller и др.); на теорию развития мотивации учения (Б.Г. Ананьев, Д. Берлайн, Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, И. Кэррол, А.Н. Леонтьев, В.Н. Мясищев, К.К. Платонов и др.); на методологию квалиметрии качества развития человека (В.М. Полонский, М.Н. Скаткин, А.И. Субетто, В.Д. Шадриков, V. Monfort, V.R. Novic и др.); на теорию системного подхода (В.Г. Афанасьев, Ф.Ф. Королев, Н.В. Кузьмина, В.Н. Садовский, Г.П. Щедрицкий, Э.Г. Юдин, В. Хубка и др.); идеи современной дидактики, касающиеся непрерывного развивающего обучения и оптимизации образования (Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, В.В. Давыдов, Л.В. Занков, В.В. Краевский, Ю.В. Кузьмина, В.А. Сластенин и др.); идеи по разработке теории и технологии компьютерного обучения (Б.С. Гершунский, Ю.С. Иванов, Ю.В. Кожевников, Е.И. Машбиц и др.)

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ основаны на теоретическом и практическом подходах в соответствии с его целями и задачами: изучение психолого-педагогической литературы; методы общей теории систем, теории информации, теории вероятностей, математической статистики, математического моделирования, основы теории педагогических систем, анализа и синтеза; абстрагирование, анкетирование, тестирование, педагогическое наблюдение, педагогический эксперимент.

В процессе исследования в соответствии с его целью использована

лись как теоретические (анализ предмета исследования, системный подход к педагогическим явлениям, экстраполяция, моделирование деятельности преподавателя, обобщение результатов), так и эмпирические методы (изучение передового опыта, изучение кафедральной документации, беседы со студентами и преподавателями, интервью с руководителями вузов и учебно-методических отделов, тестирование).

НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ исследования состоит в том, что в нем разработаны методы дидактического и программного проектирования компьютерных технологий обучения основам профессиональных математических дисциплин для подготовки инженеров-математиков как средств формирования их профессиональных знаний, умений, навыков и мышления, при этом:

1. Построена и теоретически обоснована информационная модель компьютерного обучения основным понятиям и методам профессиональных математических дисциплин в соответствии с целями обучения, сформулированными на основе требований, предъявляемых к подготовке специалистов указанного выше профиля. Построение модели опирается на основные дидактические принципы обучения, а также на выявленные инварианты дидактики компьютерного обучения с учетом свойств изучаемых методов.
2. Определены и обоснованы педагогические условия реализации структуры и содержания компьютерного обучения основам математических профессиональных дисциплин для эффективного развития профессиональных и общих способностей будущих инженеров-математиков: 1) научно-обоснованного конструирования педагогической технологии обучения; 2) удовлетворения разработанным в исследовании дидактическим принципам проектирования и применения ЭУ.
3. Спроектированы структура и содержание электронного учебника «Введение в математическую статистику», которые реализованы и внедрены в программном комплексе в соответствии с требованиями, предъявляемыми к подготовке и к профессиональной деятельности инженеров-математиков в области математической статистики.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Разработанные структура и содержание ЭУ «Введение в математическую статистику» используются в учебном процессе на кафедре прикладной математики и информатики (ПМИ) КГТУ им. А.Н. Туполева в виде лабораторного практикума по дисциплинам «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Математическая статистика» при подготовке инженеров специальностей 010200 (Прикладная математика и информатика) и 220400 (Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем), а также специальностей 220100 (Вычислительные машины, комплексы, системы и сети) и 220200 (Автоматизированные системы обработки информации и управления) и позволяют осу-

шествлять подготовку по практической части программы обучения дисциплинам «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Математическая статистика» инженеров-математиков и инженеров перечисленных выше специальностей в других вузах, а также могут быть использованы при подготовке специалистов других технических специальностей, для которых государственным образовательным стандартом предусмотрено изучение математической статистики.

