

Елабужский институт федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего профессионального образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

*На правах рукописи*

**БУРХАНОВА ЮЛИЯ НИКОЛАЕВНА**

**МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ  
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ И ЭКОНОМЕТРИКЕ  
БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ  
ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ MATHEMATICA**

13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика)  
(педагогические науки)

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание учёной степени  
кандидата педагогических наук

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:**  
доктор педагогических наук, профессор  
Капустина Татьяна Васильевна

Елабуга 2015

# Оглавление

Введение .....	4
<b>1 Теоретико-методологические основы использования информационно-коммуникационных технологий в обучении математической статистике и эконометрике будущих бака- лавров экономических направлений</b>	<b>19</b>
1.1 Теория и методика использования информационно- коммуникационных технологий в обучении математической статистике и эконометрике .....	19
1.2 Сравнительный анализ содержания, особенностей и возмож- ностей использования компьютерных математических систем в обучении математике .....	45
1.3 Компьютерная математическая система Mathematica в обуче- нии математической статистике и эконометрике будущих ба- калавров экономических направлений .....	65
1.4 Принципы фундирования и наглядного моделирования в обу- чении математической статистике и эконометрике будущих ба- калавров экономических направлений с использованием ком- пьютерной системы Mathematica .....	87
<b>Выводы по первой главе: .....</b>	<b>95</b>
<b>2 Методика обучения математической статистике и экономет- рике будущих бакалавров экономических направлений с ис- пользованием компьютерной системы Mathematica</b>	<b>98</b>

2.1	Дидактическая модель обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной системы Mathematica на основе концепции фундирования . . . . .	99
2.2	Методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза с использованием компьютерной системы Mathematica . . . . .	118
2.3	Развитие математических компетентностей студентов при обучении математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной системы Mathematica . . . . .	147
2.4	Результаты педагогического эксперимента . . . . .	159
<b>Выводы по второй главе</b> . . . . .		174
<b>Заключение</b> . . . . .		176
<b>Литература</b> . . . . .		179
<b>Приложения</b> . . . . .		217

# Введение

**Актуальность исследования.** Образование сегодня, как никогда, играет огромную роль в жизни общества и государства в целом. В современный период происходят коренные изменения в социально-экономической, политической и других сферах. Политика правительства государства направлена на увеличение темпов роста развития страны, и для решения поставленной задачи необходимо формирование новых творчески мыслящих специалистов высокого уровня, отвечающих современным требованиям. Одной из тенденций современности является чёткое представление официальной позиции государства в сфере образования и её реформирования.

Условия и перспективы развития высшей школы на ближайшие годы определяют следующие документы: «Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2011–2015 годы», «Национальная доктрина образования в Российской Федерации», «Концепция модернизации российского образования на период до 2020 года». Эти документы явно неоспорны, однако в них утверждается, что одним из главных условий развития системы высшего профессионального образования является вовлечённость студентов и преподавателей в фундаментальные и прикладные исследования.

С переходом системы высшего образования России на реализацию федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС ВПО) у всех участников образовательного процесса выявляется необходимость создания организационно-методического обеспечения для эффективной работы по ФГОС ВПО. Это позволит не только сохранить известные в мире российские научные школы, но и вырастить новое поколение исследователей,

ориентированных на потребности инновационной экономики знаний. Фундаментальные научные исследования должны стать важнейшим ресурсом и инструментом освоения студентами компетентностей поиска, анализа, освоения и обновления информации.

В значительной степени сказанное касается математической подготовки будущих бакалавров экономических направлений вуза. В рамках компетентного подхода целью математической подготовки будущих бакалавров вузов экономических направлений является формирование математических компетентностей, под которой мы будем понимать: способность выпускника к адекватному применению математических методов в профессиональной деятельности с целью эффективного её осуществления; понимание им необходимости использования математического аппарата для эффективного функционирования в различных ситуациях профессиональной деятельности; желание будущего экономиста повысить свой уровень математической подготовки и приобрести новые знания и навыки для применения их в профессиональной деятельности.

Вместе с этим, анализ традиционных форм, методов и средств организации и проведения занятий определяет необходимость разработки новых подходов к обучению, которые характеризуются качественными изменениями содержания и структуры образования, и внедрения в образовательный процесс информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Для этого нужно создать новые методические системы обучения будущих бакалавров экономических направлений вуза, ориентированные на развитие интеллектуального потенциала обучаемых, на формирование умений самостоятельно приобретать знания и осуществлять разнообразные виды исследовательской деятельности.

В основу разработок концептуальной теории и методики использования информационных технологий в обучении значительный вклад внесли работы Н. В. Апатовой, Ю. К. Бабанского, С. А. Бешенкова, Я. А. Ваграменко, А. П. Ершова, В. А. Извозчикова, И. Г. Захарова, Т. В. Капустиной, А. А. Кузнецова, М. П. Лапчика, Н. В. Макарова, Е. А. Мамонтовой,

Е. И. Машбица, Т. Л. Ниренбург, Е. Ю. Огурцовой, И. В. Роберт, И. Г. Семакина и других.

Психолого-педагогическим проблемам проектирования и использования информационных технологий в обучении посвящены статьи и монографии Н. Ф. Талызиной, В. М. Монахова, С. А. Бешенкова, А. А. Кузнецова, М. И. Шутиковой, С. А. Христочевского, А. В. Соловова, А. В. Панькова, В. В. Богуна, В. П. Куликова, докторская диссертация Г. А. Кручининой и др.

В диссертации рассмотрена одна из сторон процесса внедрения ИКТ в образовательный процесс — методика использования информационных технологий в учебном процессе обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза. Сравнительный анализ содержания, особенностей и возможностей компьютерных математических систем (КМС) показал, что наиболее удачные методические подходы осуществляются при адаптировании специально разработанных в среде Mathematica педагогических программных продуктов (лабораторных работ, многоэтапных экономико-математических заданий) или учебных пособий, разработанных преподавателями вузов в соответствии с тематическими планами преподаваемых учебных дисциплин, а также взглядами на методику их преподавания. Появление систем компьютерной математики (СКМ) существенно и неоднозначно повлияло на процесс обучения математике в вузах и стало предметом многих исследований. Так, например, вопросами использования СКМ занимались профессор В. П. Дьяконов, профессор А. В. Матросов, профессор М. Н. Кирсанов, профессор О. В. Мантуров и др.

Компьютерная математическая система Mathematica, созданная компанией Wolfram Research Ltd., используется во всём мире при расчётах в научных исследованиях и современных разработках, а также в образовании. Её востребованность доказывает большое количество научных работ, посвящённых Mathematica. С. А. Дьяченко, проведя анализ различных дидактических возможностей системы Mathematica, разработала содержание лабораторных работ по курсу высшей математики для студентов 1-го курса вузов

естественно-технического профиля с применением этого программного средства (ПС). Среди авторов литературы по СКМ можно выделить зарубежных и российских авторов: А. Gray, D. Hendry, В. П. Дьяконов, М. Н. Кирсанов, В. З. Аладьев, Д. П. Голоскоков, А. Н. Васильев, Б. М. Манзон и др. Mathematica уже заняла прочные позиции в высшем образовании. Отметим, что множество известных университетов мира успешно практикуют эту систему в сфере образования. Среди них можно назвать такие университеты, как Иллинойский, Калифорнийский, Вашингтонский, университеты штатов Миссури, Мичиган и др., Токийский университет, университеты Англии (Оксфордский и Кэмбриджский университеты), а также университеты Австрии, Германии, Финляндии и др.

Фундаментом математической подготовки будущих экономистов являются знание и понимание основ математической науки на базе среднего образования; способность находить и интерпретировать нужную математическую информацию для решения конкретных задач, в том числе и профессионально-ориентированных; знание методов научного исследования и умение их реализовать с помощью компьютерных математических систем; умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями.

Анализ целей и задач обучения математической статистике и эконометрике и определение роли ИКТ в формировании математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза приводит к идее модернизации методических основ обучения их математической статистике и эконометрике.

Необходимо определить новые средства ИКТ, которые целесообразно использовать в учебном процессе по математической статистике и эконометрике, и подготовить преподавателей к продуктивному применению этих средств. Новым и перспективным направлением осуществления математической подготовки студентов экономических направлений вуза в области математической статистики и эконометрики является использование в процессе обучения компьютерных математических систем.

Однако можно утверждать, что до настоящего времени нет чёткой педагогической концепции применения средств системы Mathematica (как и других СКМ) в математической подготовке студентов экономических направлений вуза, не разработана методика использования системы Mathematica в обучении математической статистике и эконометрике (хотя методисты уже занимаются разработкой путей применения КМС в обучении фундаментальным математическим дисциплинам).

Для комплексного использования системы Mathematica в учебном процессе обучения математической статистике и эконометрике необходимо, прежде всего, решить методические вопросы, связанные с созданием учебных пособий и учебно-методических материалов для работы с КМС Mathematica, лабораторных практикумов, учитывающих систематическое применение Mathematica. В отличие от профессиональных программных продуктов, ориентированных на задачи математической статистики и эконометрики (EViews, Statistica и др.), дающих в виде готового ответа список параметров для той или иной задачи, в системе Mathematica (где такие возможности тоже есть) можно создавать многоэтапные экономико-математические задания, где основные задачи решались бы по шагам, с подробными комментариями, с высокой степенью интерактивности обучаемого, с высоким уровнем наглядности, в соответствии с принципом наглядного моделирования.

С целью исследования современного состояния внедрения ИКТ в образовательный процесс был проведён опрос преподавателей математики в 18 вузах Центральной России [110], который показал, что 41,9 % используют компьютерную математическую систему в преподавании. Анализ состояния проблем в обучении математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза показывает, что у 61 % студентов низкая познавательная и рабочая активность на занятиях по математике, студенты не испытывают потребности в углублении и расширении математических знаний, не могут реализовывать задачи с помощью компьютерной математической системы, не умеют самостоятельно использовать математические знания при изучении специальных дисциплин, ориентированных на



будущую профессию. На констатирующем этапе эксперимента результаты анкетирования показали, что у 46 % студентов-экономистов низкий и средний уровень мотивации и только у 20 % присутствует внутренняя мотивация к изучению математической статистики и эконометрики.

В экспериментальных исследованиях показано, что 41,5 % студентов затрудняются выполнить многие профессионально-ориентированные задачи и проекты, что нередко приводит к отказу от попыток решать задачу. Будущие бакалавры экономических направлений вуза недостаточно владеют компьютерными математическими системами, которые помогают выработать умения самостоятельно использовать математические методы при решении профессионально-ориентированных задач, обобщать и анализировать полученные результаты.

Отмеченные особенности преподавания математических дисциплин с использованием компьютерной математической системы Mathematica и проведённые констатирующий и поисковый эксперименты позволили выявить **противоречия** между:

- высокими требованиями, предъявляемыми обществом к профессиональной и общекультурной подготовке специалистов в вузе, и недостаточной разработанностью механизмов, способствующих формированию математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза;
- необходимостью и возможностями широкого использования ИКТ как инструмента развивающего обучения математической статистике и эконометрике и недостаточной разработанностью методики обучения математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica будущих бакалавров экономических направлений вуза;
- необходимостью и возможностью повышения уровня учебной мотивации будущих бакалавров экономических направлений вуза к изучению математической статистики и эконометрики средствами компью-

терной математической системы Mathematica и недостаточным вниманием и опытом использования компьютерной математической системы Mathematica в обучении математике.

В связи с указанными противоречиями, сформулируем **проблему исследования**: какова методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной математической системы Mathematica?

**Цель исследования**: разработать методику обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной математической системы Mathematica, способствующую эффективному формированию и развитию математических компетентностей.

**Объект исследования**: процесс обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной математической системы Mathematica.

**Предмет исследования**: методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной математической системы Mathematica.

**Гипотеза исследования**: формирование и развитие математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза в процессе обучения математической статистике и эконометрике с использованием системы Mathematica будет осуществляться более эффективно, если:

- дидактическая модель обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза в процессе обучения с использованием компьютерной математической системы Mathematica реализуется на основе развёртывания фундирующих конструкторов наглядного моделирования математических знаний и процедур;
- средства информационно-коммуникационных технологий в обучении математической статистике и эконометрике будут представлены в ком-

плексе, интегрирующем математические, экономические и информационные знания;

- в процессе обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза будут использованы профессионально-ориентированные задачи и многоэтапные экономико-математические задачи с использованием компьютерной математической системы Mathematica, способствующие повышению учебной и профессиональной мотивации.

Достижение поставленных целей и проверка гипотезы поставила необходимость решения следующих основных **задач исследования**:

1. На основе теоретического анализа научно-педагогических исследований и педагогического опыта преподавателей и методистов выявить и обосновать возможности использования компьютерной математической системы Mathematica в обучении математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза.
2. Разработать методику обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза, используя компьютерную математическую систему Mathematica, на основе развёртывания фундирующих конструкторов наглядного моделирования математических знаний и процедур.
3. Разработать дидактическую модель обучения математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica, направленную на формирование и развитие математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза.
4. Разработать и реализовать комплексы профессионально-ориентированных и многоэтапных экономико-математических задач в обучении математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica, направленные на повышение

уровня учебной и профессиональной мотивации студентов и на развитие математических компетентностей будущих бакалавров экономических направлений вуза.

5. Экспериментально проверить эффективность и результативность методики обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной математической системы Mathematica.

**Теоретико-методологическую основу исследования** составляют:

- теория личностно-ориентированного подхода (В. В. Сериков, Я. Л. Коломинский, И. С. Якиманская и др.);
- концепция фундирования знаний и опыта личности (В. В. Афанасьев, В. Д. Шадриков, Ю. П. Поваренков, Е. И. Смирнов и др.);
- теория и методика использования ИКТ в процессе обучения математике (С. П. Грушевский, Г. А. Клековкин, В. М. Монахов, В. С. Секованов, Е. И. Смирнов, Т. В. Капустина, В. Р. Майер и др.);
- теория профессиональной и прикладной направленности (П. Т. Апанасов, Н. Я. Виленкин, С. С. Варданян, В. А. Далингер, И. В. Егорченко, Т. В. Капустина, Е. И. Смирнов, В. А. Кузнецова, М. И. Махмутов, А. Ж. Жафяров, В. А. Тестов, А. Г. Мордкович, Ю. П. Поваренков, С. А. Розанова, Г. И. Худякова, Н. А. Терёшин, В. В. Фирсов, И. М. Шапиро и др.);
- теория развития компетентностного подхода в обучении (И. А. Зимняя, А. Г. Каспржак, Н. Д. Кучугурова, Л. Ф. Леванова, О. Е. Лебедев, А. В. Хуторской, В. Д. Шадриков и др.);
- теория и технологии наглядного моделирования в обучении математике (В. С. Абатурова, Т. Н. Карпова, И. Н. Мурина, Е. А. Зубова, Н. В. Ско-робогатова, Е. И. Смирнов и др.);

- теория формирования творческой активности (В. В. Афанасьев, М. И. Махмутов, В. А. Гусев, И. Я. Лернер, С. Н. Дорофеев, Г. Л. Луканкин, С. Мадраимов, И. С. Якиманская, Д. Пойа, и др.);
- теория педагогических исследований и статистической обработки результатов (В. В. Афанасьев, В. И. Загвязинский, М. Н. Скаткин, Д. А. Новиков и др.).

Для решения поставленных задач и проверки гипотезы привлечены следующие методы педагогического исследования:

- теоретические (анализ философской, психолого-педагогической, научно-методической и специальной литературы, касающейся проблемы исследования);
- эмпирические (беседы, наблюдение и анкетирование студентов и преподавателей; психо-диагностические процедуры, анализ самостоятельных, контрольных, учебно-исследовательских работ учащихся);
- статистические (обработка результатов педагогического эксперимента методами математической статистики, их количественный и качественный анализ).

Основной базой опытно-экспериментальной работы были Набережночелнинский филиал Института экономики, управления и права (г. Казань), Казанский (Приволжский) федеральный университет (институт (филиал) в г. Елабуга).

#### Основные этапы исследования:

На *первом этапе* исследования (2010-2011 гг.) осуществлялся анализ психолого-педагогической, научно-методической и специальной литературы, а также определение состояния проблемы использования компьютерной математической системы в обучении в России и за её пределами; формировались основополагающие педагогические и методические единицы исследования; формулировался понятийный аппарат исследования, были определены

цели, задачи, сформулирована гипотеза исследования, выявлены противоречия, проводился констатирующий эксперимент, сформулирован план педагогического эксперимента и осуществлён его поисковый этап.

На *втором этапе* (2011-2012 гг.) были разработаны:

- методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза с использованием компьютерной математической системы Mathematica на основе концепции фундирования;
- дидактическая модель использования компьютерной математической системы Mathematica в обучении математике будущих экономистов (в применении к дисциплинам «Математическая статистика» и «Эконометрика»);
- критерии отбора содержания учебного материала (профессионально-ориентированных задач, многоэтапных экономико-математических задач, лабораторных практикумов).

На *третьем этапе* (2012-2014 гг.) осуществлялось проведение обучающего и контролирующего эксперимента, определяющего эффективность разработанной методики.

Проводилась экспериментальная проверка степени развития математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза. Проводился анализ результатов, сопоставлялись полученные эмпирические данные, делались соответствующие выводы, результаты эксперимента обрабатывались статистическими методами. Оценивалась динамика изменения мотивации будущих бакалавров экономических направлений вуза к изучению математической статистики и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica.

Исследование оформлялось в виде диссертации и автореферата.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается рассмотрением подвергнутых анализу современных методологических,

психолого-педагогических, дидактико-методических научных работ, апробацией и изучением различных подходов к применению информационно-коммуникационных технологий и педагогических программных продуктов в процессе обучения математической статистике и эконометрике, использованием методов исследования, соответствующих поставленным задачам, а также экспериментальной проверкой разработанной методики. Результаты теоретического исследования в совокупности с практикой экспериментального обучения будущих экономистов подтвердили выдвинутую гипотезу.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- разработана дидактическая модель и методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза в с использованием компьютерной математической системы Mathematica на основе концепции фундирования;
- разработан граф согласования математических компетенций, содержания и использования компьютерной математической системы Mathematica в обучении математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза;
- разработан иерархический банк профессионально-ориентированных задач по математической статистике и многоэтапных экономико-математических задач по эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica на основе наглядного моделирования;

Теоретическая значимость исследования состоит в следующем:

- выявлены и обоснованы этапы, условия и принципы обучения математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica и эффектом развития математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза;
- разработан и обоснован интегративный комплекс методов развития математических компетенций будущих бакалавров экономических направ-

лений вуза при обучении математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica;

- раскрыты возможности и обоснована методика использования компьютерной математической системы Mathematica в обучении математической статистике и эконометрике как средства повышения учебной мотивации студентов и развития математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза.

Практическая значимость исследования определяется следующим:

- разработаны и реализованы методические рекомендации, позволяющие развивать математическую компетентность будущих бакалавров экономических направлений вуза при обучении математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica;
- созданы и внедрены учебные материалы по обучению математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica будущих бакалавров экономических направлений вуза, включающие в образовательный процесс иерархические комплексы профессионально-ориентированных задач и многоэтапных экономико-математических задач;
- апробирована методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза с использованием компьютерной математической системы Mathematica и с эффектом развития математических компетентностей;
- разработаны: «Практикум лабораторных работ для бакалавров экономических направлений по математической статистике» с использованием компьютерной математической системы Mathematica и «Методические указания к выполнению лабораторных работ по эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica».

На защиту выносятся:



1. Разработанная методика обучения математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica является эффективным средством и механизмом формирования и развития математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза. Эффективность разработанной методики обеспечивается использованием многоэтапных фундирующих конструкторов в освоении математической и профессиональной деятельности, поэтапным переходом от репродуктивной к исследовательской деятельности на основе реализации иерархических комплексов профессионально-ориентированных и многоэтапных экономико-математических задач с использованием компьютерной математической системы Mathematica.
2. Разработанное и апробированное методическое обеспечение обучения математической статистике и эконометрике будущих экономистов с использованием компьютерной математической системы Mathematica, включающее: тематические планы обучения дисциплинам с использованием системы Mathematica, описание содержания и методики использования иерархического банка профессионально-ориентированных задач с использованием системы Mathematica в курсах математической статистики и эконометрики, программное обеспечение (в среде Mathematica) многоэтапных экономико-математических заданий, методические рекомендации для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Эконометрика» с использованием компьютерной математической системы Mathematica.
3. В основе разработанной дидактической модели обучения математической статистике и эконометрике будущих экономистов с использованием компьютерной математической системы Mathematica лежат процессы развёртывания фундирующих конструкторов наглядного моделирования математических знаний и процедур: отбор и реализация содержания учебного материала основаны на развёртывании спирали фундирования и этапов развития математических компетентностей студентов;

обоснование критериев отбора профессионально-ориентированных задач на основе уровневости и иерархичности: выделены подходы, функции, принципы, условия, формы и методы, обеспечивающие целостность и ориентированную основу развития математических компетентностей и мотиваций будущих бакалавров экономических направлений вуза в процессе обучения с использованием компьютерной математической системы Mathematica.

Апробация работы. Основные теоретические положения и результаты диссертационного исследования отражены в пятнадцати публикациях автора. Результаты докладывались автором и обсуждались на заседаниях кафедры высшей математики Института экономики, управления и права (г. Казань) и на заседаниях кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Елабужского института (филиала) К(П)ФУ. Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

1. На ежегодных международных научно-практических конференциях «Институциональные основы и тенденции развития экономики и общества в современном мире» — г. Набережные Челны, (2012–2014 гг.).
2. На X, XI и XII международных научно-практических конференциях «Колмогоровские чтения» — г. Ярославль (2012, 2013, 2014 гг.).
3. На международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании и науке – ИТОН-2012» — г. Казань, октябрь 2012 г.
4. На ежегодных итоговых научных конференциях Елабужского института (филиала) К(П)ФУ (2011–2014 гг.).

Публикации. Диссертация является самостоятельным исследованием автора. По теме диссертации опубликовано 16 научно-методических статей.

Структура диссертации и её объем. Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения и изложена на 178 страницах (без учёта приложений). Библиографический список содержит 323 наименования отечественной и зарубежной литературы.

# Глава 1

## **Теоретико-методологические основы использования информационно-коммуникационных технологий в обучении математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений**

### **1.1 Теория и методика использования информационно-коммуникационных технологий в обучении математической статистике и эконометрике**

В современном мире главной целью образования следует считать подготовку будущего специалиста к реальной жизни и деятельности, раскрытие его профессионального потенциала, развитие его качеств и способностей к самостоятельным действиям и самообразованию. Образование при этом должно способствовать развитию интеллекта, памяти, способности принимать оптимальные решения, формированию компетенций по использованию современных технологий, в том числе, информационно-коммуникационных.

На сегодняшний день, наряду с материальными, трудовыми и финансовыми ресурсами, важное место заняли информационные ресурсы, которые играют всё более возрастающую роль. В век информатизации требуется сформировать у будущих специалистов способность к постоянному самообразованию, ввиду быстро развивающихся технологий во всех областях общественной жизни. В современных условиях понятие «информационная среда» трактуется с позиции усиления влияния информационных факторов на жизнедеятельность человека в целом. Информационная среда, с точки зрения В. П. Кулагина [188], есть совокупность информационных объектов и связей между ними, средств и технологий сбора, накопления, передачи, обработки и распространения информации, собственно знания, а также организационные и юридические структуры, поддерживающие информационные процессы.

Информатизация общества является основной закономерностью прогресса. Впервые понятие «информатизация» используется в статье профессора А. И. Ракитова [244], Т. В. Андрияновой [6]. Академик А. П. Ершов в работах [115] излагает содержание и роль понятия «информатизация» (в сравнении с понятием «компьютеризация») [115]. Автор определяет информатизацию как «... организацию жизни общества на основе полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех общественно значимых видах человеческой деятельности». При такой позиции информатизация общества становится стратегическим ресурсом для общества в целом, стимулирующим способность к успешному развитию.

Совершенствование информационной среды способствует формированию новых прогрессивных тенденций развития производительных сил, процессов интеллектуализации деятельности специалистов во всех сферах общественной жизни, включая и сферу образования.

М. П. Лапчик [192], И. Г. Семакин [270], Н. В. Макарова [200] говорят об информатизации общества так: это «... объективный социальный процесс, связанный с повышением роли и степени воздействия интеллектуальных видов деятельности на все стороны жизни человечества, процесс перестройки

жизни общества на основе всё более полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех областях созидательной человеческой деятельности». Следовательно, общественное разделение труда претерпевает перемещение основной деятельности из сферы материального производства в область получения, переработки, передачи, хранения, представления и использования информации.

В настоящее время под информатизацией общества понимается глобальный социальный процесс производства и повсеместного использования информации как общественного ресурса, обеспечивающего интенсификацию экономики, ускорение научно-технического прогресса, процесса интеллектуализации общества. Информатизация общества стимулирует изменение содержания, методов и организационных форм обучения. Одним из ключевых условий успешного развития процесса информатизации общества и её приоритетным направлением является информатизация образования.

Современное толкование словосочетания «информатизация образования» научная школа Российской академии образования представляет как процесс, направленный на обеспечение сферы образования методологией, технологиями и практикой создания и оптимального использования научно-педагогических, учебно-методических разработок, реализующих возможности средств информационных и коммуникационных технологий, применяемых в комфортных и здоровьесберегающих условиях [252].

Основными целями системы высшего профессионального образования являются подготовка специалистов и создание условий для развития личности, которое предполагает реализацию возможностей современных информационных технологий. Особую актуальность поставленная задача приобретает при высоких качествах подготовки кадров в сфере экономики, основывающихся на разработке и использовании информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Обращаясь к педагогическим аспектам использования ИКТ в высшем образовании, приведём некоторые основополагающие термины педагогики.

Педагогическая деятельность — воспитывающее и обучающее воздей-

ствие учителя на ученика, направленное на его личностное, интеллектуальное и деятельностное развитие, одновременно выступающее как основа саморазвития и самосовершенствования [134].

Воспитание — планомерное и целенаправленное воздействие на сознание и поведение человека с целью формирования определённых установок, понятий, принципов, ценностных ориентаций, обеспечивающих необходимые условия для подготовки к общественной жизни и труду [235].

Обучение — планомерное и целенаправленное воздействие на сознание и поведение человека, с целью формирования знаний и способов деятельности, умений и навыков, организация и управление учебной деятельностью обучаемых, воздействие на интеллектуальное развитие и учебно-познавательную активность обучаемых [235].

В Математическом энциклопедическом словаре [204] понятие «информационные технологии» определяется как «... совокупность систематических и массовых способов обработки информации во всех областях человеческой деятельности с использованием современных средств связи, полиграфии, вычислительной техники и программного обеспечения. Информационная технология всегда являлась неотъемлемой и существенной частью человеческой цивилизации, и её многовековое развитие взаимообуславливало параллельное развитие производства, науки, искусства и образования».

Применение информационно-коммуникационных технологий, как альтернатива традиционной методике, безусловно, способствует усилению эффективности учебного процесса.

Совершенствование методики применения ИКТ приносит изменения в образовательные процессы, которые становятся гарантированно лучше, эффективней, качественней. Недопустимо, чтобы методика была устаревшей или направленной на развитие только одного образовательного компонента.

Одним из первых теоретических концепции информационных технологий определил академик В. М. Глушкова в работе [79], где появился, впервые в отечественной научной литературе, термин «информационная технология» в его общем смысле: «Информационные технологии — процессы,

связанные с переработкой информации». Основная цель информационных технологий определена В. М. Глушковым так: в результате переработки первичной информации получить необходимую для пользователя информацию, для её анализа и принятия на этой основе решения по выполнению какого-либо действия. Такая трактовка этого понятия дает возможность считать информационные технологии обязательной составляющей образования и полагать, что они всегда использовались в образовании, так как основное в обучении — процесс передачи информации от преподавателя обучаемым, а современные методики позволяют без потерь передать информацию и помочь проанализировать её.

Информационным технологиям в образовании посвящено большое количество монографий и диссертаций. Особо выделим монографии и докторские диссертации Н. В. Апатовой ([11] и И. В. Роберт [250], в которых рассматриваются пути и принципы использования информационных технологий в преподавании. В работах [249, 250, 309, 30] проанализированы положительные стороны использования информационных технологий в образовании и открыты некоторые методические сложности на этом пути, намечены перспективы и способы решения выделенных проблем, дано подробное описание методики их применения и использования на практике.

Н. В. Апатова в монографии и докторской диссертации [11, 12] раскрывает роль информационных технологий как основного фактора, влияющего на разработку новых методов обучения. Данное ею определение понятию «информационная технология» таково: «Информационная технология — это совокупность средств и методов, с помощью которых осуществляется процесс переработки информации». В работе Н. В. Апатовой [12] используется и другое определение: «Информационная технология обучения — процесс подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществления которого является компьютер». Таким образом, информационным технологиям обучения присваивается роль новой методической системы.

Анализируя работы В. А. Извозчикова [144], выделим такое его высказывание: «... Технология обучения подразумевает научные подходы к органи-

зации учебно-воспитательного процесса с целью его оптимизации и повышения его эффективности, а также обновление материально-технической базы школ и вузов с учётом последних достижений науки и техники».

Констатируем, что, с одной стороны, под технологией обучения понимается совокупность методов и средств обработки, измерения и демонстрации учебной информации, а с другой стороны, технология обучения — это раздел педагогики, изучающий возможности преподавания с использованием необходимых технических или информационных средств. Для каждого преподавателя существует своя индивидуальная технология обучения, характерная для тех методов и средств, которыми он пользуется при организации и проведении учебного процесса.

Первоначально термин «технология обучения» был связан с применением технических средств обучения. По мере развития методов и приёмов применения этих средств в образовательном процессе акцент перешёл непосредственно на технологию обучения. Совершенствование компьютерной техники и информатики как науки о передаче, переработке и хранении информации, а также развитие средств коммуникации существенно изменили понятие термина «технология обучения» в сторону системного анализа и информатизации процесса обучения. В структуру технологии обучения входят:

- концептуальная основа;
- содержательная часть (цели, содержание обучения);
- процессуальная часть (способы организации учебного процесса, методы и формы учебной деятельности учащихся, деятельность учителя, управление ходом образовательного процесса, его диагностика).

Педагогическая технология, по мнению академика В. М. Монахова, — «... это прежде всего культурное понятие, связанное с новым педагогическим мышлением и профессиональной деятельностью учителя и методиста. С другой стороны — это интеллектуальная переработка общеобразовательных, культурных и социально значимых качеств и способностей подраста-



ющего поколения. Технологическая культура педагога — это универсальная культура, определяющая мировоззрение современного учителя, который формируется и работает в условиях перехода России к образовательным стандартам» [220].

Учебный процесс, как объект воздействия педагогической технологии, В. М. Монахов рассматривает в аспекте описания процесса обучения, процесса развёртывания мотивационного компонента содержания, в аспекте управления воздействием на учащегося, в границах целей, системы диагностики и системы измерителей. Автор технологии придерживается трёхкомпонентной структуры дидактического процесса, в которой мотивационный компонент, компонент собственно учебно-познавательной деятельности и компонент управления этой деятельностью должны быть достаточно органично взаимосвязаны.

Таким образом, в содержании понятия «технология обучения» следует отметить, во-первых, совокупность сведений и методических приёмов, необходимых преподавателю для реализации того или иного учебного процесса, во-вторых, сам учебный процесс, его организацию, структуру и обеспечение.

Необходимость внедрения новых информационно-коммуникационных технологий обучения не направлена против традиционных технологий, так как производство информации на бумажных и других твёрдых носителях продолжает расти и не будет замещаться информацией на электронных носителях.

Н. Х. Розов в статье «Некоторые проблемы методики использования информационных технологий и компьютерных продуктов в учебном процессе средней школы» отмечает недостаточное внимание, которое уделяется важнейшей задаче — разработке общей методики применения современных информационно-коммуникационных технологий, компьютерных и мультимедийных продуктов в учебном процессе и вооружению частными приёмами этой методики преподавателей каждого предметного профиля [254].

Информационно-коммуникационные технологии становятся главнейшим средством доступа к многим источникам информации и мотивируют к са-

мостоятельному поиску, анализу и использованию полученной информации.

Итак, технология обучения — это система, направленная на применение научного знания, научные подходы к анализу и организации учебного процесса с учётом коммуникационных инноваций преподавателей, она настроена на достижение высоких результатов в развитии личности студента. Переход на технологический уровень преподавания и реализации этого проекта делает преподавателя высокопрофессиональным специалистом, а также значительно усиливает роль самого обучаемого и открывает новые горизонты развития творчества.

В диссертационном исследовании ИКТ в обучении рассматриваются как комплекс учебных и учебно-методических материалов, технических и инструментальных средств вычислительной техники учебного назначения и как система научных знаний о роли и месте средств компьютерной техники в учебном процессе, о формах и методах их применения для совершенствования труда преподавателей и студентов.

Информационно-коммуникационные технологии в обучении представляют действенное средство повышения производительности учебного процесса, которое позволяет найти новые пути решения насущных педагогических проблем и обеспечить оптимальное управление образовательным процессом. Главное свойство ИКТ — то, что они выступают в роли средств моделирования, взаимодействия и организации совместной деятельности типа «обучающий – обучаемый», «студент – студент», «преподаватель – студент». Основная особенность ИКТ состоит в том, что они предоставляют практически неограниченные возможности для самостоятельной и совместной творческой деятельности преподавателей и обучаемых.

Информационно-коммуникационные технологии являются незаменимыми инструментами, с помощью которых преподаватели смогут качественно изменить методы преподавания и по-новому организовать формы учебного процесса, повышать уровень изучаемого материала, качественнее развивать индивидуальные особенности обучаемых, организовать самостоятельную работу. Использование ИКТ расширяет возможности познавательной

деятельности, активизирует и совершенствует набор общих логических приёмов мышления и комплекса специальных приёмов мыслительной и практической деятельности. Использование ИКТ стимулирует и повышает эффективность методов обучения математических дисциплин. Применение ИКТ на практике способно усовершенствовать общепринятые методы обучения (лекция, рассказ, объяснение и др.), методы самостоятельной работы, методы наглядного обучения (семинарские и лабораторные занятия), модернизируя учебный процесс.

Психологические аспекты внедрения информационных технологий в процесс обучения представлены в работах Ю. Я. Голикова [81], Е. И. Машбица [212], С. Пейперта [232], О. К. Тихомирова [291], А. В. Беязевой [26], Т. В. Корниловой [179], А. Е. Войскунского [68], Ю. Д. Бабаевой [21], Е. И. Виштынецкого, А. О. Кривошеева [67], Е. С. Полат [239] и др.

Психолого-педагогическим проблемам проектирования и использования информационных технологий в обучении посвящены статьи и монографии Н. Ф. Талызиной [283, 284], С. А. Христочевского [302], А. В. Соловова [279], докторская диссертация Г. А. Кручининой [184] и др.

Обозначим психологические основы, позволяющие регулировать и мотивировать деятельности обучаемого с помощью современных возможностей информационно-коммуникационных технологий, развивающие различные стороны психики студентов (волевые качества обучающихся, контроль и внимательность, управление чувствами и эмоциями и т. д.) и познавательные процессы (память, воображение, способность к анализу, оригинальность, сообразительность и т. д.) [283]. [283].

Теоретические основы создания и использования информационно-коммуникационных технологий, научное обоснование их применения в педагогической деятельности, обоснование целесообразности и дидактические условия информатизации обучения изложены в работах Н. В. Апатовой [11], Ю. С. Брановского [39], Я. А. Ваграменко [62], Б. С. Гершунского [76], А. П. Ершова [118], М. П. Лапчика [189], Е. И. Машбица [212], В. М. Монахова [221, 222, 223], И. В. Роберт [249], Т. В. Капустиной [152, 156], Т. А. Ива-

новой [138], У. В. Плясуновой [237] и др.

На современном этапе развития экономических знаний требования к уровню высшего экономического образования, отражающему новации в экономических теориях, обуславливают необходимость применения специалистами современных методов работы с использованием информационно-коммуникационных технологий и понимания научного языка. Большинство новых научных методов в экономике основано на эконометрических моделях, концепциях и приёмах, и без знания математической статистики и эконометрики научиться использовать их невозможно. Практически любая область экономики и менеджмента имеет дело со статистическим анализом эмпирических данных, следовательно, пользуется теми или иными эконометрическими методами с использованием информационно-коммуникационными технологиями.

Благодаря использованию современных информационных технологий, эконометрическое образование получило широкое распространение, и курс «Эконометрика» есть неотъемлемая часть учебной программы вузов (факультетов) экономической специализации, наряду с микроэкономикой и макроэкономикой. Отметим, что возможности дистанционного образования с использованием ИКТ позволяют всем желающим получить знания по эконометрике. Тем не менее, это не даёт оснований говорить о доступности и высоком уровне эконометрического образования. Особенно остро встаёт вопрос о самообучении и самообразовании, поскольку в вузах существует проблема использования на занятиях соответствующих ИКТ. Кроме того, слабая база математико-статистической подготовки студентов-экономистов предполагает внесение некоторых поправок в традиционное построение курса. Да и само понятие традиционного изложения весьма условно. Один из ведущих современных исследователей-эконометристов, Д. Хендри, говоря о многочисленных проблемах, с которыми сталкиваются современные специалисты при применении эконометрических методов, отмечал, что среди самих эконометристов, по-видимому, нет согласия по поводу того, как следует заниматься этим предметом [315].

За последние годы появилось много учебной литературы по математи-

ческой статистике и эконометрике, предназначенной для обучающихся по различным направлениям и специальностям («Экономика», «Менеджмент», «Математические методы в экономике» и др.), относящейся как к начальному уровню изучения курсов, так и адресованной высокоподготовленным читателям. Авторы учебников по-разному расставляют акценты в изучаемых разделах и методах изложения материала. Как правило, учебник во многом отражает специфику вуза, т. к. чаще всего создаётся на основе лекций, читаемых автором. В частности, учебник С. А. Айвазяна и В. С. Мхитаряна «Прикладная статистика. Основы эконометрики» [2] отражает позиции московской эконометрической школы (экономический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, Российская экономическая школа). Учебник «Эконометрика» под ред. И. И. Елисевой [112] создан преподавателями кафедры статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного Университета экономики и финансов. Учебник В. И. Суслова, Л. П. Талышевой и А. А. Цыплакова «Эконометрия» [282] составлен в соответствии с учебным планом экономического факультета Новосибирского государственного университета, а «Эконометрика» Н. П. Тихомирова и Е. Ю. Дорохиной [292] предлагается Российской экономической академией им. Г. В. Плеханова и т. д.

Каждый отдельно взятый учебник удовлетворяет соответствующим требованиям государственного образовательного стандарта и в то же время отражает своё понимание авторами содержания математико-статистического инструментария курса эконометрики.

Учебник «Эконометрика» Н. П. Тихомирова и Е. Ю. Дорохиной [292] рассматривает построение эконометрических моделей, в том числе, моделей финансовой эконометрики, и использование их в прогнозировании социально-экономических процессов, его основной идеей можно считать эконометрическое моделирование. Учебник С. А. Айвазяна и В. С. Мхитаряна «Прикладная статистика. Основы эконометрики» [2], помимо классических разделов эконометрики, содержит подробный материал по многомерному статистиче-

скому анализу (марковские цепи, классификацию многомерных наблюдений и методы снижения размерности анализируемого факторного пространства и т. п.). По-видимому, авторы имели целью «системное восприятие» различных дисциплин вероятностно-статистического профиля, и это нашло отражение в построении содержания учебника, изложении курса теории вероятностей, математической статистики, многомерного статистического анализа, анализа временных рядов и эконометрики.

В учебнике «Эконометрика» под ред. И. И. Елисеевой [112] ] рассматриваются условия и методы построения эконометрических моделей по пространственным и временным данным, подробно представлены следующие разделы: оценка параметров методом наименьших квадратов, оценка параметров методом максимального правдоподобия; автокорреляционная функция; структура временного ряда. В учебнике подробно рассматриваются модели бинарного и множественного выбора. В целом, учебник ориентирован на прикладные задачи по моделированию и построению прогнозов в области экономики. В «Практикуме по эконометрике» под ред. И. И. Елисеевой [113] методические указания и решения типовых задач реализуются при помощи Excel и статистического пакета Statgraphics.

Авторы учебника «Эконометрия» В. И. Суслов, Л. П. Талышева и А. А. Цыплаков [282] стремились систематизировать и объединить различные разделы экономической статистики и эконометрики. Учебник включает разделы: введение в социально-экономическую статистику, регрессионный анализ, анализ временных рядов и особые вопросы эконометрии для магистратуры. Здесь даётся математическое обоснование множеству утверждений, которые в других учебниках просто констатируются, что облегчает восприятие изучаемого материала. Практическая часть в значительной мере построена по результатам работы по программе ТА5К-ТЕМПТ.18.

Многочисленные сборники задач и методические указания для выполнения лабораторных работ по эконометрике, например, Т. А. Ратниковой, О. А. Демидовой «Сборник задач по эконометрике – 2 для студентов нематематических специальностей» [246] или И. Н. Молчанова и И. А. Герасимо-

вой «Компьютерный практикум по начальному курсу эконометрики (реализация на EViews)» [219] и др. предлагают для решения прикладных задач использование эконометрических компьютерных пакетов EViews и STATA.

Вышеупомянутые издания, на наш взгляд, не совсем удовлетворяют потребностям и возможностям всех студентов экономических специальностей, поскольку подразумевают достаточно высокий базовый уровень и использование специальных эконометрических пакетов, что значительно увеличивает время на усвоение трудновоспринимаемого материала.

О практической значимости и образовательной ценности учебников по эконометрике очень интересное мнение высказывает академик В. Л. Макаров. По его мнению, «... эконометрика представляет собой не только науку, но и искусство. Искусство работы с данными», а «... искусством нельзя овладеть, только читая книгу. Надо практически возиться с данными, считать и пересчитывать» [2]. Можно констатировать, что выбор какого-либо учебника в качестве базового для преподавания эконометрики не является определяющим фактором качества усвоения материала, поскольку присутствует необходимость выбора оптимальной информационно-коммуникационной технологии обучения.

Первоначально для успешного решения главной задачи — обеспечения усвоения студентами системы научных знаний по эконометрике и математической статистике — необходимо, чтобы информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) обеспечивали [249]:

- безукоризненно чёткую логику изложения материала, позволяющую наглядно представить последовательность умозаключений, определить содержание и структуру научных методов дисциплины;
- изложение учебного материала по разветвлённой схеме, составленной с учетом с учетом разноуровневой подготовки обучающихся, их предпочтений и интересов;
- средства и методы, способные повысить мотивацию студентов к учебной деятельности (удачная подборка задач, включение в материал занятий



прикладных и профессионально-ориентированных задач и т. п.);

- различные способы стимулирования познавательной деятельности обучающихся и управления ею;
- систему контроля приобретаемых студентами знаний, умений и навыков по изучаемым дисциплинам;
- систему тестов, упражнений и задач на определение характера ошибок в усвоении материала и выявления их причин;
- систему наглядных и технических средств.

Практика использования информационно-коммуникационных технологий в вузах России находится в стадии становления. Главным объяснением этому можно считать тот факт, что необходимые для внедрения информационных технологий технические и программные средства стали доступны учебным заведениям лишь в последние годы; недостаточно разработок, содержащих методологию использования ИКТ, низка степень адаптации разрабатываемых централизованно педагогических программных продуктов (ППП) к индивидуальным методикам преподавателей. Кроме того, нужны комплексы учебно-методического и программного обеспечения, охватывающие не только отдельные разделы учебного курса эконометрики, а весь учебный курс или даже совокупность учебных дисциплин одного направления (математика, статистика, математическая статистика, эконометрика и т. д.).

Ускоряющийся научно-технический прогресс, объясняемый внедрением в производство новых автоматизированных систем, усовершенствованных микропроцессорных средств, высокотехнологичных устройств программного управления, требует от педагогической науки разработки и совершенствования методики применения ИКТ в обучении математическим дисциплинам; воспитания и подготовки подрастающего поколения, способного активно развиваться с учётом требований современного общества, связанных с информатизацией. В зависимости от технической оснащённости учебных заведений электронно-вычислительной техникой, учебным, демонстрационным оборудованием, а также от готовности обучаемых к восприятию посто-



янно возрастающего потока информации, в том числе и учебной, коренным образом меняется методика применения ИКТ.

Информационно-коммуникационные технологии, изменяя схему представления знаний и методы обучения, оказывают активное влияние на процесс обучения и воспитания обучаемого. Информационно-коммуникационные технологии вносят в систему образования новые образовательные процессы, которые связаны с применением компьютеров и телекоммуникаций, технологического оборудования, программных и аппаратных средств, компьютерных систем. Они связаны также с созданием новых средств обучения, к которым относятся электронные учебники и мультимедиа; разработкой электронных библиотек и архивов, глобальных и локальных образовательных сетей и т. п. В настоящее время методы и модели ИКТ разрабатываются и успешно применяются в образовании.

Рассматривая элементы системы образования с использованием информационных технологий, нужно подчеркнуть, что важным условием успешной интеграции образовательных технологий является в первую очередь профессиональная подготовка преподавателей и специалистов, осуществляющих эксплуатацию систем и средств новой интегрированной технологии обучения. Все участники обучения с применением ИКТ, в том числе и администрация учебных учреждений, должны обладать требуемой информационной грамотностью и пониманием используемых технологий. В некоторых странах для этого существует требование соответствующего сертификата (например, в Великобритании). Это упрощает внедрение информационно-коммуникационных технологий и повышает их эффективность.

