

Задорожная Ольга Владимировна

**Проектирование комплекса учебных проектов  
в процессе обучения математическому анализу в университете**

13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания  
(математика, уровень профессионального образования)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата педагогических наук

Нижний Новгород — 2011

Работа выполнена на кафедре методики преподавания математики  
ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Научный руководитель: доктор педагогических наук, профессор  
**Мерлина Надежда Ивановна**

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук, профессор  
**Санина Елена Ивановна**

кандидат физико-математических наук, доцент  
**Буреева Наталья Николаевна**

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный  
университет»

Защита состоится «20» октября 2011 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании диссер-  
тационного совета ДМ 212.166.17 в Нижегородском государственном универ-  
ситете им. Н.И. Лобачевского по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гага-  
рина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в научном читальном зале библио-  
теки Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Текст автореферата размещен на сайте: <http://www.unn.ru>

Автореферат разослан «\_\_\_» сентября 2011 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

И.В. Гребенев

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Система высшего образования на современном этапе находится в стадии реформирования, направленного на подготовку специалистов, обладающих фундаментальными знаниями, творческим мышлением, способных к саморазвитию, к осуществлению качественного и количественного анализа различных явлений, принятию самостоятельных решений в ситуации выбора. Как следствие, существенно повышаются требования к подготовке математиков, поскольку объектами профессиональной деятельности математика являются научно-исследовательские центры, органы управления, образовательные учреждения, промышленное производство.

Главный предмет при подготовке математиков – математический анализ, основной целью которого является формирование у студентов фундаментальных знаний. Проблема совершенствования содержания и методов, отвечающих современным требованиям обучения в высшей школе, приобрела особую актуальность в современном обществе (Г.И. Архипов, В.А. Садовничий, Н.И. Мерлина, В.Н. Чубариков). Изучение и преподавание фундаментальных дисциплин в вузовском обучении должно соответствовать возросшим требованиям, предъявляемым к профессиональным качествам будущих специалистов, которые могут быть приобретены благодаря применению инновационных методов в образовании. С другой стороны, на этапе реформирования системы профессионального образования центральное место занимает переход к многоуровневому образованию и усилению роли самостоятельной работы в приобретении знаний обучающимися. Использование учебных проектов дает возможность организовать контролируемую самостоятельную работу студентов. В связи с этим становится понятным интерес, который проявляет сегодняшняя педагогика к использованию учебных проектов по разным дисциплинам. Однако в процессе анализа научно-педагогической литературы мы не нашли учебных проектов по математическому анализу для студентов математических специальностей университетов.

В педагогической практике сложились теоретические предпосылки использования проектов в обучении, основанные на идеях американских педагогов и психологов конца XIX в. Дж. Дьюи, У. Килпатрика. В начале XX в. отечественные исследователи, разрабатывавшие идеи проектного обучения, отмечали, что метод проектов применялся как средство слияния теории и практики в обучении (Е. Г. Кагаров); развития самостоятельности и подготовки школьников к трудовой жизни (С. Т. Шацкий); всестороннего развития ума и мышления (П. Ф. Каптерев); формирования творческих способностей (П. П. Блонский).

Современные концепции применения проектов в обучении можно проследить в исследованиях российских и зарубежных авторов П.Р. Атутова, В.В. Гузеева, Н.В. Кузьминой, Н.В. Матяш, Г.К. Селевко, В.Д. Симоненко, D. Jaques, J. T. E. Richardson, S. Fincher, M. Petre и др., выявивших широкие возможности учебных проектов, позволяющих углублять, обновлять знания, формировать умение самостоятельно приобретать их, ориентироваться в информационном пространстве. Использование проектов в контексте совершен-

ствования профессиональной подготовки студентов, углубления знаний, профессионального самоопределения анализируется в исследованиях А.Н. Бобровской, Е.С. Полат, Г.Н. Синициной, В.Н. Стернберг, И.Д. Чечель. Анализ научной, педагогической и методической литературы показал, что существуют различные подходы к пониманию учебного проекта, определяемого как конечный продукт, как решение проблемы материального, социального характера (Н.Г. Чанилова), как форма образования (С.Г. Щербакова), как эффективный способ развивающего и проблемного обучения (Н.Б. Крылова). Использованию проектов для развития самостоятельности и творчества обучающихся посвящены работы С.Г. Пищева, Н.Е. Сауренко. В ряде исследований учебные проекты рассматриваются на материале иностранных языков (О.И. Гридасова, Т.П. Резник, Я.В. Тараскина), биологии, экологии (Л.А. Дорджиева), графической подготовки (Н.В. Хапилина). В диссертационных исследованиях Т.И. Веберг, М.А. Меркуловой, Г.Е. Семеновой, Е.А. Шмелевой математический анализ рассматривается как средство развития студентов, их творческих способностей, самостоятельности, но в этих работах не нашли отражения вопросы, связанные с привлечением проектов в учебный процесс.

Е.С. Булычева, А.Г. Подстригич выявили, что обучение математическим дисциплинам с использованием проектов более эффективно, чем традиционное, в частности, способствует формированию математических понятий, повышению качества математических знаний. Как показывают исследования Д.В. Макаровой, Т.А. Панчук, Т.Д. Изотиковой, применение учебных проектов способствует повышению качества знаний. Однако потенциал учебных проектов по различным дисциплинам, и прежде всего по математическому анализу, изучен далеко не полностью.

Изучение математического анализа должно быть подчинено особым требованиям, обусловленным необходимостью подготовки высококвалифицированных специалистов, способных в будущем не только получать новые научные результаты, но и определять мировое развитие математики (В.А. Садовничий), для чего нужно обладать глубокими знаниями по математическому анализу и возможностью их применения в различных ситуациях.

На необходимость определенной системы при использовании проектов указывает Е.С. Полат, она отмечает, что очень важно определить их место в учебном процессе. Опираясь на существующие исследования, следует отметить, что эффективность реализации учебных проектов достигается, если они взаимосвязаны между собой, сгруппированы по определенным признакам, при условии их систематического использования. Это явилось основанием для проектирования комплекса учебных проектов по математическому анализу как ключевого понятия данного исследования. Как показал анализ существующих работ, вопросы отбора содержания как отдельных учебных проектов, так и комплекса учебных проектов по математическому анализу, а также методика его использования не являлись до настоящего времени объектом специального исследования. Таким образом, выявлены **противоречия** между:

- востребованностью учебных проектов для совершенствования содержания и методов обучения математическим дисциплинам и отсутствием ме-

тодики применения их в курсе математического анализа в университете на математических специальностях.