Исследование выполнялось в рамках госбюджетной НИР: "Разработка оптимальных вероятностно-статистических методов и информационных технологий научных экспериментов в системах реального времени" в соответствии с научными направлениями "Прикладная математика" и "Информационные технологии высшего образования" (с 1995 года по данной НИР автор диссертационного исследования является ответственным исполнителем); прикладные исследования были выполнены в рамках НИР: а) "Методы и информационные технологии оптимальных и нечетких решений" по программе приоритетных фундаментальных и прикладных НИР Академии наук Республики Татарстан; б) "Разработка математического и программного обеспечения оптимизации параметров тепловизионных приборов. Разработка эмпирических моделей тепловизионных приборов" по договору о творческом сотрудничестве с Федеральным научно-производственным центром Государственного института прикладной оптики, по которому автор диссертационного исследования являлся ответственным исполнителем. Полученные теоретические результаты подтверждены вычислительными экспериментами и актами внедрения в учебный процесс и производство.

ЭТАПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Первый этап (1990 –1992 гг.) характеризовался поиском, изучением и анализом теоретической и научно-методической литературы по теме исследования, а также работ, посвященных программной реализации компьютерных средств учебного назначения. Была разработана информационная модель процесса компьютерного обучения основным методам математической статистики с учетом их свойств на основе сконструированной педагогической технологии обучения.

Второй этап (1992-1994 гг.). На основе разработанных методов дидактического и программного проектирования компьютерной технологии обучения профессиональным математическим дисциплинам была создана и апробирована в учебном процессе кафедры ПМИ КГТУ им. А.Н. Туполева первая версия программного комплекса ЭУ «Введение в математическую статистику». С целью выявления эффективности разработанной компьютерной технологии обучения проведен педагогический эксперимент. Результаты опытной эксплуатации оценивались с педагогических позиций, на основании чего вносились изменения в последующие проектные решения.

Третий этап (1994-1998 гг.) характеризовался внедрением в учебный процесс кафедры ПМИ КГТУ им. А.Н. Туполева (специальности 220100 и 220400) и других вузов второй версии программного комплекса ЭУ на основе разработанной и скорректированной в ходе опытной эксплуатации методики его применения. Продолжалось исследование эффективности применения разработанной компьютерной технологии с помощью научных исследований, проведенных на основе программного комплекса ЭУ.

Четвертый этап (1998-2000 гг.). Продолжались работы по интенсивному внедрению электронного учебника для подготовки инженеров технических специальностей в учебный процесс различных кафедр, по проведению научных исследований с помощью программного комплекса ЭУ; по участию в работе конференций, систематизации и обобщению полученных результатов, на основе которых начата разработка третьей версии ЭУ «Введение в математическую статистику», предназначенной для дистанционного обучения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ:

1. Компьютерное обучение основным понятиям и методам профессиональной математической дисциплины может быть основано на информационной модели в виде спиралевидного процесса с активным использованием знаний и умений предшествующих уровней за счет выявленных дидактических инвариантов и связей между изучаемыми методами, а также специальной организации баз знаний с учетом индивидуально-психологических особенностей личности и мышления каждого студента.
2. Дидактическое и программное проектирование компьютерной технологии обучения профессиональной математической дисциплине может быть осуществлено с использованием методов дидактики компьютерного обучения и методов проектирования программного обеспечения, основанных на многократном применении структурных инвариантов: дидактических, алгоритмических, программных, инвариантных как по отношению к содержанию обучения, так и к среде разработки (операционным системам и языкам программирования).
3. Структура и содержание практической части профессиональной подготовки по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» на основе разработанных структуры и содержания программного комплекса ЭУ «Введение в математическую статистику» снижают остроту противоречия между традиционным содержанием этой дисциплины и объективными новыми квалификационными требованиями к подготовке и профессиональной деятельности выпускников специальности 010200 в области математической статистики и обеспечивают у них формирование профессионально-значимых знаний, умений и навыков, а также способствуют формированию духовной составляющей профессионального мышления при выполнении педагогических усло-

вий реализации структуры и содержания ЭУ: 1) научно-обоснованного конструирования педагогической технологии обучения; 2) удовлетворения разработанным в исследовании дидактическим принципам проектирования и применения ЭУ.