Как показывает опыт внедрения ИКТ в мире и в России, уровень их влияния на эффективность обучения зависит от типа образовательного учреждения (школа или вуз, образовательные центры или виртуальные учебные заведения и т. п.) и формы образования (очное или заочное, дистанционное или стационарное, базовое или дополнительное и т. д.).

Образовательные средства ИКТ можно классифицировать в зависимости от ряда параметров:

1. По решаемым педагогическим задачам:

- средства базовой подготовки (электронные учебники, обучающие системы, системы контроля знаний);
- средства, обеспечивающие практическую подготовку (задачники, практикумы, виртуальные конструкторы, программы имитационного моделирования, тренажёры);
- вспомогательные средства (словари, энциклопедии, справочники, хрестоматии, развивающие игры, мультимедийные демонстрации);
- комплексные средства (дистанционные учебные курсы).

2. По функциям в организации образовательного процесса:

- информационно-обучающие (электронные книги, электронные периодические издания, обучающие компьютерные программы и тренажёры, информационные системы);
- интерактивные (электронная почта, дистанционные видеоконференции, вебинары);
- поисковые (каталоги, поисковые системы).

3. По типу информации:

- текстовые информационные ресурсы (компьютерные учебники, учебные пособия, задачники, сборники тестов, электронные словари, справочники, энциклопедии, периодические издания, числовые данные, компьютерные учебно-методические материалы);
- визуальные и информационные ресурсы (схемы, диаграммы, таблицы; портреты, фотографии, репродукции художественных произведений, иллюстрации; видеофрагменты документальных фильмов, демонстрации опытов, видеоэкскурсии; статистические и динамические модели, интерактивные модели);
- информационные ресурсы с комбинированной подачей информации (учебники, задачники, учебно-методические пособия, первоис-

точники, хрестоматии, энциклопедии, словари, периодические издания).

4. По формам применения ИКТ в учебном процессе:

- аудиторные;
- внеаудиторные.

5. По форме взаимодействия с обучаемым:

- технология асинхронного режима связи — «offline»;
- технология синхронного режима связи — «online».

Важно понимать, что понятие технологии информатизации образования значительно шире, чем только технология использования информационных и телекоммуникационных технологий в сфере образования. Это понятие включает в себя весь комплекс приёмов, методов, способов и подходов, обеспечивающих достижение целей информатизации образования.

В настоящее время в России, при стремительном развитии информационных технологий, параллельно развиваются качественно новые компьютерные средства. Внедрение систем компьютерной математики в образовательный процесс является актуальным. Многие учёные, педагоги-математики изучают возможности систем компьютерной математики, широко используют их в учебной деятельности и представляют свои разработки на конференциях.

Так, например, профессор Смоленского государственного университета, соросовский профессор В. П. Дьяконов является автором большого количества книг, учебных пособий по изучению систем компьютерной математики Maple, MatLab и MathCAD, Mathematica. В материалах регулярной международной конференции «Системы компьютерной математики и их приложения» (проводимой Смоленским госуниверситетом) постоянно публикуется обзор систем компьютерной математики, последних программных новинок и их сравнение в применении. В Санкт-Петербургском государственном

университете профессор А. В. Матросов и в Санкт-Петербургском государственном университете водных коммуникаций профессор Д. П. Голоскоков рассматривают решение научных физических и инженерно-технических задач средствами систем компьютерной математики. Профессор М. Н. Кирсанов в Московском энергетическом институте практикует решение задач теоретической механики средствами СКМ Maple. Профессор О. В. Мантуров использовал КМС Mathematica в своей научной и педагогической работе в Московском областном университете. Вопросы использования систем компьютерной математики занимают также и в следующих городах: в Омске, Новосибирске, Казани, Рязани, Минске, Гомеле, Елабуге, Ярославле, Красноярске и др.

Хорошим показателем является появляется все больше литературы по системам компьютерной математики. Среди авторов можно выделить В. П. Дьяконова [107, 108], М. Н. Кирсанова [163], В. З. Аладьева [4], Д. П. Голоскокова [84], А. Н. Васильева [63], Б. М. Манзона [201], Г. В. Прохорова [242], М. А. Леденёва, В. В. Колбеева, М. И. Рагулину [243], Н. Н. Васильева [64], В. Н. Говорухина и В. Г. Цибулина [80].

Рассмотрим ранее разработанные методические основы применения информационно-коммуникационных технологий в обучении математике. В диссертации С. А. Дьяченко [109] разработана методическая модель обучения высшей математике на первом курсе вузов естественно-технического профиля с применением компьютерной математической системы Mathematica. В этой модели лекция является источником исходных теоретических знаний студентов при изучении курса высшей математики. Лекции имеют характер общего, структурного изложения изучаемого материала. Лабораторные работы с использованием КМС помогают усвоить общие формулы для решения задач, помогают обнаружить свойства изучаемых объектов и процессов. Более частные случаи рассматриваются на практических занятиях, здесь уточняются некоторые свойства, решаются примеры различных уровней сложности. Таким образом, студенты начинают изучение с общих понятий, затем переходят к рассмотрению частных случаев. Если лабораторную

работу с использованием ИКТ применять как связующее звено между соответствующими лекционными и практическими занятиями по высшей математике в вузе, то можно достичь более высокого качественного уровня обучения. По мнению С. А. Дьяченко, без овладения навыками пользования ИКТ невозможно решать математические задачи с помощью компьютера; в то же время, невозможно овладеть ИКТ, не зная основ математики. Таким образом, возникает необходимость параллельного освоения ИКТ и изучения курса высшей математики. По мнению

С. А. Дьяченко сформулировала требования к содержанию обучения с использованием ИКТ, к деятельности преподавателя и студента; ею заново переосмыслены дидактические принципы для процесса обучения высшей математике с использованием ИКТ. Так наряду с известными принципами доступности, научности, наглядности, активного обучения, индивидуального подхода, был сформулирован дополнительный ряд принципов. Принцип инвариантности основывается на том, что на лабораторных работах с использованием ИКТ могут быть исследованы любые математические соотношения из курса высшей математики. Принцип содержательного повтора требует многократной актуализации одного и того же изучаемого материала: отдельные вопросы математики сначала рассматриваются на лекции, затем повторяются на лабораторных работах и практических занятиях. Принцип параллельности определяется на параллельном изучении курса высшей математики на лекционных занятиях, практических занятиях и на лабораторных работах с использованием ИКТ. Принцип однотипности определяет необходимость решения определенного числа похожих заданий для формирования у студентов прочных умений. Принцип сравнения предполагает выявление сходства и различия изучаемых понятий, а также их взаимосвязи с помощью чередования упражнений на прямые и обратные операции. Принцип нелимитируемости основан на нелимитируемости объёма изучаемого материала, а именно, на лабораторных работах могут быть рассмотрены и те разделы высшей математики, которые не входят в программу вуза. Принцип полноты системы упражнений дает возможность обеспечить качественное

усвоение изучаемого материала и позволяет исключить возможность ошибочных ассоциаций. Перечисленные выше дидактические принципы могут присутствовать и при обучении математической статистике и эконометрике с использованием ИКТ.

Перспективам разработки и внедрения новой информационной технологии обучения на уроках математики с помощью компьютерной системы Mathematica посвящена статья В. М. Монахова [221].

Одними из первых работ по применению в вузовском образовании компьютерной математической системы Mathematica были монография Т. В. Капустиной [152] и её докторская диссертация [156], в которой сформулированы методические основы использования системы Mathematica в преподавании математических дисциплин (на примере курса дифференциальной геометрии) в педагогическом вузе. Т. В. Капустина выделяет три направления учебного процесса, связанные с использованием КМС в учебном процессе на физико-математических факультетах педагогических вузов:

- 1) подготовка пользователей системы;
- 2) применение системы в дисциплинах физико-математического цикла во время лекционных, практических и лабораторных занятий, а также для организации самостоятельной работы студентов;
- 3) применение системы в процессе учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы студентов при подготовке курсовых и дипломных работ, а также в работе студенческих научных кружков и проблемных групп.

Методически учебный процесс предлагается строить традиционно: лекции, семинары, лабораторные работы. На лекциях используются компьютерные демонстрации и компьютерное решение задач. На семинарах используется компьютерное решение задач, лучше всего — основанное на готовых, запрограммированных в КМС заранее, решениях опорных задач по изучаемой теме.

А. В. Паньков разрабатывал методику применения компьютерных математических систем для решения задач с экономическим содержанием на уроке математики в школе [230]. Методика внедрения систем компьютерной математики в систему образования как вуза, так и школы, широко представлен у Р. И. Ивановского [139, 140, 141, 142]. В МГТУ им. Баумана К. В. Титовым разработан курс «Системы компьютерной математики» для ознакомления студентов с новейшими программными продуктами этого класса и их возможностями применительно к решению математических задач [289, 290].

Многолетний опыт методики применения систем компьютерной математики в образовании накоплен в Республике Беларусь, в ГОУ ВПО БГУ. На 1-ой Байкальской региональной научно-практической конференции с международным участием «Инфокоммуникационные образовательные технологии: модели, методы, средства, ресурсы» Л. В. Антонова, Т. В. Бурзалова, А. В. Данеев в своём докладе излагают возможности внедрения компьютерных математических систем, в частности КМС Mathematica, в систему образования [10].

Ю. В. Позняк, начальник отдела ИТОУП ГУУНМР БГУ, кандидат физико-математических наук, разработал программу курса по выбору для учащихся «Применение систем компьютерной математики», в которой он воплощает свою концепцию преподавания математики в старших классах средней школы с применением систем компьютерной математики. По мнению Ю. В. Позняка, разработанная им методика обучения математике позволит школьникам ближе познакомиться с технологиями компьютерных символьных преобразований и вычислений, будет способствовать формированию их математических знаний.

Проблемами компьютерных математических систем занимаются также в Новосибирске. Н. А. Калинина обобщает в своих работах некоторые особенности использования компьютерной математической системы (КМС) и выделяет два направления при использовании КМС в обучении: как средство для изучения общих курсов, так и при специализации. В первом случае КМС рассматривается как основное средство, помогающее студентам по-



нимать математику, механизмы вычисления, проясняющее математическое понимание предмета. Как следствие, преподавание большого числа учебных курсов может стать значительно эффективнее, если использовать возможности автоматического проведения трудоёмких математических выкладок. Вторая линия применения стремится закрепить и расширить использование компьютерной математической системы, предоставляющее возможности проведения аналитических, численных и графических вычислений.

Отметим, что М. И. Рагулина (Омский государственный педагогический университет) рассматривает методические возможности использования исследовательской методики в условиях применения систем компьютерной математики и раскрывает дидактические приёмы, в реализации которых возможно и целесообразно применение компьютерных математических систем в целях актуализации исследовательской деятельности обучающихся [243]. Компьютерные математические системы находят своё применение не только в среднем и высшем специальном образовании, но и в системе непрерывного образования. Так, например, в Рязанском государственном педагогическом университете рассматривают вопросы использования системы компьютерной математики Mathematica в персонализированном образовании.

Системы компьютерной математики и их применение в образовании рассматриваются также в работах М. Е. Надежиной (Самара) [225], Т. М. Мисюка (Чебоксары) [217], О. А. Головиной (Коряжма) [83], А. С. Кирсанова (Пенза) [163].

В. П. Дьяконов в книге [107] излагает учебный курс по ознакомлению с компьютерной математической системой Mathematica-4. В книге описан интерфейс системы, её обширные возможности, которые необходимы студентам для выполнения самых разнообразных вычислений, описываются мощные графические средства визуализации полученных результатов, отмечается, что система Mathematica имеет удобный язык для задания команд в интерактивном и отложенном режимах, описаны пакеты стандартных дополнений, расширяющие возможности КМС Mathematica. Книга предназначена для научных работников, преподавателей вузов, студентов и всех пользова-



телей программы Mathematica. Следует отметить, однако, что текущими версиями системы Mathematica являются 9.0 и 10.0, которые представляют собой третье поколение этой системы, разительно отличающееся от второго поколения (версии 3.0 – 5.0) и по интерфейсу, и по вычислительным возможностям (не говоря уже о возможностях программирования).

В учебном пособии Н. Н. Шапошникова, Р. Е. Кристалинского [306] рассматривается широкий спектр вариационных задач строительной механики. Показано, что для решения этих задач весьма эффективно может быть использована одна из наиболее мощных систем компьютерной математики — Mathematica. Пособие будет полезно для студентов строительных специальностей, студентов, обучающихся по специальностям «Прикладная математика и информатика», «Прикладная информатика», и для инженеров-расчётчиков.

Современный учебник В. П. Глушко, А. В. Глушко [78] составлен по основным разделам курса «Уравнения математической физики» («Уравнения с частными производными») с использованием пакета Mathematica, что позволяет модернизировать изучение этих разделов математики, переводя решение многих задач на ПК. Процедура приведения уравнений с частными производными второго порядка (двумерный случай) к каноническому виду использует все возможности пакета Mathematica. В разнообразных примерах описываются принципы и технология решения начальных задач для уравнения теплопроводности и волнового уравнения в случаях трёх, двух и одной пространственной переменной. Глава 4 посвящена описанию метода разделения переменных при решении граничных задач общего вида для уравнений Лапласа и Пуассона в прямоугольнике на плоскости, начально-краевых задач для колебаний конечной струны при общих граничных условиях; начально-краевых задач для уравнения теплопроводности конечного стержня с общими граничными условиями на концах стержня. Все алгоритмы решения указанных задач позволяют находить их решения не только теоретически, но и получать численные результаты. В этой связи представляет интерес предложенная в книге процедура нахождения собственных значе-

ний в задаче Штурма-Лиувилля при общих граничных условиях при помощи Mathematica, а также приведённая в главе 4 классификация собственных значений. При всех вычислениях (символьных и численных) используются встроенные функции пакета Mathematica, однако сами алгоритмы решения задач и основанные на них функции реализации (Implementations) не входят в Mathematica. Для удобства пользователей все функции реализации продублированы в приложениях на CD. Результаты расчётов иллюстрируются графиками, также выполненными в системе Mathematica. Книга предназначена для преподавателей, студентов и аспирантов математических и физических специальностей университетов, а также для широкого круга читателей, интересующихся применением ПК для решения задач математической физики.

Книга Ю. Ю. Тарасевича «Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс» [285] используется в качестве учебного пособия по курсам компьютерного моделирования для студентов, обучающихся по специальности «Информатика», а также при изучении курса «Концепции современного естествознания» студентами естественнонаучных специальностей. В этой книге на примерах из физики, химии, экологии наглядно представлены принципы математического моделирования. В приложении приведены примеры исследования дифференциальных уравнений с использованием различных систем компьютерной математики (Maple, Mathematica, MatLab, MathCAD).

Статьи о системах компьютерной математики и методиках их применения в системе образования можно найти в сборниках трудов и материалов конференций [66, 205, 206, 262, 263].

Рассмотрим основные работы, раскрывающие методику использования компьютерных математических систем в систему вузовского образования.

В докторской диссертации В. С. Корнилова [178] обосновывается необходимость применения компьютерных математических систем Mathematica, Maple и систем компьютерной математики MathCAD, MatLab в обучении обратным задачам для дифференциальных уравнений. Здесь раскрыты ос-

новные дидактические принципы обучения с их использованием, например, принципы творчества и инициативы студентов, научности, системности, наглядности, интерактивности.

Е. А. Дахер [99] в своей кандидатской диссертации разработала модель исследования процесса повышения эффективности математической подготовки будущих специалистов экономического профиля, которая основывается на внедрения в учебный процесс компьютерной математической системы Mathematica. В работе показано, что КМС Mathematica обладает следующими дидактическими особенностями: иллюстративность изучаемых объектов и явлений и богатство изобразительных приёмов, выразительность, возможность изучения всех деталей объектов и явлений, информационная насыщенность, отсутствие временных и пространственных границ. Отмечено, что использование компьютерной математической системы Mathematica в обучении математике в экономических вузах не только способствует реализации рассмотренных дидактических принципов обучения, но и эффективной математической подготовке будущих специалистов экономического профиля. Разработана и апробирована методика проведения лабораторных работ по разделам высшей математики и, более подробно, — по решению обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием компьютерной математической системы Mathematica.

Кандидатская диссертация И. В. Беленковой [23] интересна рассмотренными вопросами повышения профессиональной информационной компетентности будущих специалистов. Использование компьютерных математических систем при решения профессиональных задач дает возможность качественному наглядному представлению, анализу и интерпретации информации. Пошагово исследовано современное состояние возможностей использования компьютерных математических систем Mathematica, Maple и СКМ MatLab, MathCAD в профессиональной подготовке студентов вузов. В диссертации проведён сравнительный анализ компьютерных математических систем по следующим критериям: семантика языка математических систем, возможность визуализации решения задачи, трудоёмкость процесса

написания пользовательских функций. В работе теоретически и практически обоснована необходимость использования компьютерных математических систем в учебном процессе для повышения профессиональной подготовки студентов.

В кандидатской диссертации О. А. Бушковой [61] подробно представлен методический опыт использования компьютерной системы Mathematica при обучении геометрии в педагогическом вузе. В работе показаны основные достоинства КМС Mathematica, как универсального программного продукта. Mathematica является полноценной компьютерной математической средой, сочетая в себе свойства систем динамической геометрии, систем компьютерной математики, языков программирования. О. А. Бушкова разработала методику комплексного применения системы Mathematica в обучении геометрии в педагогическом вузе во всех видах учебной работы, в том числе для организации самостоятельной работы студентов с использованием компьютерных учебников в среде Mathematica; ею представлен компьютерный учебник по проективной геометрии с элементами тренажёра, созданный в среде Mathematica.

В настоящее время существует множество сайтов, посвящённых системам компьютерной математики, и, в частности, Mathematica. Например, сайт фирмы-разработчика системы Mathematica — корпорации Wolfram Research: [www.wolfram.com](http://www.wolfram.com), на страницах которого представлена информация о продукции фирмы, демоверсии системы, доступны демонстрации возможностей Mathematica в различных областях науки, техники и образования. В 2000 г. начал работу образовательный математический сайт Exponenta.ru (<http://www.exponenta.ru>), разработанный компанией SoftLine при участии МГИЭМ и Вузтелекомцентра. Этот сайт адресован студентам, изучающим высшую математику, преподавателям математических дисциплин, интересующимся компьютерными технологиями в образовании, и другим пользователям систем компьютерной математики (СКМ) (MathCAD, Matlab, Maple, Mathematica, Statistica). Разделы, посвящённые работе с СКМ и статистическими пакетами, содержат руководства пользователя, справочники, книги,

обзорные статьи известных авторов, списки литературы по пакетам и ссылки на ресурсы Internet. На сайте доступны демоверсии множества систем компьютерной математики, а также свободно распространяемые учебные версии СКМ; размещаются авторские методические разработки (лабораторные практикумы, материалы к лекционным курсам, учебные пособия и др.) преподавателей различных вузов, выполненные с использованием СКМ.

Таким образом, анализ современного состояния вопроса по разработке методики применения информационно-коммуникационных технологий показал, что их внедрение способствует повышению эффективности учебного процесса, и необходимо подробно исследовать методику использования информационно-коммуникационных технологий в преподавании эконометрики и математической статистики.

## **1.2 Сравнительный анализ содержания, особенностей и возможностей использования компьютерных математических систем в обучении математике**

В курсах математической статистики и эконометрики широко применяется математический аппарат (от линейной алгебры и аналитической геометрии до дифференциального и интегрального исчисления), причём имеется большой набор опорных задач (таких задач, которые используются, подобно теоремам, в готовом виде в других задачах), а потому программные средства компьютерной математики здесь более чем уместны. Исследователи предлагали различные названия таких компьютерных программных средств. Так, они носили названия «системы компьютерной алгебры» [108], «математические пакеты» [80], «компьютерные математические пакеты» [179], «системы аналитических вычислений» [208], а в последнее время закрепилось название «системы компьютерной математики» (СКМ) [61, 139]. Поначалу компьютерные математические пакеты делились на два принципиально различных вида, а именно: системы для численных вычислений и системы для символьных (аналитических) вычислений. К первым обычно относили си-

системы Eurica, Macsyma, электронные таблицы, например, Microsoft Excel. Ко вторым относились системы компьютерной алгебры Derive, MuPAD, Mathematica, Maple. В настоящее время такое деление считается устаревшим. Все перечисленные выше системы совершенствуются и уже используются как универсальные математические системы, обеспечивающие автоматизацию как численных, так и аналитических вычислений. Среди универсальных следует отметить Mathematica, Maple, MatLab и MathCAD; обратим внимание также на электронные таблицы Microsoft Excel. Необходимо понимать, что выбор оптимальной системы компьютерной математики определяется конкретными целями её использования, классами решаемых задач, научным направлением исследованием и др. С другой стороны, основное назначение систем компьютерной математики — автоматизация процесса громоздких вычислений и получения конечного результата в числовой, формульной и графической формах, что освобождает студентов и преподавателей от непродуктивных затрат времени. Все СКМ оснащены большим числом встроенных функций, средствами символьных преобразований, визуализации и анимации, имеют достаточно обширный арсенал средств для решения математически сформулированных задач различных классов.

В настоящее время закрепились следующая терминология: 1) **система компьютерной математики (СКМ)** — программное средство, основной особенностью которого является способность к символьным вычислениям без посредника-программиста (по определению В. П. Дьяконова, СКМ — совокупность теоретических, алгоритмических, аппаратных и программных средств, предназначенных для эффективного решения на компьютерах всех видов математических задач с высокой степенью визуализации всех этапов вычислений [107], [108]); 2) **компьютерная математическая система (КМС)** — программное средство, являющееся одновременно системой компьютерной математики и языком программирования сверхвысокого уровня (эта терминология пошла, по-видимому, от Б. М. Манзона [201], её придерживаются и другие исследователи, например, Т. В. Капустина [156]).

Проведём обзор некоторых современных систем компьютерной матема-

тики и компьютерных математических систем, их возможностей, примеры их применения в учебном процессе и научных исследованиях.

Одна из старейших систем компьютерной математики — система Reduce. Впервые она появилась в 1969 г. Система имеет обширную библиотеку функций. Входной язык носит характер традиционных языков программирования. Решение задачи, реализованной в Reduce, представляет собой набор команд, состоящих из функций, циклов, условных операторов и т. п. Система интерактивна, т. е. пользователь может ввести некоторое задание на вычисление и получить его значение, прежде чем система перейдёт к следующему шагу вычислений. Последовательно интерпретируя и выполняя каждую из команд, система предоставляет пользователю искомое решение.

Следовательно, система Reduce может быть использована в образовании. Примером применения системы в преподавании курса «Основания геометрии» в педагогическом вузе является работа [198]. Однако Reduce реализуется на больших ЭВМ и в большей степени рассчитана на использование профессиональными математиками для проведения сложных вычислений.

К компьютерным математическим системам относится Maple — мощная КМС, которая способна решать широкий класс задач и обладает замечательными графическими возможностями. Эта система является совместной разработкой Университета Ватерлоо (штат Онтарио, Канада) и Высшей технической школы (ETHZ, Цюрих, Швейцария), для продажи которой была создана специальная компания — Waterloo Maple, Inc.

Maple — интегрированная система, то есть она объединяет в себе ориентированный на сложные математические расчёты мощный язык программирования (он же — входной язык для интерактивного общения пользователя с системой), редактор для подготовки и редактирования документов и программ, математически ориентированный входной язык пользователя и язык программирования, многооконный пользовательский интерфейс с возможностью работы в диалоговом режиме, ядро алгоритмов и правил преобразования математических выражений, программные численный и символьный процессоры с системой диагностики, мощнейшие библиотеки встроен-



ных и дополнительных функций, пакеты расширений и применений системы и огромную, очень удобную в применении справочную систему. Ко всем этим средствам имеется полный доступ непосредственно из системы.

В каждую новую версию продукта разработчики Maple добавляют новые пакеты расширения системы, практически применяемые в самых разных областях — начиная с математики и теоретической физики и заканчивая финансами, статистикой, эконометрикой, биологией и даже медициной (на уровне обработки данных). Часть таких пакетов разрабатывается отдельными специалистами, работающими в соответствующих областях; система открыта для расширения пользователями. Но базовых пакетов вполне достаточно, чтобы решить практически любую вычислительную задачу.

Математическая графика системы позволяет получать изображения плоских и пространственных кривых и также поверхностей, всевозможными способами видоизменять их и комбинировать. Можно строить двух- и трёхмерные графики без применения команд и задания диапазонов для переменных, а только по выделенному выражению (опция Smartplot). Интересна возможность программирования графического интерфейса решений Maple, так называемых *маллетов*. В последней версии Maple 13 предусмотрены две графические оболочки для работы в системе — `swmaple.exe` и `maplew.exe`, расположенные в каталоге `\Maple 13\bin.win`. Эти программы отличаются способом ввода и отображения информации (первая удобна для пользователей, привыкших работать с командной строкой и считается классической, а вторая является по умолчанию основной).

Вычислительный режим в Maple можно перемежать вкраплениями программ-однострочников, для чего существует достаточно простой и понятный командный язык. Кроме того, в системе имеется большое число утилит, рассчитанных именно на студентов, чем во многом и объясняется популярность системы. Удобен интерфейс Maple, имеются кнопочные палитры для ввода математических формул.

Сегодня КМС Maple широко известна в университетах ведущих научных и исследовательских центров и компаний. Изданы сотни книг, описывающих



Maple и многочисленные её применения в научных исследованиях и для преподавания естественнонаучных дисциплин. Обладающая интуитивно понятным интерфейсом, простыми правилами работы и широким функционалом, система завоевала популярность и у российских математиков, инженеров, студентов.

Основная концепция Maple, которая была взята за основу более 20 лет назад, несмотря на модернизацию и многочисленные расширения, сохраняется в главном. Maple — система для решения математических задач. Теперь имеются все основания для привлечения к её использованию как можно большего числа пользователей. Последние проекты компании Waterloo Maple позволяют заключить, что в ближайшее время основные ее усилия будут направлены на популяризацию Maple как интерактивной обучающей системы. Создан даже специальный центр, занимающийся популяризацией Maple среди студентов.

В обзорах систем компьютерной математики Maple справедливо считается одним из первых кандидатов на роль лидера среди таких систем, ориентированных на серьёзное применение. Это лидерство она защищает в честной конкурентной борьбе с другой замечательной математической системой — Mathematica (современные версии — 8.0, 9.0) фирмы Wolfram Research Inc.

Система Derive является базой для современных микрокалькуляторов. В России их не так много, поэтому Derive трудно всерьез конкурировать с другими системами компьютерной математики в плане обилия функций и графических возможностей. Derive является больше учебной СКМ начального уровня. Преимуществом этой программы является её скромная требовательность к аппаратным ресурсам компьютера. Имеет многооконный интерфейс пользователя и удобную систему меню. Система создана на базе языка искусственного интеллекта MuLisp. Графический редактор позволяет получать двумерные графики в декартовой и полярной системах координат и трёхмерные графики, которые автоматически масштабируются. Среди недостатков — ограниченная возможность для программирования пользователем.

В целом Derive прекрасно подходит для обучения математике школьников и студентов младших курсов вузов. В качестве примера использования системы можно найти работы по изучению некоторых разделов курса геометрии, в частности, дифференциальной геометрии линий и поверхностей в евклидовом пространстве, например, учебное пособие для вузов В. Ю. Ровенского [253].

СКМ MatLab — одна из интенсивно развивающихся и проверенных временем систем автоматизации математических расчётов, первоначально построенная на расширенном представлении и применении матричных операций. Это отражается и в самом названии системы — MATrix LABoratory, то есть матричная лаборатория. Но в настоящее время MatLab расширилась до полноценной компьютерной математической системы, так что подобная ориентация перестала быть заметной. Матрицы широко применяются в сложных математических расчётах, например, при решении задач линейной алгебры и математического моделирования статических и динамических систем и объектов, в том числе и в прикладных эконометрических расчётах. Они являются основой автоматического составления и решения уравнений состояния динамических объектов и систем. Примером может служить расширение MatLab — Simulink. Это существенно повышает интерес к системе MatLab, вобравшей в себя лучшие достижения в области быстрого решения матричных задач.

Отметим, что в настоящее время MatLab стала одной из наиболее мощных универсальных интегрированных систем компьютерной математики и далеко вышла за пределы специализированной матричной системы. В этой системе объединены удобная оболочка, редактор выражений и текстовых комментариев, вычислительный и графический программный процессор. В новейших версиях используются такие мощные типы данных, как многомерные массивы, массивы ячеек, массивы структур, массивы Java и разреженные матрицы, что открывает возможности применения системы при создании и отладке новых алгоритмов матричных и основанных на них параллельных вычислений и крупных баз данных. Это сочетается с мощными

средствами графической визуализации и даже анимационной графики.

СКМ MatLab может решать множество компьютерных задач — от сбора и анализа данных до разработки готовых приложений. Поскольку эта система мультиплатформенна, она является одним из самых распространённых продуктов — фактически принятым во всём мире стандартом технических вычислений и визуально-ориентированного математического моделирования.

Среди основных областей применения MatLab — математические расчёты, разработка алгоритмов, моделирование, анализ данных и визуализация, научная и инженерная графика, разработка приложений, включая графический интерфейс пользователя, цифровая обработка сигналов и изображений, проектирование систем управления, естественные науки, финансы, экономика, приборостроение и т. п.

Использование в образовании для изучения эконометрики и математической статистики нецелесообразно; система предназначена для профессиональной работы в области математики и смежных областях.

Система компьютерной математики MathCAD, разработанная фирмой MathSoft (США), одной из первых имела возможность ввода данных для символьных вычислений в математической нотации благодаря продвинутому редактору математических текстов. Она обладает широкими возможностями символьных вычислений и прекрасным интерфейсом. Возможности символьных вычислений в MathCAD заимствованы из СКМ Maple. В версии Professional возможно программирование в процедурном стиле. В систему введён электронный справочник формул для инженерных и технических расчётов. Вследствие максимальной приближенности входного языка к естественному математическому, эта система проста в использовании и не вызывает проблем при обучении. Справедливости ради нужно заметить, что практически во всех современных СКМ входной язык является таковым, то есть MathCAD утратила былое преимущество в этом отношении.

Перечисленные достоинства системы MathCAD сделали её популярным математическим пакетом, лидером в своем классе математического и образовательного программного обеспечения. Пользователи MathCAD — это сту-

денты, учёные, инженеры, разнообразные технические специалисты и все, кому приходится проводить математические расчёты.

MathCAD доступна для применения как начинающим пользователям, так и профессионалам и, безусловно, может быть эффективно использована в качестве основы для углубления знаний при изучении математических дисциплин, а в дальнейшем и эконометрики.

Пока математические возможности MathCAD в области компьютерной алгебры уступают системам Maple, Mathematica и MatLab.

Macsyma — одна из первых систем компьютерной математики, оперирующих символьными вычислениями. Сильные стороны Macsyma — развитой аппарат линейной алгебры и дифференциальных уравнений. Система предназначена для прикладных исследований в области математики. В ней отсутствуют или сокращены некоторые разделы, связанные с теоретическими методами (например, теория чисел, теория групп, и др.). Одним из достоинств системы Macsyma является то, что пользователь может как аналитически так и численно решать уравнения в частных производных различных типов. Интерфейс Macsyma удобен, рабочий документ системы — блокнот, в котором содержатся доступные для редактирования поля текста, команд, формул и графиков. Применение Macsyma в образовании возможно, но вряд ли представляется целесообразным.

Можно сделать вывод о том, что имеет место рост необходимости применения систем компьютерной математики в образовании, что резко повышает и их статус.

Statistica — универсальная интерпретированная система, созданная специально для статистического анализа и визуализации данных, управления базами данных и разработки пользовательских приложений. Она содержит обширный набор процедур анализа данных для применения в научных исследованиях, технике, бизнесе, а также обладает специальными методами для сбора и обработки данных.

Помимо общих статистических и графических средств, в системе имеются специализированные модули, например, для проведения социологиче-

ских или биомедицинских исследований, решения технических и, что очень важно, промышленных задач: карты контроля качества, анализ процессов и планирование эксперимента. Работа со всеми модулями происходит в рамках единого программного пакета, для которого можно выбирать один из нескольких предложенных интерфейсов пользователя.

В системе Statistica реализованы языки программирования, имеющие специальные средства поддержки, с помощью которых можно создавать законченные пользовательские решения и встраивать их в различные другие приложения или вычислительные среды. Маловероятно, что кто-либо будет использовать абсолютно все статистические процедуры и методы визуализации, имеющиеся в системе Statistica, однако опыт многих пользователей, успешно работающих с пакетом, свидетельствует о том, что возможность доступа к новым, нетрадиционным методам анализа данных (а Statistica предоставляет такие возможности в полной мере) помогает находить новые способы проверки рабочих гипотез и исследования данных. Система Statistica предлагает пользователю широкий выбор методов разведочного анализа данных. Программа вычисляет практически все используемые описательные статистики общего характера: медиану, моду, квантили, заданные пользователем процентиля, среднее значение и стандартное отклонение, квантильный размах, доверительные интервалы для среднего, асимметрию и эксцесс (и их стандартные ошибки), гармоническое и геометрическое среднее, а также многие специальные описательные статистики. Как и во всех других модулях системы Statistica, проведение разведочного анализа данных может сопровождаться разнообразными графиками и диаграммами, в том числе, возможно строить различные виды диаграмм размаха и гистограмм, гистограммы двумерных распределений (трёхмерные и категоризированные), двух- и трёхмерные диаграммы рассеяния с помеченными подмножествами данных, нормальные и полунормальные вероятностные графики и графики с исключённым трендом, К – К и В – В графики и т. д. Система содержит набор критериев для подгонки нормального распределения к данным (критерии Колмогорова-Смирнова, Лилиефорса и Шапиро-Уилкса).

Процедуры для подгонки многих других типов распределений можно найти также в описании анализа процессов и графических возможностей системы. Качество графического интерфейса и многочисленные возможности форматирования и расстановки меток таковы, что позволяют получать таблицы и отчёты презентационного качества, содержащие длинные метки и описания переменных. Как и во всех других модулях системы Statistica, для достижения высокой — не имеющей аналогов в сравнении с другими пакетами — точности результатов здесь можно производить вычисления с повышенной точностью. Интерактивный характер системы позволяет сделать процесс изучения данных достаточно простым.

Stadia — система для современных и эффективных методов анализа: описательная статистика, критерии различия, категориальный, дисперсионный, корреляционный и спектральный анализы, сглаживание, фильтрация, прогнозирование, простая, множественная, пошаговая и нелинейная регрессии, дискриминантный, кластерный и факторный анализы, шкалирование, методы контроля качества, вычисление и согласование распределений, анализ и замена пропущенных значений и т. д. Полный комплект деловой и научной графики: функции, зависимости, распределения, диаграммы рассеяния, многомерные диаграммы, карты, поверхности, вращения, сплайны, прогнозы, гистограммы; столбиковые, башенные и круговые диаграммы, дендрограммы, установка размеров, надписей по осям и под рисунком, графический архив и прочие разнообразные преобразования и вычисления, импорт/экспорт данных и результатов в стандартных международных форматах (ASCII и DBF).

XLSTAT — аналитическое приложение для Microsoft Excel от компании Addinsoft. XLSTAT — самое удачное и успешное вычисление в области статистики и анализа данных для Microsoft Excel. XLSTAT располагает более чем 50 различными функциями, которые могут увеличить аналитические возможностей Excel. XLSTAT является частью нового пакета Office 365 и работает на всех версиях Excel.

XLSTAT — это специальная надстройка для Microsoft Excel. Она была

создана в 1993 году с целью увеличения аналитических возможностей Excel и ежегодно совершенствуется. XLSTAT опирается на Excel в плане ввода данных в систему и отображения результатов, но все вычисления производятся с помощью автономных программных компонентов. Использование интерфейса Excel позволяет считать XLSTAT удобным для пользователя и высокоэффективным продуктом. При этом качество вычислений, поддерживаемое XLSTAT, не уступает уровню альтернативных научных пакетов.

Одним из основных продуктов компании Addinsoft является XLSTAT-Pro, который включает в себя более 40 различных функций, отвечающих всем основным требованиям процесса анализа данных.

На настоящий момент имеются следующие модули:

- XLSTAT-Pivot®: Построение сводных таблиц ключевых показателей при больших объёмах данных за короткое время.
- XLSTAT-3DPlot: Интуитивная 3D-визуализация.
- XLSTAT-Time: Анализ временных рядов.
- XLSTAT-MX: Карта предпочтений и другие инструменты для маркетинга.
- XLSTAT-Life: Анализ выживаемости.
- XLSTAT-Dose: Анализ ингредиентов и доз в химии и фармакологии.

Планируется к выпуску с модуль XLSTAT-CCA: CCorA (стандартный корреляционный анализ), стандартный анализ соответствий и анализ избыточности.

Компания Wolfram Research, Inc., разработавшая компьютерную математическую систему Mathematica, по праву считается старейшей и наиболее крупной в этой области. КМС Mathematica повсеместно применяется при расчётах в современных научных исследованиях. Можно сказать, что Mathematica обладает значительной функциональной избыточностью (есть даже возможность для синтеза звука). Большое количество научных работ,



как, например, [202], [316, 317, 318], по использованию компьютерной математической системы Mathematica в системе образования доказывает её востребованность.

Сравнение компьютерных математических систем Mathematica и Maple показывает, что обе эти системы выигрывают у остальных СКМ в том, что обладают развитыми встроенными языками программирования сверхвысокого уровня, что многократно расширяет их возможности; в то же время Mathematica при решении некоторых задач даёт результат, который не удавалось получить в Maple [183]. Система Mathematica, на наш взгляд, более универсальна; она подходит и для научных исследований, для решения фундаментальных и прикладных задач, и для использования в образовании (разработчиками она задумывалась и для этих целей также), хотя примерно то же самое можно сказать и о Maple. Это полноценная предметная (математическая) компьютерная среда.

Дополним разработанный У. В. Плясуновой [237] в её диссертационной работе сравнительный анализ основных возможностей КМС и СКМ и трудоёмкости их освоения и приведём его в таблице 1.1.

**Таблица 1.1**

**Сравнение возможностей некоторых компьютерных математических систем**

Возможность выполнения математических операций				
Наименование параметра	Derive	Math-CAD	Mathematica	Maple
Вычисление элементарных функций	+	+	+	+
Приведение подобных слагаемых	+	+	+	+
Автоматическое упорядочивание выражений по степеням переменных	+	—	+	—
Разложение на множители	+	+	+	+



Возможность выполнения математических операций				
Наименование параметра	Derive	Math-CAD	Mathe-matica	Maple
Раскрытие скобок	+	+	+	+
Подстановки для переменной	+	+	+	+
Решение алгебраических уравнений и неравенств	+	+	+	+
Решение систем линейных уравнений	+	+	+	+
Решение систем трансцендентных уравнений	+	+	+	+
Символьные преобразования тригонометрических выражений	$\pm$	$\pm$	+	+
Работа с комплексными переменными	+	+	+	+
Вычисление пределов	+	+	+	+
Исследование рядов	+	+	+	+
Вычисление определённых интегралов	+	+	+	+
Вычисление неопределённых интегралов	+	+	+	+
Дифференцирование	+	+	+	+
Разложение функций в ряд Тейлора	+	+	+	+
Статистические функции	+	+	+	+
Функции комплексной переменной	+	+	+	+
Функции вероятности	+	+	+	+
Решение дифференциальных уравнений	$\pm$	+	+	+
Приближённое решение дифференциальных уравнений	—	—	+	—
Операции с матрицами и векторами (сложение матриц, умножение матрицы на число, умножение матриц, обратная матрица, транспонированная матрица, определитель матрицы, скалярное и векторное произведение и т. д.)	+	+	+	+

Возможность выполнения математических операций				
Наименование параметра	Derive	Math-CAD	Mathe-matica	Maple
Построение графиков в декартовой системе координат	+	+	+	+
Работа с трёхмерной графикой	+	+	+	+
Элементы программирования	+	+	+	+
Особенности интерфейса				
Наличие русифицированной версии системы	—	+	—	+
Ввод выражений в виде, стандартном для математической литературы	—	+	+	—
Наличие панелей инструментов для ввода математических символов (знак корня, показатель степени и др.)	$\pm$	+	$\pm$	—
Отсутствие дополнительных символов при вводе выражения (например, точка с запятой в конце строки)	+	+	+	—
Стандартный для математики формат записи встроенных функций	+	+	+	+
Построение параметрически заданных графиков на плоскости	+	+	+	+
Использование стандартных клавиш для ввода выражения и вычисления его значения ([Enter] или [=])	+	+	—	+
Отображение результатов вычислений в виде, стандартном для математической литературы	+	+	+	+
Выполнение символьных преобразований внутри введённого выражения, до его вычисления	—	—	+	—

Особенности интерфейса				
Наименование параметра	Derive	Math-CAD	Mathematica	Maple
Построение графиков с использованием мастера или шаблона (а не с помощью ввода с клавиатуры специальной текстовой команды)	+	+	—	—

Кроме того, практически все СКМ и КМС обладают возможностями, которые позволяют с лёгкостью импортировать и экспортировать данные. Из Mathematica файл можно экспортировать в такие общеизвестные форматы, как HTML,  $\text{\LaTeX}$ , RTF. Удобно Форматировать документ, в том числе — содержащий формулы. Также широко развита возможность импортирования символьных, графических и звуковых объектов в документ Mathematica.

Обратим внимание на то, что практически все перечисленные компьютерные системы работают не только на персональных компьютерах, оснащённых популярными операционными системами Windows, но и под управлением операционных систем Linux, UNIX, Macintosh.

Важны и эргономические требования, которым удовлетворяют КМС, с точки зрения возможности их использования в системе образования. В Mathematica можно легко управлять отображением информации на экране (выбирать цвет, шрифт, масштаб и др.); в одном и том же документе можно использовать форматы двух основных стилей: текстовый (не вычисляет набранные выражения) и входной (задания на вычисления); возможно готовить различные типы документов: обычные файлы типа .nb, слайды, макеты брошюр и книг, а также собственные пакеты стандартных дополнений, содержащие новые вычислительные функции, сформированные пользователем (так называемые внешние функции).

В развитых зарубежных странах КМС имеют широкое практическое применение. В России основные факторы, препятствующие широкому распространению конкретно системы Mathematica, таковы:

- новые версии системы не русифицированы, то есть имена функций системы и используемых в ней команд основаны на английских названиях, однако русский язык можно использовать в текстовых фрагментах;
- подготовка специалистов в этой области практически не проводится;
- недостаточно методических и дидактических материалов на русском языке по использованию системы Mathematica в учебном процессе;
- недостаточно хорошо подготовленных экспертов в области использования компьютерных математических систем;
- имеет место инертность и неосведомлённость лиц, от которых зависит оснащённость органов образования педагогическими программными продуктами.

Все перечисленные факторы можно отнести и к другим компьютерным системам. Решение перечисленных проблем будет хорошим стимулом для перспектив внедрения КМС в процесс обучения.

В настоящее время необходимо внедрение в процесс обучения математической статистике и эконометрике таких компьютерных систем и программ, которые дают возможность студентам совершенствовать умственные и творческие способности, развить мышление и логику, получить основы профессиональных компетенций и определить курс своей будущей карьеры.

Приведём краткий перечень возможностей, которыми располагают пользователи компьютерной математической системы. С помощью системы Mathematica можно:

- 1) проводить и документировать всевозможные вычисления, как численные (точные — с любой разрядностью, приближённые — с любой, заданной пользователем, точностью), так и аналитические, или символьные (действия с алгебраическими выражениями, решение уравнений, дифференцирование, интегрирование и т. д.);
- 2) производить визуализацию аналитической информации (строить графики функций одной и двух переменных, изображения кривых и по-

верхностей по их параметрическим и неявным уравнениям, строить контурные графики поверхностей и т. п., комбинировать графики, совмещая их на одном чертеже или располагая в любом порядке), обрабатывать графически результаты экспериментов, строить диаграммы и гистограммы, строить произвольные изображения с помощью графических примитивов;

- 3) оформлять и сохранять (а при необходимости распечатывать или рассылать по сети) электронные файлы, в которых можно чередовать текстовые фрагменты, вычисления, графику;
- 3) создавать качественные анимации графических и даже аналитических образов;
- 4) создавать базы данных и базы знаний;
- 5) программировать с помощью специфического для системы Mathematica языка программирования сверхвысокого уровня (что обуславливает простоту и эффективность его использования), причём программировать не только математические задачи, но и любые комбинации действий, которыми располагает система;
- 6) в силу открытости КМС Mathematica пользователь может вводить в употребление новые функции конструируя их на основе имеющихся функций системы и по методу правил преобразования;
- 7) создавать в среде Mathematica высококачественные педагогические программные продукты, в том числе компьютерные учебники и практикумы с разветвлённой структурой, используя гипертекст.

Как отмечает В. С. Корнилов в докторской диссертации [178], «... важнейшей задачей педагогики является нахождение, накопление и анализ различных технологий и способов использования средств обучения в учебном процессе таким образом, чтобы придать учебным занятиям черты технологичности. Внедрение в учебный процесс информационных технологий обучения, в частности, компьютерных математических пакетов, инициирует

формирование у учащихся компьютерного визуального мышления, которое предполагает оперирование образами на экране компьютера. Ученикам предоставляется возможность активно и сознательно осмысливать различные, ранее незнакомые математические понятия; успешно решать учебные математические задачи».