- потенциалом учебных проектов, возможностью их объединения по определенным признакам и неразработанностью комплекса учебных проектов по математическому анализу.

Отсюда следует **актуальность** исследования, **проблема** которого состоит в необходимости проектирования комплекса учебных проектов и методики его применения для эффективного изучения математического анализа, что и обусловило выбор темы исследования: «Проектирование комплекса учебных проектов в процессе обучения математическому анализу в университете».

**Объект исследования:** процесс обучения студентов математических специальностей университета математическому анализу.

**Предмет исследования:** использование комплекса учебных проектов по математическому анализу в учебном процессе для студентов математических специальностей университета.

**Цель исследования:** теоретически обосновать проектирование комплекса учебных проектов при изучении математического анализа.

В основу исследования положена **гипотеза:** использование комплекса учебных проектов может способствовать эффективному изучению математического анализа, если:

- будут уточнены теоретические основы создания учебных проектов по математическому анализу;
- будет определен алгоритм проектирования комплекса учебных проектов по математическому анализу;
- будут разработаны учебные проекты, образующие комплекс, охватывающий все основные разделы математического анализа;
- будет разработана методика применения комплекса учебных проектов, ориентированная на использование его компонентов на всех этапах усвоения содержания математического анализа – от первичного восприятия новых знаний до умения применять его аппарат в творческой ситуации.

В соответствии с объектом, предметом, целью и гипотезой исследования были поставлены следующие **задачи:**

1. Выявить теоретические основы создания учебных проектов по математическому анализу.
2. Построить алгоритм проектирования комплекса учебных проектов по курсу математического анализа.
3. Разработать содержание учебных проектов по математическому анализу разной степени обобщенности, составляющих комплекс.
4. Экспериментально проверить эффективность предлагаемой методики применения комплекса учебных проектов при обучении математическому анализу студентов математических специальностей.

**Теоретико-методологическую основу** исследования составили:

- психолого-педагогические работы по теории деятельности, раскрывающие сущность понятия деятельности, характеристику основных ее компонентов (Л.С. Выготский, В.В. Давыдов, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн и др.);

- фундаментальные работы по содержанию курса математического анализа (В.А. Зорич, Л.Д. Кудрявцев, В.А. Садовничий, С.М. Никольский и др.);
- концепции совершенствования содержания математических дисциплин (Н.Я. Виленкин, Н.И. Мерлина, А.Г. Мордкович, А.А. Столяр и др.);
- отечественные и зарубежные работы по исследованию проблем метода проектов (П.П. Блонский, Дж. Дьюи, Е.Г. Кагаров, П.Ф. Каптерев, У.Х. Килпатрик, Е. Коллингс, С.Т. Шацкий);
- исследования по технологии проектирования и использованию учебных проектов в образовательном процессе (Д. Джонс, И.А. Зимняя, Н.В. Матяш, Е.С. Полат, И.Д. Чечель).

Для проверки гипотезы и решения поставленных задач были использованы теоретические **методы** исследования (анализ философской, психолого-педагогической, методической литературы по теме исследования, анализ учебных и методических пособий по курсу математического анализа, изучение и обобщение педагогического опыта, концептуальный анализ исследований по проблеме диссертации); экспериментальные (опрос, контроль); наблюдательные (прямое и косвенное наблюдение, самонаблюдение); методы математической статистики.

**Достоверность** результатов исследования обеспечивается обоснованностью исходных теоретико-методологических позиций; опорой на повседневную педагогическую практику автора исследования; репрезентативной выборкой с учетом содержания и характера эксперимента; логической обоснованностью теоретических выводов и хода экспериментальной работы, систематическим мониторингом результатов исследования на различных этапах, использованием статистических методов обработки результатов.

**Научная новизна** исследования заключается в разработке технологии проектирования комплекса учебных проектов для студентов математических специальностей университетов, представленной как на теоретическом, так и на инструментальном уровнях. На теоретическом уровне создан алгоритм проектирования комплекса учебных проектов по математическому анализу, включающий: логико-дидактический анализ содержания курса; отбор содержания учебных проектов; правила создания проектов и критерии оценки их выполнения. На инструментальном уровне разработаны тематическое планирование и распределение учебных проектов по курсу математического анализа, комплекс учебных проектов разной степени обобщенности, методические рекомендации, устанавливающие порядок и действия работы над проектом. Впервые разработаны учебные проекты, охватывающие основные разделы всего курса математического анализа.

**Теоретическая значимость** результатов исследования состоит в уточнении понятия «учебный проект по математическому анализу», в выделении компонентов комплекса учебных проектов: базового, расширенного, учебно-исследовательского и установлении внутрипредметных связей между основными дидактическими единицами дисциплины при проектировании комплекса учебных проектов.

Полученные результаты вносят вклад в теорию и методику обучения математическим дисциплинам в профессиональном образовании и могут служить теоретической основой для проектирования комплекса учебных проектов, направленного на эффективное изучение математических дисциплин, составляющих цикл предметной подготовки.

**Практическая ценность** исследования определяется универсальностью предлагаемой технологии проектирования комплекса учебных проектов по математическому анализу, которая может быть использована в обучении другим математическим дисциплинам для совершенствования организационных форм обучения студентов математических специальностей университета.

Разработано программно-методическое обеспечение изучения курса математического анализа: тематическое планирование курса с указанием тем, вопросов, разделов программного материала, при изучении которых целесообразно использовать учебные проекты по математическому анализу; создан комплекс учебных проектов определенной степени обобщенности (мини-, локальные, семестровые, курсовые, полуторасеместровые, глобальные). Дано их распределение по всем разделам всех семестров (4 семестра, 2 года обучения).