4. Степень усвоения содержания учебного материала, представленного в программном комплексе ЭУ, характеризует уровень сформированности у будущих инженеров-математиков профессионально-значимых знаний, умений и навыков.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты диссертации были использованы при создании дидактического проекта и прикладного программного обеспечения ЭУ "Введение в математическую статистику" и внедрены в учебный процесс кафедры ПМИ КГТУ им. А.Н. Туполева и других вузов: Казанского государственного технологического университета (кафедры информатики и прикладной математики и автоматизации информационных технологий), Новгородского государственного университета (кафедра прикладной математики); Казанского государственного университета (кафедра прикладной математики); Нижнекамского химико-технологического института (кафедра автоматизации технологических процессов и производств), Сызранского авиационного военного института (кафедра математики). Результаты прикладных исследований используются в Федеральном научно-производственном центре Государственного института прикладной оптики.

АПРОБАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях и семинарах: Международном научном семинаре "Искусственный интеллект в образовании" (Казань 1996 г.); III международной научно-технической конференции "Новые информационные технологии в региональной инфраструктуре" (Астрахань 1997 г.); Международной научно-практической конференции "Инновационные образовательные технологии на рубеже XX-XXI веков" (Казань 1998 г.); Всероссийской научно-технической конференции "Компьютерные технологии в науке, проектировании и производстве" (Нижний Новгород 1999 г.); межвузовской научно-методической конференции "Оптимизация учебного процесса в условиях многоуровневой системы высшего образования" (Казань 1996 г.), межвузовской научно-практической конференции "Высшая школа в условиях социокультурных изменений" (Казань 1999 г.) и ряде других.

По теме диссертации опубликовано 23 научные работы и 2 учебно-методических руководства.

СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка литературы и приложений. Работа содержит 165 страниц основного текста, 18 рисунков, 10 таблиц. Список литературы включает 115 наименований, объем приложений составляет 35 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обосновывается актуальность темы исследования; определяется проблема, цель, объект, предмет, описаны основные этапы и методология исследования.

В **первой** главе «Квалификационные требования к профессиональной деятельности и подготовке инженеров по специальности 010200» выявлена объективная необходимость применения современных компьютерных технологий при решении выпускниками специальности 010200 научных и практических задач, а также необходимость применения компьютерных технологий обучения в процессе подготовки специалистов данного профиля. На основе анализа квалификационных требований выполнена постановка задачи формирования профессиональной компетентности выпускников специальности 010200 в области математической статистики.

В процессе будущей профессиональной деятельности в области математической статистики инженеры специальности 010200 должны уметь выполнить математическую постановку задачи, сформулированную специалистом предметной области в описательном виде; выбрать метод решения, при этом, если существует стандартный метод, то провести выбор математической специализированной системы обработки статистических данных и выполнить в ней расчеты. В случае, если такая система не найдена, провести алгоритмизацию и программирование метода и выполнить расчеты с помощью разработанной программы. Разработка алгоритма и программы производится и в том случае, если при выборе метода решения было обнаружено, что стандартного метода не существует. В этом случае инженер специальности 010200 выполняет теоретическую разработку нового метода или доработку стандартного метода применительно к особенностям задачи. Полученное на ПЭВМ решение интерпретируется им и передается специалисту предметной области для совместной интерпретации. Окончательное решение по результатам совместной интерпретации принимает специалист предметной области.

В соответствии с рассмотренной схемой профессиональной деятельности, а также в соответствии с квалификационными требованиями к подготовке, нами были выделены цели по компьютерному обучению основам математической статистики будущих специалистов по прикладной математике и информатике:

1. Овладение основными методами математической статистики.
2. Овладение терминологией – языком основных статистических понятий; примерами таких понятий служат понятия случайной величины, вероятности, математического ожидания, дисперсии и т.п.
3. Овладение совокупностью статистических знаний и умений, нужных будущему специалисту для того, чтобы а) применять основные методы математической статистики с целью получения научных выводов

по результатам обработки статистических данных с требуемым профессионализмом; б) читать литературу по приложениям математической статистики к различным предметным областям; в) самостоятельно заниматься повышением своей квалификации в области математической статистики; г) использовать полученные навыки автоматизированного решения статистических задач при работе с коммерческими математическими специализированными системами обработки статистических данных; д) использовать знания об алгоритмах основных методов математической статистики при разработке программного обеспечения новых или нестандартных статистических методов.