Компьютерные математические системы, как основа и среда, в которой проектируются и используются программные средства для обучения математическим дисциплинам, удовлетворяют многим положениям методологии проектирования образцов информационно-коммуникационных технологий, сформулированным в [223] (мы скорректировали терминологию в соответствии с установками последнего времени):

- 1) создаваемые на их основе эффективные педагогические технологии обеспечивают развитие творческой активности обучаемых и вводят методические инновации в процесс учебной деятельности;
- 2) применение КМС следует принципу деятельности — новому теоретическому принципу создания учебных предметных сред, противопоставляемому техноцентризму, как наиболее развитому к настоящему моменту подходу к использованию компьютеров;
- 3) они интегрируют учебную, учебно-научную, методическую, организационную деятельность преподавателя и обучаемых в рамках единого учебно-воспитательного процесса;
- 4) компьютерные математические системы обеспечивают органическую взаимосвязь между традиционным дидактическим наполнением математической дисциплины и банком информационных данных и информационных массивов, открытых для преподавателя и обучаемых;
- 5) компьютерные математические системы обеспечивают непрерывность, преемственность и совместимость ИКТ как по отдельным математическим дисциплинам, так и внутри них;
- 6) компьютерные математические системы обеспечивают соответствие форм, методов и средств создаваемых на их основе педагогических тех-

нологий с уровнем и содержанием компьютерной грамотности и информационной культуры студентов различных курсов и разной математической подготовки;

- 7) компьютерные математические системы способствуют формированию эффективной учебной деятельности с организационным представлением преподавателем всех её компонентов (системы учебных задач, соответствующих учебным действиям), что может быть достигнуто проектированием особых учебных ситуаций;
- 8) объектом воздействия ИКТ, опирающихся на использование компьютерных математических систем, становится не «студент», а «студент+компьютер»;
- 9) ведущим принципом в педагогических технологиях, опирающихся на компьютерные математические системы, является опора на активность самого студента, что предъявляет новые требования к мотивации учения;
- 10) овеществление новой информационной технологии на базе компьютерных математических систем происходит в виде создания «компьютерной обучающей среды» для математических дисциплин;
- 11) методология проектирования образцов ИКТ на базе компьютерных математических систем основывается на качественно новом понимании и реализации принципа наглядного моделирования, что требует разработки соответствующих методов познания, методов учебной деятельности, аргументации, доказательства;
- 12) достигается оптимальное сочетание индивидуального подхода с различными формами коллективной учебной деятельности;
- 13) при работе с компьютерными математическими системами компьютер используется как универсальный инструмент для постижения закономерностей широкого круга математических объектов, а не только как демонстрационное устройство.

В итоге можно сделать вывод, что компьютерные математические системы могут и должны быть использованы как средства ИКТ в обучении. Наибольшей эффективности применение компьютерных математических систем в педагогических целях может достигнуть при условии разработки в их средах программных продуктов учебного назначения и компьютеризированных учебников и задачников.

Главным обоснованием использования Mathematica может быть и действующий сегодня в сфере высшего образования ряд программ, разработанных компанией Wolfram Research. Например программа, названная «программой развития», оказывает поддержку учебным заведениям и отдельным пользователям, занимающимся исследованиями с использованием Mathematica или разработкой дидактических материалов для обучения различным предметам с использованием системы.

Mathematica уже заняла прочные позиции в высшем образовании. Отметим, что множество известных университетов мира успешно применяют эту систему в преподавании. Среди них можно отметить не только университеты США, Англии, Японии, Германии, Финляндии, но и российские вузы: МГУ им. М. В. Ломоносова, Казанский (Приволжский) федеральный университет и др.

Самая серьёзная и распространённая, препятствующая широкому применению системы Mathematica в образовании причина — это материально-техническая база вузов и многих университетов, но это чисто техническая проблема, которая постепенно решается.

Применению компьютерных математических систем в вузах нет альтернативы [142]. Вопрос же об их использовании в вузах на практических занятиях для преподавания эконометрики и математической статистики остается недостаточно разработанным. Обоснованию выбора компьютерной математической системы Mathematica в качестве средства ИКТ при обучении математической статистике и эконометрике и посвящён следующий параграф.



### **1.3 Компьютерная математическая система Mathematica в обучении математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений**

Обоснование использования информационно-коммуникационных технологий в образовании определяется многими обстоятельствами. Прежде всего к ним необходимо отнести основательные изменения XX – начала XXI века, определившие главное направление развития общества на основе новых знаний и перспективных высокоэффективных технологий. Одной из приоритетных стратегий являются инновационные технологии, как неотъемлемая часть научно-технического и социально-экономического развития общества. В современных условиях кардинально меняются формы и методы обучения, причём они не отрицают, а совершенствуют традиционные методики с целью более высокой эффективности процесса обучения. Современная российская тенденция модернизации образования предполагает переход на новый технологический уровень с обязательным использованием информационно-коммуникационных технологий. Динамичное социальное развитие определяет возникновение всё новых задач, которые сложно разрешить выработанными в прошлом методами и приёмами. Это обстоятельство предъявляет определённые требования к высшему образованию, призванному научить будущих специалистов экономических специальностей самостоятельно приобретать и отсортировывать знания, обеспечивающие восприятие и анализ обширной общеобразовательной подготовки в условиях использования компьютерных средств обучения.

Информационно-коммуникационные технологии в образовании, определяющие технологический прорыв в методологии и обеспечивающие ценность системы высшего образования, решают в настоящее время проблему повышения качества и эффективности обучения.

Будущие экономисты должны творчески подходить к решению производственных и социально-экономических задач, а также быть хорошими специ-

алистами в профессиональной плане. От них требуется умение рационально сочетать теоретические знания с их практическими применениями для решения конкретных производственных и экономических задач.

*Компетентностный подход* (А. В. Хуторской, И. А. Зимняя, Н. Хомский, Н. В. Кузьмина, А. К. Маркова и др.). Компетентность включает знания, умения, навыки, а также способы и приёмы их реализации в деятельности, общении, развитии личности [216]. С точки зрения А. В. Хуторского, компетенция включает совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определённому кругу предметов и процессов, необходимых для качественной продуктивной деятельности по отношению к ним [303]. Компетентностный подход направлен на развитие у студентов умения решать проблемы, возникающие в жизни, и легко ориентироваться в большом потоке информации. В современных экономических условиях от специалистов требуется способность порождать новые идеи и демонстрировать навыки самостоятельной научно-исследовательской работы, работы в научном коллективе; способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты; способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач. Отметим, что ИКТ позволяют намного упростить реализацию поставленных задач.

По мнению Н. И. Гендиной, «... в соответствии с идеологией компетентностного подхода в образовании, профессиональный уровень современного выпускника высшей школы определяется не столько набором полученных за годы обучения знаний и умений, сколько способностью использовать их на практике в нестандартных, динамично меняющихся ситуациях. При этом особое значение придаётся способности выпускника вуза самостоятельно обучаться, рационально действовать в условиях роста документальных потоков профессиональной информации, существующих как в традиционной (бумажной), так и в электронной форме; оперировать с разнородной, противоречивой информацией, критически её оценивать и принимать на этой основе аргументированные решения» [74].

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО, с учётом рекомендаций ООП ВПО по направлению 080100.62 «Экономика» и учебными планами подготовки бакалавров по профилям «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Налоги и налогообложение», «Финансы и кредит», утверждёнными в Набережночелнинском филиале «ИЭУП (г. Казань)», профессорско-преподавательским составом кафедры высшей математики были выделены следующие компетенции и признаки, которые будут характеризовать степень их сформированности.

Таблица 1.2

Индекс	Формулировка компетенции	Ступени уровней освоения компетенции
<b>ПК-1</b>	Расчётно-экономическая деятельность: способен собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчёта экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов.	<b>Пороговый:</b> Воспроизводит термины, основные понятия, знает методы построения экономических моделей объектов, явлений и процессов, умеет рассчитывать экономические и социально-экономические показатели, характеризующие деятельность хозяйствующих субъектов, и анализировать полученные результаты. <b>Повышенный:</b> Владеет основными понятиями, определениями, формулами математической статистики, необходимыми для расчета экономических и социально-экономических показателей. Формулирует выводы, оценивает соответствие выводов полученным данным.
<b>ПК-3</b>	Способен выполнять необходимые для составления экономических разделов планов расчёты, обосновывать их и представлять результаты работы в соответствии с принятыми в организации стандартами.	<b>Пороговый:</b> Воспроизводит термины, основные понятия, знает этапы построения эконометрических моделей объектов, явлений и процессов, умеет строить эконометрические модели и анализировать полученные результаты для дальнейшего их использования в составлении экономических разделов планов. <b>Повышенный:</b> Разрабатывает план проведения эконометрического исследования экономических явлений и процессов и осуществляет его при помощи стандартных теоретических и эконометрических моделей с целью дальнейшего их использования в составлении экономических разделов планов. Обосновывает полученные выводы и представляет результаты работы в соответствии с принятыми в организации стандартами.

Индекс	Формулировка компетенции	Ступени уровней освоения компетенции
ПК-4	Аналитическая, научно-исследовательская деятельность: способен осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения поставленных экономических задач.	<b>Пороговый:</b> Воспроизводит термины, основные понятия, знает методы и основные этапы построения эконометрических моделей объектов, явлений и процессов, умеет использовать эконометрические модели для решения поставленных экономических задач. <b>Повышенный:</b> Разрабатывает план проведения эконометрического исследования для решения поставленных экономических задач с помощью стандартных теоретических и эконометрических моделей. Формулирует выводы, оценивает соответствие выводов полученным данным. Оценивает научную и прикладную значимость своей разработки.
ПК-6	Способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.	<b>Пороговый:</b> Воспроизводит термины, основные понятия, знает методы построения эконометрических моделей объектов, явлений и процессов на основе описания экономических процессов и явлений, умеет строить эконометрические модели, и анализировать полученные результаты. <b>Повышенный:</b> Предлагает план проведения эконометрического исследования на основе описания экономических процессов и явлений и самостоятельно его осуществляет с помощью стандартных теоретических и эконометрических моделей. Формулирует выводы, оценивает соответствие выводов полученным данным. Оценивает научную и прикладную значимость своей разработки.
ПК-10	Способен использовать для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии.	<b>Пороговый:</b> Знает способы построения эконометрических моделей объектов, явлений и процессов с применением КМС Mathematica, умеет строить эконометрические модели и анализировать полученные результаты с применением КМС Mathematica. <b>Повышенный:</b> Самостоятельно осуществляет эконометрическое исследование с применением современных технических средств и информационных технологий (в частности, с применением КМС Mathematica) на основе построения стандартных теоретических и эконометрических моделей.

В исследовании рассматриваются особенности формирования выделен-

ных компетенций при изучении математической статистики и эконометрики. Они изучаются на втором и третьем курсах обучения бакалавров направления «Экономика», и одним из их ключевых компонентов является использование информационно-коммуникационных технологий, в частности, компьютерной математической системы Mathematica.

Можно выделить соотношения содержания обучения, использования компьютерной математической системы Mathematica и развития выделенных компетенций, которые должны быть сформированы у студентов по итогам обучения в вузе (рис. 1.1).



Рис. 1.1: Граф согласования компетенций, содержания обучения и компьютерной математической системы Mathematica

Целями освоения дисциплин «Математическая статистика» и «Эконометрика» являются: изучение разделов теории вероятностей и математической статистики для развития навыков математического мышления и использования в профессиональной деятельности экономиста при построении математических моделей различных экономических закономерностей и процессов и прогнозировании развития экономики; изучение корреляционно-регрессионного анализа, систем эконометрических уравнений, временных рядов, моделей с распределённым лагом, моделей адаптивных ожиданий и неполной корректировки.

Достижение перечисленных целей гарантирует выпускнику получение высшего профессионального (на уровне бакалавра) образования и сформированность общеобразовательных и предметно-специализированных компетенций. В результате овладения курсом обучающиеся должны быть подготовлены к применению полученных знаний и компетенций в своей дальнейшей практической деятельности. Эти знания будут способствовать социальной уверенности и самостоятельности специалиста, востребованности на рынке труда и успешной работе в избранной сфере деятельности.

В результате освоения дисциплин обучающийся должен:

- знать:

- основные термины теории вероятностей и математической статистики, их понятия и определения, случайные события, основные правила комбинаторики, комбинаторные соединения и формулы для их чисел, классическое определение вероятности и другие её определения, свойства вероятностей и т. д.;
- дискретные и непрерывные случайные величины, их числовые характеристики. Законы распределения вероятностей, наиболее употребляемые в социально-экономических приложениях: нормальное, логарифмически нормальное, равномерное, распределение Коши;
- закон больших чисел и его следствия;

- цепи Маркова и их использование в моделировании социально-экономических процессов;
- статистическое оценивание и проверка гипотез, статистические методы обработки гипотез;
- методы построения эконометрических моделей объектов, явлений и процессов экономики и методы верификации этих моделей;
- уметь:
  - оперировать понятиями и формулами математической статистики;
  - на основе измеренных экономических данных строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты, прогнозировать на основе построенных теоретических и эконометрических моделей поведение экономических агентов, развитие экономических процессов и явлений на микро- и макроуровне;
  - оценивать качество полученных эконометрических моделей и выбирать наиболее подходящую;
- владеть:
  - современной методикой построения эконометрических моделей, методами и приёмами анализа экономических явлений и процессов с помощью стандартных теоретических и эконометрических моделей.

Учебные дисциплины «Математическая статистика» и «Эконометрика» относятся к математическим дисциплинам базовой части профессионального цикла Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению 080100.62 «Экономика». Данная дисциплина опирается на разделы дисциплин «Информатика», «Линейная алгебра», «Макроэкономика», «Математический анализ», «Микроэкономика».

Математическая статистика и эконометрика тесно связаны с предметами, изучаемыми студентами в дальнейшем, их взаимосвязь приведена в таблице.

Таблица 1.3

№	Наименование обеспечи- ваемых (последующих) дисциплин	Номера разделов мат. статистики и эконо- метрики, необходимых для изучения обес- печиваемых (последующих) дисциплин											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Статистика	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Комплексный экономиче- ский анализ хозяйствен- ной деятельности		+	+			+				+		+
3.	Анализ на предприятиях малого бизнеса			+		+	+			+		+	
4.	Финансовый анализ			+		+	+	+					+
5.	Бюджетирование в орга- низациях			+		+		+	+	+		+	+
6.	Казначейская система ис- полнения бюджета		+	+			+			+		+	
7.	Оценка стоимости бизне- са	+	+		+	+	+	+		+		+	
8.	Факторы стоимости биз- неса	+	+	+		+				+		+	
9.	Финансовый менеджмент	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10.	Итоговая государствен- ная аттестация	+	+		+	+		+		+		+	+

Разделы математической статистики и эконометрики, необходимые для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин:

1. Выборка и её характеристики.
2. Статистическое оценивание и сравнение многомерных генеральных совокупностей.
3. Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей.



4. Многомерный статистический анализ.
5. Парная линейная регрессия и корреляция.
6. Парная нелинейная регрессия и корреляция.
7. Множественная регрессия и корреляция.
8. Гетероскедастичность и автокоррелированность остатков.
9. Обобщённый метод наименьших квадратов.
10. Анализ временных рядов.
11. Динамические эконометрические модели.
12. Системы эконометрических уравнений.

Изучение математической статистики и эконометрики предусматривает проведение лекционных, практических занятий, лабораторных занятий и самостоятельную работу студентов в компьютерных классах. На лекциях излагается содержание разделов учебной программы с учётом компетенций, установленных в рабочей программе. Практические занятия по эконометрике и математической статистике проводятся в учебных группах с целью закрепления теоретических положений, излагаемых в лекционном курсе, получения практических навыков в применении теории к решению задач. Целесообразно практиковать лабораторные работы в компьютерных классах. И лекционные, и практические занятия проводятся в соответствии с планом распределения учебного времени.

Поскольку в настоящее время использование в вузах компьютерных математических систем становится реальностью, необходим новый взгляд на постановку целей и задач преподавания эконометрики и математической статистики. Большое значение в профессиональной деятельности будущих экономистов имеет прикладная сторона применения математического аппарата, поэтому к целям преподавания эконометрики и математической статистики добавим следующие:

- 1) формирование умений и навыков автоматизации основных математических вычислений (численных, символьных, графических) при помощи

компьютерных математических систем (в том числе, с применением содержащихся в этих системах языков программирования);

- 2) формирование умений построения математических моделей экономических процессов, пригодных для реализации в компьютерных математических средах.

Главное в обучении будущих экономистов математической статистике и эконометрике — научить студентов учиться, выработать у них глубокую потребность в математических знаниях и экономическом анализе, стремление к приобретению новых и обновлению уже усвоенных знаний, умение применять их на практике. Одно из условий эффективности учебного процесса в вузе — наличие интереса к изучаемому предмету.

Мотивация учения играет большую (а иногда и главную) роль в формировании личности и саморазвитии студента. В документе «Концепция математического образования в Российской Федерации» [245] выделены три проблемы развития математического образования. Одна из них — низкая мотивация школьников и студентов, которая связана с недооценкой математического образования и перегруженностью программ техническими элементами и устаревшим содержанием. Концепция, по мнению авторов, должна позволить модернизировать содержание учебных программ по математическим дисциплинам на всех уровнях образования.

Применение системы Mathematica в учебном процессе должно способствовать развитию интереса к изучению математической статистики и эконометрики. Будем считать использование системы Mathematica на занятиях по математической статистике и эконометрике эффективным, если она способствует формированию компетенций студентов и их саморазвитию, а также позитивно влияет на мотивацию студентов к изучению математических дисциплин. Оценку эффективности применения системы Mathematica необходимо осуществлять по нескольким критериям, характеризующим не только личностную и знаниевую, но и деятельностьную сферы развития личности.

Мотивы учения в педагогической науке принято подразделять на внешние и внутренние. Л. М. Фридман [299] характеризует их отличие следующим

образом: «Если мотивы, побуждающие данную деятельность, не связаны с ней, то их называют внешними по отношению к этой деятельности. Если же мотивы непосредственно связаны с самой деятельностью, то их называют внутренними». Внутренним считается мотив, ориентированный на цель деятельности. Значит, в условиях учебной деятельности овладение содержанием учебного предмета выступает и мотивом, и целью. Внутренние мотивы отчасти объясняются познавательной потребностью субъекта, удовольствием, получаемым от процесса познания. Освоение учебного материала служит целью учения, которое в этом случае имеет характер учебной деятельности. Включённость учащегося в процесс познания даёт ему эмоциональное удовлетворение. Внутренняя мотивация проявляется в собственной активности учащегося в процессе учебной деятельности. Учебная деятельность становится мотивированной внешне в случае, когда овладение содержанием учебного предмета служит не целью, а средством достижения других целей. Это может быть получение хорошей оценки, диплома, стипендии, поощрения, желание завоевать авторитет у товарищей и др. При внешней мотивации знание не является главной целью учения, учащийся отчуждён от процесса познания. Изучаемые предметы для него не являются внутренне мотивированными, а содержание учебных предметов не выступает личностной ценностью. На наш взгляд, динамика изменения вида мотивации с внешней на внутреннюю (и наоборот) влияет на формирование компетенций будущих бакалавров.

Основными факторами, влияющими на формирование положительной устойчивой мотивации к учебной деятельности, по мнению Е. П. Ильина [145], являются:

- содержание учебного материала;
- организация учебной деятельности, включающей три основных этапа: мотивационный, операционально-познавательный, рефлексивно-оценочный;
- коллективные формы учебной деятельности;

- оценка учебной деятельности;
- стиль педагогической деятельности.

По отношению к профессиональной мотивации большую роль играет положительное отношение к профессии, так как этот мотив связан с конечными целями обучения.

Профессиональная мотивация — совокупность факторов и процессов, отражающихся в сознании, которые нацеливают личность на изучение основ будущей профессии. Роль профессиональной мотивации в том, что она является внутренним движущим фактором развития в личности профессионализма, так как только на основе её высокоуровневого формирования возможно эффективное развитие профессиональной образованности и культуры личности [145].

Мотивы профессиональной деятельности — это, прежде всего, осознание объектов главных потребностей личности (получение высшего образования, высокий уровень профессиональной подготовки, повышение социального статуса и т. д.), удовлетворяемых путём выполнения учебных задач и направляющих студента к изучению будущей профессиональной деятельности.

«Существенной частью математической подготовки студентов является решение задач как эффективное средство обучения математике, формирования математического мышления и качеств, присущих творческой личности» утверждает В. В. Афанасьев [19]. По мнению В. В. Афанасьева и Е. И. Смирнова, необходимым условием повышения качества обучения, формирования математического мышления, формирования качеств, присущих творческой личности, является функционирование системы задач в качестве средства обучения математике [18].

В педагогической литературе существует большое количество разнообразных трактовок понятия «задача». Приведем несколько точек зрения по этому вопросу.

Л. М. Фридман исследует связь понятий «задача» и «проблемная ситуация» и определяет задачу как всякую знаковую модель проблемной ситуа-

ции, анализируя которую, учащийся формулирует задачу [297]. Кроме того, он подразделяет задачи на стандартные и нестандартные. К нестандартным задачам относятся те, для которых в курсе математики нет общих правил и положений, определяющих точную программу их решения [298].

М. А. Данилов определяет упражнение как сознательное многократное выполнение сходных действий, опирающихся на знания, на различный материал и применяемое с целью овладения умением и навыком, уравнивая его с понятием учебная задача [98].

В российской педагогической энциклопедии учебное задание определяется как вид поручения учащемуся, в котором содержится требование выполнить какое-либо учебное действие [255]. В работе «Задачный подход в обучении математике» Г. А. Клековкин придерживается традиционного подразделения учебного задания на упражнения и задачи [165].

Реализация профессиональной направленности обучения математике студентов-экономистов, по нашему мнению, обеспечивается за счет использования текстовых математических задач с экономическим содержанием. Такие задачи являются инструментом реализации метода математического моделирования — одного из важнейших методов обучения и познания действительности средствами математики. В педагогической и методической литературе их называют по-разному: профессионально-ориентированные, профессионально направленные, профильные, прикладные, экономико-математические задачи и др.

Понятие «прикладная задача» имеет различные трактовки в педагогической литературе. Так, например, по мнению Н. А. Лерешина, «... прикладная задача — это задача, поставленная вне математики и решаемая математическими средствами». А по мнению И. М. Шапиро, прикладная задача — это «... задача, фабула которой раскрывают приложения математики в смежных учебных дисциплинах».

М. В. Крупихина и И. М. Шапиро считают, что прикладная задача должна удовлетворять следующим требованиям:

- постановка вопроса должна быть оформлена в таком виде, в каком

обычно этот вопрос ставится на практике;

- искомые и данные величины (если они заданы) — реальные, взятые из практики;
- математический аппарат, используемый в задаче, должен быть доступен обучающимся.

Мы будем использовать следующие рабочие понятия:

- задача — объективно заданное и сформулированное в словесной или знаковой форме отношение между определенными «условиями», характеризующимися как «известное», и тем, что требуется найти, характеризующимся как искомое [209].
- математическая задача — задача, у которой математический характер условия и решения [171].
- упражнение — сознательное многократное выполнение сходных действий, опирающихся на знания, на различный материал и применяемое с целью овладения умением и навыком [171];
- профессионально-ориентированная задача — задача, содержание которой связано с объектами и процессами будущей профессиональной деятельности студента, а её исследование с помощью математического аппарата способствует осознанному применению математических знаний при изучении цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин, а также формированию профессиональной компетентности будущего специалиста.

Анализируя педагогическую литературу, выделим в качестве основных следующие функции профессионально-ориентированных задач с экономическим содержанием:

- основной составляющей метода экономического моделирования должно быть формирование приёмов формализации и интерпретации;
- выявление и актуализация механизмов, способствующих интеграции математических и экономических знаний;

- развитие познавательного интереса и профессиональной мотивации;
- формирование у студентов навыков самоконтроля, самостоятельности и рефлексивности поведения.

При обучении математической статистике и эконометрике студентов-экономистов можно выделить следующие критерии отбора профессионально-ориентированных задач:

- экономическая фабула задачи, которая должна способствовать мотивации изучения соответствующего математического аппарата;
- межпредметный характер задач, присутствующий как в условии, так и в способе решения;
- многоуровневость заданий, то есть задачи должны быть подобраны по принципу возрастающей сложности и адекватно математическому содержанию.

В профессионально-ориентированных задачах встречаются ситуации и задания, решение которых связано с разработкой и составлением математических моделей. Наиболее подходящей, на наш взгляд, является классификация, предложенная в пособии О. О. Замкова, А. В. Толстопятенко [131]. Авторы выделяют следующие типы моделей:

- макроэкономические (описывают экономику страны как единое целое, связывая между собой укрупнённые материальные и финансовые показатели: ВВП, потребление, бюджет, занятость, инфляцию и т. д.) и микроэкономические (описывают взаимодействие структурных и функциональных составляющих экономики, т. е. предприятий, фирм и т. д.);
- теоретические (отображают общие свойства экономики и её компонентов) и прикладные (обеспечивают возможность оценки параметров функционирования конкретного экономического объекта для формулировки практических рекомендаций);
- оптимизационные (связаны с изучением и разработкой методов решения экстремальных задач, с выбором наилучшего варианта из множе-

ства вариантов производства, распределения или потребления), равновесные или балансовые (описывают поведение субъектов хозяйствования в стабильных устойчивых состояниях), имитационные (используется машинная имитация изучаемых систем и процессов) и трендовые (описывают развитие моделируемой системы через длительную тенденцию ее основных показателей);

- статические (описывают состояние экономического объекта в конкретный текущий момент или период времени) и динамические (отражают весь экономический процесс, т. е. переход из исходного состояния в конечное);
- детерминированные (предполагают жесткие функциональные связи между элементами модели) и стохастические (допускают наличие случайных воздействий на исследуемые показатели), и другие.

Исходя из сказанного ранее, приходим к выводу о том, что профессиональную мотивацию можно формировать в результате решения множества задач специально подобранных заданий с использованием информационно-коммуникационных технологий.

Компьютерная система Mathematica, как средство ИКТ, и создаваемые в её среде программные продукты, необходимые для учебного процесса, полностью удовлетворяют требованиям к преподаванию эконометрики и математической статистики. В этом можно убедиться, ознакомившись с системой. Существует многочисленными литературными источниками, как зарубежными, так и отечественными (например, [152], [61], [138], [198] и др.), оценки экспертов и рассмотренные выше диссертационные исследования. Опыт использования компьютерной системы Mathematica при обучении студентов также доказывает этот факт. Mathematica является высокоинтеллектуальной системой, полностью удовлетворяющей перечисленным далее требованиям, которые имеют важное значение для преподавателя и студента:

- понятность, то есть система имеет чёткие и простые правила синтаксиса входного языка (он приближен к математической нотации) и нетребовательна к заданию типов чисел, в то же время сохраняя в выходных



ячейках тот тип чисел (точно заданные и заданные приближённо), который используется во входных ячейках;

- контролируемость (управляемость) (пользователь в любой момент может вмешиваться в ход вычислений или программы);
- наличие подсказок при вводе задания на вычисление, т. е. возможность системы оказывать пользователю при необходимости помощь, а именно, своевременно в случае ошибки ввода выдавать на экране правильные варианты имён используемых встроенных функций;
- простота, т. е. ввод команд возможен с клавиатуры или с помощью палитр (виртуальных клавиатур) нажатием лишь одной клавиши; все вычислительные функции можно вводить как в обычных математических формулах;
- мощность (Mathematica имеет непревзойдённые графические возможности, с её помощью можно проводить численные и символьные вычисления любой сложности и решать тонкие математические задачи с использованием программирования);
- логичность (с точки зрения пользователя система действует понятно и последовательно (логично); сообщения об ошибках ввода или ответы на вычислительные задания имеют вид, соответствующий представлениям пользователя о способе действия системы);
- очевидность (результаты действий пользователя всегда демонстрируются);
- гибкость (система рассчитана на пользователей всех уровней подготовки — от школьников до профессионалов-математиков; пользователю не обязательно быть сведущим в области программирования и в совершенстве знать возможности системы);
- полнота (означает, что все области современной математики, сопряжённые с вычислениями, охвачены системой).

Учитывая высокий интеллектуальный уровень компьютерной системы Mathematica, её с лёгкостью можно адаптировать к разным уровням преподавания. Это может выражаться в возможности создания учебных программных продуктов и решения задач различной сложности, от простых до очень сложных.

Можно классифицировать используемые задачи следующим образом:

- 1) Задачи на классификацию и обобщение (А. В. Ястребов).
- 2) Наводящие задачи (чувствительность к подсказке, задача решается легче, чем основная, но построена по тому же принципу и поэтому может помочь в решении основной). Разработанный А. Н. Леонтьевым метод «подсказок» заключается в следующем: прежде чем дать творческое задание, необходимо сначала рассмотреть более простое задание, схема решения которого является опорой для решения творческого. Метод «подсказок» следует использовать для того, чтобы не произошло угасание интереса к изучению новой темы.
- 3) Многоэтапные экономико-математические задачи. В основе таких заданий лежат разнообразные статистические и эконометрические задачи, являющиеся эффективным средством формирования творческой математической деятельности учащихся за счёт интеграции математики, экономики и информатики. Многоэтапные задания — специально составленная последовательность задач, проблем и дидактических ситуаций, которые объединяют друг с другом различные виды творческой математической деятельности в сложных математико-дидактических ситуациях [286].

В разработках подобных задач должны принимать участие опытные преподаватели, знающие тонкости учебного процесса и ознакомленные с принципом работы и возможностями системы. Объединённая разработка учебных программных продуктов на базе среды Mathematica (таких, как лабораторные практикумы, компьютерные сборники задач) возможна и легко

видоизменяется благодаря высокой адаптируемости по уровню сложности решаемых задач и принципу открытости, заложенному в систему.

На основе анализа психолого-педагогической и методической литературы был проведён отбор содержания и выделены средства формирования мотивации будущих экономистов (рис. 1.2).



Рис. 1.2: Средства формирования мотивации будущих экономистов

Формирование мотивации будущих экономистов возможно при использовании:

- наводящих задач;
- многоэтапных экономико-математических заданий;

- задач, отличающихся новизной (отобранный материал является новым для студента);
- задач-проблем (варьирование способов действий, способов решения задачи);
- задач исследовательского характера (установление связи между экономико-социальными объектами и процессами);
- информационно-коммуникационных технологий.

На основе анализа психолого-педагогической литературы были выделены критерии отбора содержания учебного материала:

- включение в содержание учебного материала задач, отличающихся новизной и достоверностью факторов исследуемого объекта;
- варьирование способов действий, способов решения задачи, решение задач с использованием компьютерной математической системы Mathematica;
- наличие задач на установление смысловой и неожиданной связи между объектами и процессами;
- интеграция знаний математики, экономики и информатики.

Применение информационно-коммуникационных технологий имеет особое значение в таком важном виде учебной деятельности студентов, как самостоятельная работа. Самостоятельная работа студентов — это форма организации их учебной деятельности, осуществляемая под руководством преподавателя, в ходе которой студенты самостоятельно выполняют различного вида задания с целью усвоения знаний, развития умений, навыков и личностных качеств. ИКТ позволяют использовать всё более совершенные новые методические формы представления учебного материала и являются действенной формой мотивации, управления и контроля, что способствует самостоятельности студентов. Обучение с использованием компьютерных математических систем является новым и перспективным направлением в области образования.

Основные функции, которые обеспечивают учебные программные продукты в среде Mathematica и благодаря которым возможно максимально эффективное их использование, сформулируем следующим образом:

- возможность сделать процесс обучения математической статистике и эконометрике более наглядным, интерактивным и интересным, а значит, более эффективным;
- возможность строить математические модели практически из любой области экономики и техники и при этом получить работающую программу (или образец решения опорной задачи в вычислительном режиме);
- возможность быстрого воплощения многих вариантов решения задачи (например, при различных значениях первоначальных условий, разных способах решения и т. п.) и их сравнение между собой;
- возможность создавать авторские программные продукты на основе системы Mathematica, активизировать творческую и познавательную деятельность;
- возможность повысить степень профессиональной направленности студентов экономических специальностей, развить профессиональные компетенции и практические умения применения информационных технологий в аудиторной и внеаудиторной деятельности;
- возможность осуществить интеграцию профильных предметов (математических дисциплин, статистики, эконометрики, информатики, экономических дисциплин) через выполнение проектных работ с использованием метода математического моделирования.

Отметим, что систематическое применение системы Mathematica на аудиторных занятиях и в самостоятельной работе студентов по математической статистике и эконометрике, основанное на сочетании и использовании информационно-коммуникационных технологий, составит так называемую «Учебную систему на базе компьютерной математической системы

Mathematica». Задача коллектива преподавателей вуза — продумать её содержание. Чаще всего эта система используется при проведении практических и лабораторных занятий в компьютерных классах. На семинарских занятиях система используется при решении задач, на лекциях — при демонстрации иллюстраций к теоретическому материалу; использование системы незаменимо при самостоятельном изучении дисциплины, в учебно-исследовательской работе студентов (например, при подготовки курсовых проектов и участия в научных конференциях) и в научно-исследовательской работе (при подготовке дипломных работ).

Применение системы Mathematica в образовании избавляет студентов от массы трудоёмких вычислений и высвобождает их время для обдумывания алгоритмов решения задач и анализа полученных результатов, представления результатов в выводах и прогнозах в наиболее наглядной форме. Высвободившееся время можно использовать для более глубокого изучения экономической сущности решаемых задач.

Использование компьютерной математической системы Mathematica резко повышает мотивацию студентов и незаменимо при осуществлении важнейшего промежуточного этапа в обучении математической статистике и эконометрике — осмысления теории, возможности работать с формулами, анализа эконометрических исследований. Компьютерная поддержка не может заменить традиционные формы преподавания математических дисциплин, а может лишь дополнить и обогатить их, помогает преобразить учебный процесс, сделать его более интересным, современным и привлекательным для студентов.

Из опыта применения ИКТ, реализуемых с применением КМС Mathematica, можно сделать следующие выводы:

- благодаря сокращению времени на численные и символьные преобразования увеличивается число задач для самостоятельного решения;
- совершенствуются учебные курсы, поскольку больше внимания уделяется качественным аспектам;

- студенты приобретают уверенность при работе с громоздкими выкладками и в символьных вычислениях;
- прививается вкус к анализу результатов;
- вырабатываются устойчивые навыки проведения математических рассуждений и математического моделирования.

Итак, проведённый нами анализ необходимых требований к современному обучению студентов, а также возможностей системы Mathematica позволяет сказать, что Mathematica, как универсальная система компьютерной математики, сочетает в себе всё необходимое для преподавания эконометрики и математической статистики, и это даёт основания для использования ее в обучении в качестве средства ИКТ.

#### **1.4 Принципы фундирования и наглядного моделирования в обучении математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной системы Mathematica**

Впервые понятие фундирования (нем. fundierung — обоснование, основание) ввели в педагогику В. Д. Шадриков и Е. И. Смирнов в 2002 году как «процесс создания условий для поэтапного углубления и расширения школьных знаний в направлении профессионализации и формирования целостной системы научных и методических знаний, как процесс формирования целостной системы профессионально-педагогической деятельности». Особое направление исследований, связанных с концепцией фундирования, разрабатывается в Ярославском государственном педагогическом университете В. В. Афанасьевым, Е. И. Смирновым, В. Д. Шадриковым и др. Фундирование (от лат. fundare — основание, закладывание основы) — это процесс создания благоприятных психологических, педагогических, организационно-

методических условий для актуализации базовых учебных элементов вузовской математики с последующим теоретическим обобщением структурных единиц, раскрывающих их сущность, целостность и трансдисциплинарные связи в направлении профессионализации знаний и формирования личности специалиста в своей области. Отличительной чертой принципа фундирования является определение основы для спиралевидной схемы моделирования базовых знаний, умений, навыков предметной (в том числе, математической) подготовки студентов.

При фундировании знаний педагог вместе со студентом, уже владеющим теоретическими знаниями, отрабатывает с ним практические умения. «Спираль фундирования — целостный интегрирующий механизм реализации преемственности содержания школьного и вузовского образования и становления качеств личности от школьных характеристик до профессиональных компетентностей будущего педагога на основе поэтапного развертывания существующих связей в направлении теоретического (эмпирического) обобщения» [276]. Качественная особенность появления фундирующего эффекта в развёртывании спиралей или кластеров фундирования заключается в «априорном» выявлении и дальнейшей актуализации обобщений существенных связей не только в рассматриваемых процессах, явлениях и фактах в ходе познавательной деятельности, но и в становлении психических процессов и функций, обучаемых в «зонах ближайшего развития» [196]. Кроме процесса фундирования знаний в работе «Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагогов» [276] предлагается фундирование опыта личности, фундирование как механизм и метод формирования нового качества профессиональных компетентностей учителя. «Фундирующие процедуры перехода от наличного состояния сущности и ее актуального представления к обобщенному потенциальному развитию сущности в форме идеального объекта (процесса или явления, состояния личностных качеств) являются многоэтапными, полифункциональными, направленными и интегративными по актуализации внутри и межпредметных связей» [276].



В своём исследовании Е. И. Смирнов выделяет несколько видов фундирования и их признаки:

- «глобальное фундирование (признаки: развёрнутость учебной деятельности во времени (8–10 семестры); наличие существенной обобщённой связи в комплексе видовых проявлений учебного элемента; наглядное моделирование структуры видовых проявлений; наличие спиралевидной модели видовых взаимосвязей, где начальное звено представляет собой школьный учебный элемент; обязательное наличие теоретического обобщения, конечное звено представляет собой методическое осмысление начального звена; корреляция начального и конечного звена спирали);
- локальное фундирование (признаки: целостность структурного анализа видового обобщения базового школьного учебного элемента; непосредственность и преемственность видового обобщения; выделение существенной связи в видовом обобщении школьного учебного элемента, по которой развёртывается теоретическое обобщение; адекватность педагогических (дидактических) задач уровню интеллектуального развития студентов; формирование мыслительных действий в «зонах ближайшего развития» индивидуума; выделение ментальных процедур, собственных математической деятельности учителя, управляемое становление приёмов мыслительной деятельности; взаимопереход знаковых систем (способов кодирования информации) в операциональной деятельности с математическим объектом);
- модульное фундирование (создание условий для формирования целостного представления о видовых проявлениях родового учебного элемента на фоне устойчивого развёртывания структурного и методического анализа)» [276].

Процесс подготовки студентов экономических специальностей в период обучения и практики позволит подготовить профессионального специалиста, то есть готового к экономической деятельности на теоретическом, практическом, творческом уровнях для работы в условиях современной экономики,

если будет учитываться фундирование опыта студентов (психолого-педагогических, математических, статистических, эконометрических, экономических знаний, умений и навыков, методов анализа и прогноза).

Фундирование есть, по сути, дидактический механизм восполнения пробелов и преодоления барьеров и кризисов на основе преемственности в образовании личности. Применительно к проблеме нашего исследования это означает, что фундирование может быть использовано для восполнения пробелов в предметной подготовке, препятствующих успешному освоению личностью нового содержания учебных и профессиональных компетенций, и использования ИКТ как необходимого инструмента, который применяется на стыке между различными звеньями и уровнями системы образования.

Процесс изучения математической статистики и эконометрики с использованием ИКТ (в частности, системы Mathematica) проходит в несколько этапов:

- мотивационный (изучение материала на первом курсе, студенты знакомятся с основными математическими понятиями, методами, критериями и пр.);
- подготовительный (второй и третий курсы, на которых студенты знакомятся с основными понятиями и способами исследования и анализа статистических и экономических данных);
- исследовательский (четвёртый курс, студенты пробуют себя в качестве самостоятельного творца, а преподаватель выступает в роли помощника);
- оценочный (изучение материала в магистратуре, где студент демонстрирует свои способности самостоятельно находить решение поставленных проблем и ставить перед собой новые профессиональные задачи).

На подготовительном и исследовательском этапах студент в каждом изучаемом блоке проходит этапы использования ИКТ (в частности, системы Mathematica), начиная с мотивационного, когда он заинтересовывается новой темой, и заканчивая оценочным, где студент проводит самостоятельное исследование и проверку полученных результатов.

В результате преемственности между перечисленными курсами остаётся больше времени для решения профессионально-ориентированных, исследовательских задач, создания проблемных ситуаций. Студенты могут относительно самостоятельно находить способы исследования более сложных экономических задач, опираясь на понятия, введённые ранее.

При обучении математическим дисциплинам существенную роль в управлении деятельностью обучающихся играет наглядность, поскольку она способствует реализации основного принципа доступности, а также успешности формирования понятий, методов, приёмов, поддержанию у них интереса к математике, приводит к более высокому уровню развития математической культуры, математического языка, логического мышления, обоснованности суждений. Процесс переработки учебного материала, представленного в вербальной форме, является преимущественно одноканальным, трудно программируемым для выполнения мыслительных операций и понимания (эффективность усвоения вербальной информации не превышает 30%). С другой стороны, исследователями установлено, что около 90% всех сведений, получаемых человеком об окружающем мире, он получает с помощью зрения, 9% – с помощью слуха и лишь 1% – через посредство остальных органов чувств (Т. А. Ильина [146]). Наилучшее восприятие обеспечивает сочетание изображения со словесной информацией («слово – наглядность»): при зрительном восприятии воспринимается сразу множество деталей, а слово помогает выделить для осмысления главное. Проблема наглядности была исследована и представлена в трудах И. Г. Песталоцци. Он исходил из того, что умственное развитие ребёнка вытекает из наблюдения над предметами, которые касаются внешних чувств, и считал необходимым вести обучение наблюдению через выделение исходных элементов (число, форма, слово), организующих это наблюдение. Если для Я. А. Коменского наблюдение (наглядность) служит способом накопления знаний об окружающем мире, то у И. Г. Песталоцци наглядность выступает как средство развития способностей и духовных сил.

В методической и психолого-педагогической литературе наблюдается раз-

нообразии подходов и трактовок наглядного обучения, наглядности, видов наглядности и классификаций средств наглядности [161, с. 93-94].

Необходимым учебным средством является моделирование учебного содержания для целей лучшего его восприятия и запоминания. Усвоение студентами результатов знаково-символической деятельности, которые представляют в виде моделей, схем, графиков, знаков, символов, кодов, заместителей математических, а также и экономических, объектов, является задачей педагогического процесса обучения математической статистике и эконометрике.

Необходимо отметить основные задачи, которые будут ориентировать студентов экономических направлений на восприятие материала в целостном процессе обучения математической статистике и эконометрике в тесной связи со знаково-символьной деятельностью в направлении оптимального учета психологических и нейрофизиологических закономерностей восприятия, мышления и памяти:

- организовать содержание и форму, структуру и объем знаковосимволических средств, приводить их к необходимости учета возможностей восприятия при их построении, возможностей и закономерностей нейрофизиологических механизмов памяти и мышления с целью усиления восприятия и памяти студентов;
- организовать познавательную самостоятельную деятельность со знаково-символическими средствами, объяснять поставленную задачу с целью понимания и сознательного оперирования с математическими, статистическими и экономическими объектами.

Современный подход к наглядности в обучении математике основан на принципе наглядного моделирования (Ж.-Ж. Руссо, И. Г. Песталоцци, А. Н. Леонтьев, К. Д. Ушинский, Я. А. Коменский, Л. М. Фридман, Н. Г. Салмина, В. М. Монахов, В. В. Афанасьев, Е. И. Смирнов и др.) — представление основных понятий наглядно, визуально, при этом работает правое полушарие головного мозга, отвечающее за образно-эмоциональное восприятие

информации. Под наглядным моделированием в обучении математической статистике и эконометрике будем понимать будем придерживаться определением, данным Е. И. Смирновым: «процесс формирования адекватной категории диагностично поставленной цели устойчивого результата внутренних действий обучаемого на основе моделирования существенных свойств, отношений, связей и взаимодействий при непосредственном восприятии приёмов знаково-символической деятельности с отдельным математическим знанием или упорядоченным набором знаний» [276]. Этот принцип основан на создании схем, графиков, диаграмм (применяется для иллюстрации каких-либо положений и является средством усвоения готового материала, а также позволяют визуализировать мыслительные процессы, происходящие при изучении определённой темы), таблиц, экономико-математических моделей («материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе познания замещает объект-оригинал, сохраняя некоторые важные для этого исследования типичные черты») [136]. Наглядное моделирование также направлено на «формирование адекватного результата внутренних действий обучаемых в процессе учебной деятельности» [136]. «Наглядное обучение позволяет обеспечить разностороннее и полное формирование статистических и эконометических умений, поддерживает интерес и мотивацию обучения, приводит к более высокому уровню развития математического мышления, формированию творческой активности» [18].

Следует отметить, что основной задачей повышения математической компетентности студентов экономических направлений при применении наглядности в обучении математической статистике и эконометрике в вузе является отыскание и применение на практике активных методов формирования и организации учебно-познавательной деятельности студентов-экономистов.

Опираясь на подход В. М. Монахова, нами определены следующие основные компоненты и уровни технологии наглядного моделирования в обучении математике [220]:

- концептуальный;
- процедурный;

- предметно-конкретный;
- материализующий.

Первый уровень представляет стратегические задачи, которые решаются технологией; описывается сущность технологии, основные элементы и компоненты, их функции. Второй уровень раскрывает сущность каждого её компонента в отдельности и в совокупности в процедуре создания, внедрения и развития новой технологии в педагогике. Третий уровень представляет сущность, этапность и содержание конкретной разработки новой технологии в педагогике по тому или иному математическому предмету. Четвёртый уровень материализует технологию, т. е. описывает основные возможные результаты и выходы, которые завершают создание новой технологии в педагогике и также обеспечивают её полноценное внедрение и функционирование.