**Апробация результатов исследования** осуществлялась в форме участия в международном конгрессе ISAAC (8-th International ISAAC Congress Moscow, August 22-27, 2011), на конференциях «Математика. Компьютер. Образование» (18-я международная конференция, Пущино, 2011), «Математика. Образование» (19-я международная конференция, Чебоксары, 2011), «Роль инновационных университетов в реализации Национальной образовательной инициативы «Наша новая школа» (Нижний Новгород, 2011), «Актуальные проблемы современной физики и математики» (Элиста, 2009), «Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов (VI международная научно-практическая конференция, Элиста, 2008); «Проектная деятельность как средство формирования профессиональной компетентности специалиста (Волгоград, 2009); «Дидактико-методические аспекты современного урока» (Армавир, апрель 2007); «Методические инновации в системе общего и профессионально-педагогического образования» (Армавир, декабрь 2007); «Современные технологии обучения в учебном процессе» (Элиста, 2003, 2005); «Современные технологии повышения качества профессионального образования» (Элиста, 2008); на фестивале педагогических идей «Открытый урок» (Москва, 2008); в форме выступлений на межвузовском научно-методическом семинаре «Преподаватель математики в вузе и средней школе» (Чувашский государственный университет, г. Чебоксары, 2010), на кафедре алгебры и анализа ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет» и кафедре методики преподавания математики ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный педагогический университет». Результаты исследования нашли отражение в ряде публикаций в различных научных, научно-методических изданиях. Всего опубликовано 45 работ, из них по теме исследования – 31, в том числе 4 в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Внедрение результатов исследования** осуществлялось на кафедрах алгебры и анализа ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», ма-

тематического анализа ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный педагогический университет», математического анализа и дифференциальных уравнений ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Учебные проекты по математическому анализу направлены на изучение дополнительного материала, предполагают использование альтернативных вариантов при исследовании теоретических проблем, требующем сравнения, обобщения, анализа учебного материала, интегрирования знаний из различных тем, разделов дисциплины, привлечения новых источников информации, переработки, систематизации, классификации понятий, теорем математического анализа. Результат выполнения учебных проектов предполагает создание субъективно нового, лично значимого продукта, ориентированного на формирование прочных математических знаний и умений, развитие самостоятельности, возрастание интереса к предмету.

2. Алгоритм проектирования комплекса учебных проектов включает следующие этапы: логико-дидактический анализ курса математического анализа с целью выявления содержательно-методических линий; установление связей между основными дидактическими единицами дисциплины; определение содержания учебных проектов разной степени обобщенности; формулирование правил создания учебных проектов, отражающих специфику математического анализа; составление методических рекомендаций, определяющих порядок и действия работы над учебным проектом по математическому анализу.

3. Комплекс учебных проектов по математическому анализу – это совокупность трех компонентов, связанных между собой посредством раскрытия внутрипредметных связей, выявления глубокой соподчиненности математических объектов за счет расширения объема информации, изучения материала в единой связи, обобщения и интеграции разделов математического анализа. Базовый компонент ориентирован на установление внутрипредметных связей в одной содержательно-методической линии. Накопление знаний в этом компоненте происходит за счет применения основных понятий, идей и методов математического анализа, аналогии, сравнения, сбора, обработки информации. Расширенный компонент превышает базовый за счет установления внутрипредметных связей между двумя содержательно-методическими линиями. Компонент ориентирован на самостоятельное приобретение знаний. Учебно-исследовательский компонент превосходит расширенный за счет реализации многочисленных внутрипредметных связей между несколькими содержательно-методическими линиями математического анализа. Направлен на формирование элементов научно-исследовательской работы.

4. Эффективность применения комплекса учебных проектов при изучении курса математического анализа обеспечивается систематическим использованием его в течение всего учебного процесса, диапазоном охвата основных разделов математического анализа, установлением взаимосвязей между компонентами, внедрением их на всех этапах усвоения содержания предмета: от овладения основными математическими знаниями к самостоятельному приобре-

тению новых знаний до глубокого понимания математических закономерностей и использования их в различных ситуациях.

Исследование проводилось в несколько этапов.

На первом этапе (1998 – 2001 гг.) – теоретическом – осуществлялись изучение и анализ литературы по теме исследования, опыт преподавания математического анализа в университете, проводились сбор и анализ данных, характеризующих состояние рассматриваемой проблемы. На этом этапе проводился поисковый эксперимент.

На втором этапе (2001 – 2006 гг.) – экспериментальном – продолжалось изучение состояния проблемы в теории и практике, проанализирована программа курса математического анализа, разработаны методические основы и комплекс учебных проектов, часть материалов проверена опытно-экспериментальным путем в процессе констатирующего эксперимента. Формирующий эксперимент сопровождался проведением контрольных работ, сравнительным анализом полученных материалов, осуществлялась проверка гипотезы исследования.

На третьем завершающем этапе (2006 – 2011 гг.) анализировались и обобщались полученные результаты. Формулировались основные выводы и практические рекомендации. Они были апробированы на различного уровня конференциях, при написании учебно-методических пособий и ряда статей. Оформлялся текст диссертации.

**Структура диссертации** определена тематикой исследования и поставленными задачами. Диссертация (237 с.) состоит из введения, трех глав, заключения, библиографии (157 наименований). Текст работы дополнен 20 таблицами, 9 рисунками, 6 диаграммами и 6 приложениями.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обосновывается актуальность темы, определяются проблема, цель, предмет и гипотеза исследования, формулируются его задачи, показывается научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

**В первой главе** «Теоретические основы проектирования комплекса учебных проектов по математическому анализу» уточнены характеристики учебных проектов, рассмотрены различные трактовки понятия «проект». Выявлены содержание и возможности учебных проектов по математическому анализу. Раскрыто понятие о комплексе учебных проектов по дисциплине.

Сравнительный анализ разных подходов к понятию «учебный проект» (Е.С. Булычева, Н.Б. Крылова, Н.Г. Чанилова, Н.Д. Чечель) позволяет рассматривать его как дидактическое средство обучения, предполагающее решение конкретной субъективно значимой проблемы для обучающихся. Учебный проект нацелен на поиск информации, применение академических знаний, самообучение, исследовательскую и творческую деятельность. Раскрывая широкие возможности проектов в учебном процессе, исследователи М.Ю. Бухаркина, Е.С. Полат, М.А. Ступницкая, С.Г. Щербакова отмечают, что они позволяют научить обучающихся не только самостоятельно находить и решать проблемы, привлекая для этой цели знания из разных областей, но и прогнозировать ре-

зультаты и возможные последствия разных вариантов решения, формировать умение устанавливать причинно-следственные связи.

