

Проект

КАРНАУХОВ Вячеслав Михайлович

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕГМЕНТОВ
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ
КАЧЕСТВА**

05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора наук

Москва – 2012г.

Научный консультант:

Официальные оппоненты:

Ведущая организация:

Защита состоится
диссертационного совета

г. в
при

часов на заседании
по адресу:

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

по адресу:

Автореферат разослан “ _____ ” _____ 2012г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Содержание.

Введение		6
Глава 1	Обзор научных публикаций. Основные понятия.	27
1.1	Основные сведения из теории моделирования и параметризации педагогических тестов	27
1.1.1	Основные понятия и определения	27
1.1.2	Дихотомическая модель тестирования	32
1.1.3	Основные способы оценки латентных параметров тестирования	34
1.2	Системы электронного тестирования	37
1.2.1	Классификация систем электронного тестирования.	37
1.2.2	Типы тестовых заданий.	42
1.2.3	Задачи с переменными полями.	49
1.2.4	Анализатор формул.	60
Глава 2	Математическое моделирование электронного тестирования с двумя и более попытками	64
2.1	Математическая модель первичного балла	64
2.1.1	Ряд распределения первичного балла и его числовые характеристики	65
2.1.2	Определение оптимального числа попыток для решения одного задания теста	66
2.1.3	Подбор эффективной зависимости первичного балла от числа затраченных попыток	67
2.2	Математическое моделирование электронного тестирования	73
2.2.1	Реализация метода Монте-Карло для моделирования электронного тестирования	73
2.2.2	Числовые характеристики тестирования	74
2.2.3	Сравнительный анализ основных методов оценки латентных параметров	77
2.2.4	Дополнительные методы оценки латентных параметров, основанные на законе больших чисел	92
Глава 3	Корреляционный анализ систем электронного тестирования с одной и более попытками	99
3.1	Система частичного электронного тестирования “К-Commander”	99
3.1.1	Основные особенности	100
3.1.2	Файловая и функциональная структуры	102

	системы	
3.1.3	Типы заданий, реализация задач с переменными полями.	107
3.1.4	Корреляционные свойства различных форм вступительных испытаний, как систем электронного тестирования с одной попыткой	112
3.2	Система полного электронного тестирования “Олимп” с двумя и более попытками для решения одного задания	117
3.2.1	Описание системы	117
3.2.2	Файловая и функциональная структуры системы	121
3.2.3	Корреляционные свойства системы с двумя и более попытками	127
Глава 4	Реализация графического редактора LaTeX для создания системы частичного электронного тестирования	132
4.1	Описание LaTeX-генератора	132
4.1.1	Знакомство с LaTeX и UniTex.	133
4.1.2	Файловая и функциональная структуры системы	142
4.1.3	Типы заданий, реализация задач с переменными полями	147
4.2	Реализация LaTeX-генератора	156
4.2.1	Реализация в учебном процессе	156
4.2.2	Исследование успеваемости	160
Глава 5	Математическое моделирование эффективности различных методов решения задачи	167
5.1	Исследование случайной величины – времени решения задачи	168
5.1.1	Числовые характеристики случайной величины	168
5.1.2	Точечные и интервальные оценки числовых характеристик	177
5.2	Практика использования теории сравнения методов в учебном процессе	188
5.2.1	Методика проведения педагогического эксперимента	188
5.2.2	Система полного электронного тестирования “Метод” для оценки числовых характеристик методов	198
5.2.3	Примеры использования теории сравнения	203

	методов в преподавании математики	
Заключение		208
Литература		212
	Приложения	
2.1.1	Зависимость среднего отклонения первичного балла при линейной зависимости от числа попыток	218
2.1.2	Зависимость числовых характеристик первичного балла при различных видах зависимости от числа попыток	219
2.2.1	Программа, получающая оценки латентных параметров тремя методами: ПБ – метод первичных баллов, СС – метод силы-слабости, ММ- метод моментов.	Д
2.2.2	Тексты процедур для трех методов: метода разностей, смешанного метода, метода смещения	Д
3.1.1	Примеры вариантов контрольных работ системы “К-Commander”	221
3.2.1	Задачи компьютерных математических олимпиад	224
3.2.2	Положение о ежегодной олимпиаде по математике	232
3.2.3	Примерный вид информационного письма о проведении олимпиады	234
3.2.4	Примерный вид отчета о проведении олимпиады	236
3.2.5	Задачи компьютерной математической олимпиады среди учащихся колледжа и ФДО МГУП (31.01.04)	237
3.2.6	Один из вариантов письменной математической олимпиады для учащихся колледжа, ФДО и физико-математической школы МГУП в 2004г	238
3.2.7	Текст программы для исследования случайных величин X и Y : X - оценка учащегося на компьютерной олимпиаде, Y – оценка учащегося на письменной олимпиаде (2004г.)	Д
4.2.1	Примеры вариантов контрольных работ системы “UniTex”	239
5.2.1	Регистрация компьютерной системы “Метод” в каталоге ИНИНФО “Компьютерные учебные программы” № 1(12)’98	352

5.2.2	Руководство по использованию системы "Метод"	253
5.2.3	Таблица критических значений χ^2 – распределения	259
5.2.4	Таблица значений плотности нормального распределения	260
5.2.5	Таблица значений интегральной функции Лапласа	261
5.2.6	Таблица значений экспоненциальной функции	262

Д - приложение расположено на дискете

Общая характеристика работы.

Актуальность исследования. Одним из наиболее ценных продуктов информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) являются системы электронного тестирования (ЭТ), которые в настоящее время занимают значительное место в современной системе образования. Единый Государственный Экзамен (ЕГЭ), Федеральный Интернет-Экзамен в сфере профессионального образования (ФЭПО) основаны на принципах электронного тестирования. Устные и письменные экзамены практически вытеснены из сферы Российского образования. Однако электронное тестирование еще недостаточно интенсивно используется на локальном уровне (на кафедрах, в школах, колледжах, курсах,...). Интенсификация использования ЭТ на локальном уровне позволит решить многие проблемы в современном образовании. Перечислим их.

- В последние годы в средних и высших учебных заведениях страны, призванных решать все более сложные образовательные задачи, наблюдается **снижение среднего уровня подготовленности** учащихся к обучению. Для слабо подготовленных учащихся, как известно, при их обучении требуется более частый контроль усвоения учебного материала. Интенсивное использование электронного тестирования позволит сгладить **противоречие между ростом объема и сложности знаний и умений, которыми должны владеть учащиеся, и снижением уровня их подготовленности к обучению.**

- **Временные ресурсы** преподавателя при обучении остаются прежними, а в некоторых случаях даже уменьшаются. Однако программы обучения с каждым годом усложняются. Электронное тестирование, несмотря на свои относительные недостатки, обладает явным достоинством на фоне традиционных форм тестирования: при грамотном использовании ЭТ преподаватель тратит гораздо меньше времени, чем при письменной и устной форме опроса. Таким образом, электронное тестирование способствует разрешению **противоречия между усложняющимися учебными программами и ограниченными временными ресурсами обучения.**

- Учебные программы, действующие в настоящее время в образовании, ориентированы в большей степени на самостоятельную работу учащегося: выполнение домашнего задания, расчетно-графических работ, курсовых проектов и т.д. Эта работа должна контролироваться преподавателем, который ограничен временными и материальными ресурсами. Системы электронного тестирования способны эффективно помочь преподавателю и в этой работе.

- В настоящее время **материальное положение** преподавателя находится на относительно низком уровне. Однако его задачи в обучении не снижаются а с каждым годом увеличиваются. Электронное тестирование способно в настоящее время избавить преподавателя от рутины, возникающей при составлении раздаточного материала контрольных работ, проведении тестирования и обработки его

результатов. Таким образом, системы электронного тестирования помогают решить проблему неадекватности труда, производимого преподавателем, той низкой заработной платы, которую он получает.

Для интенсивного использования электронного тестирования в образовании необходим определенный уровень доверия и преподавателей и учащихся к точности выставляемых оценок. Известно, что традиционные формы контроля знаний (устная и письменная), применявшиеся повсюду в советский период развития нашего государства, обладают большими возможностями при оценивании подготовленности учащихся, а, следовательно, и большей точностью при выставлении оценок. В настоящее время проблема повышения точности является очень важной проблемой в образовании в силу следующих причин.

- В настоящее время ЕГЭ играет определяющую роль в жизни молодого человека при выборе профессии. Если хорошо подготовленный учащийся, получив на экзамене необоснованно заниженную оценку, то он не сможет получить достойное его образование. С другой стороны, слабо подготовленный учащийся, получив высокую для него оценку на ЕГЭ, не сможет учиться в выбранном им достаточно серьезном ВУЗе. Поэтому для проведения ЕГЭ нужны достаточно точные системы оценки уровня подготовленности учащегося.

- Во время обучения очень важно поддерживать интерес учащегося к предмету, но неправильно выставленные оценки текущей успеваемости могут снизить этот интерес. Поэтому повышение стимула к изучению предмета также является одной из причин устранения ошибок, возникающих при применении электронного тестирования

Проанализировав современные системы электронного тестирования, можно выявить следующие причины недостаточной их точности.

- В настоящее время действующие системы электронного тестирования используют дихотомическую шкалу баллов при выставлении оценки за решение одного задания. Это означает, что тестируемый может получить либо 1 балл, либо 0 баллов. В случае выставления оценки 0 возникает серьезная ошибка, являющаяся следствием **использования дихотомических шкал, обладающих недостаточной точностью при выставлении оценки.**

- Избежать выше описанных ошибок можно, если использовать политомические шкалы, в которых имеются промежуточные значения между 0 и 1. Особый интерес представляют шкалы, обусловленные количеством затраченных попыток. Эти шкалы в настоящее время мало изучены, что порождает проблему исследования политомических шкал, основанных на использовании дополнительных попыток для решения заданий теста.

- Современные системы электронного тестирования для получения итоговых оценок используют теорию латентных параметров тестирования: уровней подготовленности учащихся и уровней трудностей заданий. Для нахождения этих параметров используются различные **методы**, которые

позволяют получать приближенные значения этих параметров на основе первичных баллов. Однако, точность этих методов до сих пор не исследована и не проведен их сравнительный анализ, который позволил бы выделить из многообразия методов наиболее эффективные.

- Электронное тестирование, как уже отмечалось, является детищем ИКТ, которые постоянно развиваются и обогащаются как за счет внутренних резервов, так и благодаря интеграции с другими областями науки: математикой, физикой и т.д. Такое развитие ИКТ не может не оказать благотворного влияния и на состояние электронных систем тестирования. Более того, имеющиеся возможности ИКТ на сегодняшний день, мало используются на всех уровнях. Этому свидетельствует простой пример использования текстового редактора Word, который используется основной массой пользователей менее, чем на 50%. Возникает **противоречие между ростом возможностей ИКТ и недостаточной их реализацией, в частности, в развитии систем электронного тестирования.**

В этой работе предлагается использовать известный графический редактор LaTeX, который позволяет решать следующие задачи.

- Для объективного тестирования необходим достаточно большой **набор параллельных вариантов.** Для получения этого набора можно использовать фасетные задания, электронная реализация которых в настоящее время мало изучена. В работе предлагается один из видов фасетных заданий, задачи с переменными полями, и их реализация при помощи известного графического редактора **LaTeX.**

- Для обеспечения достаточно высокого уровня теста необходимо правильное визуальное восприятие текста заданий. Графический редактор LaTeX позволяет решить задачу правильного восприятия графических компонент текста заданий.

Описанные противоречия порождают следующую проблему: построить математические модели электронного тестирования и обучения, изыскать имеющиеся возможности ИКТ для обеспечения качества результатов электронного тестирования, и определили тему диссертации: **“Реализация возможностей математического моделирования и информационных технологий в обеспечении качества результатов электронного тестирования и обучения”.**

В рамках сформулированной в теме диссертации проблемы определены **цели исследования:**

- 1) исследование электронных систем с двумя и более попытками для решения одного задания,
- 2) исследование эффективности различных способов оценок латентных параметров тестирования при помощи метода Монте-Карло,
- 3) обеспечение эффективности теста за счет использования графического редактора LaTeX.
- 4) построить математическую теорию сравнения различных методов решения одной задачи

Гипотеза исследования.

- 1) Реализация модели тестирования с 2-мя и более попытками для решения одного задания позволит более точно вычислять оценки латентных параметров уровней подготовленности учащихся и уровней трудности заданий.
- 2) Использование метода Монте-Карло позволит правильно оценить эффективность различных способов оценки латентных параметров тестирования
- 3) Использование графического редактора LaTeX позволит повысить эффективность тестов.
- 4) Использование эффективных методов решения задач позволит повысить качественный уровень обучения.