Использование наглядности при обучении математической статистике и эконометрике с помощью компьютерной математической системы Mathematica позволяет выдвигать гипотезы, находить интуитивные решения, повысить мотивацию к обучению математике, развить беглость, гибкость и оригинальность мышления. Графические представления пробуждают инициативу и способствуют неформальному подходу при решении задач, развивают интуицию, закрепляют связи между понятиями. Развитое образное мышление позволяет осознать всё явление или объект в целом и, тем самым, даёт направление процессу понимания изучаемого материала.

Компьютерная математическая система Mathematica может использоваться на всех этапах процесса обучения математической статистике и эконометрике: при объяснении нового материала, закреплении, повторении, контроле, при этом для студента он выполняет различные функции: учителя, рабочего инструмента, объекта обучения.

Всё сказанное выше будет оказывать существенное влияние на определение целей и содержание курсов «Математическая статистика» и «Эконометрика» в вузе на экономических направлениях и методику обучения студентов данным курсам с использованием компьютерной математической системы Mathematica.

## Выводы по первой главе

- 1) Анализ психолого-педагогической литературы позволяет обобщить опыт научных изысканий по проблеме использования информационно-коммуникационных технологий. Приведены уточнённые определения и подчеркнута концептуальная сущность основных понятий: «информационная технология», «средства информационных технологий», «информационно-коммуникационные технологии». «Информационные технологии — процессы, связанные с переработкой информации» (В. М. Глушков); «Информационная технология обучения — процесс подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществления которого является компьютер» (Н. В. Апатова); «... это прежде всего культурное понятие, связанное с новым педагогическим мышлением и профессиональной деятельностью учителя и методиста» (В. М. Монахов).

Теоретические основы создания и использования информационных технологий, научное обоснование педагогической целесообразности их применения изложены в работах Н. В. Апаповой [11], Ю. С. Брановского [39], Я. А. Ваграменко [62], Б. С. Гершунского [76], А. П. Ершова [118], М. П. Лапчика [189], Е. И. Машбица [212], В. М. Монахова [221, 222, 223], И. В. Роберт [249], Т. В. Капустиной [151, 152, 156, 319] и др.

- 2) Рассмотрено современное состояние разработанности методики использования информационно-коммуникационных технологий в обучении математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений.
- 3) На основе анализа литературы был проведен сравнительный анализ содержания, особенностей и возможностей использования компьютер-

ных математических систем в обучении математике. Приведён краткий очерк возможностей, которыми может располагать пользователь компьютерной математической системы Mathematica. Анализируя существующие в настоящее время информационно-коммуникационные технологии, которые могут применяться в преподавании математической статистики и эконометрики, а также разнообразные программные продукты для информатизации процесса обучения, делаем вывод, что наиболее подходящими являются компьютерные математические системы — интегрированные программные продукты, способные производить вычисления всех видов (численных, символьных, графических) без программирования и вдобавок обладающие встроенными языками программирования сверхвысокого уровня (то есть доступными для неискущённого в программировании пользователя) и расширяющими круг решаемых задач.

- 4) В диссертационном исследовании мы отметили основные компетенции и сформулировали признаки, которые будут характеризовать степень их сформированности у будущих бакалавров экономических направлений, а также был разработан граф согласования содержания обучения, использования компьютерной математической системы Mathematica и развития выделенных компетенций, которые должны быть сформированы у студентов по итогам обучения в вузе.
- 5) В диссертационном исследовании были выделены разделы математической статистики и эконометрики, необходимые для изучения последующих изучаемых студентами дисциплин.
- 6) На основе анализа литературы по проблеме формирования мотивации у студентов, мы выделили средства, при использовании которых происходит формирование математической компетентности и повышение уровня профессиональной мотивации будущих экономистов: наводящие задачи; задачи исследовательского характера; задачи-проблемы (варьирование способов действий, способов решения задачи); информационные и



коммуникационные технологии; профессионально-ориентированные задачи; многоэтапные экономико-математические задачи.

- 7) В диссертационном исследовании мы сформулировали следующие критерии отбора содержания учебного материала: включение в содержание учебного материала задач, отличающихся новизной и достоверностью факторов исследуемого объекта; варьирование способов действий, способов решения задачи, решение задач в несколько этапов; наличие задач на установление смысловой и неожиданной связи между объектами и процессами; интеграция знаний математики, экономики и информатики.
- 8) На основе анализа литературы была рассмотрена реализация принципа фундирования и принципа наглядного моделирования в обучении математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений.

## Глава 2

# Методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной системы Mathematica

В настоящей главе изложим основные аспекты выработанных нами методических приёмов обучения студентов экономических специальностей математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica. В частности, будут конкретизированы методы и средства обучения математической статистике и эконометрике, адаптированные к использованию компьютерной математической системы Mathematica, для чего необходимо специальное методическое обеспечение.

Внедрение в образовательный процесс высшего учебного заведения информационно-коммуникационных технологий, в частности, компьютерной математической системы Mathematica, приводит к перестройке всей методической системы, поэтому необходимо спроектировать эту систему и раскрыть основные вопросы методики её использования в образовательном процессе, а также убедиться, путём педагогического эксперимента, в её эффективности для улучшения математического образования будущих экономистов.

## 2.1 Дидактическая модель обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной системы Mathematica на основе концепции фундирования

Основная цель преподавания таких курсов, как математическая статистика и эконометрика — формирование в будущем специалиста (профессионала и творческой личности), умеющего глобально мыслить и созидательно действовать. Поэтому цели такого образования конкретизируются в следующих задачах:

- обеспечение необходимого уровня навыков математического мышления и использования в своей профессиональной деятельности при построении математических моделей различных экономических закономерностей, процессов и при прогнозировании развития экономики;
- развитие интересов, способностей, мышления, внимания, памяти, воображения, познавательных и практических умений;
- формирование полного научного представления о методах, моделях и приемах, позволяющих получать количественные выражения закономерностей экономической теории с использованием математико-статистического инструментария и овладение навыками практического использования эконометрических методов и моделей в конкретных областях и разделах экономических исследований;
- формирование способностей к самообразованию, потребности и стремления к самосовершенствованию.

В традиционном понятии процесс обучения — это организованное взаимодействие преподавателя со студентом для достижения образовательных целей. В. П. Беспалько выражает процесс обучения формулой:

$$ДП = М + А\phi + А\psi ,$$

где ДП — дидактический процесс; М — мотивационный процесс; Аф — алгоритм функционирования, учебно-познавательная деятельность обучающегося; Ау — алгоритм управления, деятельность преподавателя по управлению обучением [27, 28]. Из формулы ясно, что цели обучения должны быть необходимыми, достижимыми, точными, проверяемыми и систематизированными. Наилучшим образом требования к определению целей обучения математической статистике и эконометрике удовлетворяют деятельностный подход и компетентностный подход.

*Деятельностный подход* рассматривали Р. Х. Холл, Е. Н. Викентьева, А. В. Бандурин, Т. Питерс, Р. Уотерман, А. Файоль, Л. С. Выготский, И. А. Зимняя, А. Н. Леонтьев, С. Л. Рубинштейн О. С. Анисимов, П. Я. Гальперин, В. В. Давыдов и др. Мы будем придерживаться концепции А. Н. Леонтьева, по мнению которого, в деятельности выделяет следующие структурные компоненты:

- собственно деятельность (система действий, отвечающих определенному мотиву, при этом мотив — предмет потребности, побуждающей деятельность; он отвечает на вопрос, ради чего осуществляется деятельность);
- отдельные действия как составляющие деятельности (каждое действие направлено на достижение отчётливо осознаваемого промежуточного результата, т. е. цели, отвечающей на вопрос, что должно быть получено в ходе конкретного акта);
- операция, или способ осуществления действий [194].

Согласно Л. Г. Петерсону, деятельностный подход — обучение, обеспечивающее систематическое включение учащихся в активную познавательную деятельность. В результате применения деятельностного подхода учитель (в нашем случае преподаватель) ориентируется на развитие личности и её способностей через активную познавательную деятельность школьника (в нашем случае студента) [234].

В рамках деятельностного подхода при изучении математической статистики и эконометрики с использованием компьютерной математической системы Mathematica, студенты освоят новые виды творческой математической деятельности, а также разовьют личностные качества, необходимые для выполнения будущей профессиональной деятельности.

Согласно точке зрения В. А. Гусева [286], виды творческой математической деятельности таковы:

- выдвижение гипотез и их проверка;
- творческое восприятие, переработка и использование математической информации;
- перенос (трансферт) метода (рассуждения или решения задачи) на проблему аналогичную, более общую, частный или предельный случай и т. д.;
- дисциплина и критичность мышления.

В рамках выделенных подходов можно отметить принципы, которые способствуют развитию математических компетенций будущих экономистов. Дидактические принципы — это основные направляющие положения, возникающие в результате анализа научно педагогических закономерностей и практического педагогического опыта [273]. *Принцип вариативности* (В. В. Афанасьев, Е. И. Смирнов и др.) — нахождение варианта решения поставленной задачи, отыскание новых нетрадиционных путей решения, осуществление перебора нескольких вариантов решения задания, проведения сравнительного анализа и выбора оптимального, ориентация на новизну решения предлагаемой задачи.

Принцип вариативности предполагает определенную позицию преподавателя, обеспечивающую самореализацию, саморегуляцию каждого студента в обучении математике. Для этого необходимо оснастить учебный процесс профессиональными дидактическими материалами, чтобы предоставить всем обучающимся возможность выбора типа, вида и формы задачи в соответствии с их личностными предпочтениями, особенностями мышления, инте-

ресами. Вариативность также тесно связана и с технологией проведения занятия, предполагающей разнообразие видов форм организации студентов, гибкость и оперативность преподавателя в нестандартных ситуациях, которыми изобилует личностно-ориентированное занятие. Е. А. Зубова считает, что принцип вариативности — это изменение условия, процедуры или результата задачи, которое интенсифицирует мыслительную деятельность обучающихся, создает условия для самостоятельных действий;

*Принцип профессиональной направленности* (Д. А. Власов, В. А. Гусев, Е. А. Зубова, М. И. Махмутов, А. Г. Мордкович, Е. И. Смирнов, В. Д. Шадриков и др.). А. Я. Кудрявцев [185] определил, что основное содержание этого принципа выражается необходимостью сочетания общего и профессионального образования, а также ориентирует на целенаправленное обучение студентов практическому применению получаемых знаний в области приобретаемой ими профессии. М. И. Махмутов подчеркивает, что данный принцип заключается в своеобразном использовании педагогических средств, при котором обеспечивается усвоение обучающимися предусмотренных программами ЗУН и успешно формируется интерес к данной профессии, ценностное отношение к ней, профессиональные качества личности обучающихся [210];

Резюмируя сказанное выше, следует отметить тот факт, что «... актуальной является проблема такой организации процесса обучения математике, когда представления, возникающие в мышлении обучаемых, отражают основные, существенные стороны математической деятельности, в том числе, посредством разумного моделирования математических действий» [15]. Эффективное использование компьютера при моделировании экономических процессов и явлений на уроках математической статистики и эконометрики совершенствует умения и навыки студентов в овладении ими приёмами анализа экономических процессов. Кроме того, нахождение нового способа решения задачи и использование компьютерной математической системы Mathematica позволяет повысить интерес к изучению учебного материала, установить порой неожиданную связь между объектами или процессами.

Рассматривая проблему профессионализации предметной подготовки, следует применить *принцип фундирования*, предложенный В. В. Афанасьевым, Е. И. Смирновым и В. Д. Шадриковым [238]. Изучение математической статистики и эконометрики в вузе базируется на знаниях, полученных в школьном курсе математики, и изученном материале первого курса. Согласно образовательному стандарту среднего (полного) общего образования по математике, в школьном курсе математики в содержании образования «элементы комбинаторики, статистики и теории вероятностей» изучаются элементарные процессы и их закономерности в природе и обществе, решаются практические задачи с применением вероятностных и статистических методов.

В соответствии с учебными планами подготовки бакалавров по направлению «Экономика», математическая статистика изучается на втором курсе в рамках дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» (использование компьютерной математической системы Mathematica для графического изображения статистических распределений, вычисления числовых характеристик распределения, задачи творческого характера предлагаются студентам в качестве домашнего задания или индивидуальных заданий на занятии), на втором и третьем курсах в четвертом и пятом семестрах происходит продолжение изучения математической статистики в рамках дисциплины «Статистика» (на занятиях решается несколько задач по математической статистике в группах с использованием компьютерной математической системы Mathematica, выполнение индивидуального расчётного задания), на третьем курсе в шестом семестре в рамках дисциплины «Эконометрика» (индивидуальные задания на занятии, работа в группах при выполнении многоэтапных экономико-математических задач с использованием компьютерной математической системы Mathematica, решается несколько задач на прогнозирование социально-экономических показателей).

В соответствии с учебными планами подготовки магистров по направлению подготовки «Экономика» на первом курсе изучаются дисциплины

«Эконометрика (продвинутый уровень)» (лекции 8 ч., практические и лабораторные занятия 12 ч.).

Таким образом, при изучении математической статистики и эконометрики приобретает особое значение моделирование спирали фундирования вводимых понятий. Целью моделирования спирали фундирования является успешное изучение материала и развитие математической компетентности студентов экономических направлений.

Изучение математической статистики и эконометрики в вузе базируется на знаниях, полученных в школьном курсе математики, а затем поэтапно происходит их усвоение в процессе обучения студентов в бакалавриате и магистратуре.

Оснащённая спираль фундирования — это концепция фундирования математических и экономических элементов, оснащённая историко-методическим блоком, которая способствует формированию у учащихся профессиональных умений и мотивации на профессию.

Появляется необходимость разработать и обосновать дидактическую модель реализации профессионально-ориентированного содержания математического и экономического образования студентов экономических специальностей, обучающихся на основе фундирования базовых учебных элементов основных разделов математики и экономики с использованием информационно-коммуникационных технологий, развёртывания спиралей фундирования и методов решения творческих, учебных и практико-ориентированных задач с широким использованием эконометрических методов и применением ИКТ на уровне трансдисциплинарных взаимодействий.

«Принципиальным проявлением структурообразующего принципа фундирования является определение основы для спиралевидной схемы моделирования базовых знаний, умений, навыков математической подготовки студентов техвузов. Начиная со школьного предмета, через послойное фундирование в теоретических дисциплинах, объём и содержание предметной подготовки должны подвергаться изменениям в направлении практической реализации теоретического обобщения школьного знания, которые должны



выступать структурообразующим фактором, позволяющим отобрать теоретические знания из предметной области более высокого уровня, через которые происходит фундирование» [196]. Поскольку в школьном курсе математики дается лишь интуитивное представление об основных понятиях и методах математической статистики и эконометрики, а в вузовском образовании происходит поэтапное их освоение и применение с использованием ИКТ (в частности, системы Mathematica), появляется возможность создания спирали фундирования (рис 2.1).



Рис. 2.1: Спираль фундирования знаний по математической статистике и эконометрике с использованием системы Mathematica

В результате изучения в школе элементов логики, комбинаторики, статистики теории вероятностей учащийся должен уметь: извлекать информацию представленную в таблицах, на диаграммах, графиках; составлять таблицы, строить диаграммы и графики; решать комбинаторные задачи путем систематического перебора возможных вариантов, а также с использованием правила умножения; вычислять среднее значения результатов измерений; находить частоту события, используя собственные наблюдения и готовые статистические данные. Например, школьникам предлагается рассматривая реальные сведения о числе женщин, занятых в промышленности и в системе образования, из которых можно прийти к выводу, что женский труд преобладает в промышленности:

Где работают	В промышленности	В образовании
Число женщин	129483	41769

Мнение меняется после того, как учащимся дополнительно становится известным, что в образовании работает 57 218 человек, а в промышленности – 264 251 человек. В результате получается, что число женщин составляет примерно 73 % от всех работников образования, и только примерно 49 % от всех работников, занятых в промышленности.

При изучении математических дисциплин на первом и курсе в ряде тем возможно заложить основы представления о математической статистике и эконометрике, что служит переходом к углублённому изучению математической статистики на втором курсе и эконометрики — на третьем курсе.

При изучении дисциплины «Линейной алгебре» на первом курсе в теме «Производная функции. Экономический смысл производной» рассматриваются задачи на нахождение эластичности функции, которая приближенно показывает, на сколько процентов изменится функция  $y = f(x)$  при изменении независимой переменной  $x$  на 1 %. На занятиях по линейной алгебре активно изучаются компьютерные математические системы и используются возможности компьютерной математической системы Mathematica при решении задач или проверке полученных результатов.

Например: зависимость между себестоимостью единицы продукции  $y$  (тыс. руб.) и выпуском продукции  $x$  (млрд. руб.) выражается функцией  $y = -0,5x + 80$ . Найти эластичность себестоимости при выпуске продукции, равном 60 млрд. руб.

На втором курсе студенты изучают дисциплину «Теория вероятностей и математическая статистика». В рамках этой дисциплины изучаются следующие темы математической статистики: «Выборка и её характеристика», «Проверка статистических гипотез», «Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей», «Многомерный статистический анализ». На третьем курсе студенты изучают дисциплину «Эконометрика», в рамках которой изучаются «Парная регрессия и корреляция», «Множественная регрессия и корреляция», «Система эконометрических уравнений», «Временные ряды».

На аудиторных занятиях использовались следующие формы организации процесса обучения математической статистике и эконометрике, направленные на развитие математических компетенций будущих экономистов, использующие все возможности компьютерной математической системы Mathematica:

- Фронтальные. Преподаватель ставит задачу для всей группы студентов. Проблема решается совместно, организуется сотрудничество, активность студентов, но при этом важно отмечать навыки пользования системой Mathematica каждого студента. Именно в результате реализации такого подхода возможно развитие профессиональных качеств.
- Групповые. Группа студентов подразделяется на мини-группы (по 3 или 4 человека), при этом мини-группы с помощью системы Mathematica могут решать одинаковые задачи, но разными методами, или решать часть объёмного задания. Мини-группы могут быть как временными, так и постоянными. Работа в мини-группах позволяет выдвигать гипотезы, проверять, разрабатывать их, анализировать ошибки, исследовать различные варианты решения одной и той же задачи.

- Индивидуальные. Каждый студент работает самостоятельно с поставленной именно для него проблемой, в процессе решения задачи студент, в соответствии со своими способностями, выбирает темп.

Перечисленные основные формы организации процесса обучения можно реализовать в следующих формах:

- Проблемная лекция. На лекции происходит постановка и обсуждение поставленной проблемы, высказываются мнения, выдвигаются гипотезы, накапливаются идеи и под руководством преподавателя находятся их решения, излагаются основные сведения, необходимые для решения проблем, так как развитие профессиональных навыков студентов возможно в результате «открытия» субъективно нового.
- Практическое и лабораторное занятия. Реализация идей, предложенных на лекции, проверка их с использованием системы Mathematica, работа в группах, решение прикладных задач, упражнения на закрепление.
- Самостоятельная работа. Самостоятельная работа позволяет студентам заниматься интересными задачами, изучать литературу, самостоятельно решать творческие задания и исследовательские задачи, как индивидуальные, так и групповые.
- Тестирование. Тестовые задания предназначены для установления факта и определения уровня знаний, соответствия выявленного уровня минимальным требованиям стандарта. Тесты проводятся в различных формах: он-лайн, в письменном виде по карточкам, во время практических занятий или лекций, для определения коррекционной работы.

Выбранные формы и их разнообразие позволяют развивать математические компетенции будущих экономистов, формируют интерес к деятельности. Компьютерная математическая система Mathematica используется в процессе относительно самостоятельного решения проблемных задач и выполнения практических работ. Теоретические знания применяются на прак-

тике, но требуют значительных изменений, использования противоречий между знакомыми материалами и новыми.

Для того чтобы развивать математические компетенции будущих экономистов, необходимо в соответствии с отобранными формами правильно подобрать методы. «Методы преподавания — это разработанная с учётом дидактических закономерностей и принципов система приёмов и соответствующих им правил педагогической деятельности, целенаправленное применение которых учителем позволяет существенно повысить эффективность управления деятельностью обучаемых в процессе решения определённого типа педагогических (дидактических) задач». «Методы учения — это разработанная с учётом дидактических принципов и закономерностей система приёмов и соответствующих им правил учения, целенаправленное применение которых существенно повышает эффективность самоуправления личности ученика в различных видах деятельности и общения в процессе решения определённого типа учебных задач» [273].

*Метод аналогий* — поиск аналога данного объекта, поиск аналогичного способа решения поставленной задачи (В. В. Афанасьев, [18]). Этот метод позволяет найти несколько путей решения проблемы, выдвинуть новую гипотезу, выявить связь между объектами или процессами. По мнению А. Л. Жохова, если этот метод использовать систематически, то у учащегося сформируются «способы исследования объектов посредством выделения и исследования их структуры с помощью построения их моделей; способы перекодирования и извлечения дополнительной информации; некоторые обобщённые приёмы изучения понятий и решения математических задач и др.» [125].

*Метод придумывания*, заключающийся в создании неизвестного студентам ранее продукта в результате их определённых умственных действий; реализуется при помощи следующих приёмов: а) замещение качеств одного объекта качествами другого с целью создания нового объекта; б) отыскание свойств объекта в иной среде; в) изменение элемента изучаемого объекта и описание свойств нового, изменённого объекта (А. В. Хуторской, [303]).

*Метод «мозгового штурма»* (ввёл американский ученый А. Осборн). Групповая работа позволяет генерировать много идей. Образуются группы по 5–7 человек, разного уровня образования, но важно учитывать характер, темперамент, отношения в коллективе. Метод коллективного генерирования идей при решении творческой задачи позволяет вырабатывать большое число идей, находить неординарные пути решения, для руководителя важно направлять дискуссию в нужное русло, уметь ставить вопросы, давать подсказки, группа экспертов отбирает наиболее оригинальные и рациональные идеи, а потом проверяет их. Недостатком метода является то, что в результате работы предлагаются способы решения задачи, но не их применение. Данный метод не может использоваться, если нужна тщательная проработка идеи, необходимы предварительные выкладки.

*Частично-поисковый метод* имеет своей целью обучить будущих экономистов поиску решения проблемы или её отдельных этапов. Этот метод применяется при опоре на уже имеющиеся математические и экономические знания и умения, полученные в предшествующих темах. Студенты учатся разбивать сложную задачу на серию доступных подзадач, каждая из которых облегчает приближение к решению основной задачи.

Для развития математических и профессиональных компетенций будущих экономистов на занятиях по математической статистике и эконометрике также можно использовать многоэтапные экономико-математические задания. При их выполнении у студентов формируются такие профессиональные качества, как гибкость мышления, умение выдвигать гипотезы и проверять их, умение прогнозировать результаты математической и экономической деятельности. Заметим, что компьютерная математическая система Mathematica, используемая в качестве технического средства, позволяет формировать умения строить математические модели реальных экономических явлений.

В магистратуре по направлению «Экономика» студенты изучают дисциплину «Эконометрика (продвинутый уровень)». Магистратура предполагает глубокое освоение теоретических и практических аспектов, ориентированное

на практическую и научно-исследовательскую деятельность.

*Исследовательская деятельность обучающихся* — деятельность, связанная с решением учащимися творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным решением и предполагающая наличие основных этапов, характерных для исследования в научной сфере, нормированная исходя из принятых в науке традиций: постановка проблемы, изучение теории, посвящённой выбранной проблематике, подбор методик исследования и практическое овладение ими, сбор собственного материала, его анализ и обобщение, научный комментарий, собственные выводы [94].

С позиции исследовательской деятельности, обучение математической статистике и эконометрике с использованием математической системы Mathematica — приобретение учащимися функционального навыка исследования, который будет способствовать развитию аналитических способностей и исследовательского типа мышления, приобретению субъективно новых знаний (т. е. самостоятельно получаемых знаний, являющихся новыми и личностно значимыми для каждого студента). Исследовательская деятельность необходима для формирования навыков прикладного использования статистического и эконометрического инструментария в практической деятельности (видеть использование разнообразных методов и оценивать их возможности и преимущества).

Учебно-исследовательская деятельность — умение трансформировать исходные сведения и способы построения моделей на их основе для решения задач различных классов, часто нестандартных. Для решения таких задач студенты ищут пути преобразования, переноса и создания кардинально новых способов действий в новых условиях. На уровне трансформации происходит удаление от сложившихся установок, деятельность приобретает гибкий и поисковый характер. Студенты овладевают нестандартными методами мышления в изучаемой области, и это помогает им принимать верные решения в реальных экономических условиях. Решаемые задачи могут быть связаны как с получением субъективно новой, так и объективно новой информации. Характерная черта научно-исследовательской де-

тельности — способность ориентироваться в новых сложившихся ситуациях и вырабатывать для своей деятельности решения и способы действий, принципиально отличные от ранее усвоенных. При работе в среде Mathematica пользователь располагает несоизмеримо бóльшим, чем в обычных условиях, набором средств для проверки своих гипотез, построениях прогнозов и анализа экономических процессов с использованием методов математического моделирования.

Учебно-исследовательская деятельность требует от преподавателя не столько объяснения материала, сколько создания условий для расширения познавательной деятельности студентов, и на этой базе — возможностей самообразования в процессе практического применения полученных знаний. Наиболее актуальным является вопрос о самостоятельности студентов, участвующих в учебно-исследовательской деятельности. Очевидно, что степень самоорганизации студентов зависит от следующих факторов: от индивидуальных особенностей, от предыдущего опыта учебно-исследовательской деятельности, от сложности темы исследования и т. д. Поэтому преподаватель — руководитель исследования должен обладать высоким уровнем творческих и организационных возможностей.

Таким образом, процесс изучения математической статистики и эконометрики с использованием ИКТ (в частности, системы Mathematica) проходит в несколько этапов:

- 1) мотивационный (изучение материала на первом курсе; студенты знакомятся с основами понятиями, методами, способами задания статистических данных на аудиторных занятиях по дисциплине «Линейная алгебра», групповые работы с использованием компьютерной математической системы Mathematica);
- 2) подготовительный (второй и третий курсы, на которых студенты знакомятся с основными понятиями и способами анализа статистических и эконометрических данных на занятиях по курсам «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Эконометрика». Самостоятель-



ная работа с использованием компьютерной математической системы Mathematica.);

- 3) исследовательский (третий курс<sup>4</sup> студенты пробуют себя в качестве самостоятельного творца, а преподаватель выступает в роли помощника. Выполнение лабораторных работ в системе Mathematica. Защита лабораторных работ);
- 4) оценочный (изучение материала в магистратуре, где студент демонстрирует свои способности самостоятельно находить решение поставленных проблем и ставить перед собой новые задачи. Самостоятельная работа с использованием компьютерной математической системы Mathematica. Участие в научно-исследовательских студенческих конференциях.).

На подготовительном и исследовательском этапах студент в каждом изучаемом блоке проходит этапы использования ИКТ (в частности, системы Mathematica), начиная с мотивационного, когда он заинтересовывается новой темой, и заканчивая оценочным, где студент проводит самостоятельное исследование и проверку полученных результатов.

Укажем условия, при которых процесс развития математических компетентностей будущих экономистов при обучении математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica будет более эффективным. В монографии [125] А. Л. Жохов выделяет существенные условия успешного протекания познания, которые присутствуют у человека или постепенно возникают: а) познавательное отношение к ситуации или объекту; б) мотив разрешения ситуации (задача «для меня»); в) личностный смысл знаний; г) личный опыт построения и использования знаний как средств понимания и познания (совокупность математических понятий, утверждений, алгоритмов и т. д., умение оперировать ими).

В статье [135] Е. А. Зубова, В. Н. Осташков, Е. И. Смирнов предлагают следующие педагогические условия формирования творческой активности будущих инженеров в процессе обучения математике:

- наличие творческой среды (стимулирование ситуации успеха; работа в малых группах; толерантность к неопределённости; готовность к дискуссиям и множественности решений проблемы; выявление и популяризация образцов творческого поведения и его результатов);
- низкая степень регламентации поведения и наличие предметно-информационной обогащённости;
- информационно-технологическая поддержка творческой активности студентов на всех этапах обучения математике с использованием исследовательских профессионально ориентированных задач.

Таким образом, на основе рассмотренного материала, выделим условия, в результате применения которых возможно развитие математических компетенций будущих экономистов:

- формирование и повышение учебно-познавательной мотивации;
- информационно-технологическая поддержка творческой активности студентов на всех этапах обучения математике с использованием исследовательских профессионально ориентированных задач;
- познавательное отношение к ситуации или объекту;
- наличие творческой среды.

В результате проведённого исследования на основе процесса развёртывания фундирующих конструкторов была создана дидактическая модель развития математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений в процессе обучения математической статистике и эконометрике с использованием системы Mathematica (рис. 2.2).

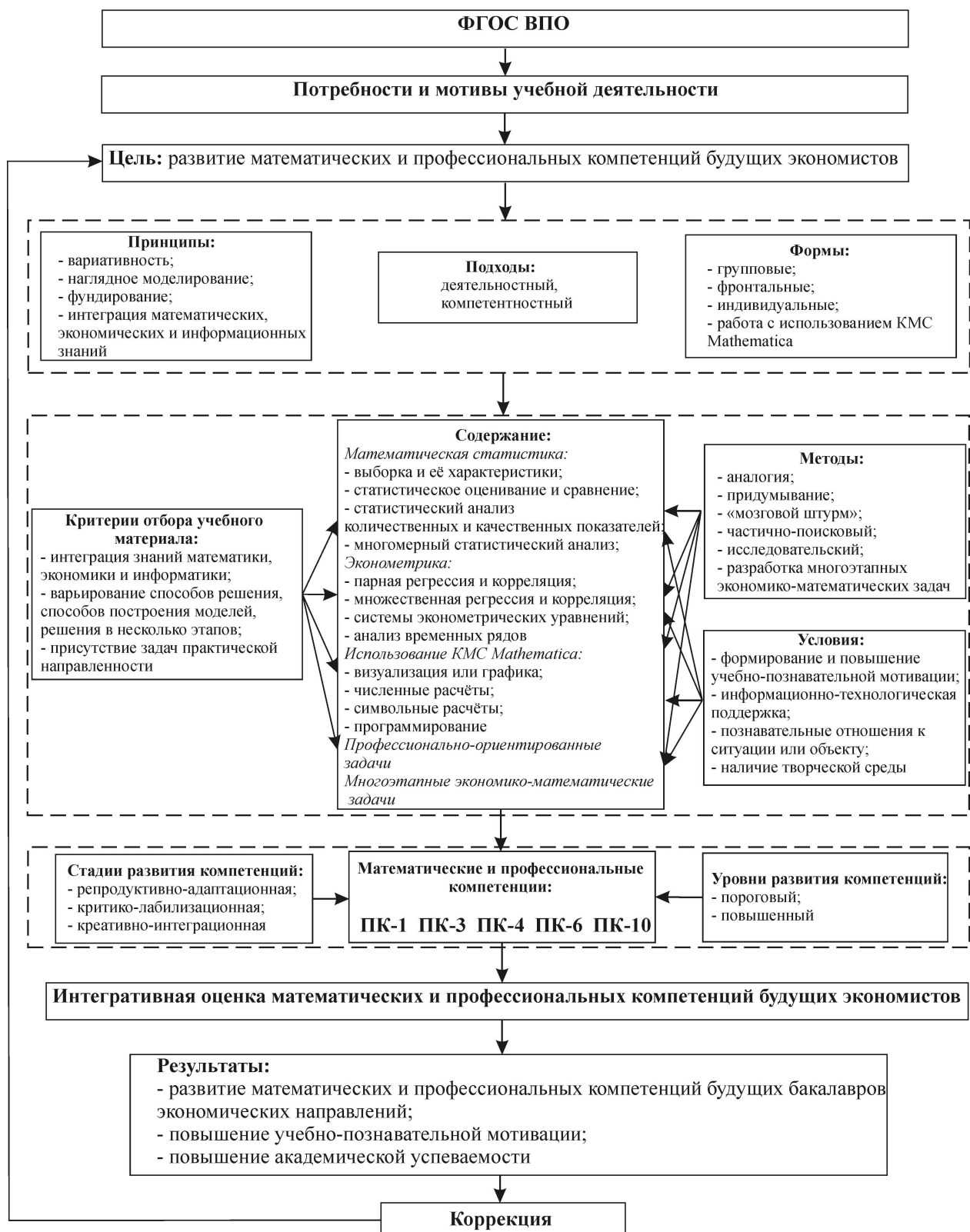


Рис. 2.2: Дидактическая модель процесса обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием системы Mathematica

Используя выбранные средства, необходимо определить стадии и уровни развития математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений в процессе обучения математической статистике и эконометрике с использованием системы Mathematica.

Так, например, на *репродуктивно-адаптационной* стадии реализация целей происходит в процессе адаптации учащихся к изучению математической статистики средствами компьютерной математической системы Mathematica. Эта стадия проходит у студентов без видимых сложностей, они уже знакомы с интерфейсом системы, владеют основными знаниями о её возможностях для решения математических задач, знают принципы работы в ней, в процессе решения задач легко воспроизводят основные встроенные функции системы Mathematica и без труда осваивают приёмы решения основных классов задач математической статистики и эконометрики.

На *критико-лабилизационной* стадии студенты продолжают изучать математическую статистику и эконометрику с использованием средств компьютерной математической системы Mathematica. Лабиллизация — это процесс, в котором реализуется потребность человека в переменах, происходит утверждение индивидуальности, принятие ее другими людьми [279]. При обучении студенты имеют возможность внести некоторые изменения в преподавание эконометрики и математической статистики в соответствии со своими целями и потребностями. На этой стадии студенты могут проводить критический анализ системы, её возможностей для решения задач математической статистики и эконометрики, сравнивать методы решения задач «вручную» и посредством системы Mathematica. На этом этапе студентами может быть представлено несколько способов решения задачи, причём возможно решение одной и той же задачи в среде системы различными способами, с использованием различных встроенных функций. Студенты имеют возможности для выбора собственных подходов к решению задач.

На третьей стадии использования ИКТ в процессе обучения математической статистике и эконометрике — *креативно-интеграционной* — особое внимание следует обратить на математическое моделирование в среде

Mathematica. Это могут быть задачи на моделирование экономических и социальных процессов. Использование на третьей стадии подобных задач создаёт условия для интеграции математических, информационных и экономических знаний (схема 2.3).

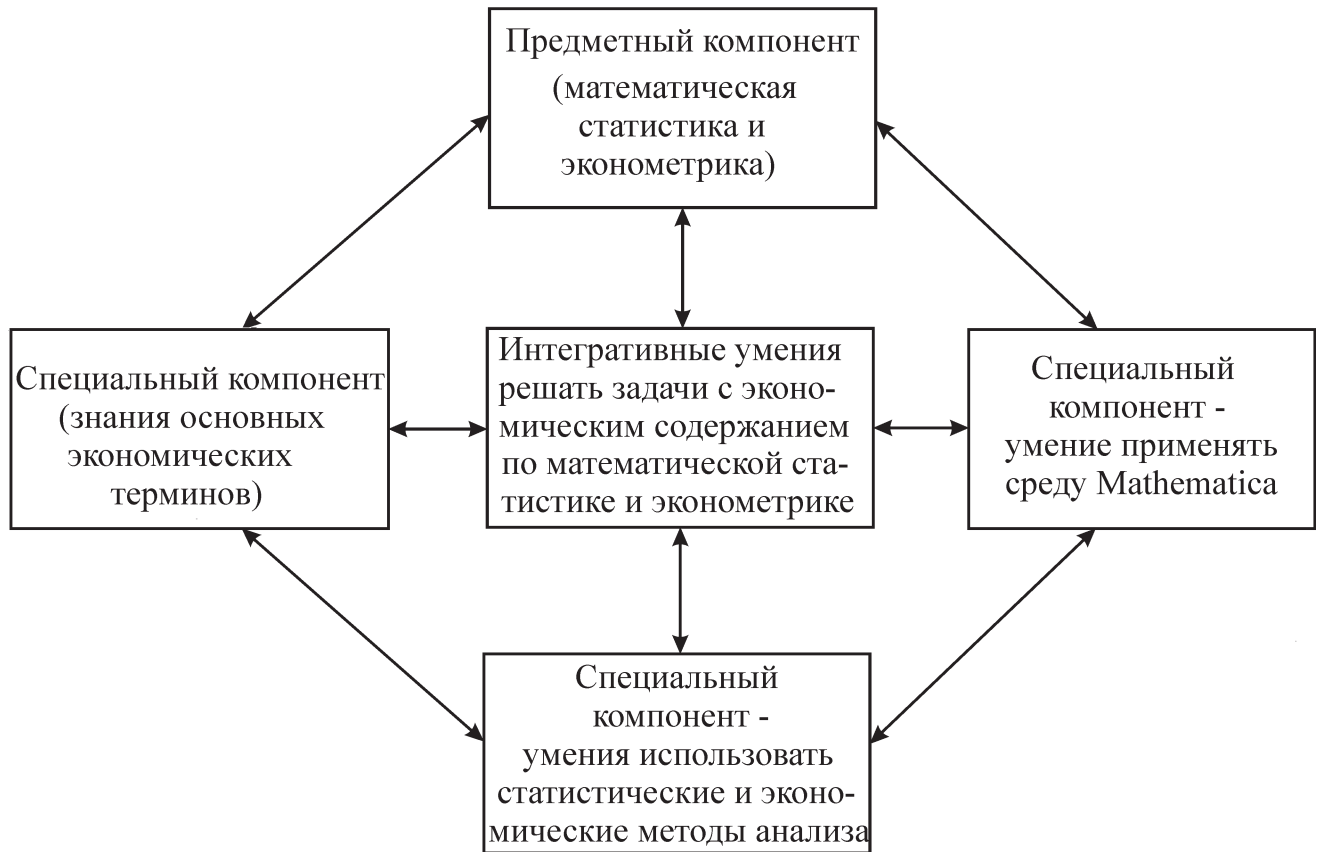


Рис. 2.3: Схема структурного состава интегральных связей, необходимых для решения задач по математической статистике и эконометрике

Отметим, что в то же время изучение математической статистики и эконометрики студентами экономических направлений с помощью системы Mathematica на протяжении всех трёх стадий происходит в условиях активного взаимодействия студентов друг с другом. Однако на каждой стадии активное взаимодействие имеет разный характер.

## 2.2 Методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза с использованием компьютерной системы Mathematica

Обучение математической статистике и эконометрике будущих экономистов осуществляется последовательно, путём изучения программного материала на лекциях (иллюстрации теоретического материала, демонстрация графиков) с последующим закреплением знаний и совершенствованием умений и навыков на практических и лабораторных занятиях (решение многоэтапных и наводящих задач, профессионально-ориентированных задач) и при выполнении учебно-исследовательских работ.

В последние годы наблюдается внедрение и использование современных информационных технологий в эконометрические методы. На вооружении эконометристов-математиков оказались многочисленные пакеты прикладных программ (Statistica, Excel, EViews и др.), средствами которых решаются практически все задачи математической статистики и эконометрики. Однако крайне важно, чтобы пользователь этих пакетов не оказался механическим приложением к ним, слепо использующим возможности современных вычислительных систем без глубокого изучения необходимого материала, осмысления теории, возможности проследить, как работает та или иная формула. Выделим кратко преимущества и недостатки основных прикладных программ, с точки зрения педагогических программных продуктов, формирующих представления об основных понятиях и методах математической статистики и эконометрики:

### Excel

Достоинство: доступен и прост в обращении. Недостаток: не содержит простейших эконометрических тестов на автокорреляцию и гетероскедастичность, про другие, более сложные, тесты по эконометрике не упоминаем — их там нет. Слабые возможности визуализации.

### EViews

Эконометрический пакет EViews обеспечивает особо сложный и тонкий инструментарий обработки данных. В EViews представлен широкий спектр моделей и методов статистического и эконометрического анализа.

Преимущества:

1. Компактность: программа содержит небольшое количество модулей.
2. Наиболее полный из всех статистических и эконометрических пакетов набор алгоритмов анализа.
3. Возможность анализа финансовых временных рядов на основе моделей условной гетероскедастичности.

Недостатки:

1. Сложная процедура ввода и описания данных.
2. Отсутствие возможности реализации собственных алгоритмов пользователя.
3. Слабые возможности визуализации (по сравнению с компьютерной системой Mathematica).
4. Отсутствует визуализация поэтапного решения задачи.
5. Отсутствие русифицированной версии.

Однако применять в качестве средства ИКТ при обучении математической статистике и эконометрике можно не только специальные программные продукты (например, EViews), которые предназначены для получения готовых ответов на стандартные задачи; на наш взгляд, в процессе обучения основным методам эконометрики и математической статистики важнее применять компьютерные математические системы, поскольку они позволяют осуществить пошаговое решение задачи и визуализацию каждого шага (имею ввиду не только построение графиков, но и визуализацию вычислительных алгоритмов). В то же время, последние версии Mathematica обладают многими встроенными функциями по математической статистике и эконометрике, что позволяет, по прошествии определённой темы и её подробного

(пошагового) представления, при изучении последующих тем в дальнейшем использовать краткие решения по пройденной ранее теме, такие, как в специальных пакетах.

Эффективному математическому обучению будущих экономистов во многом способствует решение профессионально-ориентированных задач с использованием компьютерной математической системы Mathematica. Потребность в прикладных задачах при обучении будущих экономистов определяется тем, что возникновение, формирование и развитие математических и профессиональных компетенций имеют своим источником интеграцию знаний между дисциплинами математической, информационной и экономической направленности.

Для будущих бакалавров по направлению «Экономика» были выделены дисциплины: «Математическая статистика» и «Эконометрика».

Рассмотрим три группы целей математического образования, которые предложил Г. И. Саранцев [261], и переосмыслим их в соответствии с использованием ИКТ на базе Mathematica в процессе обучения математической статистике и эконометрике, с учётом профессионально-ориентированных задач по этим дисциплинам.

Первая группа целей (общеобразовательные) включает:

- овладение системой математических знаний, умений и навыков, дающей представление о предмете математики, её языке и символике, математическом моделировании, специальных математических приёмах, об алгоритмах и периодах развития математики, о принципах вычислений и программирования в КМС;
- овладение основными общенаучными методами познания и специальными эвристиками, используемыми в математике и в КМС Mathematica;
- овладение комплексом знаний и умений, математических компетенций, включающих знания математики как предмета (в частности, курсов математической статистики и эконометрики), знания технологии использования КМС Mathematica для решения задач;



- овладение основными методами решения задач указанных курсов, в том числе, с помощью КМС Mathematica.

Вторую группу целей обучения (воспитательные) составляют:

- формирование мировоззрения учащихся, творческих способностей, самостоятельности студентов, умения делать ответственный выбор;
- формирование представлений об информационных потребностях современного общества, логической, эвристической составляющих мышления, алгоритмического мышления;
- формирование познавательного интереса, положительной мотивации к изучению математической статистики и эконометрики.

Третья группа целей (практические) включает:

- формирование умений строить математические модели простейших реальных экономических явлений, исследовать построенные модели средствами компьютерной математической системы Mathematica, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты, прогнозировать на основе стандартных теоретических и экономических моделей на микро- и макроуровне.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, в результате изучения дисциплин математической статистики и эконометрики студенты экономических специальностей (бакалавры) приобретают следующие компетенции: ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-6, ПК-10.

Начинается изучение с дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» на втором курсе. Общая трудоемкость курса составляет 5 зачетных единиц: 180 часа, из них 64 часов аудиторных, 80 часов на самостоятельную работу и 36 часов — на экзамен. Завершается изучением курса «Эконометрика» общая трудоёмкость которой составляет 3 зачетные единицы — 108 часов, из них 48 часов аудиторных, 60 часов на самостоятельную работу и зачёт.

Изучение математической статистики и эконометрики состоит из нескольких взаимосвязанных между собой тем:

1. Выборка и её характеристики.
2. Статистическое оценивание и сравнение многомерных генеральных совокупностей.
3. Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей.
4. Многомерный статистический анализ.
5. Парная линейная регрессия и корреляция.
6. Парная нелинейная регрессия и корреляция.
7. Множественная регрессия и корреляция.
8. Гетероскедастичность и автокоррелированность остатков.
9. Обобщённый метод наименьших квадратов.
10. Анализ временных рядов.
11. Динамические эконометрические модели.
12. Системы эконометрических уравнений.

Главной организационной формой обучения с использованием компьютерной математической системы Mathematica служат практические занятия по математической статистике и лабораторные работы по эконометрике, проводимые в компьютерном классе. Процесс обучения, направленный на формирование у обучаемых математических компетенций.