В исследовании установлено, что *в основе учебных проектов* по математическому анализу лежит решение *конкретной проблемы*, при этом они направлены на изучение дополнительного материала и в совокупности отражают не изложенные на занятиях сведения, включают вопросы, требующие привлечения сравнения, обобщения и анализа понятий, теорем дисциплины. Выполнение проектов предполагает работу студентов с различными источниками, что дает им возможность выбора, т.е. использование альтернативных вариантов. Студент знакомится с вариантами, предложенными преподавателем, изложенными в учебной литературе, и может сравнить различные подходы к подаче одного и того же материала, увидеть связи этого материала с другим, сравнить разные способы установления истинности того или иного положения. Учебный проект способствует реализации внутрипредметных связей, содействует появлению новых ситуаций.

Эксперимент показал, что в процессе выполнения учебных проектов основное внимание должно уделяться *самостоятельности* студентов на всех этапах реализации проекта. Преподаватель консультирует и контролирует студентов. Учебные проекты позволяют качественно усваивать учебный материал, они характеризуются нестандартным подходом к решению проблем, прививают интерес к занятиям наукой. Презентация учебных проектов по математическому анализу происходит в виде выступления на мини-конференциях, предполагается дальнейшее их использование на лекционных, практических занятиях, а также на коллоквиумах и экзаменах.

Результат выполнения учебного проекта направлен не на создание материального продукта, а на приобретение новых знаний и умений, развитие индивидуальных качеств личности, которые будут востребованы в дальнейшей самостоятельной профессиональной деятельности студента.

Анализ научно-педагогической литературы по проблеме исследования позволил сформулировать рабочее определение **учебного проекта по математическому анализу** как *учебное задание поисково-исследовательского характера, направленное на дополнение, углубление, систематизацию учебного материала, требующее сравнения, обобщения, анализа фактов, понятий, теорем. Проект характеризуется наличием методических альтернатив изучения материала, абстрактностью используемого математического аппарата, оценкой результата с помощью критериев, проведением его презентации. Результат имеет математический показатель в виде решения проблемы, создания субъективно нового, личностно значимого продукта и формирования прочных математических знаний и психолого-педагогический показатель в виде изменения личности студента – способности решать новые предметные задачи, возрастания интереса к учебной и научной работе.*

Выполнение учебных проектов структурировано по этапам, на каждом из которых достигается определенная цель. Задачей проблемно-целевого этапа является выделение и формулирование проблемы, определение цели и ожидаемого результата. На аналитическом происходит анализ проблемы, определяются

источники информации. Прогностический – составление плана, разделение задания на дискретные шаги. На практическом этапе происходят реализация решения и получение результата. Задача рефлексивного этапа в оценке результатов проекта и процесса его реализации. Презентационный предполагает представление выполненного учебного проекта на мини-конференциях.

В процессе исследования было установлено, что учебные проекты способствуют эффективному изучению математического анализа, если их применение носит не эпизодический характер, а направлено на систематическую работу в течение всего процесса обучения. При проектировании комплекса учебных проектов необходимо объединить, подчинить одной цели, сгруппировать по определенным признакам. Акцент делается на взаимосвязи различных содержательно-методических линий предмета, что способствует формированию глобального видения различных проблем курса, позволяет воспринимать знания в их взаимозависимостях. Области взаимодействия устанавливаются через учебные проекты и являются основой для внутриспредметной интеграции.

**Во второй главе** «Алгоритм проектирования комплекса учебных проектов по математическому анализу» определен порядок создания комплекса, обоснован отбор содержания учебных проектов в соответствии с разработанными нами правилами и требованиями. Приведены примеры учебных проектов разной степени обобщенности и дано их распределение по семестрам.

Алгоритм включает логико-дидактический анализ курса, позволяющий вычлениить особенности соответствующего содержания, учесть общие закономерности изучения математического анализа и конкретизировать их применительно к этому содержанию. Структурирование содержания дисциплины происходит посредством выделения содержательно-методических линий, к которым относим: действительные числа и пределы числовых последовательностей; функции одной переменной; пределы функций; дифференциальное исчисление функций одной переменной; неопределенный и определенный интегралы; дифференциальное исчисление функций многих переменных; интегральное исчисление функций многих переменных; кратные интегралы; криволинейные и поверхностные интегралы первого и второго рода; векторный анализ; теорию поля; ряды; несобственные интегралы; ряды Фурье. Каждая линия изучается в определенных темах и разделах математического анализа и представляет собой образование с многочисленными внутренними связями. Учебные проекты направлены на выявление этих связей, а также на связи между содержательно-методическими линиями, что обеспечивает целостное восприятие дисциплины и способствует эффективному изучению математического анализа.

Алгоритм включает разработанные нами правила создания учебных проектов по математическому анализу. При отборе содержания учебных проектов возможно *использование аналогии* для самостоятельной формулировки и доказательства теорем. В проектах могут использоваться *дополнение*, новые аспекты, фрагменты при изучении данной темы, а также при изложении учебного материала в разных источниках. Учебные проекты допускают *соблюдение единства* – рассмотрение некоторых понятий, вопросов, утверждений не изолированно друг от друга, а в единой связи. Они могут содержать *обобщения* –

увязывание ранее рассмотренных вопросов с последующими обобщениями и, наоборот, при обобщении вернуться к частному случаю. Учебные проекты могут включать *геометрическую интерпретацию* – ориентацию на интегрирование аналитического и геометрического подходов к раскрытию отдельных вопросов математического анализа. Некоторые проекты ориентированы на выявление «необходимых» и «достаточных» признаков существования понятий или на установление «эквивалентности» определений, утверждений. В них может обосновываться целесообразность использования «равенств» и «неравенств» при исследовании некоторых вопросов математического анализа.

Задача преподавателя – не просто выдать студенту задание, а научить выполнять его, рассуждать, анализировать, обобщать. На лекциях, практических занятиях преподаватель дает алгоритм выполнения проектов, показывает примеры выдвижения предположений, учит осознанно воспринимать многие понятия математического анализа, подходить к ним с новой стороны.