Для реализации поставленных целей необходимо разработать дидактические и методические основы проектирования структуры и содержания электронного учебника, реализующего компьютерное обучение основам профессиональной математической дисциплины в соответствии с требованиями подготовки инженеров-математиков. Изложению разработанных методов дидактического и программного проектирования посвящена **вторая** глава исследования “Формирование профессионально значимых знаний, умений и навыков инженеров-математиков на основе компьютерных технологий”.

На основе предложенных инвариантов дидактики компьютерного обучения (инвариантные циклы знаний и умений, инвариантные модули обучения; траектории обучения; обобщенная формула обучения), а также методов проектирования сценария компьютерного обучения, системы автоматизированного контроля и оценки результатов обучения, гуманитарная модель компьютерного обучения основным понятиям и методам профессиональных математических дисциплин для подготовки инженеров-математиков. Информационная модель основана на представлении процесса обучения как перехода в спиральной последовательности от низших к высшим уровням обученности с возможностью активного использования знаний предшествующих уровней. За начальный уровень принят начальный базис знаний по дисциплине, последующие уровни содержат алгоритмы обучения методам дисциплины, их параметрическим исследованиям и практическим навыкам использования. Причем, для реализации модели необходимо выявить связи между методами, на основе которых метод, используемый на текущем уровне, может содержать в себе знания о методах предшествующих уровней и активно их использовать. В главе предложен возможный подход к выявлению таких связей, а также методика проектирования содержания компьютерного обучения математической дисциплины для профессиональной подготовки инженеров исследуемого профиля. Для реализации модели также должен быть использован принцип системного квантования, который составляет методологический фундамент теории «сжатия» учебной информации.

Особенностью данной модели является то, что при переходе от одного уровня обучения к другому учитываются не только факторы сжатия информации в виде активных знаний, из которых следует уменьшение объема информации и повышение емкости получаемых знаний, но и учитывается необходимость защиты обучаемого от информационной нагрузки и перегрузки, свойственных человеку, за счет специальной организации базы знаний, доступ к которой возможен в любой точке траектории обучения на текущем уровне (кроме этапов контроля и оценки). Однако структура базы знаний такова, что обучаемый получает доступ только к знаниям текущего и предшествующих уровней.

Смягчение информационного потока также призвано обеспечить введение гуманитарного лингвистического контекстного содержания, принципы построения которого должны основываться на учете особенностей физиологического строения головного мозга. Актуальность введения такого содержания следует из того, что во время образовательного процесса будущим специалистам наряду с профессиональной подготовкой необходимо сформировать духовную составляющую профессионального мышления, так как нынешнему поколению студентов придется принимать эстафету управления страной в экономике, промышленности, медицине и т.д. И от того, насколько верно будет сформирован их внутренний духовный мир, настолько верными для общества будут принимаемые ими профессиональные решения.

Введение гуманитарного лингвистического содержания в процесс компьютерного обучения при подготовке инженеров технических специальностей способствует формированию у них высокого интеллектуального и нравственно-духовного потенциала, так как включенные в канву учебного материала обращения к гуманитарным направлениям в контексте с изучаемым материалом создают положительный эмоциональный настрой и повышают общую эрудицию, увеличивают заинтересованность к получению знаний и умению применять их на практике. Периодическое обращение к гуманитарным направлениям приводит к переключению работы мозга из левого полушария на правое на некоторое время, что позволяет отдохнуть левому полушарию. Поэтому включение контекстного гуманитарного содержания приводит к уменьшению утомляемости и повышает эффективность усвоения материала.