Объектом исследования является электронное тестирование и процесс обучения.

Предметом исследования обеспечение качества результатов электронного тестирования и обучения.

В соответствии с предложенной гипотезой, для достижения целей исследования в диссертации ставятся и решаются следующие **задачи**:

1. Выявление локальных и глобальных характеристик электронного тестирования.
2. Определение оптимального числа попыток для решения одного задания теста.
3. Подбор эффективной зависимости первичного балла от числа затраченных попыток при решении одного задания теста.
4. Создание инструментального программного средства (ИПС) электронного тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания.
5. Организация и проведение педагогического эксперимента по определению корреляционных характеристик системы электронного тестирования, основанной на дихотомической модели
6. Организация и проведение педагогического эксперимента по определению корреляционных характеристик системы электронного тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания
7. Математическое моделирование тестирования при помощи метода Монте-Карло.
8. Сравнительный анализ методов оценки латентных параметров тестирования: метода первичных баллов, метода силы-слабости, метода моментов.
9. Разработка новых методов оценки латентных параметров тестирования и оценка их эффективности.
10. Разработка ИПС на базе графического редактора LaTeX:
 - определение понятия задач с переменными полями, выявление их влияния на эффективность теста,
 - разработка редактора для задач с переменными полями,

- использование разработанного ИПС для исследования эффективности различных форм вступительных испытаний

11. Создание математической теории сравнения различных методов решения одной задачи

Теоретической основой исследования являются следующие работы:

- для разработки математической модели тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания труды Ю.М.Неймана, В.А.Хлебникова, Е.А.Власовой, С.И.Янченко, Е.Ю.Кардановой, Е.М.Буровой, Б.М.Щедрина, В.В.Овчинникова, С.М.Ермакова, Birnbaum A., Rasch G., Wright B.D., Stone M.N., Masters G.N., Mok M.

- для разработки теории выбора эффективных методов решения одной задачи труды Е.С.Вентцель, В.Н.Калининой, В.Ф.Панкина, В.Е.Гмурмана.

- для создания компьютерных систем тестирования работы В.И.Нардюжева, И.В.Нардюжева, В.Б. Пятунина, П.В.Чулкова, Т.Г.Михалевой, В.С. Аванесова, А.П.Буслаева, П.А.Мышкиса, С.Л.Семакова, М.В.Яшиной, И.Н.Елисеева, И.И.Елисеева, А.Н.Гладилина, С. Львовского, В.В. Фаронова, Д.Б.Полякова, И.Ю.Круглова.

Методы исследования.

Для разработки математической модели тестирования с двумя и более попытками решения одного задания использовались методы теории вероятностей и математического анализа: дискретные случайные величины, теория рядов, теория функций одного действительного переменного.

Для исследования точности оценок латентных параметров использовались методы математической статистики и численные методы: метод Монте-Карло, закон больших чисел, методы корреляционного анализа, метод градиентного спуска и т.д.

Для создания компьютерных систем тестирования использовались языки программирования: Turbo-Pascal 7.0, Delphi 7, графический редактор LaTeX.

Опытно-экспериментальной базой исследований являлась Московская сельскохозяйственная академия им К.А.Тимирязева; является Московский Государственный университет природообустройства (МГУП).

Этапы исследований.

Состояние информатизации на начальной стадии исследований (до 1990г.).

Активное внедрение компьютерных технологий в образование в нашей стране началось в 80-е годы 20-го столетия. В это время в институтах и университетах появляются отечественные компьютеры семейства ЕС, СМ и т.д. Эти компьютеры были достаточно большими по габаритам, поэтому устанавливались в отдельных помещениях (лабораториях) и были доступны не всегда и не всем. На базе этих компьютеров создавались компьютерные классы, работа в которых организовывалась по жесткому графику. В это время компьютерная мощь использовалась в основном для научно-исследовательской работы. Тем не менее, некоторые энтузиасты-

преподаватели проводили работу по компьютеризации учебного процесса. На языках программирования Бейсик, Фортран, Алгол и т.д. создавались компьютерные программы, позволяющие выполнять следующие лабораторные работы: вычисление определителей, решение систем линейных уравнений методом Гаусса, итерационным методом Зейделя и другими методами, численные способы вычисления определенных интегралов (метод прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона), решение задач Коши и краевых задач для дифференциальных уравнений 1-го и 2-го порядков и т.д.

I этап (1990-1994 гг.) Этот этап связан с работой автора на кафедре высшей математики Московской сельскохозяйственной академии им К.А.Тимирязева. В конце 80-х начале 90-х годов волна компьютеризации образования достигла многих высших учебных заведений. В Московской сельскохозяйственной академии им. К.А.Тимирязева создаются компьютерные лаборатории на базе ЭВМ СМ-4-20, ЕС, а также на базе отечественных персональных компьютеров ДВК-4; в городе Зеленоград закупаются сетевые классы УКНЦ, на некоторых кафедрах появляются даже микрокомпьютеры РС XT, РС AT 286,386,486.

Перед руководством ВУЗа и его преподавателями возникает задача: где и как использовать всю мощь компьютерной техники? Некоторые преподаватели нашли приложение ЭВМ в том, что набирали в текстовых редакторах свои учебные материалы: рабочие и календарные планы, варианты текущих контрольных работ, экзаменационные билеты, различного рода отчеты, научные статьи и т.д. Таким образом, одним из самых первых способов применения ЭВМ явилось использование компьютеров в качестве очень удобной пишущей машинки.

Именно в это время у автора данной работы зародилась идея об использовании ЭВМ в качестве контролирующей системы.

Во-первых, любой преподаватель математики знает, что одной из самых рутинных частей работы является подготовка, проведение и проверка контрольных работ. Автоматизируя процесс проведения контрольных работ, можно было бы освободить преподавателя от однообразной механической работы, а учащегося от томительного ожидания результата.

Во-вторых, очень часто после проведения контрольных работ у учащихся возникают вопросы: "Как и за что выставляются оценки 2,3,4,5?", "Почему мне поставили 3, а моему соседу 4?", "А не снизил ли мне преподаватель оценку за то, что я сегодня с ним утром не поздоровался?" и т.д. Автоматизация выставления оценки на контрольных работах позволила бы устранить подобного рода вопросы.

В-третьих, автор, будучи недавним выпускником механико-математического факультета МГУ им М.В.Ломоносова, всегда проявлял интерес к языкам программирования. Имеющиеся знания могли бы облегчить процесс создания программных систем, направленных на автоматизацию подготовки, проведения и обработки результатов контрольных работ.

В силу вышеизложенного возникла идея о создании программного контролирующего комплекса. В течение года такой комплекс был создан для ЭВМ СМ-4-20. При разработке был использован язык программирования Бейсик. Использование этого комплекса в учебном процессе, помимо ожидаемых вышеизложенных эффектов, дало еще один важный положительный результат: у студентов повысилась мотивация к обучению математике.

Однако процессу проведения контрольных работ на ЭВМ сопутствовали технические и организационные недостатки:

- 1) Компьютерный класс использовался не только кафедрой высшей математики, поэтому работал строго по расписанию. Это мешало регулярности проведения контрольных работ.
- 2) Работа в классе была тесно связана с занятостью лаборантов, которые не всегда могли помочь в организации проведения занятий.
- 3) Компьютерный класс, в котором проводились контрольные работы, был не достаточно просторным для того, чтобы в нем умещалась группа в 20-25 человек.
- 4) ЭВМ СМ-4-20, несмотря на свои габариты, работала недостаточно надежно. Происходили “зависания” системы, приходилось ее перезагружать. Разработанную контролируемую систему пришлось снабдить защитой от потери информации во время таких сбоев.

В силу этого было принято решение о приобретении кафедрой отдельного компьютерного класса на базе отечественной компьютерной техники. В течение года автору удалось проделать следующую работу:

- приобрести для кафедры высшей математики в г. Зеленограде компьютерный класс УКНЦ на базе сервера ДВК-4;
- высвободить кафедральное помещение и установить в нем приобретенный класс; разобраться с сетевой системой запуска класса;
- переделать программное обеспечение: использовался уже другой язык программирования - Паскаль;
- наладить процесс проведения контрольных работ в этом классе всеми желающими преподавателями кафедры.

В течение двух лет большинство преподавателей кафедры высшей математики проводили контрольные работы в этом компьютерном классе. Основные принципы построения компьютерной системы тестирования были заложены еще тогда: наличие нескольких попыток для решения одного задания, выставление итоговой оценки с учетом затраченных попыток, набор базы задач во встроенном текстовом редакторе, использующем авторский анализатор формул, который позволял существенно расширить круг возможных заданий контрольных работ. Помимо этого, автор “заставил” систему работать с двумя студентами одновременно. Это необходимо было сделать, так как в компьютерном классе было всего 12 рабочих станций, в то время как в группах насчитывалось около 20-и студентов. Практика такого использования

системы показала ее высокую эффективность. По сути, первый этап исследований был посвящен:

- 1) разработке основных принципов математической модели тестирования с двумя и более попытками решения одного задания,
- 2) реализации этих принципов на практике, в учебном процессе,
- 3) практическому доказательству эффективности этой модели.

Помимо кафедральной работы, автор занимался популяризацией реализованных на практике идей среди учителей школ и преподавателей вузов. Для этого приходилось много ездить по Москве и Московской области, демонстрировать работу созданной системы, агитировать за использование этой системы в учебном процессе. Результаты такой рекламной деятельности не заставили себя долго ждать. Созданная система (в то время она шла под названием **Мудромер**) разошлась по всей стране от г. Кривой Рог (Украина) до г. Биробиджан (столица Еврейского автономного округа). Наибольшей популярностью система **Мудромер** пользовалась в школах г. Москвы и Московской области.

Этап II (1995-1998гг.) Этот этап был связан с переходом автора на другое место работы - кафедру высшей математики Московского Государственного Университета Природообустройства (МГУП, бывший гидро-мелиоративный институт, МГМИ). (Перед этим автор год успел проработать научным сотрудником Центра интерактивных средств обучения РФ (РЦИСО)). К сожалению, на новом месте работы компьютерного класса не было. Поэтому остро встал вопрос: где и как можно использовать компьютерные наработки 1990-1994гг.? В этот период была проделана следующая работа.

В течение полугода удалось перевести компьютерную систему **Мудромер** с отечественных классов УКНЦ на IBM-классы. Новая версия называлась **BestTest**. Такой перевод необходимо было сделать, так как в то время отечественный компьютерный рынок стал заполняться IBM-техникой, которая работала более надежно и быстро. Большим спросом на рынке программного продукта стали пользоваться программы для ЭВМ типа IBM PC XT и IBM PC AT.

Надо отметить, что в это время образование в нашей стране претерпевало изменения, причём изменения эти были далеко не в лучшую сторону. Так, уровень математической подготовки студентов снижался с каждым годом (последствия событий, имевших место в начале 90-х годов, не могли не сказаться на уровне образования в школах и вузах). В таких условиях преподавание математики должно было становиться более гибким. Преподаватель вынужден был более ответственно относиться к объясняемому материалу. Если раньше он мог объяснять решение какой-то выбранной задачи одним из наиболее эффективных методов (уровень учащихся был достаточно высок для понимания), то в настоящий момент выбранный преподавателем метод решения задачи мог бы быть не понят при объяснении некоторыми, а может быть, и многими учащимися. Поскольку в математике существует значительное количество задач,

которые решаются не одним, а двумя-тремя и более методами, возникла проблема: как выбрать из этого многообразия методов решения задачи один, наиболее эффективный и доступный для понимания учащимися? Решение этой проблемы стало одним из приоритетных направлений работы автора. Тем более что для достижения поставленной цели автор мог задействовать системы тестирований, с которыми ему уже приходилось иметь дело. Таким образом, зародилась теория выбора эффективных методов решения одной задачи.

Теория выбора основана на исследовании числовых характеристик случайной величины T - времени решения данной задачи определенным методом. Наряду с традиционными характеристиками, как математическое ожидание и дисперсия случайной величины, вводятся другие числовые характеристики, исследование которых проводится методами теории вероятностей и математической статистики. В этот период проводится ряд педагогических экспериментов, направленных на исследование конкретных методов интегрирования, вычисления определителей 3-го порядка. С этого момента подобные эксперименты носят регулярный характер, а в дальнейшем начинают исследоваться методы вычисления пределов и кратных интегралов. В 1998г. работа по созданию и апробации теории выбора эффективных методов в основном была закончена. Начался следующий этап.