**Таблица 2.1**

**План лекционных и практических занятий по курсу «Математическая статистика»**

Тема лекции	Теоретический материал	Практическое занятие	Использование КМС Mathematica
1. Выборка и её характеристики	Генеральная и выборочная совокупности. Статистическое распределение выборки.	Графическое изображение статистического распределения. Вычисление числовых	Графическое изображение статистического распределения. Вычисление числовых

Тема лекции	Теоретический материал	Практическое занятие	Использование КМС Mathematica
	<p>Эмпирическая функция распределения. Графическое изображение статистического распределения. Числовые характеристики статистического распределения: выборочная средняя, выборочная дисперсия, выборочное среднее квадратическое отклонение, размах вариации, мода, медиана. Анализ смещённости числовых характеристик.</p>	<p>характеристик статистического распределения: выборочной средней, выборочной дисперсии, выборочного среднего квадратического отклонения, размаха вариации, моды, медианы. Анализ смещённости выборочной средней и выборочной дисперсии.</p>	<p>характеристик статистического распределения: выборочной средней, выборочной дисперсии, выборочного среднего квадратического отклонения, размаха вариации, моды, медианы. Анализ смещённости выборочной средней и выборочной дисперсии. Использование для проверки встроенных функций и графиков распределения.</p>
2. Статистическое оценивание и сравнение многомерных генеральных совокупностей	<p>Понятие оценки неизвестных параметров. Свойства статистических оценок. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии, методы их нахождения: метод моментов, метод максимального правдоподобия, метод наименьших квадратов. Понятие интервального оценивания параметров. Доверительные интервалы для параметров нормального распределения. Статистическое оценивание.</p>	<p>Использование свойств статистических оценок. Нахождение точечных оценок математического ожидания и дисперсии, методы их нахождения: метод моментов, метод максимального правдоподобия, метод наименьших квадратов. Применение интервального оценивания параметров. Вычисление доверительных интервалов для параметров нормального распределения. Статистическое оценивание и сравнение многомерных статистических совокупностей.</p>	<p>Нахождение точечных оценок математического ожидания и дисперсии, методы их нахождения: метод моментов, метод максимального правдоподобия, метод наименьших квадратов. Применение интервального оценивания параметров. Вычисление доверительных интервалов для параметров нормального распределения. Статистическое оценивание и сравнение многомерных статистических совокупностей. Выполнение домашнего индивидуального расчетного задания.</p>

Тема лекции	Теоретический материал	Практическое занятие	Использование КМС Mathematica
3. Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей	Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей.	Методы шкалирования при обработке качественных признаков. Проблема размерности в многомерных методах исследования. Многомерные методы оценивания и статистического сравнения. Проблема размерности в многомерных методах исследования. Многомерные методы оценивания и статистического сравнения.	Однофакторный дисперсионный анализ. Функциональная, статистическая и корреляционная зависимость. Проверка значимости и интервальная оценка параметров связи. Выполнение домашнего индивидуального расчетного задания.
4. Многомерный статистический анализ	Понятие о многомерном статистическом анализе. Множественный корреляционно-регрессионный анализ. Компонентный анализ. Факторный анализ.	Понятие о многомерном статистическом анализе. Множественный корреляционно-регрессионный анализ. Компонентный анализ. Факторный анализ. Кластер-анализ.	Компонентный анализ. Факторный анализ. Кластер-анализ. Классификация без обучения и с обучением. Канонические корреляции.
5. Многомерный статистический анализ	Кластер-анализ. Классификация без обучения и с обучением. Канонические корреляции. Множественный ковариационный анализ.	Корреляционный анализ. Множественный ковариационный анализ.	Множественный ковариационный анализ.

Таблица 2.2

# План лекционных и практических занятий по курсу «Эконометрика»

Тема	Лекция	Теоретический материал	Практическое занятие	Использование Mathematica
1. Парная регрессия и корреляция	1. Основные понятия курса	Эконометрическая модель. Типы данных в эконометрических исследованиях. Этапы эконометрического моделирования	1. Основные понятия теории вероятности и математической статистики (ТВиМС), составляющие основу математического инструментария эконометрики	Решение задач ТВиМС с использованием КМС Mathematica
	2. Линейная регрессия и корреляция	Основные понятия корреляционного и регрессионного анализа. Парная линейная регрессия. МНК.	2. Нормальная линейная модель парной регрессии, МНК для линейной модели парной регрессии.	Демонстрация построения линейной регрессии.
	3. Оценка значимости параметров линейной парной регрессии	Показатели качества регрессии. Коэффициент детерминации.	3. Анализ статистической значимости коэффициентов линейной регрессии. Статистика проверки гипотез. Оценивание параметров и проверка гипотез о корреляции случайных переменных на различных подборках, расчет коэффициентов корреляции и детерминации, коэффициента эластичности.	Оценивание параметров и проверка гипотез о корреляции случайных переменных на различных подборках, расчет коэффициентов корреляции и детерминации, коэффициента эластичности.
	4. Проверка гипотез о значимости параметров регрессии и коэффициента корреляции	Проверка гипотез о значимости параметров регрессии, коэффициента корреляции. Проверка значимости коэффициента детерминации.	4. Точечный и интервальный прогноз на основе линейного уравнения регрессии.	Построение интервалов прогноза, построение графика линейной модели и прогноза
	5. Интервальный прогноз на основе линейного уравнения регрессии	Интервальный прогноз на основе линейного уравнения регрессии.		

Тема	Лекция	Теоретический материал	Практическое занятие	Использование КМС Mathematica
1. Парная регрессия и корреляция	6. Нелинейная регрессия и корреляция. Виды нелинейной регрессии. Подбор линеаризующего преобразования.	Оценивание параметров и проверка гипотез о корреляции случайных переменных. Средняя ошибка аппроксимации.	5. Виды нелинейной регрессии. Подбор линеаризующего преобразования. Оценивание параметров и проверка гипотез о корреляции случайных переменных. Расчет средней ошибки аппроксимации. Решение задач.	Графическое построение всех видов нелинейной регрессии. Расчет средней ошибки аппроксимации.
2. Множественная регрессия и корреляция	7. Модель множественной регрессии  8. Мультиколлинеарность. Частная корреляция.  9. Автокорреляция. Суть и причины автокорреляции.	Уравнение множественной регрессии в стандартизированной форме. Линейная модель множественной регрессии. МНК для множественной регрессии. Оценка надежности результатов множественной регрессии. Суть мультиколлинеарности. Корреляционная матрица. Частная корреляция.  Критерий Дарбина-Уотсона. Обобщенный метод наименьших квадратов.	6. МНК для множественной регрессии.  7. Расчет корреляционной матрицы и фиктивных переменных во множественной регрессии. 8. Рассмотреть обобщенный метод наименьших квадратов (ОМНК).	Расчет корреляционной матрицы и фиктивных переменных во множественной регрессии. Оценка надежности результатов множественной регрессии и корреляции. Показатели качества регрессии. Решить задачи на основе ОМНК

Тема	Лекция	Теоретический материал	Практическое занятие	Использование КМС Mathematica
3. Система эконометрических уравнений	10. Общие понятия о системах уравнений, используемых в эконометрии	Общее понятие о системах уравнений, используемых в эконометрии. Система линейных одновременных уравнений. Структурная и приведенная формы модели.	9. Общее понятие о системах уравнений, используемых в эконометрии. Система линейных одновременных уравнений. Структурная и приведенная формы модели. Решение задач.	
	11. Проблемы идентификации	Идентифицируемость модели. Необходимое и достаточное условие идентификации. Проверка структурной модели на идентификацию.	10. Необходимое и достаточное условие идентификации. Проверка структурной модели на идентификацию. Нахождение структурных коэффициентов модели по приведенной форме.	Проверка структурной модели на идентификацию. Нахождение структурных коэффициентов модели по приведённой форме.
	12. Оценка параметров структурной модели	Оценивание параметров структурной модели. Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК). Двухшаговый метод наименьших квадратов (ДМНК).  Трёхшаговый метод наименьших квадратов (ТМНК). Применение систем эконометрических уравнений. Путевой анализ.	11. Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК). Решение задач. 12. Двухшаговый метод наименьших квадратов (ДМНК). Решение задач.	Оценка параметров идентифицируемого уравнения с помощью косвенного метода наименьших квадратов. Оценка параметров идентифицируемого уравнения с помощью двухшагового метода наименьших квадратов

Тема	Лекция	Теоретический материал	Практическое занятие	Использование КМС Mathematica
4.Временные ряды	13.Временные ряды . выявление структуры.	Понятие экономических рядов динамики. Сглаживание временных рядов. Автокорреляционная функция. Коррелограмма.	14.Основные элементы временного ряда. Характеристики временных рядов. Автокорреляция уровней временного ряда.	Графическое построение тренда. Вычисление тренда методом наименьших квадратов и выбор наилучшего тренда. Построение модели по временным рядам с учетом сезонных и циклических колебаний, определение значений сезонных колебаний. Прогнозные расчеты по модели.
	14.Моделирование тенденции временного ряда.	Выбор вида функции тренда. Вычисление тренда методом наименьших квадратов.	15.Вычисление тренда методом наименьших квадратов. Выбор наилучшего тренда.	
	15.Моделирование сезонных и циклических колебаний	Анализ структуры временных рядов, содержащих сезонное и циклическое колебание. Специфика изучения взаимосвязей по временным рядам.	16.Построение модели по временным рядам с учетом сезонных и циклических колебаний, определение значений сезонных колебаний. Прогнозные расчеты по модели.	

Решение разнообразных задач является одним из факторов овладения математическими знаниями и умениями, развития умственных способностей и личностных качеств. Поскольку учебная деятельность, может быть описана как система решения задач, то от конкретной иерархии задач, используемых в каждый момент обучения, в определяющей степени зависит эффективность достижения целей обучения и развития компетенций будущих экономистов.

Во многих работах по педагогической психологии (Д. Н. Богоявленский, Н. А. Менчинская, З. И. Калмыкова, И. С. Якиманская) содержится обос-



нование необходимости варьировании учебного материала в процессе обучения. Свой вклад в разработку методики варьирования внесли педагоги-исследователи Р. М. Арсланов, Е. А. Зубова, В. С. Георгиев, Е. С. Канин, В. В. Афанасьев, Е. И. Смирнов и др.

«Принцип вариативности поиска решения математических задач обуславливает актуализацию разнообразных знаний студентов из различных областей математики и включение их в поиск нестандартных решений предлагаемых известных задач» (В. В. Афанасьев [20]).

В. В. Афанасьевым сформулированы основные требования принципа вариативности:

- выделение в процессе решения задач известных и нетрадиционных путей решения;
- осуществление учебных действий с позиции поиска новых решений задачи или рассмотрение новых возможностей известных математических утверждений;
- педагогическое стимулирование поиска новых путей решения предлагаемых задач;
- психологическое обоснование возбуждения интереса к математическим теориям, имеющим теоретическое и практическое значение.

На основе теоретического анализа методической литературы были выделены следующие приемы варьирования задач:

- меняется сюжет задачи и (или) числовые значения величин задачи;
- меняются математические зависимости между величинами, заданные в условии задачи;
- добавляются данные в условии задачи при том же требовании задачи;
- меняется (добавляется) требование задачи при том же условии задачи;
- составление обратных задач;
- составление задач с недостающими данными, с избыточными данными;

- конструирование исследовательских, поисковых задач.

Рассмотрим третий прием варьирования, т. к. по словам А. Ф. Эсаулова, «...наиболее пригодными в целях рационализации цели обучения следует считать задачи, обеспечивающие постепенно увеличивающуюся систематизацию знаний учащихся, что достигается с помощью структурного усложнения задач. Однократные, двукратные, трехкратные усложнения позволяют постепенно включать учащихся во все более сложные формы мыслительной деятельности.» Таким образом, мы можем создать некоторую иерархию статистических и эконометрических задач.

В математической энциклопедии «иерархия» имеет следующее значение: это классификация тех или иных математических объектов в соответствии с их уровнем сложности [204].

Задачи по математической статистике и эконометрике, представленные в соответствующей иерархии и направленные преимущественно на формирование математических компетенций будущих экономистов по заданному алгоритму-образцу, составляют *иерархический банк задач*.

О. В. Бочкарева и ее коллеги определяют, что профессионально-ориентированная математическая задача — это задача, условия и требования которой определяют собой модель некоторой ситуации, которая возникает в профессиональной деятельности обучающегося, а исследование этой ситуации средствами математики способствует формированию общепрофессиональных компетенций [38].

Согласно мнению Л. В. Смолиной [277] в обучении математической статистике и эконометрике мы будем понимать профессионально-ориентированную задачу как задачу с практическим содержанием, где отражаются межпредметные связи с изучаемой предметной областью знания и раскрываются прикладные аспекты научных знаний в профессиональной деятельности.

В нашем исследовании под профессионально-ориентированной задачей понимается задача экономического содержания, для решения которой необходимо использование математического аппарата, соответствующих умений им оперировать, и способствующая профессиональному развитию личности

будущего специалиста. Банк профессионально-ориентированных задач для включения его в общую систему задач разработан в нашем исследовании в соответствии с типологией, направленной на формирование математических компетентностей.

Разработанный иерархический банк профессионально-ориентированных задач учитывает индивидуальные особенности обучаемых, удовлетворяет личностные образовательные запросы. В частности, в банке задач заложен принцип предоставления материала с плавным переходом от математических к экономическим формулировкам заданий и с использованием компьютерной математической системы Mathematica. Кроме того, иерархический банк задач разработан в многоступенчатом режиме, что позволит судить об уровне сформированности математических и профессиональных компетенциях будущих экономистов.

Однако профессиональная подготовка, особенно экономическая, не может быть осуществлена в результате усвоения всех знаний и получения практических навыков только во время аудиторной работы. Большое внимание должно уделяться самостоятельной работе студентов. Согласно учебным планам, половина общей трудоёмкости дисциплины отводится на внеаудиторную работу студентов. Поэтому важна эффективная организация и контроль выполняемой студентами самостоятельной работы с использованием компьютерной математической системы Mathematica, которая может иметь индивидуализированный характер и проявляться в различных формах, например: решение задач различными способами, проведение собственного эконометрического исследования, выполнение лабораторных работ и т. п.

Главные функции, которые обеспечивает иерархический банк профессионально-ориентированных задач (с использованием компьютерной математической системы Mathematica) можно сформулировать следующим образом:

- возможность быстро составить задачу, свободно выбирая её параметры, методы решения, типы начальных и граничных условий и т. п., то есть провести её полную постановку, не программируя;
- возможность быстрого решения многих вариантов задачи (например,

при различных значениях параметров, разных методах и т. п.) и их сравнение между собой;

- наглядное и красивое отображение результатов решения задач;
- возможность проведения самостоятельного исследования экономического процесса, то есть возможность проведения небольшой либо достаточно серьёзной исследовательской работы.

Как при разработке иерархического банка профессионально-ориентированных задач, так и при его использовании необходимо опираться на те преимущества компьютерной математической системы Mathematica, которые оказывают помощь и дают эффект и в преподавании, и в изучении математической статистики и эконометрики. Под преимуществами понимается следующее: быстрое проведение расчётов, наглядное отображение и хранение результатов, занесение и быстрая выдача информации, активизация визуального мышления и визуальной памяти обучаемого.

**Таблица 2.3**

**Банк профессионально-ориентированных задач по математической статистике и эконометрике.**

Тема	Базовые знания	Тип заданий
<b>Выборка и её характеристики.</b>	Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики статистического распределения.	Графическое изображение статистического распределения (6 задач). Числовые характеристики статистического распределения (3 задачи).
<b>Статистическое оценивание и сравнение многомерных генеральных совокупностей.</b>	Определение задачи статистической проверки гипотез и статистических критериев. Проверка гипотезы о законе распределения.	Построение доверительных интервалов для математического ожидания и среднего квадратического отклонения случайной величины, распределенной по нормальному закону (2 задачи + 5 задач для индивидуального исследования). Применение критериев согласия (4 задачи).

Тема	Базовые знания	Тип заданий
<b>Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей.</b>	Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей.	Отыскание параметров линейной зависимости и оценка тесноты их связи (5 задач + 10 задач для индивидуального исследования). Отыскание параметров нелинейной зависимости и оценка тесноты их связи (5 задачи + 8 задач для индивидуального исследования).
<b>Многомерный статистический анализ.</b>	Применение методов оценивания и статистического сравнения. Использование множественного КРА.	Оценка качества уравнения регрессии. Оценка значимости коэффициентов регрессии и корреляции. Поиск прогнозного значения и его оценка (3 задачи + 12 задач для индивидуального исследования).
<b>Парная линейная регрессия и корреляция.</b>	Спецификация модели парной регрессии. Метод наименьших квадратов (МНК). Линейная парная регрессия и корреляция: смысл и оценка параметров, построение графиков.	Исследование принятия решения администрация страховой компании о введении нового вида услуг (5 заданий в многоэтапной задаче).
<b>Парная нелинейная регрессия и корреляция.</b>	Нелинейная регрессия. Примеры применения нелинейных моделей в экономике.	Отыскание параметров нелинейной зависимости и оценка тесноты их связи (5 задач). Исследование зависимости объема продаж от расходов на рекламу (7 заданий в многоэтапной задаче).
<b>Множественная регрессия и корреляция.</b>	Спецификация модели множественной регрессии. Отбор факторов при построении множественной регрессии. Выбор формы уравнения регрессии. Линейный коэффициент и частные коэффициенты множественной корреляции. Анализ качества уравнения линейной множественной регрессии. Прогнозирование по модели множественной регрессии.	Исследование зависимости выработки продукции на одного работника от ввода в действие основных фондов и от удельного веса рабочих высокой квалификации в общей численности рабочих (6 заданий в многоэтапной задаче).

<b>Гетероскедастичность и автокоррелированность остатков.</b>	Гетероскедастичность остатков. Тест ранговой корреляции Спирмена. Тест Голдфелда-Квандта. Автокорреляция в остатках. Методы обнаружения автокорреляции остатков. Критерий Дарбина-Уотсона. Обобщенный метод наименьших квадратов (ОМНК).	Исследование данных предприятия о расходах и доходах на товар (6 заданий в многоэтапной задаче).
<b>Анализ временных рядов.</b>	Характеристики временных рядов. Автокорреляция уровней временного ряда и выявление его структуры. Моделирование тенденции временного ряда.	Исследование данных по располагаемому доходу домохозяйств и затратами домохозяйств на различные покупки за 22 года (6 заданий в многоэтапной задаче).
	Аналитическое выравнивание временного ряда. Аддитивная и мультипликативная модели временного ряда. Прогнозирование по аддитивной и мультипликативной моделям.	
<b>Системы эконометрических уравнений.</b>	Общее понятие о системах уравнений, используемых в эконометрике. Система линейных одновременных уравнений. Применение систем эконометрических уравнений.	Исследование модели денежного рынка (4 задания в многоэтапной задаче)

В результате обучения математической статистике и эконометрике с использованием иерархического банка профессионально-ориентированных задач и компьютерной системы Mathematica прослеживаются этапы развития математических и профессиональных компетенций при обучении математической статистике и эконометрике будущих экономистов (рис. 2.4).

На начальном этапе (репродуктивно-адаптационном) при изучении математической статистики студенты становятся активными участниками учебного процесса, без особых затруднений выполняют решения основных классов задач. Они находят несколько путей решения профессионально-ориентированных задач, используют различные возможности компьютерной системы Mathematica.



Рис. 2.4: Этапы развития математических компетенций при обучении математической статистике и эконометрике будущих экономистов с использованием компьютерной математической системы Mathematica.

На следующем этапе (критико-лабилизационном) студенты, понимая, что основные понятия и методы математической статистики и эконометрики представляют собой базу для дальнейшего изучения материала, приступают к выполнению заданий самостоятельно или в малых группах. При совместной работе с однокурсниками и преподавателем студенты могут предлагать свои оригинальные способы решения, выдвигают гипотезы, проверяют их, используют различные встроенные функции системы Mathematica, т. е. при этом развиваются математические компетенции студентов.

На третьем этапе (креативно-интеграционном) студенты с помощью уже наработанных практических умений и навыков приступают к выполнению исследовательской работы. В результате студенты демонстрируют самостоятельность, умения находить пути решения задач, оригинальность мышления, способность анализировать и интерпретировать полученные результаты. У студентов повышается мотивация, развивается способность к установлению связей между объектами и процессами. В результате решения профессионально-ориентированных задач студенты видят важность и практическую значимость математической статистики и эконометрики.

Проиллюстрируем сказанное на примере одной из перечисленной выше

тем «Нелинейная регрессия и корреляция», которая содержит в себе вопросы: введение понятия «парная нелинейная регрессия»; линейаризация, оценивание параметров и проверка гипотез о корреляции случайных переменных; средняя ошибка аппроксимации; интервалы прогноза по нелинейному уравнению регрессии. Эта тема дает большие возможности преподавателю в подборе интересных задач не только по содержанию, но и по решению, в результате чего деятельность студента поднимается на новый уровень — в ней появляется творческая деятельность. Вместе с тем, такой вид деятельности существенно отражается на развитии математических и профессиональных компетенций будущих экономистов.

В экономических исследованиях часто решается задача на выявление факторов, определяющих уровень значимости и динамику экономического процесса. Всесторонний анализ социально-экономических явлений и процессов (статистических данных) предполагает использование корреляционно-регрессионного анализа (КРА). КРА является важным разделом как в математической статистике, так и в эконометрике, предназначенным для изучения по выборочным данным статистической зависимости величин. Для понимания сущности построения нелинейной регрессии студенты должны научиться линейаризовать нелинейные функции с помощью метода замены переменных. Студент также должен в начале вычисления проиллюстрировать заданную выборку задачи (визуальное представление выборки полезно для предварительной интуитивной оценки числовых характеристик выборки), что позволит заранее правильно выявить подходящий тип модели регрессии.

С помощью компьютерной математической системы Mathematica можно быстро получить несколько уравнений нелинейных регрессий и построить графики на одном чертеже с заданной выборкой. При сравнении графиков выбирается наиболее подходящая регрессия, для которой уже оцениваются параметры, проводится проверка гипотез о корреляции случайных переменных, рассчитывается средняя ошибка аппроксимации. Самой увлекательной частью темы становится построение интервалов прогноза по оптимальному



нелинейному уравнению регрессии, результаты которого необходимо проиллюстрировать на общем графике.

Представим профессионально-ориентированные задачи по этой теме. Рассмотренные задачи интересны тем, что все они могут быть решены с использованием компьютерной математической системы Mathematica. В процессе работы студентов с такими задачами расширяется их кругозор в различных направлениях математики и экономики, а также, что очень важно, происходит формирование и развитие математических и профессиональных компетенций будущих экономистов.

**Задача 1.** Для анализа зависимости объема потребления (у. е.) хозяйств от располагаемого ежемесячного дохода (у. е.) отобрана выборка ( $n=12$ ), представленная таблицей:

x	107	109	110	113	120	122	123	128	136	140	145	150
y	102	105	108	110	115	117	119	125	132	130	141	142

Постройте график рассеяния и сделайте вывод о виде функциональной зависимости между объёмом потребления и ежемесячным доходом в семье.

Часть студентов будет выполнять данное задание в рабочих тетрадях, а часть за компьютером с использованием компьютерной математической системы Mathematica. Графическая функция **ListPlot** позволяет строить точечные графики в двумерном пространстве в прямоугольной системе координат. На одном графике возможно изображение нескольких функций. Можно использовать опции, которые часто необходимы при визуализации:

- **PlotRange**  $\rightarrow \{y_{min}, y_{max}\}$  — устанавливает масштаб по оси  $y$  от  $y_{min}$  до  $y_{max}$  с автоматическим выбором шагов.
- **AxesLabel**  $\rightarrow \{T_x, T_y\}$  — устанавливает надписи содержания  $T_x$  и  $T_y$  по осям  $x$  и  $y$ .
- **PlotLabel**  $\rightarrow \{T\}$  — текст названия графика.

Вводим матрицу исходных данных нашей задачи с присвоением ей имени М:

```
M := {{107, 102}, {109, 105}, {110, 108}, {113, 110}, {120, 115}, {122, 117}, {123, 119}, {128, 125}, {136, 132}, {140, 130}, {145, 141}, {150, 142}}
```

Строим график выборки:

```
ListPlot[M, AxesLabel → {"x", "y"}, PlotStyle → PointSize[0.02]]
```

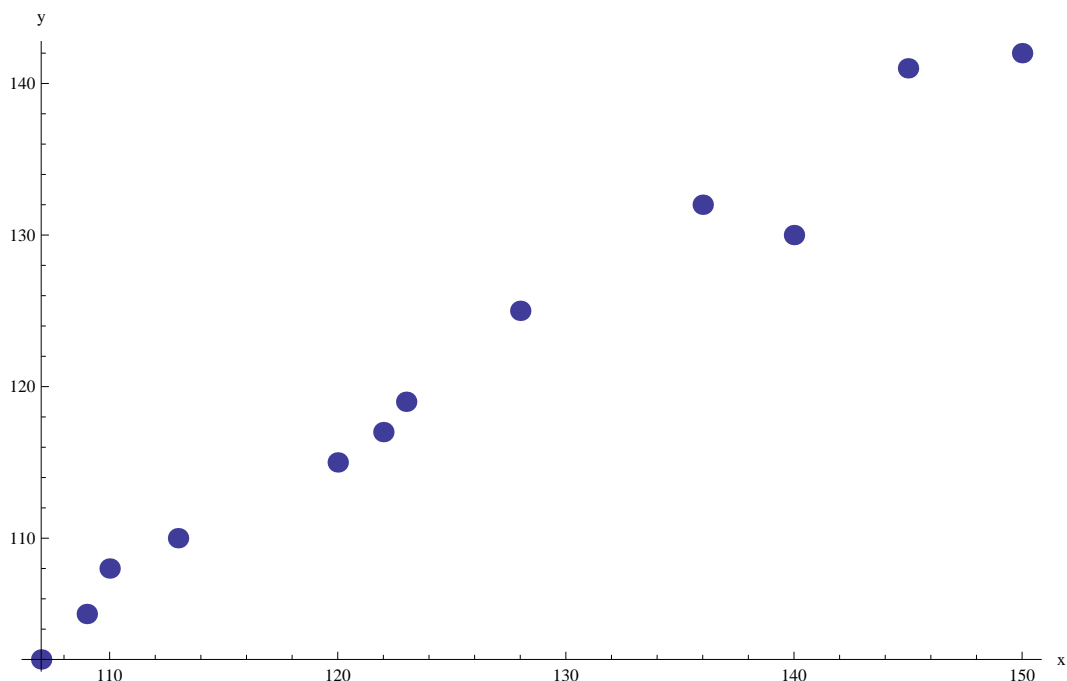


Рис. 2.5: График выборки данных объёма потребления хозяйств и располагаемого ежемесячного дохода

Студенты, работающие за компьютером с использованием компьютерной математической системы Mathematica, справляются с заданием намного быстрее, кроме того свои гипотезы о виде функциональной зависимости между объемом потребления и ежемесячным доходом в семье студенты также могут реализовать в системе.

Далее необходимо прорешать еще несколько задач на построение точечных графиков, и графиков элементарных функций, работа выполняется всеми студентами за компьютерами.

**Задача 2.** Данные о среднесписочной численности работающих ( $X$ ) и валовой продукции ( $Y$ ) группы однородных предприятий заданы таблицей (4 варианта):

x	273	200	300	366	121	99	88
y	19.1	1	16.1	1.3	6.2	2.7	3

x	180	148	220	121	210	156	198
y	2.7	7.3	8.1	8.9	9.3	10.1	11.0

x	200	400	360	280	210	312	254
y	1.7	3.3	4.1	2.9	5.3	5.1	4.0

x	112	124	116	138	110	212	184
y	2	7	18	8	12	11	5

Постройте на одном графике выборку данных и предполагаемую функцию интерполяции.

**Задача 3.** Дана таблица результатов наблюдений над величинами  $X$  и  $Y$  для семи фермерских хозяйств, где  $X$  – количество финансовых вложений на 1 гектар пашни за год, а  $Y$  – урожайность этого гектара пашни за год (в некоторых условных единицах).

x	2	4	6	8	10	12	14
y	2.7	7.3	18.1	28.9	39.3	50.1	61

Найти математическую модель исследуемого объекта, если известно, что функцией интерполяции может быть степенная функция  $y = ax^b$ .

Студенты могут предложить несколько способов построения: вручную или с использованием компьютерной математической системы Mathematica.

Построение модели сводится к оценке её параметров. Для оценки параметров модели используют метод наименьших квадратов (МНК). МНК позволяет получить такие оценки параметров, при которых сумма квадратов отклонений фактических значений результативного признака  $y$  от теоретических  $y_x$  минимальна. Приведём нелинейную модель к линейному виду с помощью логарифмирования.

Для вычисления коэффициентов  $\ln a$  и  $b$  линейной аппроксимирующей функции  $\ln y = \ln a + b \ln x$  по методу наименьших квадратов, как известно, решается следующая система:

$$\begin{cases} A \cdot n + b \cdot \sum_{t=1}^n X_t = \sum_{t=1}^n Y_t, \\ A \cdot \sum_{t=1}^n X_t + b \sum_{t=1}^n X_t^2 = \sum_{t=1}^n X_t Y_t, \end{cases}$$

где  $A = \ln a$ ,  $X = \ln x$ ,  $Y = \ln y$ .

Можно воспользоваться готовыми формулами, которые вытекают из этой системы:

$$A = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t - b \cdot \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n X_t, \quad b = \frac{n \sum_{t=1}^n X_t Y_t - \left( \sum_{t=1}^n X_t \right) \cdot \left( \sum_{t=1}^n Y_t \right)}{n \sum_{t=1}^n X_t^2 - \left( \sum_{t=1}^n X_t \right)^2},$$

интерпретируя их с помощью операций над матрицами в среде Mathematica.

Формируем в системе Mathematica выборку (вводим данные наблюдений):

**x = N[{2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}]**

{2., 4., 6., 8., 10., 12., 14.}

Переходим к натуральным логарифмам:

**xx = N[Log[x]]**

{0.693147, 1.38629, 1.79176, 2.07944, 2.30259, 2.48491, 2.63906}

Формируем вторую выборку и переводим её к натуральным логарифмам:

**y = {2.7, 7.3, 18.1, 28.9, 39.3, 50.1, 61.}**

{2.7, 7.3, 18.1, 28.9, 39.3, 50.1, 61.}

**yy = Log[y]**

{0.993252, 1.98787, 2.89591, 3.36384, 3.67122, 3.91402, 4.11087}

Вычисляем средние значения  $\bar{X}$  и  $\bar{Y}$  случайных величин (здесь встроенная функция Mean вычисляет среднее арифметическое элементов списка):

**{x̄ = Mean[xx] , ȳ = Mean[yy]}**

{1.91103, 0.427286}

Подставив в формулы, получим следующие значения параметров:

$$b = \frac{n \mathbf{xx} \cdot \mathbf{yy} - (n \bar{x})(n \bar{y})}{n \mathbf{xx} \cdot \mathbf{xx} - (n \bar{x})^2}$$

b = 1.65071

**A = ȳ - b x̄**

$$A = -0.163356$$

$$a = E^{-0.163356}$$

$$0.87227$$

Получили модель регрессии:

$$y = 0.87227 x^{1.65071}$$

Это самый элементарный («ручной») способ применения Mathematica, который не нуждается в глубоком знании системы.

Основные понятия, связанные с алгоритмом линеаризации нелинейных функций и построении графиков функций в системе Mathematica, рекомендуется ввести на занятии-повторении, применив при этом метод «мозгового штурма».

Далее студенты разбиваются на три группы, и каждая получает свое задание:

**Задача 4.** Имеются данные по количеству заключённых предприятием сделок на продажу товара и затратам на мониторинг рынка (в тыс. \$).

x	20	40	60	80	100	120	140
y	12.7	7.3	8.1	8.9	5.3	5.1	4

1. Найти математическую модель исследуемого объекта, если известно, что функцией интерполяции может быть логарифмическая функция.
2. Найти математическую модель исследуемого объекта, если известно, что функцией интерполяции может быть показательная функция.
3. Найти математическую модель исследуемого объекта, если известно, что функцией интерполяции может быть дробно-линейная функция.

В конце один из членов группы записывает полученную модель регрессии.

В результате работы в группе студенты делают попытку самостоятельного исследования, они работают вместе и выслушивают друг друга. В этой ситуации будущим экономистам необходимо проявить умение работать в группе, выдвигать идеи, проверять их на практике, творчески подходить к решению задачи.

После совместного анализа студентам дается аналогичные задачи для самостоятельного решения, целью которой является проведение самостоятельного творческого исследования и попытка выявить общую закономерность.

На следующем этапе следует рассмотреть встроенные функции компьютерной математической системы Mathematica. На занятиях по математической статистике и эконометрике аппроксимация чаще всего осуществляется по методу наименьших квадратов. Этот метод для линейной регрессии реализуется системой Mathematica с помощью функции **Fit** (а для регрессии полиномиальной функцией **Fit** использует в качестве внутреннего алгоритма специальный метод аппроксимации затабулированной функции многочленом). Функция **Fit** имеет формат кодирования: **Fit**[**{{M}}**, **{X}**, **x**], где **M** — матрица исходных данных; **X** — перечень степеней базисной переменной (от нулевой до необходимой); **x** — аргумент функции.

Алгоритм использования функции **Fit** при аппроксимации состоит в следующем выполнении действий:

1. Ввод матрицы исходных данных с присвоением ей имени **M**.
2. Ввод перечня степеней переменной **X**.
3. Ввод функции **Fit**[**{{M}}**, **{X}**, **x**].
4. Получение решения одновременным нажатием клавиш (Shift+Enter).

Рассмотрим пример решения задачи с помощью встроенной функции **Fit**[**{{M}}**, **{X}**, **x**] по заданному алгоритму действий.

**Задача 5.** Имеем данные по фирмам об их прибыли (р, млн. руб.) и инвестициях в основные фонды (п, тыс. руб.). Найти математическую модель прибыли фирм в зависимости от инвестиций и проверить адекватность модели.

п, тыс.руб.	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
р, млрд.руб	18	22	22.5	28.5	30.5	32	33	34	35	35.5	36

Предположим, что функция интерполяции представляет собой полином третьей степени, т. е.  $h = a + bx + cx^2 + ex^3$ . Тогда перечень степеней переменной будет:  $1, x, x^2, x^3$ . Применим функцию интерполяции **Fit**[**M**,**X**, **x**].

Вводим матрицу исходных данных с присвоением ей имени M:

$M := \{\{20, 18\}, \{30, 22\}, \{40, 22.5\}, \{50, 28.5\}, \{60, 30.5\}, \{70, 32\}, \{80, 33\}, \{90, 34\}, \{100, 35\}, \{110, 35.5\}, \{120, 36\}\}$

Строим график выборки (визуальное представление выборки полезно для предварительной интуитивной оценки числовых характеристик выборки), именуя его как gr1 для дальнейшего использования (рис. 2.6):

`gr1=ListPlot[M, AxesLabel→{"n", "p"}, PlotStyle → PointSize[0.02]]`

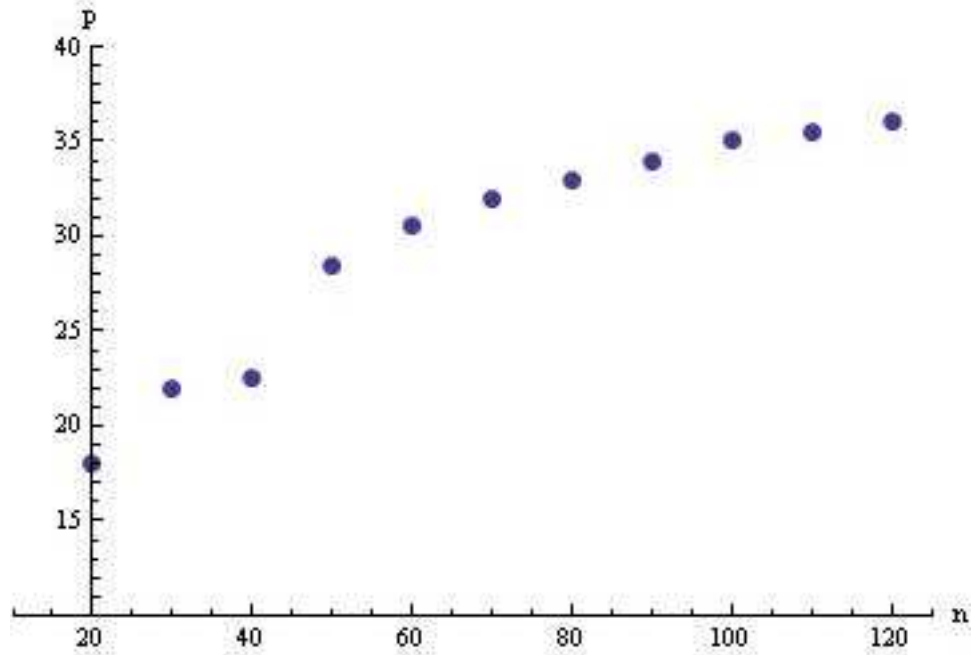


Рис. 2.6: График выборки данных по фирмам об их прибыли и инвестициях в основные фонды

Вводим базисные переменные:

$X := \{1, x, x^2, x^3\}$

Вывчисление функции `Fit[{M},{X}, x]` (с присвоением ей имени f1):

`f1=Fit[M, X, x]`

$8.68182 + 0.509499 x - 0.00288753 x^2 + 4.37063 \cdot 10^{-6} x^3$

Строим график полученной функции, именуя его как gr2 (рис. 2.7):

`gr2=Plot[f1,{x,10,125}]`

Объединим полученные графики в один для визуальной оценки качества построенной регрессии (рис. 2.8):

`Show[gr1,gr2]`

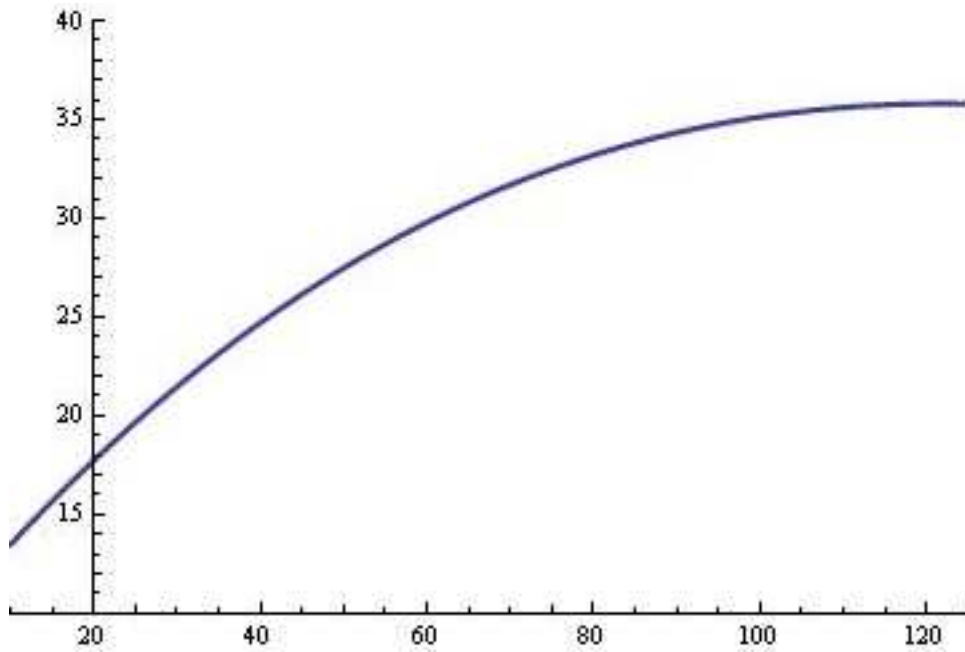


Рис. 2.7: График функции регрессии

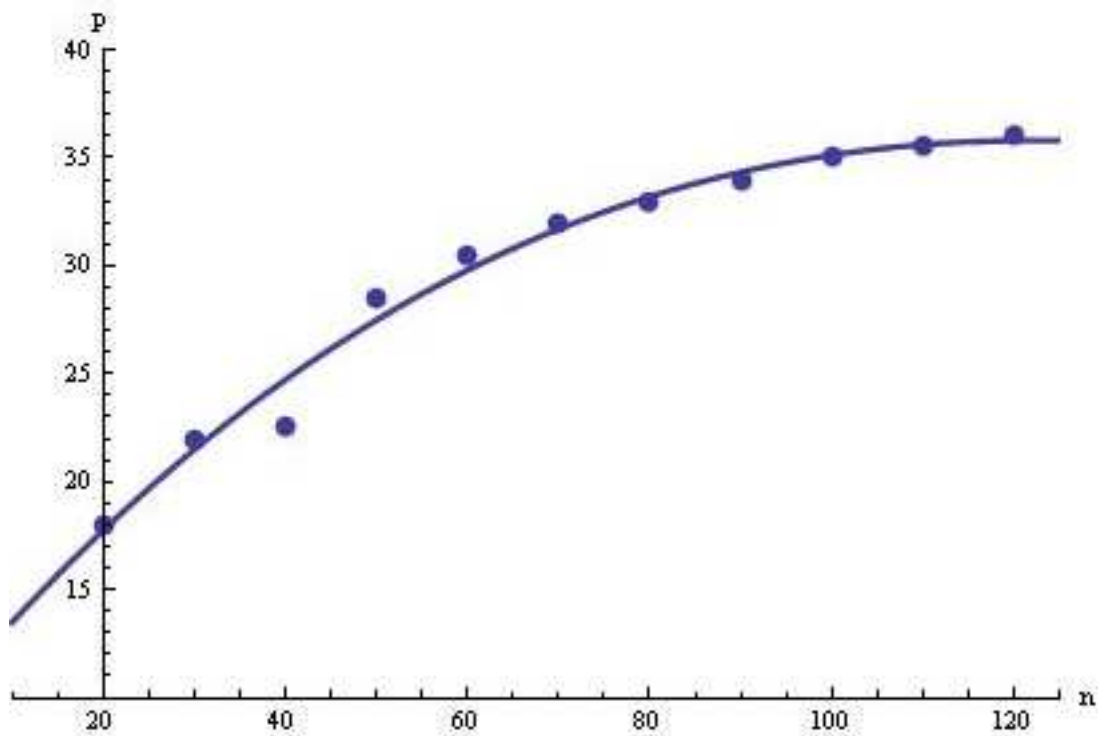


Рис. 2.8: Объединённый график выборки данных по фирмам об их прибыли и инвестициях в основные фонды и функции регрессии

Из объединённого графика видно, какие в каждой точке имеются остатки (погрешности) интерполяции. Оценить эти погрешности можно, вычислив абсолютную и относительную среднеквадратические погрешности и, соот-



ветственно, адекватность полученной математической модели, что можно рассмотреть в качестве дополнительных задач.

Далее студенты малыми группами делают попытку самостоятельного исследования, им необходимо построить нелинейную модель регрессии с помощью встроенной функции *NonlinearModelFit*, запросить в системе список характеристик построенной регрессии с помощью *lm["ANOVATable"]*. Им приходится найти новый способ проведения исследования. После нахождения решения, очевидным становится то, что результат остается тем же.

На следующем этапе студентам предлагается разработать собственную задачу прикладного характера и продемонстрировать с помощью проектора способ её решения. Также следует интерпретировать полученные результаты для чего необходимо проанализировать условие задачи и проведенное исследование.

Приведем несколько примеров подобных задач:

1. Затраченное на подготовку к экзамену время и оценка за экзамен для нескольких студентов представлены в следующей таблице:

x	1	3	2	3	4	4	2
y	2	3	3	4	4	5	3

Найти математическую модель исследуемого объекта.

2. Для одного предприятия имеются данные по количеству прогулов работников мужского и женского пола в течение шести месяцев:

месяцы	1	2	3	4	5	6
мужчины	5	10	2	7	12	4
женщины	2	3	7	6	13	10

Постройте график, отражающий связь двух величин. Найти математические модели. Что бы вы порекомендовали руководству предприятия?

3. Ежегодно устанавливаемые цены на билеты фиксированного рейса компании «Тише едешь – дальше будешь» и количество пассажиров, поль-

зующихся услугами этой компании на этот рейс на протяжении пяти лет, представлены таблицей:

x	1	3	2	3	5
y	3	3	1	4	2

Построить график, отражающий связь этих величин. Построить математическую модель.

Таким образом, в результате изучения этого материала мы прослеживаем этапы развития математических и профессиональных компетенций будущих экономистов.

Практические занятия, как правило, проводятся по каждой теме курса с целью получения практических умений и навыков при расчётах, прогнозировании количественных закономерностей, принятии математического обоснования решения. Основной и необходимой организационной формой обучения с помощью среды Mathematica служат практические занятия в компьютерном классе с использованием компьютера. При проведении практических занятий по математической статистике или эконометрике, используя среду Mathematica, можно добавлять различные самостоятельные задания для учебно-исследовательской работы студентов, с учётом уровня подготовленности каждого из них. Так, например, при рассмотрении темы «Оценка значимости параметров линейной парной регрессии» можно включить доказательство равенства коэффициента детерминации и квадрата коэффициента линейной парной корреляции. Обязательным является условие проверки выполнения задания.

## 2.3 Развитие математических компетентностей студентов при обучении математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной системы Mathematica

Учебный процесс на занятиях по математической статистике и эконометрике предлагается строить методически традиционно: лекции, семинары, лабораторные работы. На лекциях можно использовать компьютерные демонстрации и компьютерное решение задач. Для преподавателей-лекторов статическое и динамическое отображение результатов расчёта с помощью системы Mathematica даёт возможность расширить набор приёмов подачи теоретического материала, а в большинстве случаев — сэкономить время на его изложение. Иллюстрирование лекционного курса большим количеством быстро выполнимых примеров и качественных статических и динамических иллюстраций придаст лекции сугубо индивидуальный и увлекательный характер.

Из теории педагогических систем (В. П. Беспалько, [27]) вытекает, что деятельность в процессе обучения должна быть поэтапно направлена последовательно на готовность к процессу обучения, ознакомительное действие, репродукцию, продуктивное действие (применение) и творчество. Следовательно уровни овладения информацией на разных этапах: готовность, узнавание, воспроизведение, применение, творчество. Мастерство овладения информацией проявляется в способности применить усвоенную информацию к решению различного рода задач.

Использование системы Mathematica внесёт значительный элемент самообразования в процессе обучения, меняется стиль и природа самого процесса обучения, усиливается образное восприятие материала, следовательно, повышается уровень информации. Процесс обучения становится в большей мере индивидуальным, приспособленным к индивидуальным особенностям студентов.