В ходе экспериментального исследования возникла необходимость разработать методические рекомендации, отражающие специфику курса, устанавливающие порядок и действия работы студентов над учебным проектом по математическому анализу. При работе над проектами студентам необходимо выявить компоненты первичной информации, в качестве которой могут выступать определения, теоремы, фрагменты темы, тема, раздел семестра, раздел курса и т.д. Для них нужно установить функциональные свойства (существование предела, непрерывность, дифференцируемость, интегрируемость) и выявить возможность установления взаимосвязи между ними. Обратит внимание на вероятность постановки обратных задач и вариантов их решения. Учитывать возможность рассмотрения, обоснования, доказательства при некотором изменении начальных данных, систематизацию, одновременное изучение и параллельное оформление исходного материала, а также поиск аналогичных ситуаций в других темах или разделах с указанием общности, частности, специализации в курсе дисциплины. Рассматривать возможность использования геометрического подхода, установления эквивалентности. Выявить наличие или отсутствие рассматриваемого материала в лекциях, учебниках и проанализировать его по глубине и охвату изложения. Осуществлять поиск новых проблем, нетрадиционных ситуаций, новых задач и их доказательств.

В соответствии с логико-дидактическим анализом курса математического анализа и разработанными правилами создания учебных проектов по этой дисциплине был произведен отбор содержания учебных проектов, которые охватывают отдельные вопросы темы, реализуются в рамках одной или нескольких тем, включают один или несколько разделов курса. Различаются краткосрочные, средней продолжительности, долгосрочные проекты. По типу – исследовательские, информационные, творческие. Исходя из содержания проектов, сформированы «мини-», «локальные», «семестровые», «курсовые», «полуторакурсовые», «глобальные» проекты, которые входят в базовый, расширенный и учебно-исследовательский компоненты комплекса учебных проектов. Все созданные нами учебные проекты, входящие в комплекс, распределены по четырем семестрам в соответствии с учебной программой.

Базовый компонент разработан для создания прочной теоретической и практической основы знаний, ориентирован на установление внутрипредметных связей в одной содержательно-методической линии. Накопление знаний в этом компоненте происходит за счет применения основных понятий, идей и методов математического анализа, аналогии, сравнения, сбора, обработки информации. Базовый компонент состоит из мини-проектов (краткосрочных), охватывающих отдельные вопросы темы. Как правило, они выполняются на аудиторных занятиях, ведущая роль при этом отводится преподавателю. Он знакомит студентов с особенностями проектов, выбирает темы, формулирует проблемы, показывает способы решения, этапы выполнения, контролирует и корректирует действия студентов. В результате выполнения проектов, входящих в базовый компонент, студент овладевает основными фактами, законами, принципами, воспроизводит связи между различными математическими понятиями, корректно использует основные математические факты, символику.

Расширенный компонент превышает базовый за счет установления внутрипредметных связей между двумя содержательно-методическими линиями. Компонент ориентирован на самостоятельное приобретение знаний при изучении нового материала за счет анализа информации, умения работать с научной литературой, при этом определять проблему, выделять главные смысловые аспекты в доказательствах, устанавливать связи между различными явлениями. Расширенный компонент состоит из локальных (средней продолжительности) учебных проектов, реализующихся в рамках одной или нескольких тем математического анализа. При их выполнении студенты учатся сами формулировать проблемы, выбирают и реализуют методы решения, проходят самостоятельно все этапы работы над учебным проектом, контролируют и корректируют свои действия. В результате выполнения проектов этого компонента студент умеет самостоятельно приобретать знания, работать с материалом из новых источников, выявляет связи между математическими объектами, умеет самостоятельно ставить цель, планировать, анализировать способы решения заданий в измененных ситуациях.

Учебно-исследовательский компонент превосходит расширенный за счет реализации многочисленных внутрипредметных связей между несколькими содержательно-методическими линиями математического анализа. В рамках этого компонента формируются умения самостоятельно строить и проверять предположения, находить альтернативный вариант решения проблемы, осуществлять перенос полученных знаний в новую ситуацию, формулировать выводы, обобщать и систематизировать знания, видеть и решать проблемы с различных сторон. При этом развиваются самостоятельность, готовность к самообучению. Учебно-исследовательский компонент включает семестровые, курсовые, полукурсовые, глобальные проекты (долгосрочные), охватывающие один или несколько разделов курса, семестра. В них задействован большой теоретический материал, требующий привлечения не только лекционного материала, но и его поиска в научной литературе. Проекты направлены на выбор пути выполнения, на создание и осуществление своих вариантов решения. В результате студент приобретает элементы научно-исследовательской работы, а именно са-

мостоятельно выдвигает гипотезы, осуществляет поиск и формулирование новых идей и их воплощение, устанавливает причинно-следственные связи.

**Комплекс учебных проектов по математическому анализу** – это совокупность взаимосвязанных между собой базового, расширенного, учебно-исследовательского компонентов. При проектировании комплекса учебных проектов делается упор на взаимосвязь и взаимозависимость понятий, тем, разделов курса математического анализа через аналогию, обобщение, соподчиненность различных объектов, через геометрическую интерпретацию некоторых понятий или фактов, что обеспечивает взаимосвязь между учебными проектами, входящими в состав различных компонентов.

Семестровые, курсовые, полуторакурсовые, глобальные учебные проекты направлены на усвоение студентами фрагмента математической теории, в построении которого они участвуют, являющегося результатом самостоятельного исследования. В отличие от локальных, в них увеличивается объем содержания, усложняются, претерпевают изменения содержание и глубина логико-математических связей, увеличивается объем изучаемого материала. В глобальные проекты включается материал, базирующийся на ведущих идеях курса и имеющий важное мировоззренческое значение. Такой подход к изучаемому содержанию способствует эффективному изучению математического анализа по сравнению с заучиванием в традиционном изложении.

Пример глобального проекта по теме «**Определение  $m$ -кратного интеграла по  $m$ -мерному промежутку и по фигуре от функции  $m$  переменных**» демонстрирует возможности обобщения задач, формулировки и решения новых, получения нового теоретического результата, выявляющего логические связи между рассматриваемыми понятиями.

**Цели:** закрепить традиционную схему определения однократного определенного интеграла за счет введения новой терминологии и интерпретации некоторых понятий; перевести традиционную схему изложения определения однократного определенного интеграла в обобщающих терминах и обозначениях; с учетом введенного определения однократного определенного интеграла в обобщающих терминах и обозначениях сформулировать определение  $m$ -кратного интеграла по  $m$ -мерному промежутку от функции  $m$  переменных.

#### **Задание**

1. Указать схему традиционного определения однократного определенного интеграла от функции одной переменной.

2. В указанной схеме интерпретировать некоторые понятия и определить их в обобщающих терминах и обозначениях. Перевести традиционную схему изложения определения однократного определенного интеграла в обобщающих терминах и обозначениях.