Этап III (1999-2002гг.) Автор принимает решение использовать огромную базу задач, набранных для систем **Мудромер** и **BestTest**, для создания системы частичного компьютерного контроля **K-Commander**. При помощи этой системы преподаватель мог за короткое время (20-30 мин.) подготовить необходимое количество вариантов с ответами для текущей контрольной работы. Предпосылки для необходимости создания такой системы были очевидны:

- 1) На каждой кафедре, в том числе и на кафедре высшей математики, имелось одно-два полностью укомплектованных рабочих места преподавателя. Используя только эти места, уже можно было бы при помощи будущей программы обеспечить всех преподавателей кафедры необходимым раздаточным материалом;
- 2) Создавать новую базу задач для будущей программы было не нужно. Ее можно было получить из старой базы, подготовленной в 1990–1994гг., путём небольшой модернизации;
- 3) С каждым годом условия преподавания ухудшались: число студентов в группах возрастало за счет увеличения студентов-контрактников, а вместе с ним росла и нагрузка на преподавателя. В этот период автор смог реализовать на программном уровне ряд интересных идей.

- В качестве интерфейса будущей программы удалось использовать популярный интерфейс известной на то время оболочки **Norton-Commander**. Эта оболочка была настолько популярна и удобна в использовании, что даже при появлении системы Windows разработчики этого оконного режима вынуждены были создавать

многие программы работы с файлами с помощью оболочки **Norton-Commander**. Создаваемая система **K-Commander** также представляла собой программу, работающую с файлами, в которых “прятались” варианты набранных задач библиотеки, находились списки учебных групп, создавались варианты будущих контрольных работ. Поэтому использование давно известной и любимой оболочки **Norton-Commander** в будущей системе частичного компьютерного тестирования было “весьма заманчивым” и вполне обоснованным.

- Ещё одна задумка автора – создание задач с параметрами – позволила ускорить создание базы задач. В этих задачах задаются параметры с диапазоном их изменения, переменные поля в тексте задачи с привязанными к ним формулами, по которым рассчитываются значения этих полей, а также числовые ответы, зависящие от значений параметров. Для каждого варианта такой задачи значения параметров задаются случайным образом (при помощи датчика случайных чисел) из тех диапазонов, которые были заданы изначально. После разработки текстового редактора для создания задач с параметрами произошла настоящая революция в деле подготовки базы задач. Теперь новые задачи набирались за считанные минуты. Правильность ответов для всех вариантов обеспечивалась правильностью одной формулы, по которой вычислялся ответ (если для одного варианта ответ был правильным, можно было быть уверенным, что и для остальных вариантов ответ тоже верный; и наоборот, если какой-то вариант имел ошибочный ответ, то необходимо было пересмотреть формулу, по которой вычислялся ответ).

- Параллельно с созданием редактора задач с параметрами автору пришлось усовершенствовать анализатор формул, расширив его возможности. Появлялись задачи, для которых запись ответов требовала введения все новых и новых числовых функций одной и более переменных. Автору удалось довести структуру анализатора формул до такой степени развития, что включение новых функций в “его тело” стало занимать считанные минуты. Таким образом, анализатор формул превратился в “живое существо”.

Единственным недостатком созданного в этот период программного комплекса оставалась невозможность набирать в текстовом редакторе “красивые” математические формулы по причине отсутствия графических возможностей в системе. В дальнейшем этот недостаток был ликвидирован.

Значимость созданной системы в ходе реализации учебного процесса была весьма ощутима.

Этап IV (2003-2007гг.). На этом этапе автору удалось заметно продвинуться на пути модернизации систем полного и частичного компьютерного тестирования.

Вначале была проведена работа по совершенствованию программы **BestTest** с целью её использования при проведении математических

олимпиад. Ежегодные математические олимпиады для студентов 1-х и 2-х курсов вузов Северного округа начали проводиться в 2002 г. и проводятся по сей день. Такие олимпиады – настоящий праздник для студентов, потому что основным судьей является компьютер – единственный и беспристрастный арбитр, способный зафиксировать, сколько попыток и сколько времени затратил тот и или иной участник олимпиады при решении олимпиадных заданий. Число попыток и затраченное время являются основным критерием при определении победителя олимпиады.

Компьютерная олимпиада такого типа оказалась делом крайне интересным и нужным. Руководство МГУП приняло “Положения о проведении ежегодной математической олимпиады для студентов МГУП и других сельскохозяйственных вузов”, чем узаконило проведение ежегодной межвузовской математической олимпиады. В настоящее время в ней участвуют студенты таких вузов Северного округа, как МАДИ, МГУПП, МГУПриродообустройства, МГУПечати, МГАУ, МСХА и др.

В процессе работы автору удалось решить проблему отсутствия графических элементов в системе **K-Commander**. Известный текстово-графический редактор **LaTeX** отличается в выгодную сторону от многих графических редакторов, например, редактора **Word**, тем, что формат набора текстов в нём открыт. Автору удалось сделать надстройку над этим редактором, получившую название **VmTex**. Эта надстройка позволила формировать варианты контрольных работ по математике примерно за то же время, что и при использовании **K-Commander**. Здесь также был использован усовершенствованный “живой” анализатор формул. Впоследствии, на следующем этапе исследований, автору удалось “совершить революцию” в деле набора текстов вариантов задач: в новом текстовом редакторе была создана возможность набора задач с параметрами, что значительно ускорило процесс формирования базы задач.

После создания такой системы частичного компьютерного тестирования количество преподавателей, желающих использовать ее возможности в своей учебной практике, увеличилось. Некоторые преподаватели стали принимать активное участие в процессе пополнения имеющейся библиотеки новыми задачами. Круг возможного применения этой системы расширился: расчетно-графические работы, текущие контрольные работы, зачетные и экзаменационные работы, самостоятельные работы для домашнего выполнения, индивидуальные занятия и т.д.

Этап V. (2008-2011гг.). На этом этапе автору удалось заметно продвинуться не только в направлении совершенствования программ и использовании их в учебном процессе, но и в теоретическом обосновании используемых моделей.

Как уже было отмечено, в это время были сделаны важные шаги по модернизации системы **VmTex**. Так, например, была реализована идея создания задач с параметрами. После осуществления этой идеи процесс

наполнения существующей библиотеки новыми задачами значительно ускорился. К этой работе подключились многие преподаватели кафедры.

Помимо работы с **VmTex**, автор совместно с соискателем ученой степени кандидата педагогических наук, старшим преподавателем А.Г.Мусаелян, в рамках ее диссертационной работы, провели очень важные исследования эффективности различных форм вступительных испытаний: Единый Государственный Экзамен, Централизованное Тестирование, Внутренний Экзамен Вуза. В этих исследованиях использовались системы частичного компьютерного тестирования **K-Commander** и **VmTex**. Кроме того, были проведены исследования зависимости успеваемости студентов от таких факторов, как

- форма обучения: бюджетная, контрактная;
- место получения среднего образования: Москва, Московская область, другие регионы;
- тип учебного заведения, в котором получено среднее образование: средняя школа, колледж, лицей;
- успеваемость в школе по математике: удовлетворительная, хорошая, отличная.

Разработанная и отлаженная на предыдущем этапе система “Олимп” ежегодно использовалась для проведения математических олимпиад. С каждым годом география вузов, студенты которых участвовали в олимпиадах, расширялась, техника использования совершенствовалась. Если раньше олимпиады проводились только лишь для студентов одного курса (либо 1-го курса, либо 2-го курса), то теперь олимпиада проводится одновременно и для первокурсников, и для второкурсников. Совершенствуются задачи, которые используются на олимпиадах: их трудность уменьшается, оригинальность – увеличивается. Тем самым увеличивается доля участников олимпиады, решающих большую часть всего набора заданий. По-прежнему главную роль в определении победителей играют время, затраченное на решение, и количество затраченных попыток.

Выход в свет в 2000 г. книги [14] Ю.М.Неймана и В.А.Хлебникова “Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов” дал не просто дополнительный, но решающий толчок в развитии математически обоснованных основ тестологии как важной составляющей современного образования в России. На Западе тестология начала развиваться с 50-х годов прошлого столетия. “Пионерской” работой в области педагогического тестирования является работа датского математика Г.Паша: Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests, 1960, Copengagen, Denmark; Danish Institute for Educational Research..

Педагогическое тестирование в России имеет пока очень короткую историю и, по существу, находится лишь на стадии становления. Важной вехой, в частности, явилось создание Министерством высшего и среднего специального образования России Центра Тестирования выпускников

общеобразовательных учреждений Российской Федерации. Небольшой коллектив этого Центра вместе с региональными представителями проводит всю работу по созданию тестов по различным предметам школьной программы, организации и проведению централизованного тестирования по всей России, обработке и шкалированию результатов тестирования, подготовке и выдаче участникам тестирования сертификатов государственного тестирования. Такие темпы роста практического тестирования активно стимулируют и научные разработки. Стали издаваться Труды Центра тестирования, проводиться ежегодные Всероссийские конференции по проблемам тестирования.

Благодаря вышеназванным книгам, Трудам Центра Тестирования и конференциям у автора появилась возможность освоить науку **тестология**. Была разработана математическая модель тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания, в частности:

- найден закон распределения первичного балла, как дискретной случайной величины;
- определены математическое ожидание и дисперсия первичного балла;
- исследованы различные виды зависимостей первичного балла от числа попыток и найдена формула зависимости, имеющая наименьшую дисперсию;
- исследованы уже известные методы оценок латентных параметров уровней подготовленности участников тестирования и уровней трудности заданий теста (метод первичных баллов, метод силы-слабости, метод моментов) при помощи метода Монте-Карло;
- предложены новые методы оценок латентных параметров, основанные на законе больших чисел, и исследованы при помощи метода Монте-Карло;
- исследованы корреляционные свойства систем электронного тестирования с одной и более попытками для решения одного задания.

Параллельно с изложенной выше работой автор работал над текстом диссертации, публикациями в журналах, рекомендованных ВАК.

Научная новизна исследования обусловлена новизной теоретических и методических проблем реализации возможностей математического моделирования и ИКТ в обеспечении качества результатов электронного тестирования. Научная новизна диссертации определяется следующими положениями.

- 1) Построена математическая модель электронного тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания теста. В рамках этого исследования найдено оптимальное количество попыток для решения одного задания теста, равное 4-5 попыткам, предложена эффективная зависимость первичного балла от числа использованных попыток. Проведен корреляционный анализ систем электронного тестирования с одной и более попытками для решения одного задания

- 2) Разработана математическая модель сравнения различных способов оценки латентных параметров тестирования, использующая метод Монте-Карло. В рамках этой модели проведен сравнительный анализ трех способов оценки латентных параметров тестирования: метода первичных баллов, метода силы-слабости и метода моментов. Предложены новые методы оценки, основанные на законе больших чисел, выявлено их преимущество по сравнению с классическими методами.
- 3) Определено понятие задачи с переменными полями, поддерживающие принцип фасетности и обеспечивающие параллельность вариантов теста. Указаны конкретные реализации этих задач в различных системах электронного тестирования
- 4) Исследованы возможности графического редактора LaTeX при создании систем электронного тестирования. Результаты исследования привели к разработке системы частичного электронного тестирования, которая была использована для сравнительного анализа эффективностей различных форм вступительных испытаний: ЕГЭ, ЦТ (централизованное тестирование), ВЭ (внутренний экзамен ВУЗа).
- 5) Создана вероятностно-статистическая модель сравнения различных способов решения одной задачи: определены числовые характеристики способа, найдены точечные и интервальные оценки этих характеристик. В рамках этой теории исследованы различные методы решения конкретных задач в линейной алгебре, дифференциальном исчислении, теории интегрирования.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что в ней можно выделить следующие новые теоретические аспекты.

- 1) Построена математическая модель электронного тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания теста. В рамках этого исследования найдено оптимальное количество попыток для решения одного задания теста, равное 4-5 попыткам, предложена эффективная зависимость первичного балла от числа использованных попыток.
- 2) Разработана математическая модель сравнения различных способов оценки латентных параметров тестирования, использующая метод Монте-Карло.
- 3) Определено понятие задачи с переменными полями, поддерживающие принцип фасетности и обеспечивающие параллельность вариантов теста.
- 4) Создана вероятностно-статистическая модель сравнения различных способов решения одной задачи: определены числовые характеристики способа, найдены точечные и интервальные оценки этих характеристик.

Практическая значимость работы определяются следующими положениями.