В информационной модели компьютерного обучения каждый уровень обучения содержит модуль обучения (см. рис.1), совокупность которых вместе с логикой их функционирования дает наиболее полную картину процесса компьютерного обучения. Процесс компьютерного обучения внутри модуля, в общем случае, может быть организован по любой из известных на сегодняшний день программ (линейно-циклической, разветвленной, адаптивной или их комбинация), реализующей инвариантный цикл знаний (умений).

Под инвариантным циклом знаний (умений) будем понимать типовую последовательность обучающих действий (управление обучением, постановка дидактической задачи, решение дидактической задачи, контроль результатов и др.)

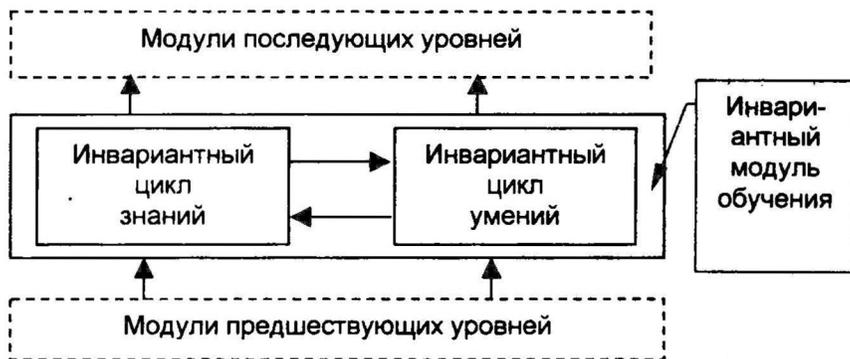


Рис. 1. Структура информационной модели компьютерного обучения

В исследовании выбрана линейно-циклическая схема обучения, согласно которой предусматривается возможность просмотра краткого теоретического материала; пошаговое выполнение алгоритмов методов, сопровождаемое пояснениями и графическими построениями; организация контроля знаний по форме «вопрос-ответ» и в виде сборки блок-схем алгоритмов; организация контроля навыков умений выполнять алгоритмы методов в автоматизированном режиме.

В исследовании разработана следующая методика контроля и оценки знаний и умений. При контроле знаний каждому вопросу однозначно соответствует один ответ из четырех альтернативных: либо ответ на оценку «5», либо на «4», либо на «3», либо на «2». Обозначим ценность i -го вопроса γ_i . Тогда критерий выставления оценки можно построить в виде формулы:

$$\theta_z = \begin{cases} \sum_{i=1}^n \gamma_i y_i, & \text{при } t \leq t^* \\ \frac{t^*}{t} \sum_{i=1}^n \gamma_i y_i, & \text{при } t > t^* \end{cases}$$

Здесь: θ_z – оценка знаний в баллах; y_j – оценка ответа на i -ый вопрос в баллах; t – продолжительность ответов на вопросы в минутах; t^* – допустимая продолжительность ответов. Преподаватель может изменить формулировки, число заданий, ценность каждого ответа, допустимую продолжительность ответов. На этапе контроля умений по специальным правилам случайно генерируется задание по выполнению изучаемого метода с набором исходных данных и выполняется пошаговый контроль выполнения этого задания в соответствии с алгоритмом метода.

Информатизация инвариантных структур требует их предварительного описания в виде математических и логико-лингвистических моделей и алгоритмов. В основу этого описания естественно положить представление, что всякое обучающее действие (решение той или иной дидактической задачи) есть оператор, характеризуемый входом, выходом, преобразованием «вход-выход» и параметром преобразования, задающим тот или иной вариант обучающего действия. Таким образом, возникает обобщенная формула вида:

$$\begin{aligned} X_k &= f_k[(XYZ)_0, \dots, (XYZ)_k | \alpha_k], \\ Y_k &= \varphi_k[(XYZ)_0, \dots, (XYZ)_k | \beta_k], \quad (k=0, 1, \dots) \\ Z_k &= \psi_k[(XYZ)_0, \dots, (XYZ)_k | \gamma_k]. \end{aligned}$$

Здесь X_k – знания, Y_k – умения, Z_k – результаты экспертизы; $(XYZ)_k = (X_k, Y_k, Z_k)$ – траектории обучения; f_k, φ_k, ψ_k – операторы – дидактические задачи; $\alpha_k, \beta_k, \gamma_k$ – параметры настройки произвольного инвариантного модуля обучения k -того уровня.