Уровень информации наращивается довольно плавно в процессе обуче-

ния: от полного незнания студентом исходной информации до творческого овладения ею. На творческом уровне овладения студентом информацией он становится способным генерировать новую, ранее никому неизвестную информацию об определённых видах деятельности и объектах, с ней связанных.

Преподавание с использованием системы Mathematica даёт возможность преподавателю перейти от преимущественно иллюстративно-объяснительного обучения математической статистике и эконометрике к обучению самостоятельной познавательной деятельности по поиску, обработке, осмыслению и применению информации, а также разнообразить формы аудиторных занятий. Соответственно, без дополнительной нагрузки на студентов увеличивается доля самостоятельной работы. Студенты, работая в системе Mathematica, получают возможность готовиться к практическим занятиям, разбираться в различных способах решения примеров и практических задач, которые остались за рамками занятий. Применение ИКТ при обучении математической статистике и эконометрике как средства автоматизации и обеспечения наглядности при решении учебных задач может существенно раскрыть и обогатить изучаемые курсы, проиллюстрировать изложение теоретического материала с помощью быстрых расчётов и графических демонстраций и таким путём сделать их более эффективными и увлекательными.

Дисциплина «Эконометрика» преподаётся будущим экономистам в шестом семестре после изучения математической статистики. Работа студентов на занятиях по эконометрике даёт им возможность продолжить изучение многомерного статистического анализа, тем самым у них повышается мотивация «получения знаний».

Решение практических задач и выполнение лабораторных работ по математической статистике и эконометрике знакомят студентов с рядом важнейших разделов и призваны помочь в освоении этих курсов. В начале каждого практического занятия повторяется необходимый минимум теоретических сведений, формулы. Вместе со студентами разбираются экономикоматематические задачи с использованием компьютерной математической си-

системы Mathematica и предлагаются задания для самостоятельной или групповой работы. Такого вида работы будут способствовать освоению курса и эффективно сочетать теоретическую подготовку с универсальными возможностями информационно-коммуникационных технологий.

Тематика задач может меняться и выходить за рамки математических дисциплин с целью развития профессионально-ориентированной математической деятельности студентов. Более того, на лабораторных занятиях по эконометрике есть возможность рассматривать широкий круг нестандартных задач, связанных с современными исследованиями экономистов. Согласно рассмотренной ранее спирали фундирования, материал, изучаемый на занятиях по эконометрике, оснащен банком задач на основе наглядного моделирования. Банк профессионально-ориентированных задач по эконометрике, в основном, состоит из многоэтапных экономико-математических задач, формирующих математические компетентности будущих экономистов.

Польский математик М. Клякля рассматривал многоэтапные математические задания для формирования творческой математической деятельности учащихся Польши в школах с углублённым изучением математики [166]. В. С. Секованов исследовал многоэтапные математико-информационные задания, направленные на формирование креативности студентов физико-математических специальностей при обучении фрактальной геометрии [268]. При этом выяснилось, что выполнение многоэтапных математико-информационных заданий, в отличие от выполнения многоэтапных математических заданий, предполагает существенное использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), без которых изучение фрактальной геометрии практически невозможно. Рассматривая многоэтапные экономико-математические задачи, мы предполагаем еще и использование приобретенные на данном уровне экономических знаний студентов.

В результате выполнения многоэтапного экономико-математического задания по теме прослеживаются этапы развития математических компетенций будущих экономистов (рис. 2.9).

На первой стадии происходят взаимодействия как со стороны преподава-

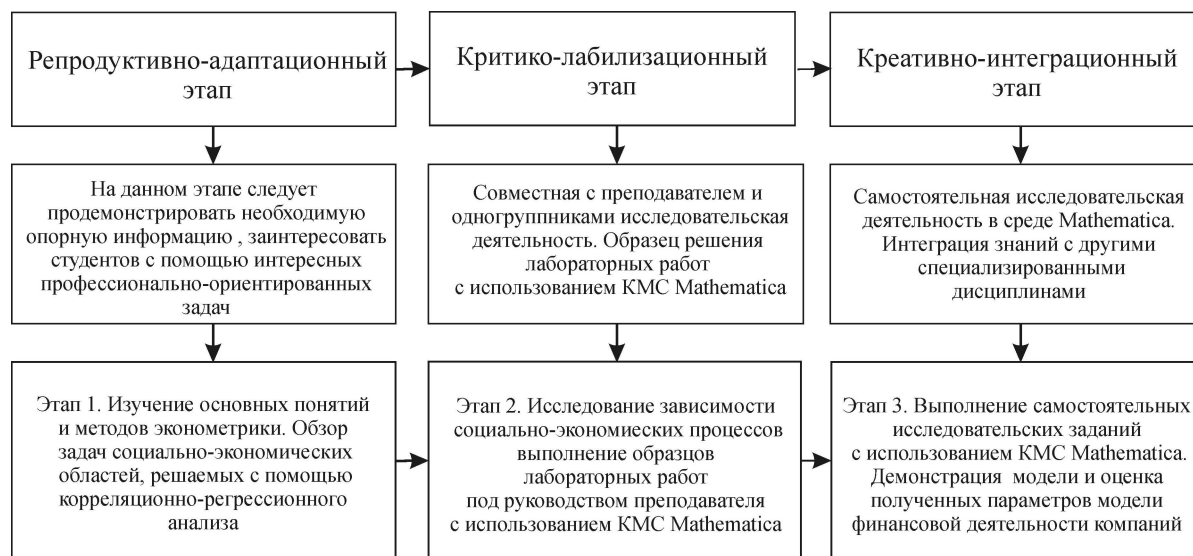


Рис. 2.9: Этапы развития математических компетенций будущих экономистов при решении экономико-математического задания с использованием компьютерной системы Mathematica

теля и виде помощи, так и со стороны других студентов в виде воспроизведения основных методов решения классов задач, происходит обмен идеями. На второй стадии студенты обмениваются личным опытом в выборе способа и метода решения задачи. На третьей стадии происходит анализ приобретённых знаний, полученных в результате выполнения студентами исследовательских и творческих работ.

В математической статистике и эконометрике, как дисциплинах на стыке экономики и статистического анализа, можно выделить три вида научной и прикладной деятельности (по особенностям статистических и эконометрических методов), сопряжённой с использованием компьютерной математической системы Mathematica:

- 1) разработка и изучение методов прикладной статистики с учётом специфики экономических данных;
- 2) разработка и изучение статистических и эконометрических моделей в соответствии с конкретными потребностями экономической науки и практики;

- 3) применение статистических эконометрических методов для статистического анализа конкретных экономических данных.

Кратко охарактеризуем выделенные выше виды научной и прикладной деятельности. По мере изучения материала и движения от пункта 1) к пункту 3) сужается граница области применения конкретного статистического или эконометрического метода, но при этом повышается значение конкретной экономической ситуации. Если виду работ первого пункта соответствуют научные результаты, значимость которых оценивается по статистическим и общеэконометрическим критериям, то для работ вида третьего пункта основное — это успешное решение задач конкретной области экономики. Работы вида второго пункта занимают промежуточное положение, поскольку, с одной стороны, теоретическое изучение статистических и эконометрических моделей может быть весьма сложным и математизированным, с другой — результаты представляют интерес не для всей экономической науки, а лишь для некоторого направления в ней, что тоже очень удачно можно реализовать в системе Mathematica.

Рассмотрим этапы развития математических компетенций будущих экономистов при решении многоэтапной экономико-математической задачи «Исследование зависимости выработки продукции на одного работника от ввода в действие основных фондов и от удельного веса рабочих высокой квалификации в общей численности рабочих» с использованием системы Mathematica. Задача выполняется в течение четырёх лабораторных работ. На первом занятии по теме «Множественная регрессия и корреляция» для актуализации необходимых опорных предметных и информационных знаний, умений, обеспечения мотивации студентами подготавливаются презентации, где они демонстрируют всю возможную информацию по теме. Кроме того, им необходимо озвучить, какие задачи социальных и экономических областей можно решать с помощью множественного корреляционно-регрессионного анализа.

Далее преподаватель представляет алгоритм выполнения лабораторной работы и её реализацию в системе Mathematica.

**Задание 1.** По 20 регионам изучается зависимость выработки продукции на одного работника  $Y$  (тыс. руб.) от ввода в действие новых основных фондов  $X_1$  (% от основных фондов на конец года) и от удельного веса рабочих высокой квалификации в общей численности рабочих  $X_2$  (%). Построить линейное уравнение множественной регрессии и пояснить экономический смысл его параметров. Построить график полученной регрессии. Определить парные и частные коэффициенты корреляции, сделать выводы. Дать оценку полученной модели на основе коэффициента детерминации и общего  $F$ -критерия Фишера.

Решение, реализованное в системе Mathematica (листинг файла):

Задаём объём выборки и количество объясняющих переменных:

**n=20**

$n = 20$

**k=2**

$k = 2$

Формируем выборку для  $X_1$  и  $X_2$  (вводим данные наблюдений; встроенная функция **N** нужна для получения приближённых значений вычислений):

**x1 = N[{3,3,4,3,6,5,3,1,5,3,2,5,3,6,7,5,1,4,3,5}]**

{3.,3.,4.,3.,6.,5.,3.,1.,5.,3.,2.,5.,3.,6.,7.,5.,1.,4.,3.,5.}

**x2 = N[{10,14,15,16,17,19,19,20,20,20,21,22,22,25,28,29,30,31,32,36}]**

{10.,14.,15.,16.,17.,19.,19.,20.,20.,20.,21.,22.,22.,25.,28.,29.,30.,31.,32.,36.}

Формируем выборку для  $Y$ :

**y = N[{7,8,9,7,7,7,8,10,11,12,12,14,9,10,12,12,14,14,11,13}]**

{7.,8.,9.,7.,7.,7.,8.,10.,11.,12.,12.,14.,9.,10.,12.,12.,14.,14.,11.,13.}

Вводим вектор  $i$ :

**i = Table[1.,n]**

{1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.}

Уравнение регрессии в матричной форме:  $Y = X\beta + \varepsilon$ , где  $X$  — матрица из столбцов  $i$ ,  $x_1$ ,  $x_2$ :

**X=Transpose[i,x1,x2]**



```
{1.,3.9,10},{1.,3.9,14.},{1.,4.1,15},{1.,3.8,16.},{1.,6.4,17.},{1.,5.4,19},
{1.,5.3,19},{1.,6.8,20.},{1.,6.4,20.},{1.,7.2,20.},{1.,7.1,21.},{1.,8.,22.},
{1.,8.2,22.},{1.,8.1,25.},{1.,9.,28.},{1.,9.5,29.},{1.,9.6,30.},{1.,9.4,31.},
{1.,9.,32.},{1.,9.1,36}}
```

Обозначая через  $X^t$  транспонированную матрицу  $X$ , получим:

```
Xt={i,x1,x2}
```

```
{1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.,1.},
{3.9,3.9,4.1,3.8,6.4,5.4,5.3,6.8,6.4,7.2,7.1,8.,8.2,8.1,9.,9.5,9.6,9.4,9.,9.1}
{10.,14.,15.,16.,17.,19.,19.,20.,20.,20.,21.,22.,22.,25.,28.,29.,30.,31.,32.,36}}
```

Функция `MatrixForm` даст полученную матрицу в привычной форме (% обозначает предыдущее выражение):

```
MatrixForm[%]
```

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3.9 & 3.9 & 4.1 & 3.8 & 6.4 & 5.4 & 5.3 & 6.8 & 6.4 & 7.2 & 7.1 & 8. & 8.2 & 8.1 & 9. & 9.5 & 9.6 & 9.4 & 9. & 9.1 \\ 10. & 14. & 15. & 16. & 17. & 19. & 19. & 20. & 20. & 20. & 21. & 22. & 22. & 25. & 28. & 29. & 30. & 31. & 32. & 36. \end{pmatrix}$$

Вычисляем параметры регрессии (вектор  $\hat{\beta}$  по формуле  $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}(X'Y)$ :

```
 $\hat{\beta} = \text{Inverse}[Xt.X].(Xt.y)$ 
```

```
{4.79955,-0.20034,0.283487}
```

```
{ $\hat{\beta}_1$ ,  $\hat{\beta}_2$ ,  $\hat{\beta}_3$ } = {Part[ $\hat{\beta}$ ,1], Part[ $\hat{\beta}$ ,2], Part[ $\hat{\beta}$ ,3]}
```

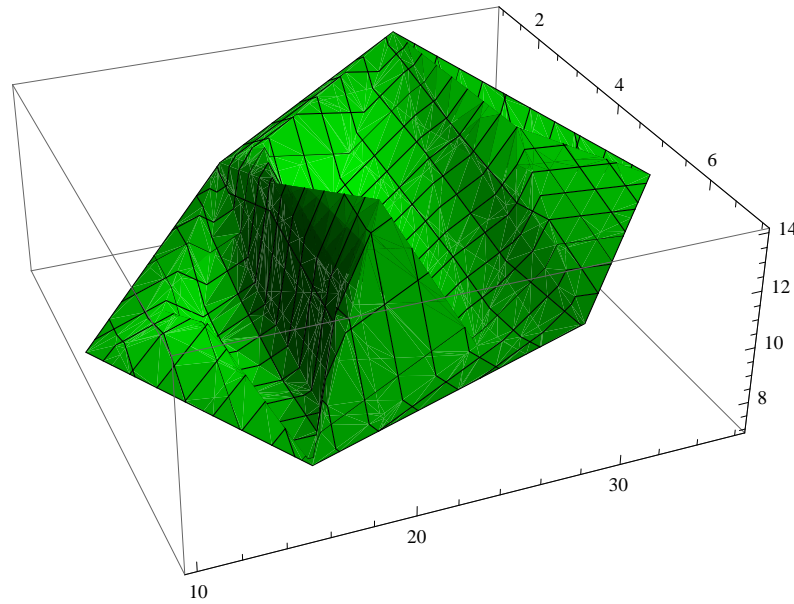
```
{4.79955,-0.20034,0.283487}
```

Построим трёхмерный график выборки данных, предварительно сформировав множество упорядоченных троек (x1,x2,y):

```
x1x2ydata = Transpose[{x1,x2,y}]
```

```
{{3.,10.,7.},{3.,14.,8.},{4.,15.,9.},{3.,16.,7.}, {6.,17.,7.},{5.,19.,7.},{3.,19.,8.},
{1.,20.,10.},{5.,20.,11.},{3.,20.,12.},{2.,21.,12.}, {5.,22.,14.},{3.,22.,9.}, {6.,25.,10.},
{7.,28.,12.}, {5.,29.,12.}, {1.,30.,14.}, {4.,31.,14.},{3.,32.,11.}, {5.,36.,13}}
```

```
gr1 = ListPlot3D[x1x2ydata,PlotStyle → Green]
```



Дадим формулу для предсказанного значения  $\hat{y}$ ; здесь используется программирование на языке Mathematica в функциональном стиле (знаки подчёркивания дают знать системе, что  $u$  и  $v$  — именованные переменные, знак «:=» обозначает отложенное присвоение:

$$\hat{y}[u_, v_] := \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 u + \hat{\beta}_3 v$$

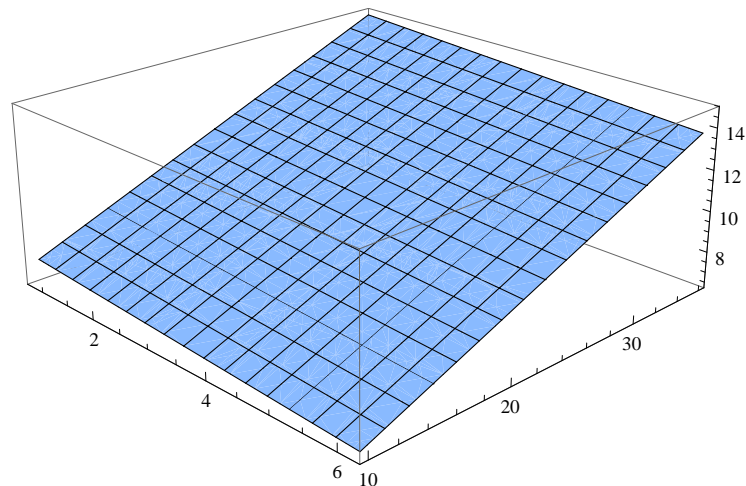
Зададим весь массив оцененных значений  $\hat{y}$  от объясняющих переменных:

$$\hat{y}[x1, x2]$$

{7.0334, 8.16735, 8.25049, 8.73432, 8.41679, 9.1841, 9.58478, 10.2689, 9.46759, 9.86827, 10.3521, 10.0346, 10.4352, 10.6847, 11.3348, 12.019, 13.1038, 12.7863, 13.2701, 14.0034}

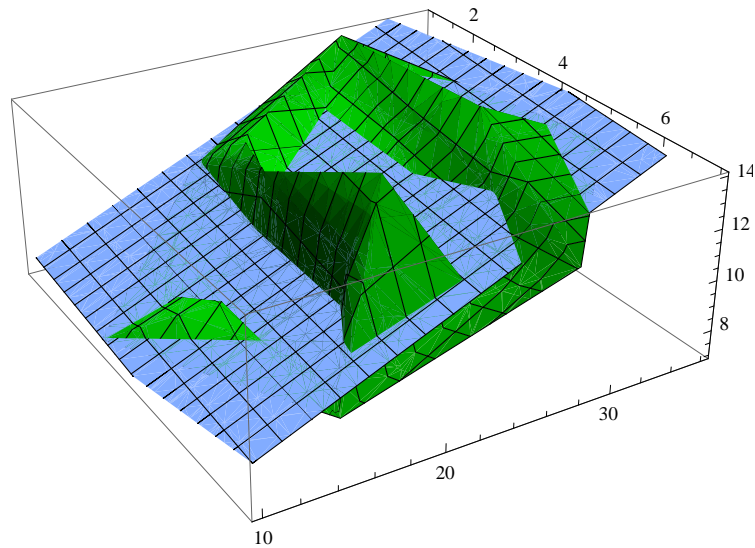
Построим график полученной регрессии:

$$\text{gr2} = \text{Plot3D}[\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 u + \hat{\beta}_3 v, \{u, 1, 7\}, \{v, 10, 36\}]$$



Объединим оба графика:

**Show[gr1,gr2]**



Вычислим сумму квадратов остатков  $ess = \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$ :

**ess = (y -  $\hat{y}$ [x1,x2]).(y -  $\hat{y}$ [x1,x2])**

49.701

Найдём среднее значение **y** (здесь встроенная функция Mean вычисляет среднее арифметическое элементов списка):

**ym = Mean[y]**

Приступаем к вычислению коэффициента детерминации:

**tss = (y -  $\hat{y}$ ).(y -  $\hat{y}$ )**

118.55

**rss = ( $\hat{y}$ [x1, x2] - ym).( $\hat{y}$ [x1, x2] - ym)**

68.849

Коэффициент детерминации:

**rr = N[rss/tss]**

0.580759

Статистика Фишера:

**F = (rr (n-k))/((1-rr) (k-1))**

24.9347

Для для контроля построенной модели множественной регрессии можно воспользоваться встроенной функцией **LinearModelFit**:

```
lm = LinearModelFit [x1x2ydata, {s, t}, {s, t}] // Normal
5.02671 - 0.254464 s + 0.283786 t
```

В результате получили идентичные результаты.

Дополнительно можно рассмотреть в табличной форме результаты дисперсионного анализа модели:

```
lm["ANOVATable"]
```

	DF	SS	MS	F-statistic	P-Value
s	1	0,424387	0,424387	0.148953	0.704325
t	1	69.6904	69.6904	24.4603	0.000122773
Error	17	48.4352	2.84913		
Total	19	118.55			

Следующие два лабораторных занятия студенты выполняют задания в группах на компьютерах. Необходимо исследовать деятельность крупнейших компаний некоторого государства за 2013 год. Каждая группа получает свой набор данных финансовой деятельности компаний.

**Задача 2.** Определить зависимость чистого дохода компаний  $Y$  (млрд.руб) от оборота капитала  $X_1$  (млрд.руб), от использованного за год капитала  $X_2$  (млрд.руб) и от численности служащих компаний  $X_3$  (тыс.чел.). Рассчитайте параметры линейного уравнения множественной регрессии с полным перечнем факторов. Построить модель только с существенными факторами и пояснить экономический смысл его параметров. Построить график полученной регрессии. Определить парные и частные коэффициенты корреляции, сделать выводы. Дать оценку полученной модели на основе коэффициента детерминации и общего F-критерия Фишера. Оцените полученные результаты и оформите выводы в аналитической записке.

На последнем этапе занятия (это может быть последнее лабораторное занятие) проводится рефлексивная оценка выполненных заданий: сделать выводы по лабораторной работе. Один из группы демонстрирует модель и оценку полученных параметров модели финансовой деятельности компаний.

Достоинство компьютерной математической системы Mathematica в том, что она не только позволяет разнообразить традиционный ход практических занятий, но и способствует выработке у будущих экономистов навыков решения расчётно-аналитических задач средствами ИКТ и, в результате этого, акцентировать внимание студентов не на подсчётах, а на интерпретации полученных результатов. Именно умение проводить экономический анализ различных эконометрических моделей реального мира и осуществлять на их основе оценки и прогнозы является необходимым условием формирования профессиональных компетенций будущих экономистов.

Таким образом, поэтапные экономико-математические задачи позволяют сформировать необходимые для студентов математические компетенции, повысить мотивацию изучения математической статистики и эконометрики, увеличить уровень наглядности. Следует отметить, что высвобожденное время за счёт использования компьютерной математической системы Mathematica будет использовано на рассмотрение дополнительных учебных задач, углубляющих тематику.

Например, выявление гетероскедастичности — это достаточно непростая задача. Данные являются гетероскедастическими, если их вариации не соответствуют случайным отклонениям по той же совокупности. Это понятие отличается от гомоскедастичности (homoscedasticity), где данные соответствуют случайным отклонениям при том же распределении. Многие статистические процедуры не всегда пригодны для гетероскедастических данных. Но там, где в качестве экономических данных используются временные ряды, которые относятся к меняющимся структурам или структурным показателям различных отраслей или стран, они могут легко оказаться гетероскедастическими.

Общие сведения о временных (динамических) рядах студенты приобретают на занятиях по математической статистике. При исследовании экономического временного ряда выделяют несколько составляющих (тренд, сезонная компонента, циклическая компонента, случайная компонента). Важнейшей классической задачей при исследовании экономического временного

ряда является статистическая оценка основной тенденции изучаемого процесса. На первом этапе анализа временного ряда студенты строят графическое представление и описывают поведение временного ряда (3 задачи). На следующем этапе с помощью преподавателя (применяя метод наименьших квадратов) строится модель временного ряда зависимости  $Y$  от  $X$ , где  $X$  – доход семьи,  $Y$  – расходы семьи, выделяемые на отдых в зарубежье. По итогам задачи студенты делают вывод, что не только с математической, но и с экономической точки зрения расходы на отдых определяются не только текущими доходами, но и доходами в предыдущие моменты времени. Далее студентам предлагается в малых группах выполнить своё задание (8 задач). При завершении один из членов группы выступает с докладом о результатах своих исследований.

На занятиях по эконометрике по теме «Анализ временных рядов» (6 ч.) решается многоэтапная экономико-математическая задача (6 заданий). На первом лабораторном занятии даётся материал, который дает возможность освежить знания из области временных рядов, провести обобщение по вопросу исследования временных рядов (выделение и удаление закономерных составляющих временного ряда: тренда, сезонных и циклических составляющих), а также предоставляет почву для дальнейшего анализа модели временного ряда (выявления гетероскедастичности).

В ряде случаев, зная характер данных, появление проблемы гетероскедастичности можно предвидеть и попытаться устранить этот недостаток ещё на этапе спецификации. Однако значительно чаще проблему приходится решать после построения уравнения регрессии. Для выявления гетероскедастичности разработано несколько тестов (Уайта, Голдфелда-Куандта, Бреуша-Пагана). Во всех этих тестах проверяется основная гипотеза  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2$  против альтернативной гипотезы  $H_1$ . Более подробно образец лабораторной работы, в которой выявление гетероскедастичности проводится с помощью теста Голдфелда-Куандта, приведено в Приложении 1.

## 2.4 Результаты педагогического эксперимента

Основной целью педагогического эксперимента являлась проверка гипотезы проводимого исследования, что обучение математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной системы Mathematica будет способствовать повышению математической компетентности студентов, а также повышению интереса к изучаемым дисциплинам. Предлагаемая нами методика обучения математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной системы Mathematica в учебном процессе будущих экономистов определяется задачами исследования, которые призваны выявить, что практическое применение системы Mathematica обеспечивает:

- формирование знаний, умений и навыков использования компьютерных математических систем для решения задач по математической статистике и эконометрике;
- повышение мотивации применения готовых средств информационно-информационных технологий (каковым является среда Mathematica) для решения профессионально-ориентированных задач;
- установление эффективных межпредметных связей математической статистики и эконометрики с информатикой и дисциплинами специализации;
- интенсификацию учебного процесса и расширение математической практики для каждого студента;
- индивидуализацию обучения и обеспечение условий для творческой деятельности обучаемых.

Исходя из этого, экспериментальная проверка проводилась по направлениям:

- 1) измерение информационных умений будущих экономистов в результате использования системы Mathematica на занятиях по математической статистике и эконометрике;

- 2) анализ и сравнение полученных знаний, умений и навыков студентов по математической статистике и эконометрике;
- 3) измерение мотивации обучения студентов экономических специальностей в результате использования системы Mathematica на занятиях по математической статистике и эконометрике.

Проверка этих предположений осуществлялась в ходе опытно-экспериментальной работы, в которой принимали участие студенты и преподаватели Набережночелнинского филиала частного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Института экономики, управления и права (г. Казань)».

Педагогический эксперимент проводился со студентами второго и третьего курсов направления «Экономика» по профилям «Финансы и кредит», «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Налоги и налогообложение», «Прикладная информатика в экономике». Были организованы экспериментальная и контрольная группы. Занятия с контрольной группой проводились по традиционной методике, а в экспериментальной группе — с использованием компьютерной системы Mathematica. В экспериментальную и контрольную группы вошло 36 и 31 студента экономического факультета (соответственно). Отбор в контрольную и экспериментальную группы производился в начале изучения курсов таким образом, чтобы в обеих группах был примерно одинаковый уровень мотивации и уровень математической подготовки студентов.

Для того чтобы педагогическое исследование прошло успешно, необходимо применение таких исследовательских методов, которые обеспечили бы получение достоверного педагогического результата на каждой стадии педагогического эксперимента. Таким образом, методика педагогического эксперимента должна в себя включать опросы, анкетирование студентов и преподавателей, наблюдения на разных этапах эксперимента, письменные проверочные работы, лабораторные работы, анализ результатов зачётов и экзаменов в экспериментальной и контрольной группах. В ходе поискового и



констатирующего этапов нашего педагогического эксперимента были рассмотрены задачи по анализу состояния поставленной проблемы исследования и реальных возможностей применения системы Mathematica, позволяющих обеспечить качественную подготовку на занятиях по математической статистике и эконометрике студентов экономических специальностей.

На констатирующем этапе основными задачами являлись:

- постановки и уточнение гипотезы;
- анализ психолого-педагогических аспектов проблемы исследования;
- выбор и обоснование основных целей и задач исследования;
- изучение опыта работы преподавателей по проблеме внедрения информационно-коммуникационных технологий и применения компьютерной математической системы Mathematica в учебном процессе;
- накопление собственного преподавательского опыта и его анализ.

При этом использовались методы: аналитические, в том числе:

- изучение мнения преподавателей;
- изучение мирового опыта применения системы Mathematica в прикладных, научных и педагогических целях;
- изучение опыта ознакомления студентов экономических специальностей высших учебных заведений с компьютерной математической системой Mathematica;
- теоретический анализ и разработка путей применения системы Mathematica в обучении математической статистике и эконометрике;
- анализ справочной, психолого-педагогической и методической литературы по вопросам исследования.

На втором этапе — в поисковом эксперименте — были поставлены следующие задачи:

- разрабатывались и уточнялись теоретические положения и ключевые понятия, составляющие основу исследования;

- определение путей, способов и характера применения системы Mathematica при обучении математическим дисциплинам. Методы: анкетирование, интервью, наблюдения, изучение работы учащихся и преподавателей;
- разрабатывалась дидактическая модель обучения математической статистике и эконометрике студентов экономических направлений с использованием системы Mathematica, направленная на формирование и развитие математических компетенций студентов.

На третьем — формирующем — этапе осуществлялась опытно-экспериментальная работа по внедрению их в учебный процесс обучения математической статистике и эконометрике студентов экономических направлений, в том числе:

- обоснование выбора и уточнение критериев эффективности обучения математической статистике и эконометрике с помощью компьютерной математической системы Mathematica;
- изучение динамики знаний, умений и навыков студентов в условиях экспериментального обучения математической статистике и эконометрике на основе применения компьютерной математической системы Mathematica;
- были сделаны соответствующие выводы и анализ статистическими методами результатов эксперимента, оформлен текст диссертации.

При этом использовались следующие методы: интервью, анкетирование, изучение результатов деятельности студентов, наблюдение за действиями студентов на занятиях, анализ качественных результатов проведённых занятий и лабораторных работ.

Экспериментальная методика обучения математической статистике и эконометрике с использованием системы Mathematica в учебном процессе строилась на основе использования специально созданного электронного варианта практикума «Методические указания к выполнению лабораторных работ по эконометрике на основе компьютерной математической системы

Mathematica», практикума по дисциплине «Математическая статистика» с использованием компьютерной системы Mathematica для студентов экономических специальностей.

С целью проверки эффективности реализованного экспериментального обучения следует выделить критерии, на основании которых будет произведена оценка степени усвоения учащимися предметных знаний. Были выбраны следующие критерии:

- успеваемость — объем знаний в сравнении с обязательным минимумом содержания математического образования, а также приращение знаний по изучаемым дисциплинам (характеризуется способностью решать задачи различного уровня сложности);
- качество — использование предметных знаний при решении профессионально-ориентированных задач и в практических действиях (характеризуется быстротой нахождения способов решения задач, применением математических знаний в практических ситуациях, а также способностью решать задачи экономического содержания).

Показателем доступности содержания разработанной методики обучения математической статистике и эконометрике может служить изменение уровня сформированности базовых компетенций, под которыми мы понимаем умения решать задачи, анализировать результаты расчётов и обосновывать полученные результаты. Инструментом для оценки уровня сформированности таких компетенций предлагаем выбрать контрольные и лабораторные работы, составленные с учётом предметного содержания курсов математической статистики и эконометрики.

Для оценки динамики изменения мотивации к изучению математической статистики и эконометрики воспользуемся методикой «Диагностика направленности учебной мотивации» Т. Д. Дубовицкой [106]. Цель применения методики — выявить направленность и уровень развития внутренней мотивации учебной деятельности студентов при изучении ими математической статистики и эконометрики с использованием системы Mathematica. Эта ме-

тодика позволяет не только зафиксировать изменение мотивации, но и изменение её направленности с внешней на внутреннюю, и проследить динамику этих изменений. Будем оценивать выраженность внутренней мотивации на трёх уровнях: низком, среднем или высоком. Результаты, полученные при исследовании по этой методике, будем расценивать в качестве показателя эффективности.

Измерительным инструментом для оценки познавательного интереса студентов мы сделали комплексные анкеты для студентов и преподавателей, разработанные автором.

После завершения эксперимента фиксация преобладающего вида мотивации к изучению математики производилась также при помощи методики Т. Д. Дубовицкой. В результате анализа результатов до и после проведения эксперимента было получено, что в контрольной группе наблюдается средний уровень мотивации и преобладает внешняя мотивация, а в экспериментальной группе более выраженная положительная динамика: мотивации изменился со среднего на высокий уровень и у 54% студентов экспериментальной группы стала преобладать внутренняя мотивация.

В конце эксперимента получены следующие результаты анкетирования, выявляющие повышенный познавательный интерес и развивающее воздействие системы Mathematica.

Результаты анкетирования и опроса показывают, что в целом мнение преподавателей и студентов о целесообразности применения системы Mathematica на занятиях по математической статистике и эконометрике для студентов экономических специальностей является положительным (Приложение 2).

Для проверки эффективности методики обучения математической статистике и эконометрике с использованием системы Mathematica были проведены две контрольные работы со студентами второго курса, обучающихся по направлению «Экономика». Первая контрольная работа проводилась в начале прохождения курса и была необходима для того, чтобы оценить стартовую готовность студентов контрольной и экспериментальной групп к обучению, а вторая контрольная работа проводилась по окончании кур-

са для исследования итогов и анализа результатов обучения. Их решали 36 студентов в экспериментальной группе (занятия в которой проводились по экспериментальной методике) и 31 студент в контрольной группе (в ней занятия велись по традиционной методике).

Основной целью педагогического эксперимента являлась проверка поставленной гипотезы. Экспериментальная проверка проводилась по двум направлениям:

- 1) проверка эффективности методики использования информационно-коммуникационных технологий (в частности, Mathematica) на занятиях по математической статистике и эконометрике в вузах экономического направления;
- 2) анализ и сравнение остаточных знаний, умений и навыков студентов по математической статистике и эконометрике.

Сравнение уровней сформированности знаний, умений и навыков студентов по математической статистике в начале и в конце изучаемого курса выявило наличие различий между исследуемыми группами. Установленные различия проверялись на статистическую значимость с применением  $t$ -критерия Стьюдента. Полученные данные свидетельствуют о статистической значимости установленных экспериментальных различий. Столбец  $X$  соответствует данным экспериментальной группы, столбец  $Y$  — данным контрольной группы.

На стартовой позиции необходимо проверить отличается ли уровень успеваемости студентов в контрольной группе от уровня успеваемости студентов в экспериментальной группе. Данные представлены в таблице 2.3. С поставленной целью сформулируем рабочие гипотезы:

$H_0$ (нулевая гипотеза): уровни успеваемости двух групп равны.

$H_1$ (альтернативная гипотеза): уровни успеваемости двух групп различны.

Таблица 2.4

№	X	Y	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$	$Y - \bar{Y}$	$(Y - \bar{Y})^2$
1	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
2	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
3	3	4	-0,91666	0,84027	-0,03225	0,00104
4	5	4	1,08333	1,17361	-0,03225	0,001040
5	5	4	1,08333	1,17361	-0,03225	0,001040
6	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
7	5	5	1,08333	1,17361	0,96774	0,93652
8	5	4	1,08333	1,17361	-0,03225	0,00104
9	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
10	3	3	-0,91666	0,84027	-1,03225	1,06555
11	3	5	-0,91666	0,84027	0,96774	0,93652
12	4	5	0,08333	0,00694	0,96774	0,93652
13	5	4	1,08333	1,17361	-0,03225	0,00104
14	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
15	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
16	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
17	4	3	0,08333	0,00694	-1,03225	1,06555
18	3	5	-0,91666	0,84027	0,96774	0,93652
19	3	5	-0,91666	0,84027	0,96774	0,93652
20	3	3	-0,91666	0,84027	-1,03225	1,06555
21	5	4	1,08333	1,17361	-0,03225	0,00104
22	5	4	1,08333	1,17361	-0,03225	0,00104
23	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
24	3	3	-0,91666	0,84027	-1,03225	1,06555
25	4	5	0,08333	0,00694	0,96774	0,93652

№	X	Y	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$	$Y - \bar{Y}$	$(Y - \bar{Y})^2$
26	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
27	3	5	-0,91666	0,84027	0,96774	0,93652
28	3	3	-0,91666	0,84027	-1,03225	1,06555
29	4	3	0,08333	0,00694	-1,03225	1,06555
30	5	5	1,08333	1,17361	0,96774	0,93652
31	4	4	0,08333	0,00694	-0,03225	0,00104
32	4		0,08333	0,00694		
33	4		0,08333	0,00694		
34	3		-0,91666	0,84027		
35	5		1,08333	1,17361		
36	3		-0,91666	0,84027		

При полученных значениях  $t$ -критерия Стьюдента в ходе обработки результатов эксперимента получим  $t_{\text{эмп.}} \approx 0,0574$ , что не превышает  $t_{\text{кр.}} \approx 2,01$  на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Следовательно, нулевая гипотеза о равенстве уровней успеваемости в обеих группах принимается.

Сравнительный анализ уровней сформированности знаний, умений и навыков студентов по математической статистике в конце изучаемого курса (таблица 2.4.) выявило наличие различий между исследуемыми группами.

**Таблица 2.5**

№	X	Y	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$	$Y - \bar{Y}$	$(Y - \bar{Y})^2$
1	4	4	-0,41667	0,17361	0,09523	0,00907
2	4	4	-0,41667	0,17361	0,09523	0,00907
3	5	3	0,58333	0,34027	-0,90476	0,81859
4	5	4	0,58333	0,34027	0,09523	0,00907
5	5	4	0,58333	0,34027	0,09523	0,00907
6	4	4	-0,41667	0,17361	0,09523	0,00907
7	4	5	-0,41667	0,17361	1,09523	1,19954
8	4	3	-0,41667	0,17361	-0,90476	0,81859

№	X	Y	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$	$Y - \bar{Y}$	$(Y - \bar{Y})^2$
9	3	4	-1,41667	2,00694	0,09523	0,00907
10	4	4	-0,41667	0,173611	0,09523	0,00907
11	5	5	0,58333	0,34027	1,09523	1,19954
12	4	5	-0,41667	0,17361	1,09523	1,19954
13	4	3	-0,41667	0,17361	-0,90476	0,81859
14	4	3	-0,41667	0,17361	-0,90476	0,81859
15	5	4	0,58333	0,34027	0,09523	0,00907
16	4	4	-0,41667	0,17361	0,09523	0,00907
17	5	4	0,58333	0,34027	0,09523	0,00907
18	4	4	-0,41667	0,17361	0,09523	0,00907
19	5	5	0,58333	0,34027	1,09523	1,19954
20	4	3	-0,41667	0,17361	-0,90476	0,81859
21	5	3	0,583333	0,34027	-0,90476	0,81859
22	4	4	-0,41667	0,17361	0,09523	0,00907
23	4	4	-0,41667	0,17361	0,09523	0,00907
24	5	3	0,58333	0,34027	-0,90476	0,81859
25	5	4	0,58333	0,34027	0,09523	0,00907
26	4	5	-0,41667	0,17361	1,09523	1,19954
27	4	4	-0,41667	0,17361	0,09523	0,00907
28	5	5	0,58333	0,34027	1,09523	1,19954
29	5	3	0,58333	0,34027	-0,90476	0,81859
30	5	4	0,58333	0,34027	0,09523	0,00907
31	4	4	-0,41667	0,17361	0,09523	0,00907
32	4		-0,41667	0,17361		
33	4		-0,41667	0,17361		
34	5		0,58333	0,34027		
35	5		0,58333	0,34027		
36	5		0,58333	0,34027		



При полученных значениях  $t$ -критерия Стьюдента в ходе обработки результатов эксперимента получим:  $t_{\text{эмп.}} \approx 5,5202$ , а это превышает  $t_{\text{кр.}} \approx 2,01$  на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Следовательно, более высокий уровень успеваемости по математической статистике в экспериментальной группе статистически значим и является результатом реализованной в экспериментальном обучении методики обучения математической статистике с использованием среды Mathematica.

Для проверки эффективности методики обучения математической статистике и эконометрике в условиях использования среды Mathematica на следующем уровне (углублённом) были поставлены следующие задачи:

- проверить доступность содержания и эффективность реализации методики преподавания эконометрики и математической статистики в условиях использования компьютерной математической системы Mathematica;
- подтвердить влияние методики, основанной на использовании вычислений в среде Mathematica, на рост мотивации и интереса к предметам.

Для выяснения доступности содержания разработанной методики по математической статистике, студентам после изучения тем «Выборка и её характеристика», «Проверка статистических гипотез», «Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей», «Многомерный статистический анализ» были предложены две контрольные работы. Результаты первой контрольной работы показывают, что задание на проверку усвоенного материала с использованием компьютерной математической системы Mathematica в экспериментальной группе выполнено отлично. Задания, которые были ориентировано на понимание статистического смысла в контрольной группе выполнили 64,2%, в экспериментальной группе выполнили без ошибок 86,1%.

Вторая контрольная работа по математической статистике было направлено на проверку умения решать профессионально-ориентированные задачи, а также использования более расширенных возможностей компьютерной

математической системы Mathematica для решения задач со статистическими и экономическими данными в экспериментальной группе. По результатам видно, что в контрольной группе справились с заданиями лишь 64,2% студентов, а в экспериментальной группе – 77,7% студентов. Такой результат был связан с анализом большого количества экономических терминов. Стоит отметить что с задачами, в которых необходимо было выполнить геометрическую интерпретацию полученных результатов в экспериментальной группе, справились все.

Таблица 2.6

### Результаты контрольных работ в экспериментальной группе

№ контр. раб.	выполнение заданий с использованием КМС Mathematica	выполнение заданий с построением графиков в КМС Mathematica	не приступили к решению
1	86,1%	100%	—
2	77,7%	100%	8,3%

Таблица 2.7

### Результаты контрольных работ в контрольной группе

№	справились с заданиями	не приступили к решению
1	64,2%	12,9%
2	64,2%	22,5%

При проведении статистического анализа для проверки эффективности методики обучения эконометрике студентов третьего курса экономических специальностей в условиях использования среды Mathematica в ходе эксперимента были проведены три лабораторные работы. Их решали 36 студентов в экспериментальной группе (занятия в которой проводились по экспериментальной методике) и 31 студент в контрольной группе (в ней занятия велись по традиционной методике).

Для выяснения доступности содержания разработанной методики по эконометрике, студенты выполняли лабораторные работы по темам: «Парная линейная регрессия», «Парная нелинейная регрессия», «Множественная регрессия». Результаты первой лабораторной работы (таблица 2.8) показывают, что в экспериментальной группе задание на проверку усвоенного материала с использованием компьютерной математической системы Mathematica выполнили 94,7% обучаемых. Задания, которые были ориентированы на экономическую интерпретацию полученных в ходе решения результатов, выполнили без ошибок 89,5%. По результатам второй лабораторной работы имеем, что задание на проверку усвоенного нового материала с использованием компьютерной математической системой Mathematica выполнили 89,5%. Задания, которые были ориентированы на экономическую интерпретацию, выполнили без ошибок 84,2%. По результатам третьей лабораторной работы имеем, что задание на проверку усвоенного материала с использованием компьютерной математической системы Mathematica выполнили 78,9%. Задания, которые были ориентированы на экономическую интерпретацию, выполнили без ошибок 78,9%. Не приступили к решению 10,5%. Такой результат был связан с анализом большого количества экономических терминов. С задачами, в которых необходимо было выполнить геометрическую интерпретацию полученных результатов, справились все.

Таблица 2.8

### Результаты лабораторных работ в экспериментальной группе

№ лаб.раб.	выполнение расчётных работ с использованием КМС Mathematica	выполнение эконометрического анализа полученных результатов	не приступили к решению
1	94,7%	89,5%	—
2	71,3%	84,2%	—
3	78,9 %	78,9 %	10,5%

По результатам лабораторных работ в контрольной группе наблюдаем позитивные качественные изменения по развитию умений решать эконометрические задания студентов экономических направлений. Можно (таблица 2.9.) проследить, что в контрольной группе количество студентов, которые справляются с выполнением лабораторной работа с каждым разом возрастает, однако с заданиями, которые были ориентированы на экономическую интерпретацию, могут справиться менее половины.

Таблица 2.9

### Результаты лабораторных работ в контрольной группе

№ лаб.раб.	выполнение расчётных работ	выполнение эконометрического анализа полученных результатов	не приступили к решению
1	70,9%	48,4%	16,1%
2	77,4%	41,9%	22,5%
3	80,6 %	41,9 %	19,4%

Таким образом, полученные результаты проведенного педагогического эксперимента свидетельствуют о том, что гипотеза исследования в составе: правильно использовать в процессе обучения математической статистике и эконометрике выявленные педагогические условия, учитывать уровни формирования математической компетентности студентов при организации обучения, использовать профессионально-ориентированные задания, использовать компьютерную систему Mathematica, и весь этот комплекс условий способствует формированию и развитию математической компетентности будущих бакалавров экономических направлений.

Важным является тот факт, что методика обучения в условиях применения компьютерной системы находится целиком в руках преподавателя,

позволяет ему полноценно использовать все имеющиеся в его распоряжении методические приёмы, сохранять полезные традиции. Большое значение имеет и то, что каждый студент имеет возможность, не обращаясь к педагогу, получать информацию, выполнить любые вычисления, в том числе, относящиеся к способу решения поставленной им самим конкретной учебно-познавательной задачи, получает возможность приобщения к научно-исследовательской работе.

## Выводы по второй главе

1. В исследовании разработана дидактическая модель и методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза с использованием компьютерной математической системы Mathematica на основе концепции фундирования.
2. Дано понятие и разработан иерархический банк профессионально-ориентированных задач по математической статистике и многоэтапных экономико-математических задач по эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica на основе наглядного моделирования.
3. Выявлены и обоснованы этапы, условия и принципы обучения математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica и уровни развития математической компетентности будущих бакалавров экономических направлений вуза. Также разработан и обоснован интегративный комплекс принципов, форм, методов развития математической компетентности будущих бакалавров экономических направлений вуза при обучении математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной математической системы Mathematica.
4. Раскрыты возможности и обоснована методика использования компьютерной математической системы Mathematica в обучении математической статистике и эконометрике как средства повышения учебной мотивации студентов и развития математической компетентности будущих бакалавров экономических направлений вуза.