- 1) В рамках математической модели тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания разработаны системы полного и частичного электронного тестирования. Рассмотрены

различные способы их применения в учебном процессе и проведены научные исследования зависимости успеваемости студентов от различных факторов (успеваемость в школе, форма обучения (контракт, бюджет), место получения среднего образования (школа, колледж), географическое место получения среднего образования (Москва, другое место)).

- 2) В рамках математической модели сравнения различных способов оценки латентных параметров тестирования проведен сравнительный анализ трех классических способов: метода первичных баллов, метода силы-слабости и метода моментов. Предложены новые методы оценки, основанные на законе больших чисел, выявлено их преимущество по сравнению с классическими методами.
- 3) Рассмотрены различные способы составления задач с переменными полями, поддерживающих принцип фасетности и обеспечивающих параллельность вариантов теста. Указаны конкретные реализации этих задач в различных системах электронного тестирования.
- 4) Исследованы возможности графического редактора LaTeX при создании систем электронного тестирования. Разработана система частичного электронного тестирования UniTex, которая была использована для сравнительного анализа эффективностей различных форм вступительных испытаний: ЕГЭ, ЦТ (централизованное тестирование), ВЭ (внутренний экзамен ВУЗа).
- 5) В рамках теории сравнения различных методов решения одной задачи исследованы различные методы решения конкретных задач в линейной алгебре, дифференциальном исчислении, теории интегрирования, даны конкретные рекомендации по их использованию. Создана система полного электронного тестирования, позволяющая автоматизировать процесс исследования методов.

Основные результаты, выносимые на защиту:

- 1) математическая модель электронного тестирования с двумя и более попытками,
- 2) математическая модель исследования эффективности различных методов оценки латентных параметров тестирования, основанная на использовании метода Монте-Карло,
- 3) система частичного электронного тестирования, основанная на реализации графического редактора LaTeX,
- 4) математическая модель сравнения различных способов решения одной задачи.

Апробация диссертации и внедрение результатов. Основные результаты докладывались на международной конференции "Функциональные пространства. Теория приближений. Нелинейный анализ.", посвященной 90-летию академика С.М.Никольского (Москва. 27

апреля - 3 мая, 1995г.), на международной конференции, посвященной 75-летию члена-корреспондента РАН, профессора Л.Д.Кудрявцева: "Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Проблемы математического образования" (Москва, 1998г.), на международной конференции "Проблемы реализации многоуровневой системы образования. Наука в Вузах" (Москва, октябрь 1999г.), на второй международной конференции, посвященная 80-летию члена-корреспондента РАН проф. Л.Д.Кудрявцева "Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Проблемы математического образования." (Москва, 2003г.), на 4-ой Международной конференции "Новые технологии в аграрном образовании" (Москва, ноябрь 2003г.), на Всероссийской научно-методической конференции "Развитие тестовых технологий в России" (Москва, 21-22 ноября 2002г.), на второй Всероссийской научно-методической конференции "Развитие методов и средств компьютерного тестирования" (Москва, 15-16 апреля, 2004г.), на ХLI Всероссийской конференции по проблемам математики, информатики, физики и химии. Педагогические секции (Москва, 18-22 апреля, 2005г.).

Изданы методические указания для преподавателей: "Универсальный программный комплекс **Мудромер** для опроса на ЭВМ СМ-4-20" (издательство МСХА , 1991г., 300 экз.), методические указания для преподавателей и студентов инженерно-педагогических специальностей по специальности 03.05.00 – "Профессиональное обучение" - "Выбор эффективных методов решения задач в курсе высшей математики. Теория и практика." (издательство МГАУ, бизнес-Центр "Агроконсалт", 1998г., 100 экз.).

Опубликованы статьи в таких известных всероссийских изданиях, как "Математика в школе" (научно-теоретический и методический журнал Министерства образования Российской Федерации, г.Москва, количество статей - 1), "Информатика и образование" (научно-методический журнал Министерства образования Российской Федерации, г.Москва, количество статей - 3), "Открытое и дистанционное образование"(научно-методический Министерства Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций, г.Томск, количество статей - 3), "Стандарты и мониторинг в образовании"(информационный и научно-методический журнал издательства "Русский журнал", г.Москва, количество статей - 1), "Вестник Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина " (научный журнал Международного центра регистрации мировой периодики, г.Москва, количество статей - 1), "Программные продукты и системы" (международный журнал, г.Тверь, количество статей - 2), "Преподаватель XXI век" (общероссийский журнал о мире образования, г.Москва, количество статей - 2), "Информатизация образования и науки" (научно-методический журнал, г.Москва, количество статей - 2), "Природообустройство" (научно-практический журнал, г.Москва, количество статей -1). Все вышеперечисленные журналы

включены в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК РФ для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. На основе выше перечисленных статей издана монография “Электронное тестирование с двумя и более попытками для решения одного задания”.

Системы компьютерного тестирования зарегистрированы в журнале Министерства общего и профессионального образования Российской Федерации, Института Информатизации образования “Компьютерные учебные программы”: Турбо-система компьютерного контроля знаний учащихся **Мудромер** (№2(9), 1996г.), Компьютерная система для выбора эффективных методов решения задач **Метод** (№1(12), 1998г.), Компьютерная система **Прогноз-М** для определения уровня подготовки по математике относительно требований, предъявляемых на выпускных экзаменах в средней школе и вступительных экзаменах в более чем 30 Московских вузах. (№1(12), 1998г.).

Результаты проведенной работы, ставшей основой данной диссертации, регулярно докладываются на Межвузовской научно-методической конференции. (Учебно-методическое объединение по образованию в области природообустройства и водопользования, проект TEMPUS-TACIS UM-JEP-24160-2003 “Интеграция российской внутривузовской системы управления качеством образования в Болонский процесс”, Москва).

В 1990-1994 гг. система полного компьютерного тестирования **Мудромер** интенсивно использовалась на кафедре высшей математики МСХА им. К.А. Тимирязева. Для этих целей при кафедре функционировал компьютерный класс УК НЦ на базе сервера ДВК-4. Благодаря непосредственному участию автора, разработанная система и ее модификация **BestTest** распространялись и использовались во многих средних, средних специальных и высших учебных заведениях г. Москвы, Московской области, а также многих регионов России и стран СНГ. В 1994г. эти системы распространялись при участии Российского Центра интерактивных средств обучения (РЦИСО).

В 2002-2007 гг. система полного компьютерного тестирования **Олимп** использовалась для проведения межвузовских, окружных математических олимпиад. На основании положения “О ежегодной олимпиаде по математике для студентов Московского государственного университета природообустройства и других сельскохозяйственных высших учебных заведений “ в МГУП ежегодно проводится математическая олимпиада, в которой принимают участие студенты первых и вторых курсов таких высших учебных заведений Северного Округа г.Москвы, как Московский автомобильный институт (МАДИ, Технический Университет), Московский Государственный Университет пищевых производств (МГУПП), Московский Государственный Агроинженерный Университет им. В.П.Горячкина (МГАУ), Московская Сельскохозяйственная Академия им К.А.Тимирязева (МСХА), Московский Государственный Университет

Печати (МГУПечати), Московский Государственный Университет Природообустройства (МГУПриродообустройства).

С 1998 г. на кафедре высшей математики МГУП интенсивно используется система частичного компьютерного контроля **K-Commander**, позволяющая быстро создавать раздаточный материал для проведения текущих и итоговых контрольных работ по математике. За эти годы образовалась богатая компьютерная библиотека задач (около 10000 задач). Используя эту систему, автору совместно с ст. преподавателем кафедры А.Г.Мусаелян удалось проделать важную работу по исследованию различных форм вступительных испытаний в вуз: Единый Государственный экзамен, Централизованное тестирование, Внутренний экзамен вуза.

С 2003г. на кафедре высшей математики МГУП интенсивно используется система частичного компьютерного тестирования **VmTex**, созданная на основе известной издательской системы **LaTex** и имеющая графические возможности. Автором и преподавателями кафедры была создана достаточно большая компьютерная библиотека задач (около 1500 задач). Эта система используется на кафедре для проведения текущих и итоговых контрольных работ, для расчетно-графических работ.

Работа выполнена на кафедре высшей математики Московского Государственного университета природообустройства

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка и 19 приложений. Общий объем диссертации – 262 с. , основной текст - 217 с., приложения - 51 с. (тексты компьютерных программ прилагаются на дискете), библиографический список – 55 наименований.

Содержание диссертации.

Во введении обоснована актуальность исследования, определены цели, гипотеза, объект и предмет исследования, а также определены задачи и методы исследования; описаны этапы исследования, представлены его научная новизна, теоретическая и практическая значимость; сформулированы основные положения, выносимые на защиту; представлены апробация результатов исследования и их внедрение в учебный процесс.

В первой главе “**Обзор научных публикаций. Основные понятия.**”

- приводится обзор основных научных трудов по теме диссертации;
- приводятся основные понятия теории моделирования и параметризации педагогических тестов;
- обсуждается классификация систем электронного тестирования;
- рассматриваются основные типы заданий электронного тестирования;
- определяются задачи с переменными полями, являющиеся яркими представителями фасетных заданий электронного тестирования;

● обсуждаются принципы построения авторского анализатора формул, который используется во всех рассмотренных в диссертации системах электронного тестирования.

В разделе 1.1 дается определение таких понятий, как

- латентные параметры тестирования (уровни подготовленности учащихся, уровни трудности заданий);
- первичные баллы;
- модель Раша;
- дихотомическая и политомическая модели;
- методы оценки латентных параметров (метод моментов, метод наибольшего правдоподобия,...)

В параграфе 1.2.1 приводится классификация современных систем электронного тестирования.

Одним из признаков систем электронного тестирования является их **техническая структура**, которая отражает технику выполнения следующих задач:

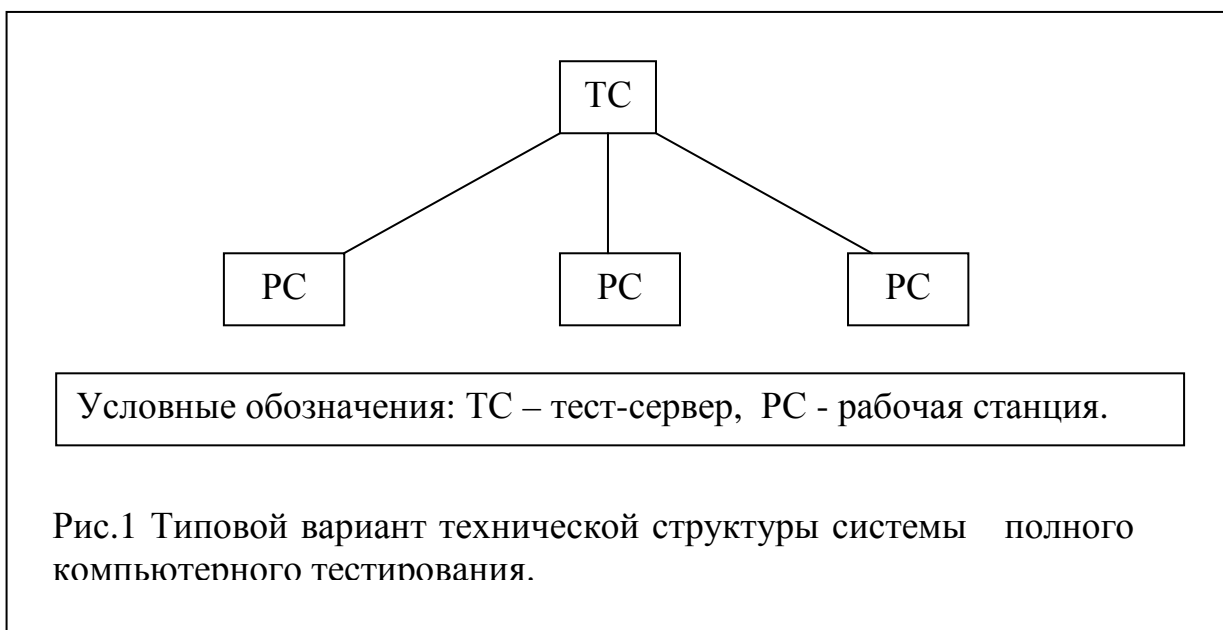
- формирование банка тестовых заданий и компоновка тестов;
- проведение сеансов тестирования и передача данных;
- обработка ответов, подсчет баллов, сбор и анализ статистики.

Функции всех трех групп могут выполняться как при помощи компьютеров, так и вручную (преподавателем или группой преподавателей). Различные варианты выполнения этих функций порождают различные технические структуры систем компьютерного тестирования. Системы, в которых все три функции выполняются компьютером, будем называть **системами полного компьютерного тестирования**. В диссертации приводятся типовые варианты технических структур, представленные в таблицах.