Построение обобщенной формулы обучения завершает структурную часть эскизного проектирования научно-методической подсистемы дидактической системы ЭУ. На основе обобщенной формулы обучения создается описательная часть дисциплины (курс лекций, предназначенный для издания) и традиционное учебно-методическое обеспечение.

Далее, руководствуясь критериями эффективности компьютерных обучающих комплексов, необходимо установить разделы и элементы учебной дисциплины, подлежащие компьютеризации. Анализ и практика показывают, что положительные эффекты компьютеризации наиболее отчетливо проявляются при изучении базиса дисциплины, ее сложных закономерностей и алгоритмов, динамических процессов; обработке громоздких рутинных процедур; организации исследовательских и тренирующих процессов; автоматизации самоконтроля, контроля, оценки, диагностики обучения; оперативном документировании наиболее существенных результатов.

В соответствии с этим в исследовании разработана методика проектирования содержания компьютерного обучения профессиональным математическим дисциплинам. Методика основана на выявлении связей между изучаемыми методами дисциплины и разбиении алгоритмов методов на

автономные алгоритмы. На основе методики проектирования содержания в исследовании реализован новый подход к созданию прикладного программного обеспечения по обучению учебному материалу алгоритмической природы, в частности методам математической статистики, на основе свойств вложенности и типовых структур учебного материала, которые позволяют выделить структурные инварианты – алгоритмические и программные – и использовать их при проектировании программного обеспечения, что ведет к сокращению времени разработки.

Информационную модель компьютерного обучения позволяет реализовать компьютерная технология, суть которой – интеграция блочно-модульного обучения с элементами системного квантования на основе инвариантов дидактики компьютерного обучения с учетом связей изучаемых математических методов. Необходимо отметить, что данная компьютерная технология также позволяет реализовать основные принципы обучения. Возможность многократного использования структурно-технологических инвариантов (дидактических, алгоритмических, программных) является ведущей характеристикой разработанной технологии компьютерного обучения.

Третья глава исследования «Компьютерная технология профессиональной подготовки инженеров по специальности 010200 в области математической статистики» посвящена изложению методики проектирования компонентов содержания электронного учебника по основам математической статистики, среди которых первостепенными являются: основные понятия, определения, таблицы с априорной статистической информацией, структура и процесс обучения основным методам математической статистики с возможностью моделирования статистических данных и использованием графических построений в масштабе реального времени, параметрические исследования, алгоритмы контроля и оценки достигнутых результатов обучения, гуманитарное содержание.

С целью формирования в процессе подготовки у будущих инженеров-математиков профессионально значимых знаний, умений и навыков для решения научных и практических задач в области математической статистики, в соответствии с разработанной, информационной моделью компьютерного обучения, на каждом ее уровне процесс обучения реализован с помощью компьютерной технологии, сконструированной в виде интеграции образовательных компьютерных технологий блочно-модульного обучения с элементами системного квантования на основе инвариантов дидактики компьютерного обучения с учетом выявленных свойств изучаемых методов математической статистики.

В информационной модели компьютерного обучения основам математической статистики за начальный уровень принят начальный базис знаний по дисциплине – понятие случайной величины, понятия о результатах измерений случайных величин в виде выборки, параметры выборки и т.п.

Последующие уровни содержат знания по методам обработки выборки измерений. Причем, на основе доказанного свойства вложенности, которыми обладают эти методы, в рассматриваемой модели метод, используемый на текущем уровне, содержит в себе знания о методах предшествующих уровней и активно их использует.