3. С учетом вышеизложенного дать определение  $m$ -кратного интеграла по  $m$ -мерному промежутку  $I^m$  от функции  $f(x^1, \dots, x^m)$   $m$  переменных  $x^j, j=1, \dots, m$ .

Решение оформляется в виде таблицы 1, чтобы наглядно показать параллельное рассмотрение изучаемых понятий. При такой подаче материала удобно сопоставлять и обобщать факты.

## Решение задания

I.	II.	III.
$\int_a^b f(x)dx = \int_{[a,b]} f(x)dx \quad (1)$ <p>1. Точками <math>a=x_0 &lt; \dots &lt; x_n=b</math>, удовлетворяющими условию <math>x_{i-1} &lt; x_i</math>, <math>i=1, \dots, n</math>, разобьем отрезок <math>[a, b]</math> на частичные отрезки <math>[x_{i-1}, x_i]</math> длины <math>\Delta x_i = x_i - x_{i-1}</math>.</p>	$\int_{[a,b]} f(x)dx = \int_{I^1} f(x)dx \quad (2)$ <p>1. Полагая <math>[a, b]=I^1</math>, разобьем промежуток <math>I^1</math> на части <math>\Delta I_i^1, i=1, \dots, n</math>, меры <math>\Delta \mu_i = \mu(\Delta I_i^1) = \Delta x_i</math>. (Заменяем понятие «длина отрезка» – понятием «мера промежутка», вводим термин «мера».)</p>	$\int_{I^m} \dots \int f(x^1, \dots, x^m) dx^1 \dots dx^m \quad (3)$ <p>1. Разобьем <math>m</math>-мерный промежуток <math>I^m</math> на частичные промежутки <math>\Delta I_i^m</math> меры <math>\Delta \mu_i = \mu(\Delta I_i^m) = \Delta x_i^1 \cdot \Delta x_i^2 \cdot \dots \cdot \Delta x_i^m</math>, <math>i=1, \dots, n</math>. (Отметим, что данная формула имеет место для промежутка-параллелепипеда.)</p>
<p>2. Максимум <math>\lambda</math> из длин <math>\Delta x_i</math> частичных отрезков <math>[x_{i-1}, x_i]</math> называется параметром разбиения <math>P</math>.</p>	<p>2. Максимум <math>\lambda</math> из диаметров <math>\lambda_i</math> частичных промежутков <math>\Delta I_i^1, i=1, \dots, n</math> называется параметром разбиения <math>P</math>. (Длину отрезка заменяем диаметром промежутка, учитывая, что в одномерном случае длина отрезка равна диаметру.)</p>	<p>2. Максимум <math>\lambda</math> из диаметров <math>\lambda_i</math> частичных промежутков <math>\Delta I_i^m, i=1, \dots, n</math> называется параметром разбиения <math>P</math>.</p>
<p>3. Пусть <math>f(x) : [a, b] \rightarrow R</math>. В каждом частичном отрезке <math>[x_{i-1}, x_i]</math> выберем по точке <math>\xi_i \in [x_{i-1}, x_i]</math>, <math>i=1, \dots, n</math>.</p>	<p>3. Пусть <math>f(x) : [a, b]=I^1 \rightarrow R</math>. В каждом промежутке <math>[x_{i-1}, x_i]</math> выберем по точке <math>\xi_i \in \Delta I_i^1</math>, <math>i=1, \dots, n</math>. (Переобозначаем частичный отрезок <math>[x_{i-1}, x_i]</math> на частичный промежуток.)</p>	<p>3. Пусть <math>x=(x^1, \dots, x^m) \in I^m</math> и пусть <math>f(x) = f(x^1, \dots, x^m) : I^m \rightarrow R</math>. В каждом частичном промежутке <math>\Delta I_i^m</math> выберем по точке <math>\xi_i = (\xi_i^1, \dots, \xi_i^m)</math>, <math>i=1, \dots, n</math>.</p>
<p>4. Составим интегральную сумму (Римана)</p> $\sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta x_i$	<p>4. Составим интегральную сумму (Римана)</p> $\sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta \mu_i$ <p>(Длину <math>\Delta x_i</math> необходимо заменить мерой <math>\Delta \mu_i</math>, <math>i=1, \dots, n</math>.)</p>	<p>4. Составим интегральную сумму (Римана)</p> $\sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta \mu_i = \sum_{i=1}^n f(\xi_i^1, \dots, \xi_i^m) \Delta x_i^1 \dots \Delta x_i^m$
<p>5. Одномерный интеграл (1) определим как конечный предел интегральной суммы</p> $\int_a^b f(x)dx := \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta x_i$ <p>(если он не зависит ни от способа разбиения, ни от выбора точек <math>\xi_i</math>, <math>i=1, \dots, n</math>.)</p>	<p>5. Однократный интеграл (2) по промежутку <math>I^1</math> определим как конечный предел интегральной суммы</p> $\int_{I^1} f(x)dx := \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta \mu_i$ <p>(если он не зависит ни от способа разбиения, ни от выбора точек <math>\xi_i</math>, <math>i=1, \dots, n</math>.)</p>	<p>5. Кратный интеграл (3) по промежутку <math>I^m</math> определим как конечный предел интегральной суммы</p> $\int_{I^m} \dots \int f(x^1, \dots, x^m) dx^1 \dots dx^m = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta \mu_i = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(\xi_i^1, \dots, \xi_i^m) \Delta x_i^1 \cdot \dots \cdot \Delta x_i^m$ <p>(если он не зависит ни от способа разбиения, ни от выбора точек <math>\xi_i</math>, <math>i=1, \dots, n</math>.)</p>

Выполнение проекта происходит поэтапно. На *проблемно-целевом* формулируются проблемы и цели; на *аналитическом* выявляются методы, теоремы для вычисления предела функции, анализируется изученный на данный момент курс математического анализа, тем самым закрепляется материал по данной

теме. Необходимо вспомнить и проанализировать традиционное определение однократного интеграла от функции одной переменной.

При сборе информации происходит работа с теоретическим материалом, с конспектами, дополнительной литературой, приобретается умение анализировать собранные сведения. На *прогностическом* этапе вводятся новые термины и интерпретируются некоторые понятия, происходит перевод традиционной схемы изложения определения однократного определенного интеграла в обобщающих терминах и обозначениях, рождаются новые идеи, гипотезы, предположения для создания нового объекта (определения). На *практическом* этапе новое для студентов определение  $m$ -кратного интеграла по  $m$ -мерному промежутку от функции  $m$  переменных формулируется путем аналогии и сравнения с традиционным и вновь полученным изложением.