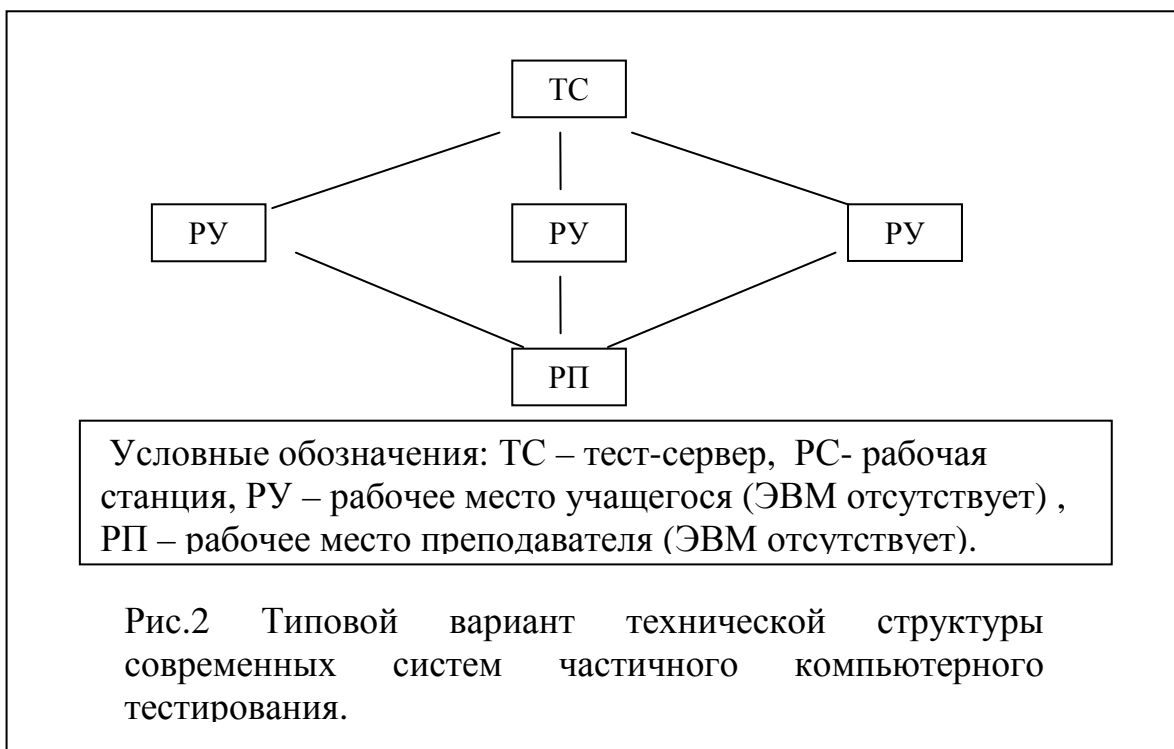
В диссертации предлагаются системы полного компьютерного тестирования, работающие по различным техническим схемам (одна из таких схем, наиболее распространенная, представлена на рис.1):

Метод , Олимп могут работать по всем представленным схемам;

К сожалению, материально-техническая база многих вузов (наличие ЭВМ, соответствие качества ЭВМ мировым стандартам) по-прежнему находится не на должном уровне. В связи с этим преподаватели вынуждены собственноручно выполнять некоторые из вышеперечисленных функций. Такие системы будем



называть **системами частичного электронного тестирования**. В диссертации приводятся дополнительные технические структуры, одна из которых (см. рис.2) используется в системах частичного компьютерного тестирования, представленных в этой работе.



При помощи системы частичного компьютерного тестирования на ЭВМ готовится раздаточный материал (варианты контрольной работы (КР)). Затем в аудитории проводится контрольная работа: учащиеся выполняют задание на бланках, после чего бланки с выполненной КР сдаются преподавателю. Он их проверяет и выставляет оценки. По такой схеме

функционируют две системы частичного компьютерного тестирования, разработанные автором: **K-Commander** и **UniTex**. Отметим, что процесс проверки КР при использовании этих систем может быть заметно упрощен, поскольку имеется возможность распечатать ответы ко всем заданиям КР.

Далее (§1.2.3) определяются задачи с переменными полями (ЗПП), которые активно используются во всех системах компьютерного тестирования. Использование таких задач в компьютерных системах обеспечивает:

- 1) оперативность при создании новых контрольных работ: для определенной задачи контрольной работы набирается все лишь один текст определенной ЗПП, числовые данные этой задачи, соответствующие различным вариантам, вставляются компьютерной программой без участия преподавателя;
- 2) наличие большого количества вариантов при проведении контрольных работ;
- 3) надежность при проверке ответов: ответы задаются по определенной формуле, поэтому, если в одном варианте ответ верный, то и во всех других вариантах ответы, скорее всего, также верны;
- 4) равносложность вариантов: задачи из различных вариантов имеет один и тот же текст и различные числовые данные, поэтому задачи из различных вариантов практически имеют одинаковую сложность

В этом же параграфе 1.2.2 приводится много примеров таких задач, детализируется процесс их создания. В качестве примера можно привести следующую ЗПП.

ЗПП:

Текст: В треугольнике с заданными вершинами $A(1, 1)$, $B(1, 9)$, $C(x, y)$ найти уравнение медианы, проведенной из вершины A . Ответ дать в виде уравнения с угловым коэффициентом.

Ответ: $y = kx - d$

Параметры задачи: $a = 1 \div 20$, $b = 2 \div 50$

Переменные поля задачи: $x = a + 1$, $y = a*b - 7$, $k = b$, $d = b - 1$

В следующем параграфе 1.2.4 разбираются основные принципы построения встроенного анализатора формул. В основном, использование анализатора происходит на стадии формирования преподавателем задач с ответами. Спектр задач по математике достаточно широк и правильные ответы к ним могут записываться в разнообразных формах. Ответом к задаче может быть число, записанное при помощи числового выражения, содержащего

- обычные операции сложения, вычитания, умножения, деления, и

возведения в степень: $\frac{124}{76} - 5.7^3 * (\pi + 1)$;

- обычные числовые функции одного переменного: $sqr(x) = \sqrt{x}$;

- необычные числовые функции одного переменного:

$$\Phi(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt ;$$

- обычные числовые функции двух и более переменных:

$$step(x, y) = x^y$$

- необычные числовые функции двух и более переменных:

$$fif(x; y; z; t) = \begin{cases} z, & \text{если } x \leq y \\ t, & \text{если } x > y \end{cases} ;$$

- VIP-функции, зависящие от числовых функций:

$$sm1(k; m; g(p)) = \sum_{p=k}^m g(p),$$

где $g(p) = 1/p^2$, $k=1$, $m=3$

Новые функции могут возникать на этапе конструирования ответа к задаче. Поэтому был создан такой анализатор, который быстро пополняется новыми числовыми функциями одного, двух и более переменных, а также VIP-функциями.

Во второй главе **“Математическое моделирование электронного тестирования с двумя и более попытками”**

- рассмотрен закон распределения числа набранных баллов при решении одного задания с двумя и более разрешенными попытками, найдены его математическое ожидание и дисперсия;
- исследованы различные функции зависимости первичного балла от количества затраченных попыток и выделена из них наиболее эффективная;
- осуществлено математическое моделирование процесса электронного тестирования, основанное на методе Монте-Карло, описаны основные методы оценки латентных параметров: метод моментов, метод первичных баллов, метод силы-слабости, определены их основные числовые характеристики;
- проведен сравнительный анализ основных методов оценки латентных параметров, сделаны выводы;
- описаны и исследованы новые методы оценок латентных параметров, основанные на законе больших чисел: метод разностей, смешанный метод, метод смещения, сделаны выводы.

Рассмотренные в диссертации системы электронного тестирования предлагают преподавателю инструмент оперативного проведения контрольных работ. Основной отличительной особенностью этих систем является то, что позволяют тестируемому использовать две и более попыток для решения одного задания теста.

В главе 2 предлагается и изучается математическая модель тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания.

Анализируются локальные и глобальные характеристики тестирования. Локальные характеристики отражают качественные стороны процесса решения тестируемым **одного задания** теста., глобальные определяются исходя из информации, полученной при тестировании **всех участников**.

Для получения локальных характеристик вводится случайная величина (первичный балл) – балл, получаемый тестируемым при решении одного задания. Этот балл определяется количеством позволенных попыток на решение задания, а также функциональной зависимостью балла от количества затраченных попыток. Критерием эффективности тестирования является малость дисперсии, которая отвечает за величину ошибки при выставлении оценки учащемуся.

При исследовании зависимости дисперсии от числа k разрешенных попыток получены следующие результаты. Дисперсия достигает своего минимума при $k=4$. При этом отмечается **резкий** качественный скачок (уменьшение дисперсии) при переходе с одной попытки на две и стабилизация дисперсии после трех, четырех попыток. Это вполне естественный результат, так как с ростом разрешенного количества попыток растет объем информации, получаемой системой тестирования о знаниях учащегося, который может совершить незначительные ошибки при решении задания, что не учитывается дихотомными (с одной попыткой) системами. Но с **чрезмерным** увеличением числа разрешенных попыток учащийся использует их не для устранения случайных недоразумений, а для угадывания правильного ответа. Поэтому в описанном процессе должна существовать “золотая середина”, которая и была найдена в работе.

При исследовании функциональной зависимости балла от числа использованных попыток автор пришел к следующим выводам. Если использовать линейную зависимость первичного балла от числа затраченных попыток, то было бы несправедливым одинаково снижать балл в начале и конце отрезка $[1, k]$, где k – максимально допустимое количество попыток. Если тестируемый решает задание со второй попытки, это означает, что ошибка незначительна (скорее всего произошла арифметическая ошибка), и в этом случае целесообразно снижать балл “не слишком сильно”. А если учащийся приближается по количеству использованных попыток к максимально разрешенному k , то в этом случае

$$B = \begin{cases} \frac{k^{2p} - j^{2p}}{k^{2p}}, & p < 0.4 \\ \frac{k - j}{k}, & 0.4 \leq p \leq 0.5 \\ \left(1 - \frac{j}{k}\right)^{2(1-p)}, & p > 0.5 \end{cases}$$

испытуемый, скорее всего, не очень твердо усвоил материал (“мечется среди своих знаний”). В этом случае процесс осознанного решения скатывается к угадыванию правильного ответа. Система тестирования должна реагировать более резким снижением оценки. Все это отражено в подобранной функциональной зависимости B (см. выше):

Для получения глобальных характеристик тестирования использовался метод Монте-Карло, позволивший смоделировать процесс тестирования большого количества учащихся. Моделирование позволяет задать априорные уровни подготовленности учащихся и уровни сложности заданий: θ_i , δ_i . Используя известные в теории моделирования и параметризации педагогических тестов методы (метод первичных баллов, метод силы-слабости, метод моментов) получения оценок θ_i^* , δ_j^* латентных параметров тестирования, можно исследовать отклонения истинных значений параметров от их оценок в зависимости от максимально разрешенного числа попыток k при помощи следующих числовых характеристик.

Определение 1: Величина $si_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\theta_i - \theta_i^*|$ называется силой метода

по уровню участников.

Аналогично определяется сила метода по уровню заданий. Это число характеризует среднюю абсолютную погрешность. Чем меньше эта характеристика тем “сильнее” метод.

Определение 2: Величина $sl_m = \max_{i=1, \dots, n} |\theta_i - \theta_i^*|$ называется слабостью

метода по уровню участников.

Аналогично определяется слабость метода по уровню заданий. Чем больше эта характеристика, тем большую погрешность допускает этот метод, тем “слабее” метод.

Разрешающей способностью теста (PCT) называется длина того промежутка $\Delta\theta$ на латентной шкале в логитах, который соответствует шагу $\Delta b = 1$. Различные значения θ_1 и θ_2 тест не в состоянии распознать, если $|\theta_2 - \theta_1| \leq PCT$, и потому PCT определяет собой порог чувствительности теста.

Определение 3: Величина

$$k_{\text{пог.}} = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{i,PCT}, \quad \text{где } \delta_{i,PCT} = \begin{cases} 1, & \text{если } |\theta_i - \theta_i^*| > PCT \\ 0, & \text{если } |\theta_i - \theta_i^*| \leq PCT \end{cases}$$

называется коэффициентом PCT-погрешности метода по уровню участников.