В содержание разрабатываемого ЭУ нами включены методы, применяемые для решения трех основных типов задач математической статистики: 1) точечное оценивание параметров случайных величин; 2) интервальное оценивание параметров случайных величин; 3) проверка статистических гипотез. К таким методам относятся: построение вариационного ряда выборки измерений; исключение грубых ошибок измерений; построение оценки математического ожидания случайной величины (СВ); построение оценки дисперсии СВ; построение оценки функции и плотности распределения СВ; проверка статистических гипотез; регрессионный анализ.

Основные методы математической статистики обладают свойством вложенности, которое выявлено и доказано нами на основе анализа математических моделей задач, решаемых с помощью этих методов. На множествах задач и алгоритмов, соответствующих основным методам математической статистики, в исследовании построены бинарные отношения вложенности и доказано, что эти отношения обладают свойствами рефлексивности, транзитивности и антисимметричности, следовательно, являются отношениями частичного порядка. Между множеством задач и множеством алгоритмов установлено бинарное отношение использования и доказано, что построенное отношение является отношением частичного порядка и устанавливает использование одного или нескольких алгоритмов для решения соответствующих задач, что позволяет выделить алгоритмические инварианты и учитывать их в дидактическом и программном проектировании.

В четвертой главе “Применение компьютерной технологии обучения основам математической статистики в профессиональной подготовке и в научных исследованиях” рассматривается прикладной аспект выполненных исследований. В ней выполнено описание исследований по проведению педагогического эксперимента и разработке методики применения ЭУ. Методика была апробирована и скорректирована на этапе опытной эксплуатации при выполнении лабораторных работ по дисциплине “Теория вероятностей и математическая статистика” студентами специальности 010200 кафедры ПМИ КГТУ им. А. Н. Туполева. При выполнении лабораторных работ с помощью ЭУ анализировалось достижение следующих целей:

1) обучение и контроль знаний и умений студентов по усвоению и освоению основных методов математической статистики;

2) приобретение умений и навыков автоматизированного решения задач с помощью основных методов математической статистики по известной выборке измерений, документирование и печать результатов решения.

Опыт показывает, что студенты с интересом работают с ЭУ в индивидуальном темпе. Согласно результатам педагогического эксперимента скорость усвоения и освоения учебного материала с помощью ЭУ в среднем в 2-4 раза выше чем при традиционном обучении (см. рис.2), причем разрыв тем больше, чем сложнее изучаемый метод, а также зависит от методики применения ЭУ, учитывающей роль преподавателя во время проведения занятий с ЭУ.

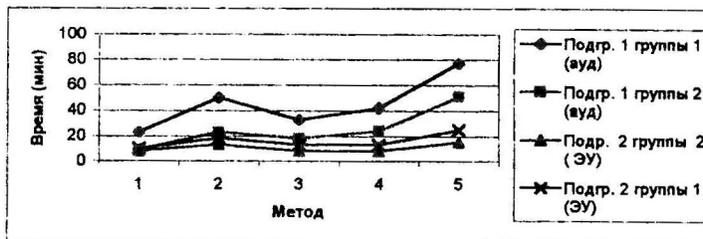


Рис. 2. Динамика общих (суммарных) временных затрат при выполнении заданий педагогического эксперимента.

Это подтверждает предположение о повышении эффективности процесса обучения с применением разработанной компьютерной технологии обучения основным методам математической статистики и повышении уровня сформированности у студентов профессионально-значимых качеств, умений и навыков. Динамика успеваемости до и после включения в учебный процесс ЭУ «Введение в математическую статистику» представлена на рис. 3., из которого видно, что количество отличных оценок становится больше с того года, когда начал использоваться ЭУ (для специальности 010200 год начала использования ЭУ – 1994, для специальности 220400 – 1998).

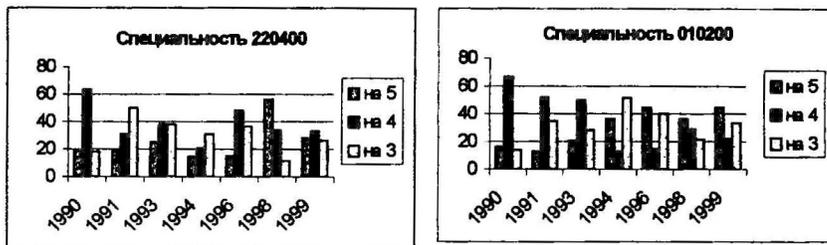


Рис. 3. Динамика успеваемости по дисциплинам «Математическая статистика» и «Теория вероятностей и математическая статистика».