5. Проведённые исследования показали, что использование компьютерной математической системы Mathematica при решения задач по математической статистике и эконометрике даёт возможность более эффективного формирования математических компетенций у студентов экономических направлений. При этом существенно расширяется практический материал, круг профессионально-ориентированных задач, доступных для студентов, углубляются знания в предметных областях, усиливается интерес к предметам, тем самым совершенствуется профессиональная подготовка будущих специалистов экономического профиля.
6. Получено подтверждение того, что использование компьютерной математической системы Mathematica в обучении математической статистике и эконометрике в вузах экономических направлений даёт возможность формировать высокий уровень мотивации учебной деятельности, практическую направленность обучения, обеспечивающую овладение прочными умениями и навыками, облегчающими учение и дающими обучаемым уверенность в своих силах, совершенствующую профессиональную подготовку.

## Заключение

На основе всестороннего анализа методологической, методической, психолого-педагогической литературы по проблеме исследования процесса обучения математической статистике и эконометрике были выявлены и обоснованы возможности использования компьютерной математической системы Mathematica в обучении математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза.

В диссертации проведен анализ проблемы обучения математической статистике и эконометрике и определение роли информационно-коммуникационных технологий в формировании математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза, что приводит к идее модернизации методических основ обучения их математической статистике и эконометрике.

В диссертационном исследовании была создана и апробирована методика обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений вуза с использованием компьютерной математической системы Mathematica, на основе развёртывания фундирующих конструкторов наглядного моделирования математических знаний и процедур. А также разработана дидактическая модель обучения математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной системы Mathematica, направленная на эффективное формирование и развитие математических компетенций будущих бакалавров экономических направлений вуза.

Целью использования концепции фундирования являлось успешное изучение учебного материала по математической статистике и эконометрике и развитие математических компетенций будущих экономистов с использова-



нием на занятиях компьютерной математической системы Mathematica. На основе анализа видов фундирования и их признаков разработана спираль фундирования знаний по математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной системы Mathematica.

Разработан и реализован иерархический банк профессионально-ориентированных и многоэтапных экономико-математических задач в обучении математической статистике и эконометрике с использованием компьютерной системы Mathematica, направленный на повышение уровня учебной и профессиональной мотивации студентов и на развитие математических компетентностей будущих бакалавров экономических направлений вуза.

Экспериментально проверена эффективность методики обучения математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использованием компьютерной системы Mathematica. Результаты педагогического эксперимента показывают, что разработанные курсы по математической статистике и эконометрике способствуют достижению студентами высокого уровня математических компетенций. Данные эксперимента позволяют признать верность исходной гипотезы исследования, а также эффективность разработанной модели обучения.

В результате педагогического эксперимента был сделан вывод о том, что у студентов экономических направлений повышается мотивация изучения математической статистики и эконометрики за счет возрастающего интереса к изучаемому материалу, решения профессионально-ориентированных задач с использованием компьютерной математической системы Mathematica. Кроме того, у студентов экспериментальной группы повышается успеваемость, поскольку происходит поэтапное усвоение основных понятий и методов математической статистики и эконометрики, каждый из которых опирается на предыдущий, а использование компьютерной математической системы Mathematica даёт возможность студентам самостоятельно проводить исследования социально-экономических процессов.

Можно констатировать, что обучение математической статистике и эконометрике будущих бакалавров экономических направлений с использовани-

ем компьютерной математической системы Mathematica даёт возможность развивать математическую компетентность будущих экономистов, формировать практическую направленность обучения, способствующую совершенствованию профессиональной подготовки, а также организовать на занятиях условия для инновационной деятельности как студентов, так и преподавателей.

# Литература

- [1] Агапова, О. И. О трёх поколениях компьютерных технологий обучения [Текст] / О. И. Агапова, А. О. Кривошеев, А. С. Ушаков // Информатика и образование, 1994. – №2. – С. 34–40.
- [2] Айвазян, С. А. Прикладная статистика. Основы эеонетрики [Текст]: учебник для вузов : в 2 т. / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 56 с.
- [3] Айламазян, А. К. Образование и телекоммуникации [Текст] / А. К. Айламазян // Педагогическая Информатика. 1993. – № 12. – С. 5–11.
- [4] Аладьев, В. З. Введение в среду пакета Mathematica 2.2 [Текст] / В. З. Аладьев, М. Л. Шишаков. – М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», 1997. – 368 с.
- [5] Александров, Г. Н. Программированное обучение и новые информационные технологии обучения [Текст] / Г. Н. Александров // Информатика и образование, 1993. – № 5. – С. 7–19.
- [6] Андрианова, Т. В. Компьютерная революция, информатизация общества и судьбы новых поколений [Текст] / Т. В. Андрианова, А. И. Ракитов // Информатика и молодежь: сб. ст. – М., 1987. – С. 103-147.
- [7] Анисимов, А. В. Принципы построения инструментальных педагогических предметно-ориентированных сред [Текст] / А. В. Анисимов, Н. С. Анисимова, Е. В. Баранова // Структура и математическое обеспечение специализированных вычислительных средств. Межвуз. сб. науч. трудов. – СПб.: ГЭТУ, 1993. – С. 15.

- [8] Анисимов, В. В. Методические особенности применения пакета прикладных программ при обучении математике и информатике [Текст]: дис. ... кан. пед. наук: 13.00.02 / В. В. Анисимов. – М., 1989.
- [9] Анисимова, Н. С. Создание программно-методического комплекса на основе интеграции сред конечного пользователя [Текст]: дис. ... кан. пед. наук: 13.00.02 / Анисимова Наталья Сергеевна. – СПб., 1994.
- [10] Антонова, Л.В. О формировании ценностных ориентаций будущего учителя математики и информатики [Текст] / Л. В. Антонова, Т. В. Бурзамов, А. В. Данеев – Вестник Бурятского Государственного Университета, 2010. – №15. – С. 24–28.
- [11] Апатова, Н. В. Влияние информационных технологий на содержание и методы обучения в средней школе [Текст]: дис. ... доктора пед. наук / Апатова Наталья Владимировна. – М., 1994. – 354 с.
- [12] Апатова, Н. В. Информационные технологии в школьном образовании [Текст] / Н. В. Апатова // – М., 1994. – 228 с.
- [13] Архангельский, С. И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе [Текст] / С. И. Архангельский – М.: Высшая школа, 1976. – 200 с.
- [14] Атоян, Г. А. Некоторые вопросы методологии компьютерного обучения [Текст] / Г. А. Атоян // Материалы междунар. семинара по проблемам дидактики химии. – Польша, Ополе: Опольский университет, 1996. – С. 38–39.
- [15] Афанасьев, В. В. Формирование творческой активности студентов в процессе решения математических задач [Текст] / В.В.Афанасьев : Монография. Ярославль: – ЯГПУ им. К.Д.Ушинского, 1996. – 168 с.
- [16] Афанасьев, В. В. Методические основы формирования творческой активности студентов в процессе решения математических задач [Текст]

- : автореф. дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Афанасьев Владимир Васильевич. – Ярославль, 1997. – 62 с.
- [17] Афанасьев, В. В. Сизов М. А. Математическая статистика в педагогике: учебное пособие / под науч. ред. д-ра ист. наук, проф. М.В. Новикова. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2010. – 76 с.
- [18] Афанасьев, В. В. Методические основы формирования творческой активности студентов в процессе решения математических задач : дис. ... доктора пед. наук [Текст] : 13.00.02 / Афанасьев Владимир Васильевич. – Ярославль, 1997. – 62 с.
- [19] Афанасьев, В. В. Формирование творческой активности студентов в процессе решения математических задач: монография / В. В. Афанасьев. – Ярославль: Изд-во ЯГПИ, 1996. – 166 с.
- [20] Афанасьев, В. В. Экспериментальное исследование творческой активности студентов в процессе обучения математике [Текст]/ В. В. Афанасьев, Е. И. Смирнов // Ярославский педагогический вестник. – 1996. – № 3(6). – С. 110-115.
- [21] Бабанский, Ю. К. Оптимизация процесса обучения [Текст] / Ю. К. Бабанский. – М.: Педагогика. – 1997. – 103 с.
- [22] Баранова, Е. В. Методические рекомендации по использованию вычислительной техники при изучении математики и основ информатики в средней школе и СПТУ [Текст] / Е. В. Баранова, И. В. Баранова, Т. В. Бакалова, А. Н. Загорский, М. И. Калинина, Р. А. Мыркина, С. А. Моркин, Э. Л. Каминская, Х. Л. Стефанова, Т. А. Торубарова, Т. А. Чернышёва, Л. А. Сергеева. – Л.: ЛГПИ им. А. И. Герцена, 1989. – 61 с.
- [23] Беленкова, И. В. Методика использования математических пакетов в профессиональной подготовке студентов вуза [Текст]: дис. ... канд. пед.

наук: 13.00.08 / Беленкова Ирина Вячеславовна. – Екатеринбург, 2004. – 170 с.

- [24] Белошапка, В. К. Информационное моделирование в примерах и задачах [Текст] / В. К. Белошапка. – Омск: Изд-во педагогического института, 1992. – 160 с.
- [25] Белошапка, В. К. О классификации учебных программных средств [Текст] / В. К. Белошапка, А. С. Лесневский. – М.: Просвещение, 1987. – 192 с.
- [26] Беляева, А. В. Компьютерно-опосредствованная совместная деятельность и проблема технического развития [Текст] / А. В. Беляева, М. Коул // Психологический журнал. – 1991. – Т 12. – № 2. – С. 145–152.
- [27] Беспалько, В. П. Слагаемые педагогической технологии [Текст] / В. П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
- [28] Беспалько, В. П. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов [Текст] / В. П. Беспалько, Ю. Г. Татур. – М.: Высшая школа, 1989. – 141 с.
- [29] Беспалько, В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) [Текст] / В. П. Беспалько. – М.: Изд-во МПСИ, – 2008. – 352 с
- [30] Бешенков, С. А. Информатика и информационные технологии: Учеб. пособие для гуманит. факультетов педвузов [Текст] / С. А. Бешенков, А. Г. Гейн, С. Г. Григорьев. – Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 1995. – 144 с.
- [31] Бешенков, С. А. Развитие универсальных учебных действий в общеобразовательном курсе информатики [Текст] / С. А. Бешенков, И. И. Трубина, Э. В. Миндзаева. – Кемерово: Изд-во КРИПКиПРО, 2010. – 111 с.

- [32] Блинов, В. М. Эффективность обучения [Текст] / В. М. Блинов. – М.: Педагогика, 1976. – 192 с.
- [33] Бобков, А. И. Использование логических моделей для автоматизированного обучения и контроля знаний [Текст] / А. И. Бобков, Л. В. Либрович, В. Н. Макаренко // Компьютерные технологии в высшем образовании / Ред. кол.: Тихонов А. Н., Садовничий В. В. и др. – М.: Изд-во Московского университета, 1994. – С. 249–252.
- [34] Бордковский, Г. А. Новые технологии обучения. Вопросы терминологии [Текст] / Г. А. Бордковский, В. А. Извозчиков // Педагогика, 1993. – № 5. – С. 12–15.
- [35] Бордковский, Г. А. Электронно-коммуникативные средства, системы и технологии обучения [Текст] / Г. А. Бордковский, В. А. Извозчиков, А. М. Слуцкий, Е. А. Тумалёва. – СПб.: Образование, 1995. – 240 с.
- [36] Борк, А. Компьютеры в обучении: чему учит история [Текст] / А. Борк // Информатика и образование, 1990. – № 5. – С. 110–118.
- [37] Боткин, Дж. У. Инновационное обучение, микроэлектроника и интуиция [Текст] / Дж. У. Боткин // Перспективы, 1983. – № 1.
- [38] Бочкарева, О. В. О роли профессионально-ориентированных задач в обучении математике [Текст] / О. В. Бочкарева, О. В. Снежкина, М. А. Сироткина // Молодой ученый. – 2014. – № 3. – С. 877–879.
- [39] Брановский, Ю. С. Ведение в педагогическую информатику [Текст] / Ю. С. Брановский. – Ставрополь: Изд-во СПУ. – 1995. – 206 с.
- [40] Братчиков, И. Л. Теория и практика автоматизации учебного процесса ч. 1, ч. 2. [Текст] / И. Л. Братчиков, И. В. Марусева, А. Ю. Казаков. – СПб.: Образование, 1993.
- [41] Булгаков, М. В. Технологические аспекты создания компьютерных обучающих программ [Текст] / М. В. Булгаков, А. Е. Пушкин, С. С. Фомин // Компьютерные технологии в высшем образовании / Ред. кол.:

Тихонов А. Н., Садовничий В. В. и др. – М.: Изд-во Московского университета, 1994. – С. 147–152.

- [42] Буняев, М. Подготовка учителя – решение проблемы информатизации [Текст] / М. Буняев // Информатика и образование, 1991. – № 4. – С. 93–95.
- [43] Бурханова, Ю. Н. Положительные аспекты использования ИКТ в процессе обучения математической статистике студентов экономических специальностей [Текст] / Ю. Н. Бурханова // Перспективы науки. – Тамбов: Издательский дом «ТМБпринт», 2013. – № 2 (41). – С. 22–26.
- [44] Бурханова, Ю. Н. Информационно-коммуникационные технологии в преподавании математической статистики [Текст] / Ю. Н. Бурханова // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – Челябинск: ООО «Элит-Печать», 2013. – № 4. – С. 30–38.
- [45] Бурханова, Ю. Н. Использование информационно-коммуникационных технологий в преподавании курса математической статистики [Текст] / Ю. Н. Бурханова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. Серия Психолого-педагогические науки. – Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. – № 162. – С. 259–264.
- [46] Бурханова, Ю. Н. Сетевое планирование и управление в бизнес-проекте «Создание цеха по изготовлению колбасных изделий» на ООО «УОП "Нефтехим» [Текст] / Ю. Н. Бурханова, Е. А. Касаткина // Сборник докладов регионального макросимпозиума «Обозрение прикладной и промышленной математики в Ставрополье», Том 17, выпуск 3, 1-8 мая 2010 г. – редакция журнала «ОПиПМ». – Москва, 2010. – С. 420–421.
- [47] Бурханова, Ю. Н. Анализ финансового состояния ООО «СпецАвтоКомплект» (г. Набережные Челны) [Текст] / Ю. Н. Бурханова, Е. В. Березина // Молодой ученый: еже-месячный научный журнал. –



- № (16) / отв. ред. О. А. Шульга. – Чита: ООО «Издательство Молодой ученый», 2010. – С. 151–156.
- [48] Бурханова, Ю. Н. Применение методов и моделей сетевого планирования и управления в проекте «Создание цеха по изготовлению колбасных изделий» на ООО «УОП «Нефтехим» [Текст] / Ю. Н. Бурханова, Е. А. Касаткина // Молодой ученый: ежемесячный научный журнал. – № (16). – Чита: ООО «Издательство Молодой ученый», 2010. – С. 175–178.
- [49] Бурханова, Ю. Н. Стохастическое имитационное моделирование и расчет риска методом Монте-Карло инвестиционного проекта ООО ТЭФ «Камтранссервис» [Текст] / Ю. Н. Бурханова, Г. Р. Шарифуллина // Актуальные задачи математического моделирования и информационных технологий: Материалы VI Всероссийской открытой научно-практической конференция, г. Сочи, 22–27 мая 2010 г. / Соч. гос. Ун-т туризма и курорт. де-ла. – Сочи, 2010. – С. 245–247.
- [50] Бурханова, Ю. Н. Статистическая игра контроля качества расходомер-счетчика ЗАО «Взлет» с единичным испытанием [Текст] / Ю. Н. Бурханова, Е. А. Касаткина // Молодой ученый: ежемесячный научный журнал. – № 5 (16). – Чита: ООО «Издательство Молодой ученый», 2010. – Том I. – С. 27–30.
- [51] Бурханова, Ю. Н. Методические аспекты использования компьютерной системы МАТНЕМАТИСА в обучении эконометрике студентов экономических специальностей [Текст] / Ю. Н. Бурханова // Молодой ученый. – Чита: ООО «Издательство Молодой ученый», 2010. – № 9 (20). – С. 201–203.
- [52] Бурханова, Ю. Н. Использование информационных технологий в обучении эконометрике студентов экономических специальностей [Текст] / Ю. Н. Бурханова // Реализация принципа непрерывности в системе учебных предметов в образовательных учреждениях: сборник науч-

ных трудов третьей Всероссийской научно-практической конференции. – Астрахань: Изд-во ГАОУ АО АИПКП, 2011. – С. 71–75.

- [53] Бурханова, Ю. Н. Предпосылки использования информационно-коммуникационных технологий в преподавании математических дисциплин [Текст] / Ю.Н. Бурханова // Институциональные основы и тенденции развития экономики и общества в современном мире: материалы Всероссийской научно-практической конференции (2 февраля 2012 г.). – Казань: Изд-во «Познание» Института экономики, управления и права, 2012. – С. 343–346.
- [54] Бурханова, Ю. Н. Информационно-коммуникационные технологии в преподавании курса математической статистики [Текст] / Ю. Н. Бурханова // Труды X международных Колмогоровских чтений: сборник статей. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2012. – С. 149–153.
- [55] Бурханова, Ю. Н. Задачи математической статистики с применением компьютерной математической системы Mathematica [Текст] / Ю. Н. Бурханова // Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии в образовании и науке – 2012» и труды 3-го российского научного семинара «Методы информационных технологий, математического моделирования и компьютерной математики в фундаментальных и при-кладных научных исследованиях»: Материалы конференции и труды семинара. – Казань: Издательство Казанского (Федерального) университета, 2012 – С. 24–28.
- [56] Бурханова, Ю. Н. Информационно-коммуникационные технологии в преподавании курса математической статистики [Текст] / Ю. Н. Бурханова // Труды XI международных Колмогоровских чтений: сборник статей. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2013. – С. 146–152.
- [57] Бурханова, Ю. Н. Применение современных компьютерных технологий в области математической статистики и эконометрики к исследованию взаимосвязи ключевых и расчётных показателей инвестиционных про-

- ектов [Текст] / Ю. Н. Бурханова, Е. П. Фадеева, Р. Г. Спевачева // Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 января 2014 г.: в 15 частях. Часть 11. – Тамбов: ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2014. С. 23–24.
- [58] Бурханова, Ю. Н. Применение информационно-коммуникационных технологий в области математической статистики и эконометрики к исследованию взаимосвязи показателей инвестиционных проектов [Текст] / Ю. Н. Бурханова // Труды XII международных Колмогоровских чтений: сборник статей. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2014. – С. 133–137.
- [59] Бухбергер, Б. Компьютерная алгебра: символьные и алгебраические вычисления [Текст] / Б. Бухбергер, Дж. Коллинз, Р. Лоос и др. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 392 с.
- [60] Бухвалов, В. А. Методики и технологии образования [Текст] / В. А. Бухвалов. – Рига, 1994. – 62 с.
- [61] Бушкова, О. А. Методические аспекты изучения курса геометрии в педагогическом вузе с использованием компьютерной системы Mathematica [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.03 / Бушкова Ольга Аркадьевна. – Орёл, 2007. – 18 с.
- [62] Ваграменко, Я. А. Информатизация общего образования: итоги и направления дальнейшей работы [Текст] / Я. А. Ваграменко // Педагогическая информатика. – 1997. – № 1. – С. 15-21.
- [63] Васильев, А. Н. Maple 8. Самоучитель [Текст] / А. Н. Васильев. – М.: Диалектика, 2003. – 352 с.
- [64] Васильев, Н. Н. Компьютерная алгебра в физических и математических приложениях [Текст] / Н. Н. Васильев, В. Ф. Еднерал // Программирование. – 1994. – № 1. – С. 70-82.

- [65] Веселов, Е. Н. Среда-ориентированная технология в создании современных интерактивных систем [Текст] / Е. Н. Веселов // Мир ПК, 1988. – № 1. – С. 27–32.
- [66] Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования» [Текст]. – Самара, 2006. – № 1 (6).
- [67] Виштынецкий, Е. И. Вопросы информационных технологий в сфере образования и обучения [Текст] / Е. И. Виштынецкий, А. О. Кривошеев // Информационные технологии. – 1998. – № 2. – С. 32-37
- [68] Войунский, А. Е. Социальные и психологические последствия применения информационных технологий [Текст] / А. Е. Войунский. – М.: Астрель, 2001. – 119 с.
- [69] Волков, А. К. Методические указания к работе с компьютерным учебником [Текст] / А. К. Волков, М. Р. Меламуд, И. К. Станковская. – М.: Изд-во РЭА им. Г. В. Плеханова, 1996. – 44 с.
- [70] Воробьёв, Е. М. Введение в систему «Математика» [Текст] : Учеб. пособие. / Е. М. Воробьёв. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 262 с.: ил.
- [71] Воробьёв, Е. М. Знакомство с *Математикой*: Фрагмент компьютерного учебника в научно-технич. сборнике. – Сайт МГИЭМ (Центр СИТМО, кафедра РТУиС) в Интернете: [cpp.dore.ru/library\\_sb\\_math.html](http://cpp.dore.ru/library_sb_math.html) .
- [72] Воробьёв, Е. М. Математический анализ с *Математикой*: Фрагмент компьютерного учебника в научно-технич. сборнике. – Сайт МГИЭМ (Центр СИТМО, кафедра РТУиС) в Интернете: [cpp.dore.ru/library\\_sb\\_math.html](http://cpp.dore.ru/library_sb_math.html) .
- [73] Выготский, Л. С. Педагогическая психология [Текст] / Л. С. Выготский. – М.: Педагогика, – 1991. – 480 с.

- [74] Гендина, Н. И. Информационная культура, творчество и креативность выпускника высшей школы в контексте проблем развития человеческого капитала информационного общества (ч. 2) [Текст] / Н. И. Гендина // Информационное общество. – 2009. – Вып. 1. – С. 57-63.
- [75] Гергей, Т. Психолого-педагогические проблемы эффективного применения компьютера в учебном процессе [Текст] / Т. Гергей, Е. И. Машбиц // Вопросы психологии, 1985. – № 3. – С. 41–48.
- [76] Гершунский, Б. С. Компьютеризация в сфере образования [Текст] / Б. С. Гершунский. – М.: Педагогика, 1987. – 264 с.
- [77] Глазов, Б. И. Компьютеризированный учебник [Текст] / Б. И. Глазов, Д. А. Ловцов, С. Н. Михайлов, А. В. Сухов // Информатика и образование, 1994. – № 3. – С. 86–94.
- [78] Глушко, В. П. [Аннотация книги Глушко В. П., Глушко А. В. «Курс уравнений математической физики с использованием пакета Mathematica. Теория и технология решения задач.» [Текст] // Санкт-Петербург: Лань, 2010.
- [79] Глушков, В. М. Основы безбумажной информатики [Текст] / В. М. Глушков. – М.: Наука, 1987. – 552 с.
- [80] Говорухин, В. Н. Введение в Maple. Математический пакет для всех [Текст] / В. Н. Говорухин, В. Г. Цибулин. – М.: Мир, 1997. – 208 с.
- [81] Голиков Ю. Я. Методология психологических проблем проектирования техники [Текст] / Ю. Я. Голиков. – М.: Персэ, 2003. – 223 с.
- [82] Гмох, Р. Теория и практика компьютеризации профессионально-методической подготовки учителя химии в педвузах Польши [Текст]: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Гмох Ришард. – СПб., 1997.
- [83] Головина, О. А. О возможностях систем компьютерной математики [Текст] / О. А. Головина // Тезисы докладов III Всероссийской научной конференции. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2004. – С. 118.

- [84] Голоскоков, Д. П. Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple: Учебник для вузов [Текст] / Д. П. Голоскоков. – Спб: Питер, 2004. – 539 с.
- [85] Горохов, Ю. П. О главных направлениях и задачах информатизации высшей школы [Текст] / Ю. П. Горохов, И. И. Жевнов, А. Д. Иванников, Ю. А. Татарников // Высшее образование в России, 1995. – № 1. – С. 20–29.
- [86] Горохов, Ю. П. Основные направления программы информатизации высшего образования [Текст] / Ю. П. Горохов, И. И. Жевнов, А. Д. Иванников, Ю. А. Татарников // Педагогическая Информатика, 1993. – № 2. – С. 38–47.
- [87] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования [Текст]. – М., 2000. – 383 с.
- [88] Гриценко, В. И., Пути развития информатизации образования [Текст] / В. И. Гриценко, А. М. Довгялло // Информатика и образование, 1989. – № 6. – С. 3–12.
- [89] Гриценко, В. И. Информационная технология: вопросы развития и применения [Текст] / В. И. Гриценко, Б. Н. Панышин. – Киев: Наукова думка, 1988.
- [90] Гриценко, В. И. Информационная технология: состояние и вопросы развития [Текст] / В. И. Гриценко, Б. Н. Панышин. – Киев: Наукова думка, 1989.
- [91] Громов, Г. Р. Очерки информационной технологии [Текст] / Г. Р. Громов. – М.: Инфоарт, 1992. – 331 с.
- [92] Грушевский, С. П. Проектирование учебно-информационных комплексов по математике [Текст]: дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Грушевский Сергей Павлович. – Краснодар, 2001. – 385 с.

- [93] Грушевский, С.П. Учебно-информационные комплексы как новое средство обучения математике на современном этапе развития образования [Текст] / С. П. Грушевский // Под ред. А. И. Архиповой – СПб.: изд-во РГПУ им. Герцена, 2001.
- [94] Гурвич, Е. М. Исследовательская деятельность детей как механизм формирования представлений о поливерсионности мира создания навыков поливерсионного исследования ситуаций [Текст] / Е. М. Гурвич // Развитие исследовательской деятельности учащихся: Методический сборник. М.: Народное образование, 2001. С. 68-80.
- [95] Гусарова, В. С. Современные образовательные технологии [Текст] / В. С. Гусарова // Специалист, 1996. – № 1. – С. 20–21.
- [96] Гусев, В. А. Теория и методика обучения математике: психолого-педагогические основы [Текст] / В. А. Гусев // БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 456 с.
- [97] Давыдов, Е. Г. Введение в интегрированную систему Mathematica 2. Технология работы и практика решения задач: Справ. пособие [Текст] / Е. Г. Давыдов. – М., Радио и связь, 1997. – 72 с.: ил.
- [98] Данилов, Ю. А. Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение [Текст] / Ю. А. Данилов. – М.: КомКнига, 2006. – 208 с.
- [99] Дахер, Е. А. Система Mathematica в процессе математической подготовки специалистов экономического профиля [Текст]: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Дахер Екатерина Анатольевна. – М., 2004. – 190 с.
- [100] Девенпорт, Дж. Компьютерная алгебра: системы и алгоритмы алгебраических вычислений [Текст] / Дж. Девенпорт, И. Сирэ, Э. Турнье. – М.: Мир, 1991. – 350 с. / Пер. с франц.: J. Davenport, Y. Siret, E. Tournier. Calcul formel: systèmes et algorithmes de manipulations algébriques. Paris, 1987.

- [101] Дёмушкин, А. С. Компьютерные обучающие программы [Текст] / А. С. Дёмушкин, А. И. Кириллов, Н. А. Сливина, Е. В. Чубров, А. О. Кривошеев, С. С. Фомин // Информатика и образование, 1995. – № 3. – С. 15–21.
- [102] Джонассен Дэвид Х. Компьютеры как инструменты познания: Изучение с помощью технологии, а не из технологии [Текст] / Джонассен Дэвид Х. // Информатика и образование, 1996. – № 4. – С. 117–131.
- [103] Дидактические основы новых информационных технологий обучения: Программа и методические рекомендации к спецкурсу. Сост. Г. А. Кручинина [Текст]. – Н.Новгород: Нижегородский университет, 1992. – 44 с.
- [104] Доманова, С. Р. Методы компьютерного обучения [Текст]: автореф. дис. ... кан. пед. наук: 13.00.02 / Доманова Светлана Рубеновна. – Ростов-на-Дону, РГПИ, 1990. – 21 с.
- [105] Дорошкевич, А. М. Программирование обучения как средство повышения эффективности учебного процесса в высшей школе [Текст]: дис. ... доктора пед. наук / А. М. Дорошкевич. – М., 1971.
- [106] Дубовицкая, Т. Д. Методика диагностики направленности учебной мотивации [Текст] / Т. Д. Дубовицкая // Психологическая наука и образование. 2002. – № 2. – С. 42-45.
- [107] Дьяконов, В. П. Системы символьной математики Mathematica 2 и Mathematica 3 [Текст] / В. П. Дьяконов. – М.: СК Пресс, 1998. – 328 с.: ил.
- [108] Дьяконов, В. П. Maple 7: учебный курс [Текст] / В. П. Дьяконов. – СПб.: Питер, 2003. – 672 с.
- [109] Дьяченко, С. А. Использование интегрированной символьной системы Mathematica в процессе обучения высшей математике в вузе [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Дьяченко Светлана Анатольевна. – Орёл, 2002. – 24 с.



- [110] Дьяченко С. А. Формирование информационной культуры преподавателя вуза [Текст] / С. А. Дьяченко. – Орел: Изд-во ОРАГС, 2006. – 164 с.
- [111] Егорова, Т. О. Готовность студентов педагогических вузов к использованию компьютерной технологии обучения [Текст] / Т. О. Егорова // Педагогические технологии — в практику образования. Ч. 1. – Н.Новгород, НГПУ, 1994. – С. 83–92.
- [112] Елисеева, И.И. Эконометрика [Текст] : учебник / И. И. Елисеева, С. В. Курышева, Т. В. Костеева и др.; под ред. И. И. Елисеевой. – М.: финансы и статистика, 2005. – 576 с.
- [113] Елисеева, И.И. Практикум по эконометрике [Текст] / И. И. Елисеева, С. В. Курышева, Н.М.Гордеенко и др.; под ред. И. И. Елисеевой. – М.: финансы и статистика, 2005.
- [114] Ершов, А. П. Компьютеризация школы и математическое образование [Текст] / А. П. Ершов // Информатика и образование, 1992. – № 5–6. – С. 3-12.
- [115] Ершов, А. П. Компьютеризация школы и математическое образование [Текст] / А. П. Ершов // Математика в школе, 1989. – № 1. – С. 14–30.
- [116] Ершов, А. П. Школьная информатика в СССР: от грамотности к культуре [Текст] / А. П. Ершов // Информатика и образование, 1990. – № 5. – С. 3–5.
- [117] Ершов, А. П. Пакеты прикладных программ как методология решения прикладных задач [Текст] / А. П. Ершов, В. П. Ильин. – М.: Наука, 1982. – 144 с.
- [118] Ершов, А. П. Информатизация: от компьютерной грамотности учащихся к информационной культуре общества [Текст] / А. П. Ершов // Коммунист. –1987. – № 3. – С. 9-12.

- [119] Есаян, А.Р. Теория и методика обучения алгоритмизации на основе рекурсии в курсе информатики педагогического вуза [Текст]: дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Есаян Альберт Рубенович. – Тула, 2001. – 363 с
- [120] Ефимов, А. Н. Информационный взрыв: проблемы реальные и мнимые [Текст] / А. Н. Ефимов. – М.: Наука, 1985. – 182 с.
- [121] Жалдан, М. В. Система подготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе [Текст]: автореф. дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / М. В. Жалдан. – М., 1989. – 50 с.
- [122] Жданов, С. А. Применение информационных технологий в учебном процессе педагогического института и в педагогических исследованиях [Текст]: автореф. дис. ... кан. пед. наук: 13.00.02 / Жданов Сергей Александрович. – М., 1992.
- [123] Железовская, Г. И. Формирование педагогической интеллектуальной культуры [Текст] / Г. И. Железовская // Педагогика, 1995. – № 2. – С. 55-60.
- [124] Жохов, А. Л. Как помочь формированию мировоззрения школьников: Кн. для учителя и не только для него [Текст] / А. Л. Жохов // Самара Изд-во Самар. гос. пед. ун-та «ТОР», 1995.
- [125] Жохов, А. Л. Мировоззрение: становление и развитие, воспитание через образование и культуру: Монография. – Архангельск: ННОУ «Институт управления» / А. Л. Жохов. – Ярославль: Ярославский филиал ИУ, 2007. – 348 с.
- [126] Жохов, А. Л. Научные основы мировоззренчески направленного обучения математике в общественной и профессиональной школе [Текст]: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Жохов Аркадий Львович. – Москва, 1999. – 479 с.

- [127] Журавлёв, В. И. Основы технологии инновационной деятельности в вузовском педагогическом образовании [Текст] / В. И. Журавлёв // Инновационные процессы в профессионально-педагогическом образовании / Материалы Международной конференции. – М., 1995. – С. 1–4.
- [128] Загвязинский, В. И. Инновационные процессы в образовании и педагогическая наука // Инновационные процессы в образовании [Текст] / В. И. Загвязинский. – Тюмень, 1990. – С. 3–9.
- [129] Загвязинский, В. И. Измерение уровня проблемности в обучении [Текст] / В. И. Загвязинский // Объективные характеристики, ритории, оценки и измерения педагогических явлений и процессов / Под ред. А. М. Арсентьева, М. А. Данилова. – М., 1973.
- [130] Зайцева, Л. В. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ [Текст] / Л. В. Зайцева, Л. П. Новицкий и др. – Рига: Занатне, 1989.
- [131] Замков, О. О. Математические методы в экономике [Текст]: учебник / О. О. Замков, А. В. Толстопятенко. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, Изд-во Дис, 1998. – 368 с.
- [132] Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании [Текст] / И. Г. Захарова. – М.: Издательский центр «Академия», – 2003. – 192 с.
- [133] Зеленин, В. М. Методические указания по использованию вычислительной техники в учебном процессе [Текст] / В. М. Зеленин, И. А. Румянцев – Л.: Изд-во РГПУ им. Герцена, 1991. – 85 с.
- [134] Зимняя, А. И., Педагогическая психология [Текст] / А. И. Зимняя. – Учебник для вузов. – Издание второе, дополненное, исправленное и переработанное. – М: Издательская корпорация «Логос», 2000. – 384 с. А. И. Герцена, 1991. – 85 с.
- [135] Зубова, Е. А., Критерии отбора исследовательских профессионально ориентированных задач [Текст] / Е. А. Зубова В. Н. Осташков,

- Е. И. Смирнов // Ярославский педагогический вестник. 2008. – № 4 (57). – С. 16–22.
- [136] Зубова, Е. А. Наглядное моделирование в обучении математике будущих инженеров / Е. А. Зубова, Е. И. Смирнов [Текст] // Ярославский педагогический вестник. 2011. – № 4. – Том II. – С. 195–204.
- [137] Иванников, А. Д. Перспективные информационные технологии в концепции информатизации высшего образования / А. Д. Иванников, Ю. Л. Ижванов, А. О. Кривошеев // Компьютерные технологии в высшем образовании / Ред. кол.: Тихонов А. Н., Садовничий В. В. и др. – М.: Изд-во Московского университета, 1994. – С. 23–32.
- [138] Иванова, Т. А. Использование информационных технологий в обучении математике и информатике студентов средних специальных учебных заведений технического профиля [Текст]: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Иванова Татьяна Александровна. – Елабуга, 2008. – 227 с.
- [139] Ивановский, Р. И. Компьютерные технологии в науке и образовании. Практика применения систем MathCAD 7.0 PrO, MathCAD 8.0 Pro и MathCAD 2000 Pro: Учебное пособие [Текст] / Р. И. Ивановский. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 201 с
- [140] Ивановский, Р. И. Системы компьютерной математики как необходимый элемент формирования умений [Текст] / Р. И. Ивановский // Научно-Технические Ведомости СПбГТУ. – М.: Мин.Образование Российской Федерации СПбГТУ, 2002. – № 3. – С. 16–22.
- [141] Ивановский, Р. И. Системы компьютерной математики в школе (первый опыт) [Текст] / Р. И. Ивановский // Компьютерные инструменты в образовании. – 2005. – № 3. – С. 32–37.
- [142] Ивановский, Р. И. Математическое программное обеспечение в образовательном процессе [Текст] / Р. И. Ивановский // Компьютерные инструменты в образовании. – 2002. – № 6 – С. 3–9.

- [143] Извозчиков, В. А. Инфоноосферная эдукология: новые информационные технологии обучения [Текст] / В. А. Извозчиков. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 1991. – 120 с.
- [144] Извозчиков, В. А. Новые информационные технологии обучения: Учеб. пособие [Текст] / В. А. Извозчиков. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 1991. – 120 с.
- [145] Ильин, Е. П. Мотивация и мотивы. [Текст] / Е. П. Ильин. – СПб.: Питер, 2002. – 512 с.
- [146] Ильина, Т. А. Вопросы теории и методики педагогического эксперимента [Текст] / Е. П. Ильина. – М.: Знание, 1975. – 123 с.
- [147] Ильина, Т. А. Структурно-системный подход к организации обучения [Текст] / Е. П. Ильина. – М.: Знание, 1988.
- [148] Информационная технология в университетском образовании: Сб. статей [Текст]. – М.: Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 1991. – 207 с.
- [149] Информационные технологии в непрерывном образовании [Текст] // Тезисы докладов Международной конференции-выставки ИТНО'95. – Петрозаводск, 5 – 9 июня 1995 г.
- [150] Калиниченко, Л. А. Машины баз данных и знания [Текст] / Л. А. Калиниченко. – М.: Наука, 1990.
- [151] ) Капустина Т. В. Дифференциальная геометрия в среде Mathematica [Текст] / Т. В. Капустина. - Deutschland: LAMBERT AcademicPublishing, 2013. - 180 с.: ил.
- [152] Капустина, Т. В. Компьютерная система Mathematica 3.0 в вузовском образовании [Текст] / Т. В. Капустина. – М.: МПУ, 2000. – 240 с.
- [153] Капустина, Т. В. Компьютерная система Mathematica 3.0 для пользователей [Текст] / Т. В. Капустина. – М.: СОЛОН-Р, 1999. – 240 с.

- [154] Капустина, Т. В. Новые информационные технологии обучения математическим дисциплинам в педвузе (на основе компьютерной системы Mathematica) [Текст] / Т. В. Капустина. – М.: МПУ, 2001. – 92 с.
- [155] Капустина, Т. В. Система Mathematica в процессе обучения геометрии в педвузе [Текст] / Т. В. Капустина // Информатика и образование, 1999. – № 8. – С. 71–78.
- [156] Капустина, Т. В. Теория и практика создания и использования в педагогическом вузе новых информационных технологий на основе компьютерной системы Mathematica (физико-математический факультет) [Текст]: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08, 13.00.02: защищена 25.09.01: утв. 18.01.02 / Татьяна Васильевна Капустина. – М., 2001. – 254 с
- [157] Карп, А. П. О некоторых вопросах изучения курса «Основы информатики и вычислительной техники» в средней школе [Текст] / А. П. Карп. – Л.: Б.и., 1987. – 42 с.
- [158] Карпухина, С. В., Персонализированное обучение алгебры и началам математического анализа с использованием компьютерной системы «Mathematica» [Текст]: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Карпухина Светлана Викторовна. – Рязань, 2009. – 243 с.
- [159] Карпов, В. Я. Разработка и использование пакетов прикладных программ [Текст] / В. Я. Карпов, Д. А. Корягин. – М.: Наука, 1987. – 190 с.
- [160] Керр, А. Новые информационные технологии и реформа школы [Текст] / А. Керр // Информатика и образование, 1993. – № 5. – С. 117–122.
- [161] Ким, Г. Д. О компьютерном учебнике по линейной алгебре [Текст] / Г. Д. Ким, Л. В. Кривцов, В. В. Бежан, Д. А. Доценко // Компьютерные технологии в высшем образовании / Ред. кол.: Тихонов А. Н., Садовничий В. В. и др. – М.: Изд-во Московского университета, 1994. – С. 333–352.

- [162] Кирсанов, М. Н. Графы в Maple [Текст] / М. Н. Кирсанов. – М.: Физматлит, 2007. – 168 с.
- [163] Кирсанов, А. С. Система Mathematica как средство обучения математике школе [Текст] / А. С. Кирсанов. // Тезисы докладов III Всероссийской научной конференции. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2004. – С. 121–122.
- [164] Клейман, Г. Н. Школы будущего: компьютеры в процессе обучения [Текст] / Г. Н. Клейман. – М.: Радио и связь, 1990.
- [165] Клековкин, Г. А. Задачный подход в обучении математике [Текст] / Г. А. Клековкин, А. А. Максютин. – М., Самара: СФ ГОУ ВПО МГПУ, 2009. – 184 с.
- [166] Клякля М. Формирование творческой математической деятельности учащихся в классах с углубленным изучением математики в школах Польши. : дис. . . . д-ра пед. наук: 13.00.02 / Клякля Мачей. – М. : 2003. – 285 с.
- [167] Когдов, Н. М. ЭВМ в образовательных системах развитых капиталистических стран [Текст] / Н. М. Когдов, Е. Ю. Семёнова. – М., 1990. – 56 с. (Новые информационные технологии в образовании: Обзор. инф. НИИВШ, вып. 1)
- [168] Козлов, О. А. Некоторые аспекты создания и применения компьютеризованного учебника [Текст] / О. А. Козлов, Е. А. Солодова, Е. Н. Холодов / Информатика и образование, 1995. – № 3. – С. 59–61.
- [169] Коллис Бетти / Информационные технологии — источник новых учебных ситуаций [Текст] // Перспективы: вопросы образования, 1991. – № 2. – С. 43–57.
- [170] Коломинский, Я. Л. Социальные эталоны как стабилизирующие факторы «социальной психики» [Текст] / Я. Л. Коломинский // Вопросы психологии, 1972. – № 1. – С. 99–110.

- [171] Колягин, Ю. М. Задачи в обучении математике – ч 1 [Текст] / Ю. М. Колягин. – М.: Просвещение, 1977. – 113 с.
- [172] Компьютерная технология обучения. Словарь-справочник. [Текст] / Под ред. Гриценко В. И., Довгялло А. М., Савельева А. Я. – Киев: Наукова думка, 1992.
- [173] Компьютерные технологии в высшем образовании [Текст] // Тезисы докл. Всероссийской научно-методич. конференции, СПб., 14 – 18 марта 1994 г. – СПб.: СПбГИТМО, 1994.
- [174] Компьютерные технологии в высшем образовании [Текст] / Ред. кол.: Тихонов А. Н., Садовничий В. В. и др. – М.: Изд-во Московского университета, 1994.
- [175] Компьютеры в обучении: шведский путь [Текст] // Информатика и образование, 1992. – № 1. – С. 112–117.
- [176] Концепция информатизации образования [Текст] // Информатика и образование, 1990. – № 1. – С. 3–9.
- [177] Корнилов, П. А. Создание дидактических материалов по математике в MathCAD [Текст] / П. А. Корнилов, У. В. Плясунова // Информатика и образование, 2001. – № 5. – с. 81-94.
- [178] Корнилов, В. С. Теоретические и методические основы обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений в условиях гуманитаризации высшего математического образования [Текст]: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Корнилов Виктор Семёнович . – М., 2008. – 479 с.
- [179] Корнилова, Т. В. Принятие интеллектуальных решений в диалоге с компьютером [Текст] / Т. В. Корнилова. – М.: МГУ. – 306 с.
- [180] Коршунов, С. В. Введение ФГОС ВПО: первый год работы в оценках и мнениях специалистов по учебно-методической работе [Текст] / С. В. Коршунов, В. В. Зырянов // «Высшее образование в России», 2013, № 2, – С. 16–27.



- [181] Краснов, А. В. Система информатизации высшей школы в России [Текст] / А. В. Краснов // Информатика и образование, 1993. – № 2. – С. 3–5.
- [182] Кривошеев, А. О. Конкурс «Электронный учебник» [Текст] / А. О. Кривошеев // Компьютерные технологии в высшем образовании / Ред. кол.: Тихонов А. Н., Садовничий В. В. и др. – М.: Изд-во Московского университета, 1994. – С. 264–266.
- [183] Кристалинский, Р. Е. Преобразования Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики [Текст] / Р. Е. Кристалинский, В. Р. Кристалинский // Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия. Телеком, 2006. – С. 216.
- [184] Кручинина, Г. А. Дидактические основы формирования готовности будущего учителя к использованию новых информационных технологий обучения [Текст]: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Кручинина Галина Александровна. – Н.Новгород, 1995.
- [185] Кудрявцев, А. Я. К проблеме принципов обучения [Текст] / А. Я. Кудрявцев // Советская педагогика. – 1981. – № 8. – С. 100–106.
- [186] Кузнецов, Э. И. Новые информационные технологии в обучении математике [Текст] / Э. И. Кузнецов // Математика в школе, 1990. – № 5. – С. 5–8.
- [187] Кузнецова, Н. Е. Педагогические технологии в предметном обучении: Лекции [Текст] / Н. Е. Кузнецова. – СПб.: Образование, 1995. – 50 с.
- [188] Кулагин, В. П. Информационные технологии в сфере образования: Справочное изд-е для общеобразоват. учеб. заведений / В. П. Кулагин [и др.]; отв. ред. Г. В. Кольцова. – М.: Янус, 2004. – 248 с.
- [189] Лапчик, М. П. Информатика и компьютерные технологии в содержании профессиональных программ высшего педагогического образова-

- ния [Текст] / М. П. Лапчик // Педагогическая Информатика, 1994 – № 12. – С. 32–39.
- [190] Лапчик, М. П. Информатика и технология: компоненты педагогического образования [Текст] / М. П. Лапчик // Информатика и образование, 1991. – № 6. – С. 3–8.
- [191] Лапчик, М. П. Информатика и технология: компоненты педагогического образования [Текст] / М. П. Лапчик // Информатика и образование, 1992. – № 1. – С. 3–6.
- [192] Лапчик, М. П. Структура и методическая система подготовки кадров информатизации школы в педагогических вузах [Текст]: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Лапчик Михаил Павлович. – М.: 1999. – 82 с.
- [193] Лапчик, М. П. Структура и содержание компьютерной подготовки студентов математического факультета педвуза. Методические рекомендации [Текст] / М. П. Лапчик. – Омск: Изд-во ОГПИ, 1988.
- [194] Леонтьев, А. Н. Проблемы развития психики [Текст] / А. Н. Леонтьев. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1972. – 632 с.
- [195] Луковников, А. И. Компьютерное сопровождение обучения в курсе общей физики [Текст] / А. И. Луковников // Компьютерные технологии в высшем образовании / Ред. кол.: Тихонов А. Н., Садовничий В. В. и др. – М.: Изд-во Московского университета, 1994. – С. 275–287.
- [196] Лунгу, К. Н. Дидактический аспект понимания как необходимого условия формирования профессиональной компетентности студентов [Текст] / К. Н. Лунгу, Е. И. Смирнов, В. В. Юдин // Ярославский педагогический вестник. 2013. – № 1. – Том II (Психолого-педагогические науки) – С. 131–137.
- [197] Ляудис, В. Я. Психология и практика автоматизированного обучения [Текст] / В. Я. Ляудис, О. К. Тихомиров // Вопросы психологии, 1983. – № 6.