Аналогично определяется коэффициент PCT-погрешности метода по уровню заданий. Этот коэффициент показывает, какой процент оценок вышел за пределы PCT. Чем выше этот коэффициент, тем “слабее” метод. В качестве максимального отклонения была выбрана PCT по причине того,

что РСТ можно интерпретировать как усредненную цену деления шкалы, на которой находятся латентные параметры.

И, наконец, введем последнюю числовую характеристику метода. Если некоторую числовую последовательность расположить по убыванию, то для каждого числа этой последовательности можно определить номер, указывающий место в упорядоченной последовательности, считая слева направо. Этот номер будем называть порядком i -го члена последовательности и обозначать $por(i)$.

Например, 4,2,5,-3,1 - числовая последовательность из пяти членов. Расположим члены этой последовательности по убыванию: 5,4,2,1,-3. Тогда $por(1)=2$, $por(2)=3$, $por(3)=1$, $por(4)=5$, $por(5)=4$.

Определение 4: Величина

$$k_{ранж}^{\varepsilon} = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{i,\varepsilon}, \quad \text{где } \delta_{i,\varepsilon} = \begin{cases} 1, & \text{если } |por(i) - \overline{por(i)}| \leq \frac{\varepsilon}{100} n \\ 0, & \text{если } |por(i) - \overline{por(i)}| > \frac{\varepsilon}{100} n \end{cases}$$

где $por(i)$ - порядок истинного уровня подготовленности i -го участника, $\overline{por(i)}$ - порядок оценки уровня подготовленности i -го участника, называется коэффициентом ранжирования метода с уровнем надежности ε по уровню участников.

Аналогично определяется коэффициент ранжирования метода с уровнем надежности ε по уровню заданий. Данный коэффициент показывает процент участников, для которых “сохраняется место в упорядоченной последовательности с $\varepsilon\%$ -ой погрешностью”. Обычно $\varepsilon=3\%$, 5% , 10% . Эта характеристика очень важна для объективного размещения участников тестирования в итоговой таблице (например, при проведении олимпиады). Если $\varepsilon=5\%$, $n=100$ и i -ый участник, имеющий истинное положение в “табеле о рангах”, соответствующее порядку $por(i)=10$, сохраняет свое положение с надежностью ε , то в итоговой таблице он будет занимать место из интервала (15,5).

Результаты исследований таковы.

- 1) Для всех методов все числовые характеристики **заметно** улучшаются с увеличением числа k разрешенных попыток при решении одного задания с $k=1$ до $k=2$.
- 2) Все характеристики улучшаются при увеличении k до $k=3$ или 4; далее они либо стабилизируются, либо начинают ухудшаться.
- 3) Сравнивая методы по всем характеристикам, можно утверждать, что метод первичных баллов дает лучшие оценки для уровней подготовленности участников, а метод моментов дает лучшие оценки для уровней трудности заданий.

Далее предлагаются три новых метода поиска оценок латентных параметров: метод разностей, смешанный метод и метод смещения. Эти методы исследуются также при помощи статистических испытаний.

В главе 3 “Корреляционный анализ систем электронного тестирования с одной и более попытками” приводятся результаты поиска корреляционных характеристик систем электронного тестирования с одной и более попытками для решения одного задания. В частности, в этой главе:

- дается описание авторской системы частичного электронного тестирования “K-Commander”, позволяющей генерировать варианты контрольных работ по математике;
- проводится исследование различных форм вступительных испытаний: ЕГЭ (Единый Государственный Экзамен), ЦТ (Централизованное тестирование) и ВЭ (внутренний экзамен ВУЗа) при помощи использования системы K-Commander, позволяющей выявлять “истинные” уровни подготовленности студентов;
- осуществляется поиск корреляционных характеристик систем электронного тестирования: ЕГЭ, ЦТ, построенных на дихотомной модели тестирования.
- дается описание системы полного электронного тестирования “Олимп”, позволяющей проводить компьютерные математические олимпиады, использующей модель тестирования с двумя и более попыткам для решения одного задания теста;
- приводятся результаты педагогического эксперимента по проведению математической олимпиады среди школьников-абитуриентов, прошедших впоследствии испытания на письменном вступительном экзамене;
- выявляются корреляционные характеристики системы полного компьютерного тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания теста и проводится сравнительный корреляционный анализ систем с одной и более попытками.

В разделе 3.1 разбираются возможности системы частичного электронного тестирования **K-Commander**, генератора вариантов контрольных работ. В частности она позволяет

- подготовить в сжатые сроки необходимое количество вариантов с задачами для проведения контрольной или зачетной работы;
- получить для каждого варианта набор ответов к задачам, что позволяет оперативно проверить работы учащихся;
- распечатать листинг-протокол для оформления результатов контрольной работы;
- оперативно модифицировать и расширять базу доступных для системы задач, причем система обладает редактором задач с параметрами;

Опыт использования этого редактора на кафедре высшей математики доказал необходимость существования такой системы. Используя ее в своей педагогической практике, преподаватель не только существенно облегчает свой труд, но и качественно улучшает сам учебный процесс.

Используя данную систему в своей работе, преподаватель добивается повышения интереса учащихся к предмету, поскольку такой подход содержит некий ”игровой” момент: контрольная работа, решаемая на

компьютере, превращается в своеобразную «игру». В то же самое время для особо заинтересованных учащихся преподаватель имеет возможность и время объяснить его ошибки в процессе решения задачи.

Оперативность в подготовке необходимого количества вариантов позволяет преподавателю проводить повторные проверочные работы, что также немаловажно и для учащихся – у них появляется дополнительный шанс улучшить свои результаты. В настоящее время такие работы стали необходимостью из-за недостаточной подготовленности студентов, не успевающих по каким-либо причинам вовремя готовиться к плановым контрольным работам.

Одним из самых удобных интерфейсов программ работы с файлами за всю историю существования ЭВМ является интерфейс известной оболочки **Norton-Commander**. Недаром создатели Windows вынуждены были использовать этот интерфейс во многих своих программах: **FAT**, **Windows-Commander** и т. д. Это было замечено автором и интерфейс **Norton-Commander** использовался в системе частичного компьютерного тестирования **K-Commander** (см. рис. 3). В работе отмечается специфика использования этого интерфейса в авторской программе.

Базу задач системы можно наполнять заданиями трех типов: логический, простой, числовой. При этом Встроенный редактор (см. рис. 3) системы **K-Commander** позволяет создавать задачи с переменными полями (см. выше).

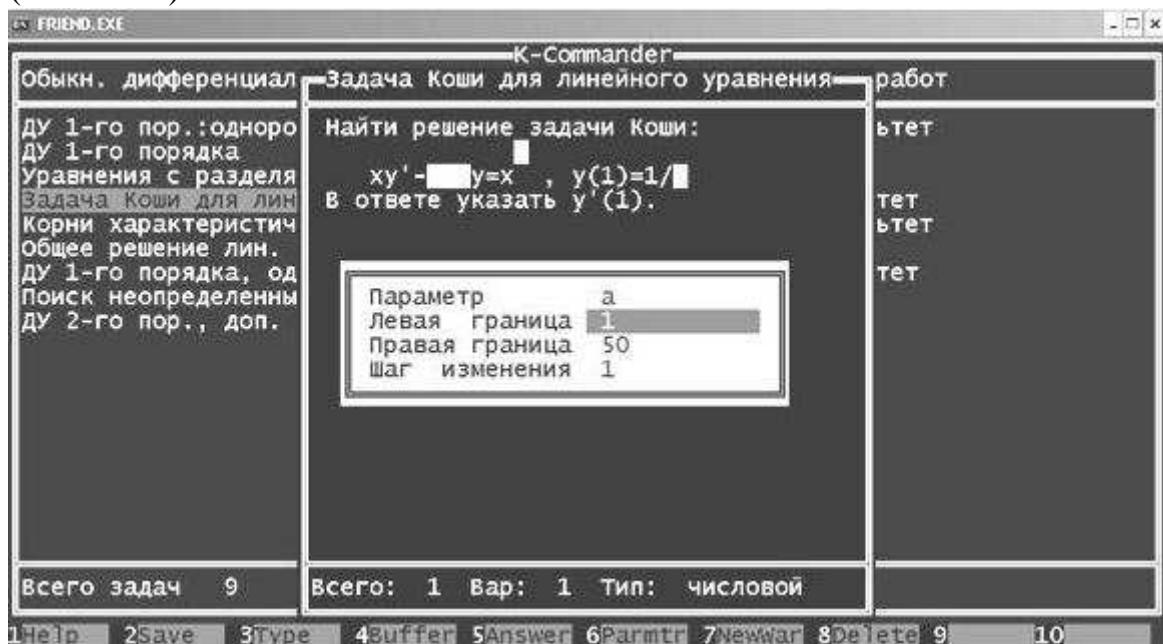


Рис. 3 Интерфейс редактора задач с переменными полями программы “K-Commander”.

Представленная система была использована автором при исследовании очень важной проблемы. До сих пор всех, имеющих отношение к образованию, интересует вопрос: какая из форм вступительных испытаний наиболее эффективна. Такое исследование проводилось в тот период развития образования, когда на равных существовали три формы

вступительных испытаний: Единый Государственный Экзамен (ЕГЭ), Централизованное тестирование (ЦТ) и внутреннего экзамена ВУЗа (ВЭ). Результаты исследований показали, что в начале своего пути ЕГЭ было эффективнее по отношению к другим формам вступительных испытаний. Эффективность ЕГЭ можно выразить тремя полигонами, изображенными на рис. 4

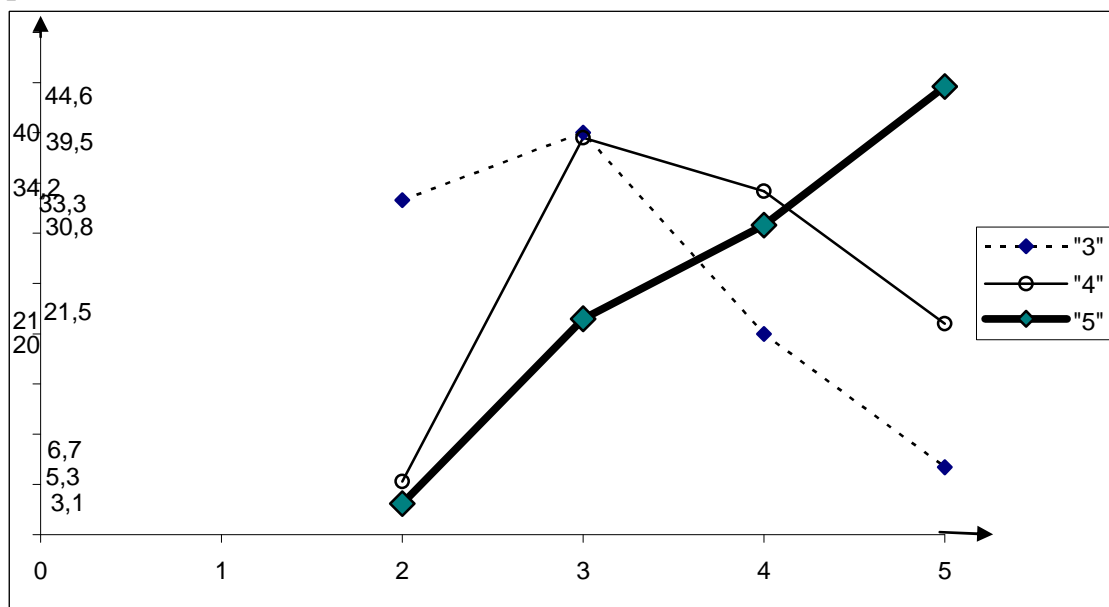


Рис.4. Полигоны относительных частот успеваемости студентов 1-го курса, сдавших единый государственный экзамен на 3, 4 , 5.

Коэффициенты корреляции были получены для всех форм тестирования: для ЕГЭ - 0.35, для ЦТ - 0.045, для ВЭ - 0.028.

В разделе 3.2 представлена система полного компьютерного тестирования, система “Олимп”, предназначенная для проведения компьютерных олимпиад по математике. В диссертации приводятся причины, по которым автор обратился за помощью к компьютеру при проведении олимпиад. Действительно, компьютер открывает новые возможности. Каждому участнику олимпиады предлагается одинаковый по сложности набор задач, что возможно благодаря использованию задач с переменными полями. Разработанная программа фиксирует количество решенных задач, качество их решения и время, за которое решаются задачи. Качество оценивается числом попыток, затраченных на решение задач (см. рис. 5). Таким образом, целесообразность использования компьютера при проведении олимпиад вполне обоснована: фиксация числа затраченных попыток и времени без ЭВМ весьма затруднительна. Система Олимп используется для проведения олимпиад ежегодно, начиная с 2002 г.