В каждом столбце таблицы 1 указывается интегральная сумма и дается определение интеграла по промежутку  $I^m$ , являющемуся отрезком при  $m=1$ . Здесь идет обобщение от одномерного промежутка к  $m$ -мерному промежутку. Так у студентов формируются умения обобщения, аналогии.

Заметим, что определенный в проекте  $m$ -кратный интеграл по  $m$ -мерному промежутку от функции  $m$  переменных не совпадает с  $m$ -кратным интегралом Римана, определяемого по произвольной области, рассматриваемого традиционно. В случае произвольной  $m$ -мерной области  $E$  можно сделать обобщение путем перехода от интеграла по промежутку  $I^m$  к интегралу по произвольной

области  $E$  введением характеристической функции  $\chi_E(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in E, \\ 0, & \text{если } x \notin E \end{cases}$  множества  $E$ . Тогда интеграл  $\int_E f(x)dx$  определяется следующим образом

$\int_E f(x)dx = \int_{I^m \supset E} f \chi_E(x)dx$ . Получилась последовательность обобщений. В то же время обобщение можно сделать сразу переходом к интегралу по фигуре, где разбиение производится на произвольные области.

На этапе *рефлексии* проверяется возможность дальнейшего обобщения задания, например, исходя из определения кратного интеграла по промежутку, дать схему определения интеграла от функции многих переменных по произвольной фигуре, которой может явиться  $m$ -мерная область, кривая, поверхность. Таким образом, происходит рождение новой темы, нового замысла.

Итак, исходя из определения кратного интеграла по промежутку, т. е. используя результаты выполнения задания, необходимо дать схему определения интеграла по произвольной фигуре ( $m$ -мерной области, кривой, поверхности) от функции многих переменных.

Укажем схему определения интеграла по фигуре  $(\Phi) \int_{(\Phi)} h(x)d\mu$ , (4) от функции  $m$  переменных  $h(x)$ , определенной и непрерывной на  $(\Phi)$ , где  $x=(x^1, x^2, \dots, x^m)$ . С этой целью необходимо выполнить следующие действия.

1. Разбить фигуру  $(\Phi)$  на частичные фигуры  $(\Delta\Phi_i)$  с мерами  $\Delta\mu_i = \mu(\Delta\Phi_i)$ ,  $i=1, \dots, n$ . (Максимум  $\lambda$  из диаметров  $\lambda_i$  частичных промежутков  $(\Delta\Phi_i)$ ,  $i=1, \dots, n$  называется параметром разбиения  $P$ ).

2. Выбрать в каждой частичной фигуре  $(\Delta\Phi_i)$  произвольную точку  $\xi_i = (\xi_i^1, \dots, \xi_i^m)$ ,  $i=1, \dots, n$  и вычислить значение  $h(\xi_i)$ .

3. Составить интегральную сумму для функции  $h(x)$  по фигуре  $(\Phi)$ :

$$\sum_{i=1}^n h(\xi_i) \Delta\mu_i.$$

4. Определить интеграл (4) как конечный предел интегральных сумм, т.е.

$$\int_{(\Phi)} h(x) d\mu := \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n h(\xi_i) \Delta\mu_i, \text{ если он не зависит ни от способа разбиения, ни}$$

от выбора точек  $\xi_i$ ,  $i=1, \dots, n$ .

В проекте интегралы (3), (4) определены как обобщения однократного определенного интеграла (1), (2) от функции одной переменной. Таким образом раскрываются *внутрипредметные связи*, выражающиеся в том, что в зависимости от вида фигуры (область, кривая, поверхность) интеграл (4) можно рассматривать как кратный интеграл по фигуре  $(\Phi)$ , криволинейные интегралы 1 и 2 рода по кривой  $(l)$ , поверхностные интегралы 1 и 2 рода по поверхности  $(S)$ .

Результаты таблицы 1 можно использовать при определении интеграла по множеству  $E$  через интеграл по  $m$ -мерному промежутку, и в то же время схема определения интеграла по промежутку может быть использована при определении интеграла по фигуре.

**Третья глава** «Опытно-экспериментальная работа по использованию комплекса учебных проектов по математическому анализу» содержит описание методики применения комплекса и результаты экспериментальной проверки.

Разработанное нами программно-методическое обеспечение изучения курса математического анализа включает: тематическое планирование курса с указанием тем, вопросов разделов программного материала, при изучении которых целесообразно использовать учебные проекты по математическому анализу; комплекс учебных проектов определенной степени обобщенности; методические рекомендации, устанавливающие порядок и действия работы над учебными проектами, критерии оценивания выполнения учебных проектов.

Наряду с традиционными формами обучения, особое значение в эксперименте придавалось самостоятельности. Предусмотренные учебным планом часы на самостоятельную работу отводились на выполнение учебных проектов. Эта работа стала эффективной, потому что была систематической, контролируемой по срокам сдачи учебных проектов.

Для проведения контрольных мероприятий и мониторинга знаний нами был создан фонд оценочных средств, используемых при осуществлении контроля знаний, включающего: а) проведение коллоквиумов по разделам, сдачу экзаменов с выполнением учебных проектов; б) оформление учебного проекта в письменном виде и представление его преподавателю; в) дополнительный устный опрос по теме проекта, а также по материалам отдельных разделов, семестра, курса математического анализа; г) проведение контрольно-оценочных работ; д) защиту проекта (презентацию) в письменном виде или в форме доклада на мини-конференциях.

В результате использования комплекса учебных проектов при изучении математического анализа происходит:

- качественное усвоение учебного материала при изучении вопросов, фактов, проблем, требующих сравнения, обобщения, анализа учебного материала, предполагающих привлечение знаний из различных тем, разделов дисциплины, установление внутрипредметных связей между содержательно-методическими линиями курса;
- формирование элементов научно-исследовательской работы в процессе привлечения дополнительной литературы при поиске и формулировании новых идей, построении гипотез, осуществлении их проверки, обобщении, анализе результатов;
- развитие самостоятельности в ходе индивидуальной работы над учебным проектом, поиск знаний, выработка собственных идей и их аргументация;
- приобретение уникального опыта при усвоении новых знаний, в ходе поиска, анализа и обработки информации, обобщения и интеграции различных разделов математического анализа.