Наряду с увеличением количества отличных оценок, можно отметить, что 85% опрошенных студентов считают, что после работы с ЭУ «Введение в математическую статистику» для них предмет математическая статистика стал более интересным и понятным; 75% считают, что учебник помог им лучше понять суть методов.

В главе приведены результаты научных исследований, выполненных автором с помощью разработанного ЭУ: 1) по проверке эффективности меры качества, применяемой для класса степенных оценок и сравнительному анализу применяемой меры качества и предложенной новой для указанного класса оценок на примере оценивания статических характеристик газотурбинных двигателей при автоматизированных испытаниях на этапе контроля; 2) по разработке оптимальной стратегии регрессионного моделирования для предметной области предпроектной оценки параметров тепловизионных приборов на этапе выбора оптимальной модели с применением предложенного критерия качества.

В заключении приведены основные результаты исследования:

В связи с быстрым развитием компьютерной техники и технологии остро встала проблема дополнения к содержанию обучения в виде компьютерных технологий в профессиональной подготовке инженеров-математиков в области математической статистики. В связи с этим на основе разработанных методов дидактического и программного проектирования спроектированы, экспериментально апробированы и внедрены в учебный процесс структура и содержание программного комплекса ЭУ «Введение в математическую статистику», способствующие формированию профессиональных знаний, умений и навыков специалистов по прикладной математике и информатике в области математической статистики, а также повышению их нравственно-духовного потенциала.

Полученные в ходе экспериментально-опытной работы результаты достоверно подтверждают, что повышение уровня развития профессионально важных качеств будущих инженеров-математиков в области математической статистики определяется степенью усвоения и освоения основных методов математической статистики с помощью разработанной компьютерной технологии обучения, что свидетельствует о достижении нами цели исследования.

Основные результаты и положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Кожевников Ю.В., Медведева С.Н. Методы разработки компьютерной дидактики и экспертных систем автоматизированного обучения. //Искусственный интеллект в образовании. Казань: 1996.–С. 8-13.
2. Кожевников Ю.В., Медведева С.Н. Проектирование дидактического и программного обеспечения компьютерных учебников: естественных дисциплин. Гуманитарный аспект. //Инновационные образовательные технологии на рубеже XX-XXI веков. Казань: 1998.–С.42-43.

3. Медведева С.Н. К методике проектирования информационных технологий обучения на основе компьютерных учебников. //Вестник КГТУ, Казань: 1999.–№ 2.– С. 76-79.
4. Медведева С.Н. Выбор оптимальной степени полинома в регрессионном анализе. //Вестник КГТУ, Казань: 1999. – № 1.– С.24-26.
5. Медведева С.Н. Применение критерия минимальной дисперсии для построения оценок статических характеристик ГТД по экспериментальным данным испытаний ГТД. //ИВУЗ «Авиационная техника», 1999. – № 2. С. 44-47.
6. Медведева С.Н. К методике проектирования информационных технологий обучения методам статистического анализа. //Вестник КГТУ, Казань: 2000. –№ 1.– С. 64-65.
7. Заляев И.А., Медведева С.Н., Плохотников С.П. Компьютерный обучающий комплекс по математической статистике. /Метод. указания. - Казань: Изд-во Казан. гос. технолог. ун-та, 1995: –24 с.

С.М.Ш.

Формат 60x84 1/16. Бумага газетная, Печать офсетная.
Печ.л. 125. Усл. печ. л. 1.16. Усл. кр. -отг. 1.16 Уч. -изд. л. 1,02.
Тираж 100 Заказ А178.

Типография Издательства Казанского государственного технического
университета,
420111, Казань, К. Маркса, 10

200