Эта система была использована автором для исследования корреляционных характеристик систем электронного тестирования с двумя и более попытками для решения одного задания теста. Для этого была выбрана определенная группа школьников-абитуриентов (100 учащихся),

поступавших в МГУ Природообустройства. Вначале для этой выборки была проведена компьютерная математическая олимпиада, а затем письменный экзамен.

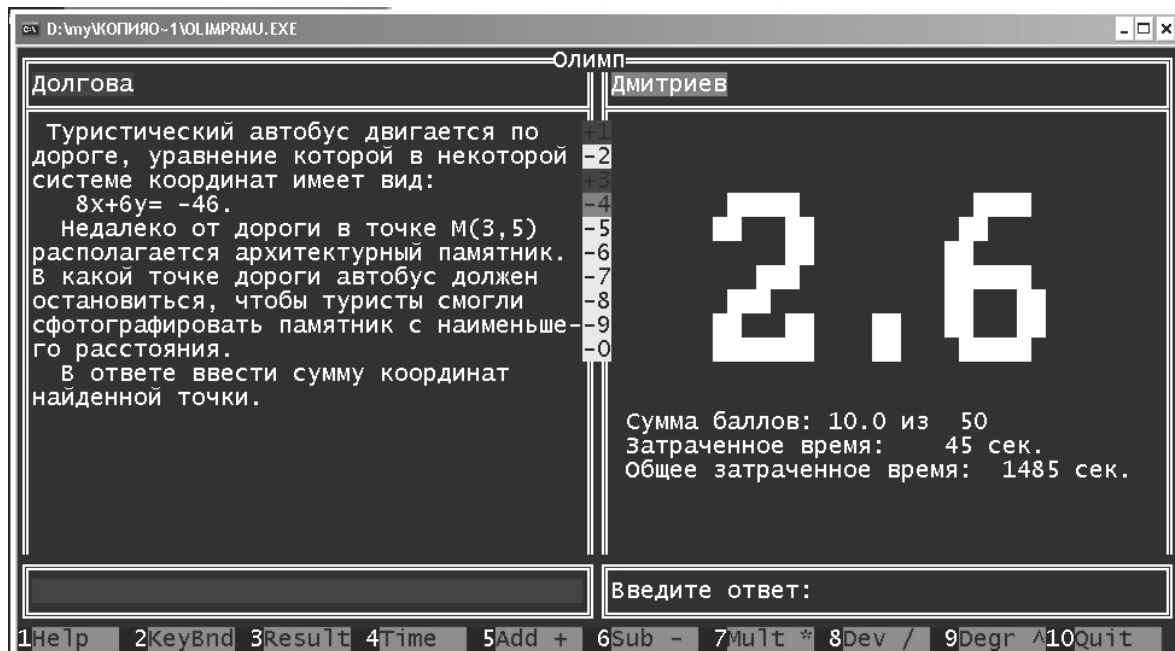


Рис.5 Окно программного модуля опроса для системы полного электронного тестирования “Олимп”

Оценки, полученные на письменном экзамене, рассматривались в качестве “истинных” уровней подготовленности учащихся. Коэффициент корреляции для зависимости рассмотренных выше двух оценок оказался равным 0,554. Сравнивая коэффициенты корреляции для ЕГЭ (в самом начале своего пути в нашем образовании) и для компьютерной математической олимпиады, приходим к выводу, что использование двух и более попыток в электронном тестировании дает ощутимые результаты в смысле точности полученных оценок.

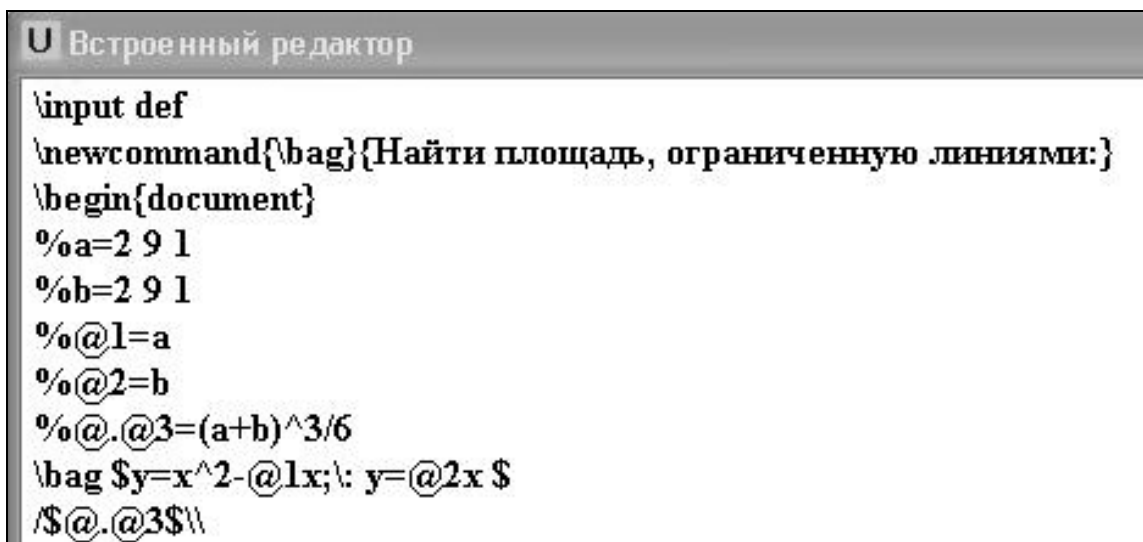
В главе 4 “Реализация графического редактора LaTeX для создания системы частичного электронного тестирования” раскрываются возможности известного графического редактора LaTeX при создании систем электронного тестирования, в частности:

- приводится краткое описание структуры языка LaTeX;
- разбираются основные особенности, файловая структура авторской системы частичного электронного тестирования UniTex;
- указываются различные способы набора вариантов задач при помощи встроенного редактора;
- рассматриваются различные способы реализации задач с переменными полями;
- дается функциональная структура программы и ее интерфейс;
- рассматриваются реализация системы в учебном процессе, а также ее применение для исследования зависимости успеваемости студентов от таких факторов, как

- успеваемость в школе,
- форма обучения (контракт, бюджет),
- место получения среднего образования (школа, колледж),
- географическое место получения среднего образования (Москва, другое место).

Система частичного компьютерного тестирования UniTex используют для вывода вариантов контрольной работы на дисплей и принтер известную графическую систему LaTeX. В этой системе также предусмотрена возможность создания задач с переменными полями. Для этого нужно перед текстом задачи в строках, начинающихся с символа %, указать параметры a,b,c,..., их диапазоны изменения (см. рис. 6). В рассмотренном примере два параметра a и b, a и b меняются от 2 до 9 с шагом 1, Далее указываются переменные поля в тексте задачи. Целочисленное поле с номером 1 содержит значение параметра a, целочисленное поле с номером 2 содержит значение параметра b, вещественное поле с одним (один символ @ после точки) знаком после запятой под номером 3 содержит ответ задачи $(a+b)^3/6$ (ответ указывается в конце текста задачи с новой строки, начинающейся с косой черты /).

Отметим, что максимальное количество параметров и максимальное число переменных полей равно 10-и. Параметры обозначаются буквами a, b, c, d, e, f, g, h, i, j. Поля обозначаются номерами от 0 до 9.



```

U Встроенный редактор
\input def
\newcommand{\bag}{Найти площадь, ограниченную линиями:}
\begin{document}
%a=2 9 1
%b=2 9 1
%@1=a
%@2=b
%@.@3=(a+b)^3/6
\bag $y=x^2-@1x; \: y=@2x $
/ $@.@3$ \

```

Рис. 6. Редактор задач с переменными полями в системе UniTex

В главе 5 диссертации “Математическое моделирование эффективности различных методов решения задачи” исследуется время решения задачи, как случайная величина, отражающая такие аспекты обучения, как сложность задания, качество обучения (квалификация преподавателя), а также эффективность используемых при решении методов. Последний из этих аспектов был выбран автором для более детального исследования. Для этого в главе

- вводится случайная величина времени решения задачи, определяются ее числовые характеристики: эффективность, универсальность, результативность, устойчивость результата, усвоение;
- обсуждается целесообразность введенных характеристик;
- определяются классы методов;
- выводятся точечные оценки всех характеристик и их погрешности (интервальные оценки);
- приводятся критерии сравнения числовых характеристик заданий;
- описывается методика проведения педагогического эксперимента;
- приводится пример сравнения методов вручную;
- для автоматизации сбора и обработки статистических данных предлагается использование авторской компьютерной системы **Метод**;
- анализируются два метода вычисления неопределенного интеграла, сравниваются методы вычисления пределов функций, исследуются два метода вычисления определителя 3-го порядка.

Многие преподаватели в своей учебной практике часто сталкиваются с проблемой выбора эффективного способа решения той или иной задачи.. Для решения этой проблемы предлагается математическая, точнее, вероятностно-статистическая теория выбора эффективных методов решения одной задачи. Эта теория строится на исследовании числовых характеристик случайной величины T – времени решения задачи, зависящей, очевидно, от эффективности того или иного метода решения. В § 5.1.1 определяются следующие числовые характеристики.

Эффективность e - математическое ожидание случайной величины T .

Универсальность u - среднее квадратическое отклонение случайной величины T .

Результативность $r = \sup_{P(T < t)=0} t$,

где \sup - точная верхняя грань множества, $P(T < t)$ - вероятность того, что случайная величина T окажется меньше значения t .

Устойчивость результата $s = f(r)$,

где $f(x)$ - функция плотности вероятностей случайной величины T .

Усвоение метода $w = \inf_{P(T < t)=0} t$,

где \inf - нижняя точная грань множества.

Введенные характеристики отражают различные стороны эффективности метода. Эффективность e отражает среднее время выполнения данной задачи группой учащихся. Универсальность u показывает разброс случайной величины около математического ожидания, т.е. зависимость метода от способностей учащихся. Результативность r представляет собой наилучший результат (минимальное время), полученный при решении задачи данным методом. Устойчивость результата s показывает, насколько случаен наилучший результат. Усвоение w отражает наибольшее время, за которое решается задача при помощи данного метода любым учащимся.

Помощь :

<вв>, <вн> курсор <F1> хи-квадрат критерия <F3> достоинства <F5> печать
 <Tab> погрешность, границы <F10> доп. информация <Esc> выход
 Классы: ? - неопред. П - правил. Н - нормал. Р - равномер. С - постоян.

Результаты анализа											
№	Кл.	Эффек	Погр.	Унив.	Погр.	Резул	Погр.	Уст	Погр.	Усв	Погр.
1	П	6.08	1.10	4.07	1.55	1.08	0.28	0.20	0.06	17.00	2.44
2	Р	7.67	0.81	4.33	0.47	0.17	0.81	0.07	0.01	15.17	0.81

Метод/Достоинства
 1.Метод Саруса
 В среднем лучшая эффективность

Рис. 7. Сравнительный анализ методов в целом.

Далее (§ 5.1.2) в работе выводятся формулы для точечных и интервальных оценок вышеперечисленных числовых характеристик. В заключении раздела рассматриваются критерии сравнения числовых характеристик заданий.

В период работы над диссертацией автор провел (§5.2.3) исследования методов решения различных математических задач: методы вычисления интегралов, пределов, определителей третьего порядка и т.д.

Для автоматизации сбора статистической информации и ее обработки была создана система полного компьютерного контроля “Метод”(§5.2.2), позволяющая быстро получать результаты (см. рис. 7)

В Заключении подводятся общие итоги и фактически дается ответ на вопрос: как можно эффективно использовать компьютерную технику в учебном процессе с целью повышения его качества?

Публикации. Основные результаты диссертации отражены в 57 опубликованных работах общим объемом 32 п.л.

Монографии.

1. В.М.Карнаухов. Электронное тестирование с двумя и более попытками для решения одного задания. – Москва, ФГБОУ ВПО, 2011г.

Статьи в реферируемых изданиях.

1. Карнаухов В.М. Универсальный программный комплекс. Математика в школе. 1993 г., № 5, с. 46-48.
2. Карнаухов В.М. Контроль знаний при помощи ЭВМ. Программные продукты и системы.,1993г., № 3.
3. Карнаухов В.М. Система контроля знаний. Информатика и образование. 1995 г. № 6. стр 118-124.