- [198] Майер, В. Р. Методическая система геометрической подготовки учителя математики на основе новых информационных технологий [Текст]: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Майер Валерий Робертович. – Красноярск, 2001. – 351 с.
- [199] Макарова Н. В. Статистика в Excel [Текст] : учебное пособие / Н. В. Макарова, В. Я. Трофимцев. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 268 с.
- [200] Макарова Н.В. Основы информатики и вычислительной техники [Текст] / Н. В. Макарова, Ю. И. Юкелис, Л. В. Лазарефич. Издательство С.- Петерб. ун-та, 1995. – 154 с.
- [201] Манзон, Б. М. Mathematica 3.0: борьба за лидерство [Текст] / Б. М. Манзон // Мир ПК, 1997. – № 11. – С. 42–50.
- [202] Мантуров, О. В. Mathematica 3.0 и её роль в изучении математики [Текст] / О. В. Мантуров // Опубликовано в Интернете: [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) 9 января 2001 г. – 5 с.
- [203] Мартиросян, Л. П. Информатизация математического образования: теоретические обоснования; научно-методическое обеспечение [Текст] / Л. П. Мартиросян. – М.: ИИО РАО, 2009. – 236 с.
- [204] Математический энциклопедический словарь [Текст] / Сост. и гл. ред. Ю. В. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – С. 118-119.
- [205] Материалы XVII Международной конференции «Применение новых технологий в образовании» [Текст]. – Троицк, 2006. – С. 717.
- [206] Материалы международной научно-практической конференции ИТО-Поволжье 2007. Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования» [Текст]. – Казань: Изд-во «Фолиантъ», 2007. – № 1 (8). – 432 с.
- [207] Матрос, Д. Ш. Информационная модель школы [Текст] / Д. Ш. Матрос // Информатика и образование, 1996. – №3. – С. 1–8.

- [208] Матросов, А. В. Maple 6. Решение задач высшей математики и механики [Текст] / А. В. Матросов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – С. 528.
- [209] Матюшкин А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении [Текст] / А. М. Матюшкин. – М.: Педагогика, 1972. – 168 с.
- [210] Махмутов, М. И. Принцип профессиональной направленности преподавания в среднем ПТУ [Текст] / М. И. Махмутов, А. М. Власенков // Принцип обучения в среднем ПТУ: Сборник научных трудов. Под ред. А. А. Кирсанова. – М.: Издательство АПН СССР, 1986. – С. 50–53.
- [211] Машбиц, Е. И. Компьютеризация обучения: проблемы и перспективы [Текст] / Е. И. Машбиц. – М.: Знание, 1986. – 80 с.
- [212] Машбиц, Е. И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения [Текст] / Е. И. Машбиц. – М.: Педагогика, 1988. – 192 с.
- [213] Меламуд, М. Р. Место компьютерного учебника в учебном процессе [Текст] / М. Р. Меламуд // X Международные Плехановские чтения. Тезисы докл. – М.: Изд-во РЭА им. Г. В. Плеханова, 1997. – С. 214–216.
- [214] Меламуд, М. Р. Методические основы построения компьютерного учебника для вузов [Текст]: дис. ... кан. пед. наук: 13.00.02 / Меламуд Марина Романовна. – М., 1998.
- [215] Методы педагогических исследований [Текст]. – М.: Педагогика, 1979. – 225 с.
- [216] Митина, Л. М. Психология развития конкурентноспособной личности [Текст] / Л. М. Митина. – М.: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2002. – 400 с.
- [217] Мисюк, Т. М. Компьютерные методы научных исследований и символьных вычислений в современной математике [Текст] / Т. М. Мисюк // «Математика. Образование. Культура»: Материалы II Международной научной конференции. – Тольятти, 2005. – С. 257–260.

- [218] Могилёв, А. В. Дидактические принципы в компьютерном обучении [Текст] / А. В. Могилёв, С. А. Титоренко // Педагогическая Информатика, 1993. – № 2. – С. 10–16.
- [219] Молчанов, И.Н. Компьютерный практикум по начальному курсу по эконометрики (реализация Eviews) [Текст] : Практикум / И. Н. Молчанов, И. А. Герасимова // Ростов-н/Д : Ростовский государственный университет, 2001. – 58 с.
- [220] Монахов, В. М. Технологические основы проектирования и конструирования учебного процесса [Текст] / В. М. Монахов. – Волгоград: Перемена, 1995.
- [221] Монахов, В. М. Перспективы разработки и внедрения новой информационной технологии на уроках математики [Текст] / В. М. Монахов // Математика в школе, 1991. – № 3. – С. 58–62.
- [222] Монахов, В. М. Проектирование и внедрение новых технологий обучения [Текст] / В. М. Монахов // Советская педагогика, 1990. – № 7. – С. 17–23.
- [223] Монахов, В. М. Что такое новая информационная технология обучения [Текст] / В. М. Монахов // Математика в школе, 1990. – № 2. – С. 47–54.
- [224] Ниренбург, Т. Л. Методические аспекты применения среды Derive в средней школе [Текст]: дис. ... кан. пед. наук: 13.00.02 / Ниренбург Татьяна Леонидовна. – СПб., 1997.
- [225] Надежина, М. Е. Использование новых информационных технологий на занятиях по дискретной математике [Текст] / М. Е. Надеждина // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». – Самара, 2006. – № (6). – С. 147.
- [226] Новожилов, Э. Д. О логике научного педагогического исследования [Текст] / Э. Д. Новожилов // В сб.: Профессиональная подготовка в

высшей педагогической школе накануне XXI века. Межвуз. сб. науч. трудов. – М.: Изд-во МПУ, 1997. – С. 6–25.

- [227] Новые информационные технологии в университетском образовании [Текст] // Материалы Международной научно-методической конференции. Новосибирск: НИИ МИОО НГУ, 1995. – 272 с.
- [228] Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров [Текст] / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров. Под ред. Е. С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 272 с.
- [229] Опыт и проблемы внедрения компьютерной техники в учебном процессе [Текст]: Тезисы докл. – Челябинск, ЧГУ, 1990. – 95 с.
- [230] Паньков, А. В. Математическое моделирование с использованием КМС Mathematica: Методическое пособие [Текст] / А. В. Паньков. – Елабуга: ЕГПУ, 2008. – 36 с.
- [231] Педагогика: педагогические теории, системы, технологии [Текст] / Под. ред. С. А. Смирнова. – М.: Академия, 1999. – 509 с.
- [232] Пейперт, С. Переворот в сознании: дети, компьютеры и плодотворные идеи [Текст] / С. Пейпер. – М.: Педагогика, 1989. – 234 с.
- [233] Первин, Ю. А. Учебно-ориентированные пакеты прикладных программ (методика использования и технология проектирования) [Текст] / Ю. А. Первин. – М.: Просвещение, 1987.
- [234] Петерсон, Л. Г. Деятельностный метод обучения: образовательная система «Школа 2000...» [Текст] / Л. Г. Петерсон // Построение непрерывной сферы образования. – М.: АПК и ППРО, УМЦ «Школа 2000...», 2007. – 448 с.
- [235] Петровский, А. В. Общая психология [Текст] / А. В. Петровский. – М.: Просвещение, 1986. – 479 с.

- [236] Петухова, Л. Структура и содержание мотивационного обеспечения обучающих программ [Текст] / Л. С. Петухова // Информатика и образование, 1991. – № 3.
- [237] Плясунова, У. В. Использование компьютерных математических систем в обучении математике студентов специальности «Информатика» педагогических вузов [Текст] : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02./ Плясунова Ульяна Валерьевна. – Ярославль, 2004. – 220 с.
- [238] Подготовка учителя математики: Инновационные подходы: Учеб. пособие [Текст] // Под ред. проф. В.Д.Шадрикова. – М.: Гардарики, 2002. – 383 с.: ил.
- [239] Полат, Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие для студентов педагогических вузов и системы повышения квалификации педагогических кадров [Текст] / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров // Под. ред. Е. С. Полат. – М.: Изд. центр «Академия», – 2000. – 272 с.
- [240] Попов, Э. В. Экспертные системы: классификация, состояние, проблемы, тенденции [Текст] / Э. В. Попов. – М.: Наука, 1991.
- [241] Программа информатизации образования в Российской Федерации на 1994–1995 гг. [Текст] // Информатика и образование, 1993. – № 6. – С. 8–13.
- [242] Прохоров, Г. В. Математический пакет Maple V Release 4: Ру-ководство пользователя [Текст] / Г. В. Прохоров, В. В. Колбеев, К. И. Желнов, М А. Леденев. – Калуга: Облиздат, 1998. – 200 с.
- [243] Рагулина, М. И. Исследовательский аспект применения компьютерных систем в обучении математике [Текст] / М. И. Рагулина // Информатика и образование. – 2008. – № 10. – С. 83–88.

- [244] Ракитов, А. И. Информатизация общества и стратегия ускорения [Текст] / А. И. Ракитов // Вопросы теории и жизни: сб. ст. – М., 1987. – № 8. – С. 70–76.
- [245] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г. № 2506-р г. Москва [Электронный ресурс]. Введ. 27.12.2013. – Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru>.
- [246] Ратников, Т.А. Сборник задач по эконометрике–2 для студентов нематематических специальностей [Текст] / А.И.Ратников, О.А.Демидова // М.: 2006
- [247] Ретунская, И. В. Отечественные системы для создания компьютерных учебных курсов [Текст] / И. В. Ретунская, М. В. Шугрина // Мир ПК, 1993. – № 7. – С. 55–60.
- [248] Ретунская, И. В. IBM и Macintosh в сфере образования [Текст] / И. В. Ретунская, М. В. Шугрина // Мир ПК, 1994. – №3. – С. 90–98.
- [249] Роберт, И. В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования [Текст] / И. В. Роберт. – М.: Школа-Пресс, 1994. – 205 с.
- [250] Роберт, И. В. Теоретические основы создания и использования средств информатизации образования [Текст]: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Роберт Ирэна Веняминовна. – М., 1994. – 339 с.
- [251] Роберт, И. В. Методические рекомендации по созданию и использованию педагогических программных средств [Текст] / И. В. Роберт // Сб. статей / АПН СССР, НИИ средств обучения и учебной книги. – М.: НИИСОПУК, 1991. – 99 с. – С. 3–34.
- [252] Роберт, И. В. Перспективные направления развития процесса информатизации образования [Текст] / И. В. Роберт // Информационные технологии в образовании: Междун. научно-практ. конф., 15-18 мая 1995 г.: тез. докл. – М., Изд-во МГУ, 1995. – С. 103-108.



- [253] Ровенский, В. Ю. Теория кривых. Лекции по дифференциальной геометрии, ч. 1: Учеб. пособие (с приложениями по компьютерному моделированию) [Текст] / В. Ю. Ровенский. – Красноярск: Изд-во КГПУ, 1996. – 196 с.
- [254] Розов, Н. Х. Некоторые проблемы методики использования информационных технологий и компьютерных продуктов в учебном процессе средней школы. [Текст] / Н. Х. Розов // Информатика. 2005. – № 6. – С. 26
- [255] Российская педагогическая энциклопедия: В 2-х т. – Т. 1 / Гл. ред. В. В. Давыдов. – М.: Большая российская энциклопедия, 1993. – 608 с.
- [256] Рубинштейн, С. Л. О мышлении и путях его исследования [Текст] / С. Л. Рубинштейн. – М.: Педагогика, 1985. – 146 с.
- [257] Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии [Текст] / С. Л. Рубинштейн. – СПб: Издательство «Питер», – 2000. – 712 с.
- [258] Савельев, А. Я. Технологии обучения и их роль в реформе высшего образования [Текст] / А. Я. Савельев // Высшее образование в России, 1994. – № 2. – С. 36–37.
- [259] Сакман, Г. Решение задач в системе человек – ЭВМ [Текст] / Г. Сакман. – М.: Мир, 1973. – 351 с. / Пер. с англ.: Sackman H. Man – komputer problem solving. – Auerbach Publishers Inc. Princeton – New-York – Philadelphia – London, 1970.
- [260] Саранцев, Г. И. Методология методики обучения математике [Текст] / Г. И. Саранцев. – Саранск: Тип. «Крас. Окт.», 2001. – 144 с.
- [261] Саранцев, Г. И. Методическая система обучения предмету как объект исследования [Текст] / Г. И. Саранцев // Педагогика, 2005. – № 2, – С. 30–36.

- [262] Сборник материалов международной конференции «Системы компьютерной математики и их приложения» [Текст]. – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2007. – Вып. 8.
- [263] Сборник материалов международной конференции «Системы компьютерной математики и их приложения» [Текст]. – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2008. – Вып. 9.
- [264] Сборник научных трудов молодых математиков КГПУ «Вопросы современной математики и информационных технологий в математическом образовании» [Текст] / под ред. Игнатьева Ю. Г. – Казань: КГПУ, 2004. – 95 с.
- [265] Свириденко, С. С. Информационные технологии в интеллектуальной деятельности: Учеб. пособие [Текст] / С. С. Свириденко. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1995. – 239 с.
- [266] Свириденко, С. С. Современные информационные технологии [Текст] / С. С. Свириденко. – М.: Радио с связь, 1990. – 304 с.
- [267] Свиридов, А. П. Учебное пособие по курсу «Теория и методы статистических исследований»: планирование и обработка данных эксперимента [Текст] / А. П. Свиридов, О. А. Бондин, В. Г. Усков. – М.: МЭИ, 1992. – 82 с. bibitemSdvi Сдвижков, О. А. Математика на компьютере: Maple 8 [Текст]. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 176 с.
- [268] Секованов, В. С. Обучение фрактальной геометрии как средство формирования креативности студентов физико-математических специальностей университетов [Текст]: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Секованов Валерий Сергеевич. – М., 2007. – 393 с.
- [269] Селевко, Г. К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие [Текст] / Г. К. Селевко. – М.: Народное образование, – 1998. – 256 с.

- [270] Семакин, И. Г. Информатика. Задачник-практикум в 2 т [Текст]. / И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер. – М.: Бином, 2004. – Т. 2. – 278 с
- [271] Сергеева, Т. Новые информационные технологии и содержание обучения [Текст] / Т. Сергеева // Информатика и образование, 1991. – № 1.
- [272] Сергеева, Т. Дидактические требования к компьютерным обучающим программам [Текст] / Т. Сергеева, А. Чернявская // Информатика и образование, 1988. – № 1. – С. 48–51.
- [273] Сластенин, В.А. Педагогика. Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений [Текст] / В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов; Под ред. В. А. Сластенина. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 576 с.
- [274] Смирнов, А. В. Теория и методика применения средств новых информационных технологий в обучении физике [Текст]: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Смирнов Александр Викторович. – М., 1996. – 439 с.
- [275] Смирнов, С. Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности [Текст] / С. Д. Смирнов. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 304 с.
- [276] Смирнов, Е. И. Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагогов [Текст] / Е. И. Смирнов. – Ярославль: Издательство «Канцлер», 2012. – 646 с.
- [277] Смолина, Л. В. Профильный курс экономических приложений информатики как средство формирования готовности старшеклассников к профессиональному самоопределению [Текст]: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Смолина Людмила Владимировна. – Омск, 1999. – 195 с.
- [278] Соловов, А. В. Информационные технологии обучения в профессиональном образовании [Текст] / А. В. Соловов // Информатика и образование, 1996. – № 1. – С. 13–19.

- [279] Солонин, В. В. Электронные средства, высокие технологии в системе персонализированного образования: Монография – учебное пособие [Текст] / В. В. Солонин, В. М. Солонин, А. Г. Солонина. – М.: ТЦ Сфера, 2003. – 131 с.
- [280] Стефанова, Н. Л., Изучение отдельных тем школьного курса математики при использовании компьютера: Методич. рекомендации [Текст] / Н. Л. Стефанова, Е. В. Баранова и др.. – СПб.: Образование, 1993. – 82 с.
- [281] Стрикелева, Л. В., Организация учебного процесса с помощью АОС. Педагогические основы [Текст] / Л. В. Стрикелева, М. У. Пискунов, Н. И. Тихонов. – Мн.: Университетское, 1986. – 93 с.
- [282] Суслов, В.И. Эконометрия [Текст] : учебник / И. В. Суслов, Н. М. Ибрагимов, Л. П. Талышева, А. А. Цыплаков // Новосибирск : Изд. СО РАН, 2005 – 744 с.
- [283] Талызина, Н. Ф. Внедрению компьютеров в учебный процесс — научную основу [Текст] / Н. Ф. Талызина // Советская педагогика, 1985. – № 12. – С. 34-38.
- [284] Талызина, Н. Ф. Педагогическая психология [Текст] / Н. Ф. Талызина. – М.: Издат. центр «Академия», – 1998. – 288 с.
- [285] Тарасевич, Ю. Ю. Информационные технологии в математике [Текст] / Ю. Ю. Тарасевич. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 114 с.
- [286] Теоретические основы обучения математике в средней школе: психология математического образования: учеб. пособие для вузов [Текст] / авт.–сост. В. А. Гусев. – М.: Дрофа, 2010. – 473 с.
- [287] Тестов, В. А. Математические структуры как научно-методическая основа построения математических курсов в системе непрерывного обучения: Школа–вуз [Текст] / дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Тестов Владимир Афанасьевич. – Вологда, 1998. – 404 с.

- [288] Тестов, В. А. Переход к новой образовательной парадигме в условиях сетевого пространства [Текст] / В. А. Тестов // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского, 2012.– № 4–1. С. 50–56.
- [289] Титов, К. В. Компьютерные технологии в вопросах изучения и решения задач интегральных преобразований и операционного исчисления: Учебное пособие по курсу «Спецглавы высшей математики» [Текст] / К. В. Титов. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2001.
- [290] Титов, К. В. Решение задач математической физики в среде «MathCAD»: Методические указания к выполнению типового расчета [Текст] / К. В. Титов. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2005.
- [291] Тихомиров, О. К. Стратегия и тактика компьютеризации [Текст] / О. К. Тихомиров // Вестник высшей школы, 1988. – № 3.
- [292] Тихомиров, Н.П. Эконометрика [Текст] : учебник // Н. П. Тихомиров, Е. Ю. Дорохина. М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 512 с.
- [293] Трофимец, Е.Н. Наглядное моделирование экономических явлений и процессов как средство интеграции математических знаний в процессе обучения математике студентов экономических специальностей вузов [Текст]: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Трофимец Елена Николаевна. – Ярославль, 2004. – 193 с.
- [294] Уваров, А. Ю. Новые информационные технологии и реформа образования [Текст] / А. Ю. Уваров // Информатика и образование, 1994. – № 3. – С. 3–14.
- [295] Феофанов, С. Компьютеры в обучении. Учит ли история? [Текст] / С. Феофанов // Информатика и образование, 1991. – № 3. – С. 115–116.
- [296] Формирование учебной деятельности студентов / Под ред. В. Я. Ляудис [Текст]. – М.: Изд-во Московского университета, 1989. – 240 с.

- [297] Фридман, Л. М. Психологический анализ задач. [Текст] / Л. М. Фридман // Сообщение I. Проблемные ситуации и задачи. – В кн.: Новые исследования в психологии и возрастной физиологии. – М.: Педагогика, 1970. – № 1. – С. 54-55.
- [298] Фридман, Л. М. Как научиться решать задачи [Текст] / Л. М. Фридман, Е. Н. Турецкий . – М.: Просвещение, 1984. – 175 с.
- [299] Фридман, Л. М. Теоретические основы методики обучения математике [Текст]: учебно-методическая литература – Изд. 3-е./ Л. М. Фридман. – Москва : URSS, 2009. – 244 с.
- [300] Христочевский, С. А. Информатизация образования [Текст] / С. А. Христочевский // Информатика и образование, 1994. – № 1. – С. 13–19.
- [301] Христочевский, С. А. Компьютер и образование [Текст] / С. А. Христочевский // Информатика и образование, 1995. – № 3. – С. 3–6.
- [302] Христочевский, С. А. Методические основы проектирования электронных учебников [Текст] / С. А. Христочевский // Создание единого информационного пространства системы образования: школа-семинар, секция 2: сб. тез. и докл. – М.: Исслед. центр пробл. кач. подг. спец., 1998. – С. 57-61.
- [303] Хуторской, А. В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты [Электронный ресурс] / А. В. Хуторской // Интернет-журнал «Эйдос». – 2002. – 23 апреля. – Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2002/0423.htm>
- [304] Чекалёва, Н. В. Современные теории и технологии образования: Учеб. пособие [Текст] / Н. В. Чекалёва. – Омск, 1993. – 71 с.
- [305] Чубров, Е. Компьютер и изучение математики [Текст] / Е. Чубров, Н. Сливина, А. Дёмушкин // Информатика и образование, 1992. – № 3–4. – С. 96–97.

- [306] Шапошникова, Н. Н. [Аннотация книги Шапошникова Н. Н., Кристаллинского Р. Е. «Решение вариационных задач строительной механики в системе Mathematica» [Текст]. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. 352 с.
- [307] Шарыгин, И. Ф. Решение задач: Учеб. пособие для 10 кл. общеобразоват. учреждений [Текст] / И. Ф. Шарыгин. – М.: Просвещение, 1994. – 252 с.
- [308] Штых, И. В. Подготовка студентов педвуза к применению инновационных технологий учения (общепедагогический аспект) [Текст]: дис. ... кан. пед. наук: 13.00.01 / Штых Ирина Владимировна. – Саратов, 1998.
- [309] Шутикова, М. И. Методические аспекты обучения информационному моделированию в профильном курсе информатики для классов гуманитарного направления [Текст]: автореф. дис. ... кан.пед.наук: 13.00.02 / Шутикова Маргарита Ивановна. – М.: 2000.
- [310] Якунин, В. А. Психология учебной деятельности студентов [Текст] / В.А. Якунин. – М., 1994. – 156 с.
- [311] Янушкевич, Ф. Технология обучения в системе высшего образования [Текст] / Ф. Янушкевич // Пер. с польского. – М., 1986.
- [312] Ястребов, А. В. Дуалистические свойства математики и их отражение в процессе преподавания [Текст] / А. В. Ястребов // Ярославский педагогический вестник. 2001. – № 1. – С. 48–53.
- [313] Ястребов, А. В. Междисциплинарный подход в преподавании математики [Текст] / А. В. Ястребов // Ярославский педагогический вестник. 2004. – № 3 (40). – С. 5–15.
- [314] Ястребов, А. В. О процессе формулировки одной исследовательской задачи (оканчание) [Текст] / А. В. Ястребов // Ярославский педагогический вестник. 1999. – № 3 (21). – С. 62–69.
- [315] Hendry, D.F. Dynamic Econometrics [Text] Oxford University Press, 1995

- [316] Gray A. Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with *Mathematica*. 2nd ed. – CRC Press, 1997.
- [317] Gray A., Mezzino M., Pinsky M. Ordinary Differential Equations with *Mathematica*. – TELOS, 1996.
- [318] Gray A. Using *Mathematica* (Appendix to M. Pinsky's book Partial Differential Equations and Boundary Value Problems with Applications), McGraw-Hill, New York, 1991.
- [319] Kapustina . V., Popyrin A. V., Savina L. N. Statistics and Econometrics from the Point of View Metodology Mathematics // World Applied Sciences Journal. – 2014. – 31(6) – p.1168-1172.
- [320] Wolfram S. *Mathematica: A System for Doing Mathematics by Computer*. – Addison-Wesley Publishing Company, 1998.
- [321] Wolfram S. *Mathematica: A System for Doing Mathematics by Computer*. Second Edition. – Addison-Wesley Publishing Company, 2001.
- [322] Wolfram S. The *Mathematica* Book. Third Edition. *Mathematica* Version 5. – Cambridge University Press, 2008.
- [323] Wolfram S. The *Mathematica* Book. Fourth Edition. *Mathematica* Version 6. – Wolfram Media / Cambridge University Press, 2009.



# Приложения

## Приложение 1

### Лабораторная работа по эконометрике на тему «Обнаружение и подавление гетероскедастичности»

Работа посвящена выявлению гетероскедастичности с помощью теста Голдфелда-Куандта и последующему исправлению модели с помощью метода взвешенных наименьших квадратов. Тест Голдфелда-Куандта применяется, как правило, когда есть предположение о прямой зависимости дисперсии ошибки от величины некоторой независимой переменной. Краткое описание теста:

- 1) упорядочить данные по убыванию той независимой переменной, относительно которой есть подозрение на гетероскедастичность;
- 2) исключить  $d$  средних (в этом упорядочении) наблюдений ( $d$  должно быть примерно равно четверти общего количества наблюдений);
- 3) провести две независимые регрессии первых  $\frac{n}{2} - \frac{d}{2}$  наблюдений и последних  $\frac{n}{2} - \frac{d}{2}$  наблюдений и построить соответствующие остатки  $\vec{e}_1$  и  $\vec{e}_2$ ;
- 4) составить статистику  $F = \frac{\vec{e}_1^2}{\vec{e}_2^2}$ . Если верна гипотеза  $\mathbf{H}_0$ , то  $F$  имеет распределение Фишера с  $(\frac{n}{2} - \frac{d}{2} - k, \frac{n}{2} - \frac{d}{2} - k)$  степенями свободы (здесь  $k$  — число независимых переменных; числитель и знаменатель в выражении для  $F$  следует разделить на соответствующее число степеней свободы, но в данном случае они одинаковы).

Большая величина этой статистики означает, что гипотезу  $H_0$  следует отвергнуть. Количество исключаемых наблюдений не должно быть ни слишком мало, ни слишком велико. Формально тест работает и без исключения наблюдений, но мощность его при этом, как показывает опыт, уменьшается.

Приведём типовой пример с решением, реализованным в системе Mathematica (листинг файла):

### Типовой пример.

Задание. Известны размеры месячных доходов (X) и расходов (Y) предприятий на продуктовые товары (тыс. руб.).

- 1) Построить модель линейного вида.
- 2) Построить график (или гистограмму) распределения остатков модели.
- 3) Построить точечный график зависимости  $y_t$  от  $x_{1t}$ .
- 4) Сделать первоначальный вывод о наличии гетероскедастичности.
- 5) Провести тест Голдфелда-Куандта.
- 6) Построить модель, аналогичную рассматриваемой ранее, но с использованием взвешенного МНК (в качестве весовых коэффициентов можно взять  $\frac{1}{e_t^2}$ ).

Зададим набор данных задачи:

```
data = {{6.55, 1.72}, {5.83, 1.69}, {3.57, 1.35}, {4.42, 1.36}, {2.22, 1.25}, {4.83, 1.25}, {4., 1.25}, {7.21, 1.56}, {3.41, 1.34}, {5.57, 1.63}, {7.38, 1.43}, {6.25, 1.61}, {7.92, 1.98}, {8.24, 2.95}, {8.3, 1.73}, {8.64, 1.37}}
```

```
{6.55, 1.72}, {5.83, 1.69}, {3.57, 1.35}, {4.42, 1.36}, {2.22, 1.25}, {4.83, 1.25}, {4., 1.25}, {7.21, 1.56}, {3.41, 1.34}, {5.57, 1.63}, {7.38, 1.43}, {6.25, 1.61}, {7.92, 1.98}, {8.24, 2.95}, {8.3, 1.73}, {8.64, 1.37}
```

```
X = Transpose[data][[1]]
```

```
{6.55, 5.83, 3.57, 4.42, 2.22, 4.83, 4., 7.21, 3.41, 5.57, 7.38, 6.25, 7.92, 8.24, 8.3, 8.64}
```

```
Y = Transpose[data][[2]]
```

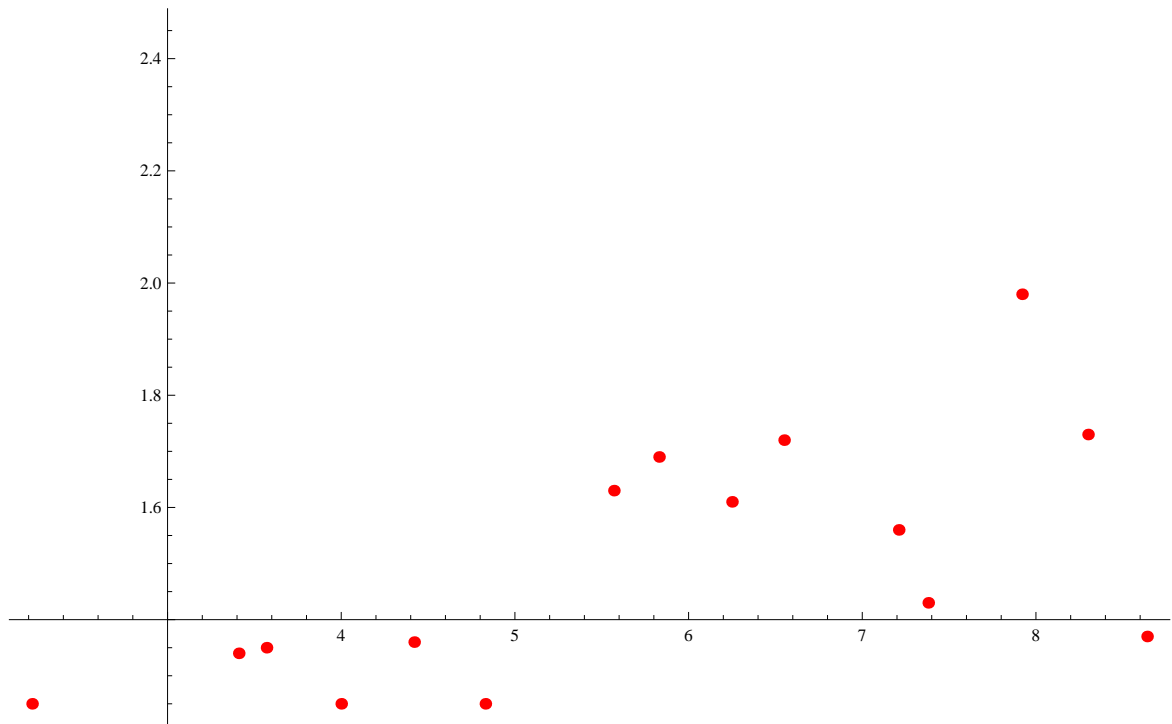
```
{1.72, 1.69, 1.35, 1.36, 1.25, 1.25, 1.25, 1.56, 1.34, 1.63, 1.43, 1.61, 1.98, 2.95,  
1.73, 1.37}
```

```
n = Length[data]
```

```
16
```

Построим график выборки, чтобы оценить визуально наличие или отсутствие гетероскедастичности:

```
ListPlot[data, PlotStyle → {Red, PointSize[0.01]}]
```



Упорядочим совокупность наблюдения по убыванию значений фактора X:

```
data1 = Reverse[Sort[data]]
```

```
{{8.64, 1.37}, {8.3, 1.73}, {8.24, 2.95}, {7.92, 1.98}, {7.38, 1.43}, {7.21, 1.56},  
{6.55, 1.72}, {6.25, 1.61}, {5.83, 1.69}, {5.57, 1.63}, {4.83, 1.25}, {4.42, 1.36},  
{4., 1.25}, {3.57, 1.35}, {3.41, 1.34}, {2.22, 1.25}}
```

Определим размерность частей, на которые нужно разбить исследуемую совокупность. В нашем случае  $n=16$ , тогда возьмём  $d=4$ . Принимаем размерность первой части  $k_1=6$ , размерность третьей части  $k_2=6$ .

Отбросив средние 4 члена, составим две таблицы зависимостей X от Y:

**XY1 = Take[data1, 6]**

$\{\{8.64, 1.37\}, \{8.3, 1.73\}, \{8.24, 2.95\}, \{7.92, 1.98\}, \{7.38, 1.43\}, \{7.21, 1.56\}\}$

**X1 = Transpose[XY1][[1]]**

$\{8.64, 8.3, 8.24, 7.92, 7.38, 7.21\}$

**Y1 = Transpose[XY1][[2]]**

$\{1.37, 1.73, 2.95, 1.98, 1.43, 1.56\}$

**XY3 = Take[data1, -6]**

$\{\{4.83, 1.25\}, \{4.42, 1.36\}, \{4., 1.25\}, \{3.57, 1.35\}, \{3.41, 1.34\}, \{2.22, 1.25\}\}$

**X3 = Transpose[XY3][[1]]**

$\{4.83, 4.42, 4., 3.57, 3.41, 2.22\}$

**Y3 = Transpose[XY3][[2]]**

$\{1.25, 1.36, 1.25, 1.35, 1.34, 1.25\}$

С помощью функции **LinearModelFit** построим линейную модель и определим остаточную дисперсию:

**l1 = LinearModelFit[XY1, x, x]**

FittedModel[-0.184874 + 0.254335 x]

Программируем предсказанные значения для первой выборки:

**$\hat{Y}1[u\_]:= -0.184874 + 0.254335u$**

**e1 = Y1 -  $\hat{Y}1[X1]$**

$\{-0.642581, -0.196107, 1.03915, 0.15054, -0.262119, -0.0888821\}$

Строим линейную модель и программируем предсказанные значения для второй выборки:

**l3 = LinearModelFit[XY3, x, x]**

FittedModel[1.27521 + 0.006624 x]

**$\hat{Y}3[u\_]:= 1.27521 + 0.006624u$**

**e3 = Y3 -  $\hat{Y}3[X3]$**

$\{-0.0572069, 0.0555092, -0.0517084, 0.0511401, 0.0422001, -0.0399166\}$

Составим  $F$ -статистику:

$$F_0 = \frac{e1.e1}{e3.e3}$$

108.574

Так как определяемое по таблице критическое значение  $F_{кр.}(5, 5) = 5.05$ , а  $F_0 > F_{кр.}$ , то нулевая гипотеза об отсутствии гетероскедастичности отвергается.

Построим модель с использованием взвешенного МНК.

Уравнение регрессии, построенное по всем исходным данным, имеет вид:

**l = LinearModelFit[data, x, x]**

FittedModel [0.8703370 + 0.1223723 x]

Проведем коррекцию гетероскедастичности в предположении, что стандартные отклонения ошибок пропорциональны независимой переменной:  $|e_i| = x_i \cdot \theta$ .

Программируем прогнозируемые значения выборки и находим квадраты отклонений:

**$\hat{Y}[u\_]$  := 0.870337 + 0.122372u**

**$e_{кв.} = (Y - \hat{Y}[X])^2$**

{0.00231615, 0.0112857, 0.00183141, 0.00262362, 0.0116634, 0.0446873, 0.0120615, 0.0371098, 0.00274309, 0.00609195, 0.117953, 0.000633126, 0.0197337, 1.14772, 0.0243437, 0.310952}

**$XX = X^2$**

{42.9025, 33.9889, 12.7449, 19.5364, 4.9284, 23.3289, 16., 51.9841, 11.6281, 31.0249, 54.4644, 39.0625, 62.7264, 67.8976, 68.89, 74.6496}

**data2 = Transpose[{XX, e<sub>кв.</sub>}]**

{{42.9025, 0.00231615}, {33.9889, 0.0112857}, {12.7449, 0.00183141}, {19.5364, 0.00262362}, {4.9284, 0.0116634}, {23.3289, 0.0446873}, {16., 0.0120615}, {51.9841, 0.0371098}, {11.6281, 0.00274309}, {31.0249, 0.00609195}, {54.4644, 0.117953}, {39.0625, 0.000633126}, {62.7264, 0.0197337}, {67.8976, 1.14772}, {68.89, 0.0243437}, {74.6496, 0.310952}}

Получим уравнения линейной парной регрессии для этой выборки (уравнение регрессии для квадратов остатков).

**et = LinearModelFit[data2, x, x]**

FittedModel [-0.121673 + 0.00600971 x]

По полученному уравнению регрессии вычислим прогнозные значения, предварительно их запрограммировав:

**Et[u\_] := 0.870337 + 0.122372u**

**ET = Et[XX]**

{0.136158, 0.0825898, -0.0450803, -0.0042654, -0.0920551, 0.0185264, -0.0255181, 0.190736, -0.0517919, 0.064777, 0.205641, 0.113081, 0.255294, 0.286371, 0.292335, 0.326948}

Получили набор весов  $\sigma_i = \sqrt{e_i^2}$ , которые используем для введения новых переменных  $x^* = \frac{x_i}{\sigma_i}$  и  $y^* = \frac{y_i}{\sigma_i}$ .

**sigma =  $\sqrt{\text{Abs}[\text{ET}]}$**

{0.368996, 0.287384, 0.212321, 0.06531, 0.303406, 0.136112, 0.159744, 0.436733, 0.227578, 0.254513, 0.453477, 0.336275, 0.505266, 0.535136, 0.54068, 0.571794}

**data3 = data/sigma**

{{17.7509, 4.6613}, {20.2864, 5.88063}, {16.8142, 6.35829}, {67.6772, 20.8238}, {7.31693, 4.11989}, {35.4856, 9.18363}, {25.0401, 7.82503}, {16.5089, 3.57198}, {14.9839, 5.88808}, {21.8849, 6.40438}, {16.2743, 3.15341}, {18.586, 4.78775}, {15.6749, 3.91873}, {15.3979, 5.51261}, {15.351, 3.19967}, {15.1103, 2.39597}}

Получим с помощью ВМНК уравнение регрессии с устранённой гетероскедастичностью. Уравнение регрессии:

**ll = LinearModelFit[data3, x, x]**

FittedModel [-0.29811105 + 0.3012108 x]

Имеем:  $\hat{Y}^* = -0.29811105 + 0.3012108x^*$

Построим график новой модели:

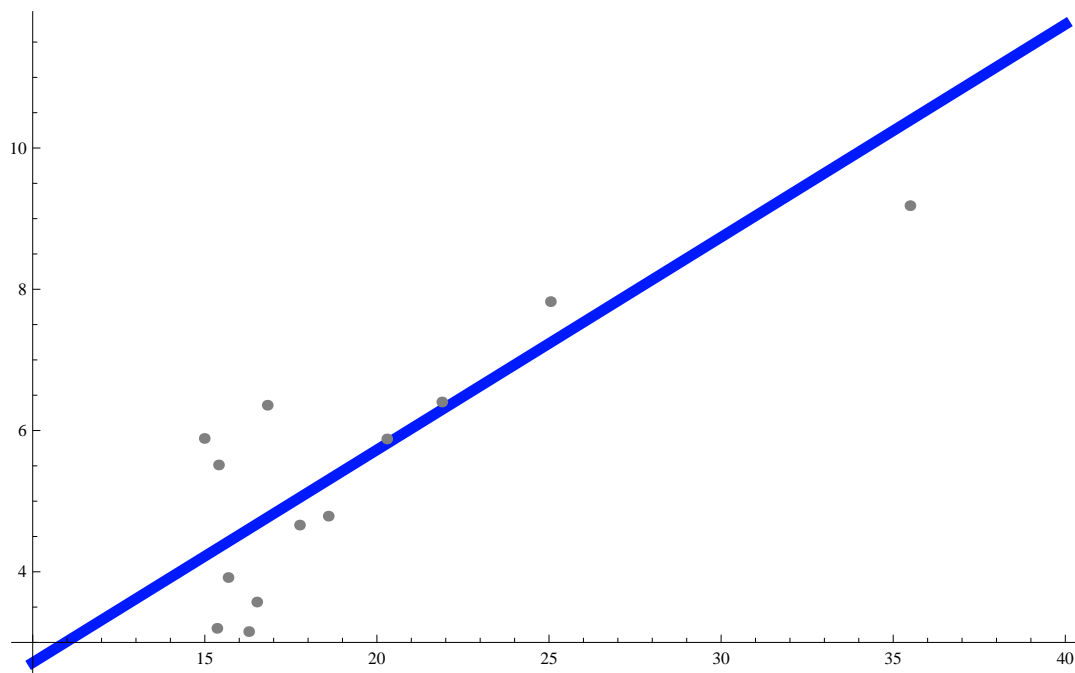
**gr1 = Plot[ll[x], {x, 0, 10}, PlotStyle → {Hue[0.65], Thickness[0.01]}];**

и график взвешенных данных:

**gr2 = ListPlot[data3, PlotStyle → {Gray, PointSize[0.01]}];**

Совместим эти графики:

**Show[gr1, gr2]**



## Приложение 2

### Результаты анкетирования преподавателей

- 1) Является ли необходимым систематическое использование в учебном процессе компьютерной математической системы Mathematica?
  - (a) Да – 97 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 3 %.
- 2) Считаете ли Вы, что использование системы Mathematica на занятиях или при подготовке к занятиям экономит Ваше время?
  - (a) Да – 100 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 0 %.
- 3) Повышает ли использование системы Mathematica на занятиях эффективность обучения?

- (a) Да – 100 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 0 %.
- 4) Можно ли считать применение компьютерной системы Mathematica для изучения математической статистики и эконометрики обоснованным?
- (a) Да – 97 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 3 %.
- 5) Оказывает ли влияние использование системы Mathematica на занятиях по математической статистике и эконометрике на методику преподавания?
- (a) Да – 100 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 0 %.
- 6) Сокращает ли время, затрачиваемое студентами на выполнение практических и лабораторных работ, использование системы Mathematica?
- (a) Да – 100 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 0 %.
- 7) Повышает ли эффективность обучения математической статистике и эконометрике использование системы Mathematica?
- (a) Да – 100 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 0 %.
- 8) Основные цели использования системы Mathematica на занятиях? (Можно выбрать одновременно несколько вариантов ответа.)



- (a) Повышение уровня усвоения изучаемого студентами материала – 97 %.
  - (b) Повышение интереса студентов к изучаемому предмету – 100 %.
  - (c) Повышение самостоятельности студентов – 100 %.
- 9) Основные положительные аспекты использования на занятиях педагогических программных продуктов, созданных на основе системы Mathematica (Можно выбрать одновременно несколько вариантов ответа.)?
- (a) Пошаговое и логичное изложение учебной информации – 97 %.
  - (b) Доступное изложение учебной информации, обеспечивающее её сознательное усвоение – 97 %.
  - (c) Усиление практической составляющей в содержании учебной программы, направленной на формирование устойчивых умений и навыков – 100 %.
  - (d) Использование знаний из смежных дисциплин – 81 %.
  - (e) Повышает работоспособность студентов – 97 %.
  - (f) Ничего не привлекает – 0 %.

## Приложение 3

### Результаты анкетирования студентов, обучающихся в экспериментальной группе

- 1) Нравится ли Вам работать с системой Mathematica?
- (a) Очень нравится – 32,6 %.
  - (b) Скорее нравится, чем нет – 65,2 %.
  - (c) Нравится на среднем уровне – 2,2 %.
  - (d) Скорее не нравится – 0 %.

- (e) Совершенно не нравится – 0 %.
  - (f) Затрудняюсь ответить – 0 %.
- 2) Сокращает ли использование системы Mathematica время, затраченное Вами при выполнении практических и лабораторных работ?
- (a) Да – 97,8 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 2,2 %.
- 3) Необходимо ли использовать систему Mathematica на занятиях по математической статистике и эконометрике?
- (a) Да – 97,8 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 2,2 %.
- 4) Как Вы оцениваете роль компьютерной системы Mathematica на занятиях по математической статистике и эконометрике?
- (a) Помогает понять учебный материал – 17,4 %.
  - (b) Помогает запомнить учебный материал – 21,7 %.
  - (c) Повышает интерес к изучаемому предмету – 32,6 %.
  - (d) Даёт возможность работать самостоятельно – 28,3 %.
  - (e) Не играет ни какой роли – 0 %.
  - (f) Мешает воспринимать изучаемый материал – 0 %.
- 5) Какие возможности системы Mathematica Вас больше всего привлекают (Можно выбрать одновременно несколько вариантов ответа.)?
- (a) Высокие вычислительные возможности и быстрый расчёт – 100 %.
  - (b) Простота обращения – 87 %
  - (c) Высокие графические возможности – 100 %.

- (d) Возможность сочетания режимов вычислений и программирования – 100 %.
  - (e) Возможность самоконтроля – 65%.
  - (f) Развитая справочная система и наличие многочисленных примеров – 61 %.
  - (g) Ничего не привлекает – 0 %
- 6) Необходимо ли, чтобы занятия с использованием системы Mathematica проводились чаще?
- (a) Да – 65 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 35 %.
- 7) Необходимо ли Вам, как будущим специалистам, овладение приёмами работы и методикой использования компьютерной системы Mathematica при изучении математической статистики и эконометрики?
- (a) Да – 100 %.
  - (b) Нет – 0 %.
  - (c) Затрудняюсь ответить – 0 %.