4. Карнаухов В.М. Использование редактора LaTeX для создания генератора контрольных работ. // Информатика и образование, 2008, № 11, с. 114-116.
5. Карнаухов В.М. Использование метода Монте-Карло в теории моделирования и параметризации педагогических тестов // Информатика и образование, 2009, № 7, с. 109-111.
6. Карнаухов В.М. Использование компьютерных возможностей для проведения математических олимпиад. // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ, 2009, № 5, с. 119-120.
7. Карнаухов В.М. Компьютерное тестирование с двумя и более попытками для решения одного задания. // Открытое и дистанционное образование. Томск, 2010. N 1(37), с.58-64
8. Карнаухов В.М., Мусаелян А.Г. ЕГЭ или другие формы вступительных испытаний? Стандарты и мониторинг в образовании, 2010г., №1, , стр. 50-51
9. Карнаухов В.М. Компьютерная программа генерации контрольных работ на базе системы *LATEX* // Программные продукты и системы, №3, 2010г., стр. 101-104
10. Карнаухов В.М. Использование компьютерного генератора контрольных работ в преподавании высшей математики // Открытое и дистанционное образование. Томск, 2010. № 3 (39). С. 61-67.
11. Карнаухов В.М. Использование двух и более попыток для решения одного задания теста. // Преподаватель XXI Век. Москва. 2010, № 4, стр. 208-214.
12. Карнаухов В. М. Математическая теория выбора эффективных методов решения задач в преподавании математики // Преподаватель XXI Век. Москва. 2011, № 1, стр. 207-214.
13. Карнаухов В.М., Ветрова И.М. Задачи с переменными полями в компьютерных системах тестирования // Открытое и дистанционное образование. Томск, 2011. №2(42). С.33-39
14. Карнаухов В.М. Компьютерный LaTeX-генератор контрольных работ в преподавании математики. // Информатизация образования и науки, №3(11), июль, 2011г., с. 46-53
15. Карнаухов В.М. Компьютерные генераторы контрольных работ в преподавании математики // Природообустройство - 2011г. №3, с.105-110
16. Карнаухов В.М. Исследование зависимости числовых характеристик систем тестирования от числа попыток для решения одного задания // Информатизация образования и науки, №4(12), октябрь, 2011г., с. 75-85

Учебные и методические пособия.

1. Карнаухов В.М. Универсальный программный комплекс **Мудромер** для опроса на ЭВМ СМ-4-20. (Методические указания для преподавателей). Москва. МСХА. 1991 г. , 23 стр., 300 экз.

2. Карнаухов В.М. Турбо-система компьютерного контроля знаний учащихся **Мудромер**. Каталог компьютерных программ. Компьютерные учебные программы. Москва. №2(9)1996г.стр.17.
3. Карнаухов В.М. Компьютерная система для выбора эффективных методов решения задач **Метод**. Каталог компьютерных программ. Компьютерные учебные программы. Москва. №1(12)1998г.стр.42-43.
4. Карнаухов В.М. Компьютерная система **Прогноз-М** для определения математического уровня относительно требований, предъявляемых на выпускных экзаменах в средней школе и вступительных экзаменах в более, чем 30 Московских вузах. Каталог компьютерных программ. Компьютерные учебные программы. Москва. №1(12)1998г.стр.43-44.
5. Карнаухов В.М., Трофимова И.В. Выбор эффективных методов решения задач в курсе высшей математики. Теория и практика. Методические указания для преподавателей и студентов инженерно-педагогических факультетов по специальности 03.05.00- "Профессиональное обучение". Москва 1998г.37 стр., тираж 100 экз.
6. Карнаухов В.М. Электронное учебное пособие "Сборник задач для использования в системе **VmTex**. Москва, 2007г.. 22 п.л.

Материалы международных конференций.

1. Карнаухов В.М. , Успенский С.В. О проблеме использования компьютерной техники в учебном процессе. Тезисы докладов международной конференции "Функциональные пространства. Теория приближений. Нелинейный анализ.", посвященная 90-летию академика С.М.Никольского. Москва. 27 апреля - 3 мая, 1995г., стр. 377-378.
2. Карнаухов В.М. Пакет прикладных программ для преподавания математики. Тезисы докладов. Международная конференция, посвященная 75-летию члена-корреспондента РАН, профессора Л.Д.Кудрявцева: "Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Проблемы математического образования" Москва 1998г. стр.211.
3. Карнаухов В.М., Трофимова И.В. Теория и практика выбора эффективных методов решения задач. Труды международной конференции, посвященной 75-летию члена-корреспондента РАН, профессора Л.Д.Кудрявцева: "Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Проблемы математического образования" Москва 1998г. стр.32-35.
4. Карнаухов В.М. Прикладные компьютерные программы для преподавания математики. Труды международной конференции, посвященной 75-летию члена-корреспондента РАН, профессора Л.Д.Кудрявцева: "Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Проблемы математического образования" Москва 1998г. стр.36-38.
5. Карнаухов В.М., Веселова Г.В. Аттестация учебных заведений: количество должно перейти в качество. Труды Международной конференции "Проблемы реализации многоуровневой системы образования. Наука в Вузах".Москва 7-8 октября 1999г.

6. Карнаухов В.М. Количество плюс качество плюс скорость. Тезисы докладов. Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Проблемы математического образования. Вторая международная конференция, посвященная 80-летию члена-корреспондента РАН проф. Л.Д.Кудрявцева, 2003г.
7. Карнаухов В.М., Денисова О.И. Генератор контрольных работ на основе программируемого редактора **LaTeX**. 4-я Международная конференция – Новые технологии в аграрном образовании, 17-18 ноября 2003г. Москва.
8. Карнаухов В.М., Мусаелян А.Г. Вероятностно-статистическая помощь в аттестации учебных заведений. 4-я Международная конференция – Новые технологии в аграрном образовании, 17-18 ноября 2003г. Москва.

Материалы всероссийских и региональных конференций.

1. Карнаухов В.М. Компьютерный контроль и контроль при помощи компьютера. Всероссийская научно-методическая конференция "Развитие тестовых технологий в России", Москва, 21-22 ноября 2002г. 1стр.
2. Карнаухов В.М., Голышев А.И. Массовые и локальные технологии тестирования в Московском Государственном университете природообустройства. Материалы конференции. Вторая Всероссийская научно-методическая конференция "Развитие методов и средств компьютерного тестирования", стр.72-74, 15-16 апреля, 2004г., Москва.
3. Карнаухов В.М.. Зависимость первичного балла от числа попыток решения задачи. ХLI Всероссийская конференция по проблемам математики, информатики, физики и химии. Тезисы докладов. Педагогические секции, 18-22 апреля, 2005г. Москва, стр.69-70.
4. Денисова О.И., Карнаухов В.М., Мусаелян А.Г.. Статистическое исследование успеваемости студентов. ХLI Всероссийская конференция по проблемам математики, информатики, физики и химии. Тезисы докладов. Педагогические секции. 18-22 апреля, 2005г. Москва, стр.71-72.
5. Карнаухов В.М. Применение компьютерной техники при подготовке специалистов сельского хозяйства. Тезисы докладов научной конференции молодых ученых, МСХА, с. 42-44, 1993 г.
6. Карнаухов В.М. Рутину - компьютеру, творчество - преподавателю III Всероссийская конференция-выставка. Информационные технологии в образовании. 29 ноября - 2 декабря 1994г. Москва.
7. Карнаухов В.М. Практическое использование компьютерной техники в учебном процессе. Доклад на научно-технической конференции МГУП. Москва. 20-21 апреля 1995г.
8. Карнаухов В.М., Трофимова И.В. Математическая модель сравнения методик обучения. Тезисы докладов. Научно-техническая конференция. Московский Государственный Университет природообустройства. Москва 1996г. стр. 21-24.

9. Успенский С.В., Карнаухов В.М. Корреляционный анализ системы компьютерного контроля. Использование системы в инспектировании учебных заведений. Тезисы докладов. Научно-техническая конференция, посвященная 110-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ, члена-корреспондента АН СССР А.Н.Костякова. 22-25 апреля 1997г. стр.120-122.
10. Карнаухов В.М., Трофимова И.В. Вероятностно-статистическая теория выбора эффективных методов решения задач. Тезисы докладов. Научно-техническая конференция, посвященная 110-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ, члена-корреспондента АН СССР А.Н.Костякова. 22-25 апреля 1997г. стр.122-123.
11. Карнаухов В.М. Компьютерная модель математической олимпиады. Тезисы докладов. Научно-техническая конференция. "Природообустройство – важная деятельность человека". 22-24 апреля 1998г. стр.50-51.
12. Карнаухов В.М., Трофимова И.В. Сравнительный анализ двух методов интегрирования. Тезисы докладов. Научно-техническая конференция. "Природообустройство – важная деятельность человека". 22-24 апреля 1998г. стр.51-52.
13. Карнаухов В.М. Применение теории сравнения в инспектировании учебных заведений. Сборник материалов межвузовской научно-методической конференции: "Вопросы повышения качества образования в области природообустройства". Москва. 21-23 апреля 1999г. стр.16.
14. Карнаухов В.М. Текстовый редактор для создания задач с параметрами. Тезисы докладов. Научно-техническая конференция: "Природообустройство и экологические проблемы водного хозяйства и мелиорации". Москва 21-23 апреля 1999г. Стр. 40-41.
15. Карнаухов В.М. Компьютерная программа для подготовки раздаточного материала **K-Commander**. Сборник материалов 4 межвузовской научно-методической и научно-технической конференции "Вопросы повышения качества образования в области природообустройства и водопользования", Москва, МГУП 23-26 апреля, 2002г., 1стр.
16. Карнаухов В.М. Новые пути к Олимпу. Вопросы повышения качества образования в области природообустройства и водопользования. Сборник материалов межвузовской научно-методической конференции преподавателей по Вопросам экологизации инженерного образования и использования учебно-методических комплексов и электронных средств обучения в учебном процессе по специальности "Природообустройство". 26 марта, 2003г. Москва.
17. Карнаухов В.М., Мусаелян А.Г. Сравнение двух методов вычисления определителей. Вопросы повышения качества образования в области природообустройства и водопользования. Сборник материалов межвузовской научно-методической конференции преподавателей по Вопросам экологизации инженерного образования и использования

учебно-методических комплексов и электронных средств обучения в учебном процессе по специальности “Природообустройство”. 26 марта, 2003г. Москва.

18. Карнаухов В.М. Дополнительные возможности для проведения вступительных испытаний. Всероссийская научно-техническая конференция “Проблемы научного обеспечения развития эколого-экономического потенциала России”, 15-19 марта 2004г. Москва.

19. Карнаухов В.М. Компьютерная система для вступительных экзаменов. Сборник материалов 6 межвузовской научно-методической конференции “Вопросы повышения качества образования в области природообустройства и водопользования”, стр.97-100, 27 апреля, 2004г. Москва.

20. Карнаухов В.М., Мусаелян А.Г. Теория сравнения: использование и развитие.

Сборник материалов 6 межвузовской научно-методической конференции “Вопросы повышения качества образования в области природообустройства и водопользования”, стр.53-54, 27 апреля, 2004г. Москва.

21. Карнаухов В.М. Исследование зависимости характеристик первичного балла от вероятности решения задачи и числа попыток для решения задачи. Материалы Всероссийской научно-методической конференции “Профессиональное образование в России: какими мы будем?”, 22-апреля 2005г. Москва, стр.116-119.

22. Денисова О.И., Карнаухов В.М., Мусаелян А.Г. Исследование успеваемости студентов МГУП. Материалы Всероссийской научно-методической конференции “Профессиональное образование в России: какими мы будем?”, 22-апреля 2005г. Москва, стр.50-53.

23. Карнаухов В.М. Живой калькулятор. Сборник материалов 8 межвузовской научно-методической конференции. 11-12 апреля 2006г. Москва, 235-239

24. Карнаухов В.М. Подбор функции зависимости первичного балла от числа попыток. Сборник материалов 8 межвузовской научно-методической конференции. 11-12 апреля 2006г. Москва, 239-243

25. Карнаухов В.М., Козлов Д.В., Мусаелян А.Г. Исследование эффективности различных видов вступительных испытаний в ВУЗ. Сборник материалов 8 межвузовской научно-методической конференции. 11-12 апреля 2006г. Москва, 48-54

26. Карнаухов В.М., Ветрова И.М. Проблемы адаптации генераторов контрольных работ в системе Window XP.// Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования, Москва, 2010г. №1, стр.302-308.

Подписано к печати 19.04.2007г. Объем 3 п.л. Заказ № 1 Тираж 100 экз.
Типография МГУП.