Для проверки эффективности применения комплекса учебных проектов по математическому анализу был проведен эксперимент, в котором было задействовано 250 студентов 1 и 2 курсов математического отделения университета за период с 1998 по 2011 г. В экспериментальную группу вошли студенты выпускного курса 2010 г., а в контрольную – выпускники 2009 г. В экспериментальной группе изучение математического анализа проводилось с использованием комплекса учебных проектов. В контрольной группе обучение велось традиционными методами. В течение всего эксперимента учебные проекты применялись на лекционных и практических занятиях, в качестве домашнего задания, кроме того, использовались в коллоквиумах и на экзаменах. Оценка использования комплекса учебных проектов проводилась различными методами, основными из которых были: наблюдение за деятельностью студентов, экспертная оценка выполнения учебных проектов, контрольно-оценочные работы.

Конечный результат выполнения учебных проектов демонстрировался на мини-конференциях. Экспертная группа из преподавателей университета с помощью критериев, указанных в таблице 2, оценивала выполнение учебных проектов. Эксперты выставляли свои баллы по каждому из шести критериев, максимальная оценка, таким образом, достигала 18 баллов. Окончательная оценка представляет собой среднее арифметическое всех баллов. На низком уровне выполнения проектов находятся студенты, набравшие от 0 до 11 баллов, на среднем – от 12 до 15 баллов, на высоком – от 16 до 18 баллов.

В начале эксперимента у 76% студентов выполнение учебных проектов находилось на низком уровне, у 24% – на среднем. Высокий уровень выполнения проекта не показал ни один студент. К окончанию эксперимента на низком уровне оказались 40% студентов, на среднем – 52%, и важно отметить, что высокого уровня достигли 8%, хотя учебные проекты в конце эксперимента отличались большой степенью сложности как теоретической подготовки, так и практической реализации. Таким образом, у большей части студентов, прини-

мавших участие в педагогическом эксперименте, повысился уровень выполнения учебных проектов по математическому анализу.

Т а б л и ц а 2

**Критерии оценивания выполнения учебных проектов по математическому анализу**

<b>Критерий определения цели и проблемы проекта</b>	<b>Баллы</b>
Проблема выявлена, но цель не сформулирована	0
Определена проблема и преобразована в цель предстоящей работы	1
Проблема поставлена, цель установлена, намечены пути ее достижения	2
Сформулированы проблема и цель, аргументированы, разработаны способы достижения цели.	3
<b>Критерий целесообразности использования источников информации</b>	
Использован только лекционный материал	0
Лекционная информация частично дополнена из дополнительных источников	1
Большая часть информации взята из дополнительных источников	2
Работа содержит исчерпывающую информацию из разнообразных источников	3
<b>Критерий реализации учебного проекта</b>	
Выполнены отдельные элементы проекта	0
Значительная часть работы выполнена, но не доведена до конца	1
Проект раскрыт в пределах программного материала	2
Проект раскрыт полностью, продемонстрированы знания, выходящие за рамки учебной программы	3
<b>Критерий анализа хода работы, выводов и перспектив</b>	
Отсутствует анализ и оценка проделанной работы	0
Анализ выполненной работы сделан поверхностно	1
Дан подробный анализ проделанной работы, четко сформулированы выводы	2
Представлен полный анализ хода работы, сделаны корректные выводы, определены дальнейшие перспективы проекта	3
<b>Критерий заинтересованности студента и творческого подхода к работе</b>	
Работа поверхностная, показывает отсутствие интереса к проекту	0
Проявление ситуативного интереса к проекту, нет творческого подхода к работе	1
Студент демонстрирует интерес к проекту, отличается мотивацией к творчеству, делает попытки самостоятельных выводов.	2
Работа характеризуется нестандартными идеями, оригинальностью выполнения	3
<b>Критерий качества проведения презентации</b>	
Студент не смог научно изложить полученные результаты, вышел за рамки регламента, испытывал затруднения при ответе на дополнительные вопросы	0
Материал изложен не полностью, однако студент уложился в регламент. Были допущены ошибки. Студент не сумел грамотно построить свое выступление, ответил не на все заданные вопросы	1
При изложении результатов студент допустил некоторые неточности, вышел за рамки регламента. Однако при ответе на дополнительные вопросы сумел исправить допущенные ошибки	2
Студент правильно ответил на все вопросы, научно изложил проблему проекта, математически грамотно обосновал выводы в рамках регламента	3

Эффективность разработанного комплекса учебных проектов по математическому анализу, применяемого в течение экспериментального обучения, мы определяли по уровням сформированности, прочности и гибкости математиче-

ских знаний и умений студентов и по степени выраженности интереса к изучению математического анализа.

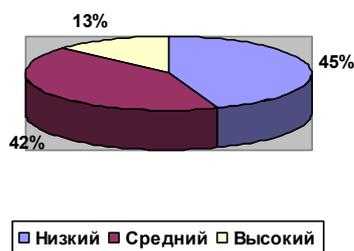


Диаграмма 1. Уровни сформированности математических знаний и умений в контрольной группе

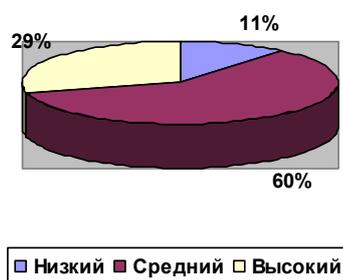


Диаграмма 2. Уровни сформированности математических знаний и умений в экспериментальной группе

Анализ итоговых данных, отраженных в диаграммах 1 и 2, показал, что результаты сформированности математических знаний и умений студентов в экспериментальной группе выше, чем в контрольной. Достоверность этого вывода проверялась методами статистики с помощью  $t$ -критерия Стьюдента. Установленная величина  $t$ -критерия  $t_{\phi} = \frac{d}{s_d} = 2,33$ . Критическое (стандартное) значение  $t_{st} = 2,02$  этой величины для уровня значимости  $\alpha = 0,05$ . Так как  $t_{\phi} > t_{st}$ , то нулевая гипотеза опровергается. Разница между средними величинами контрольной и экспериментальной групп статистически достоверна. С вероятностью более 95% можно утверждать, что разработанный комплекс учебных проектов по математическому анализу положительно воздействует на сформированность математических знаний и умений.

Результаты эксперимента показали, что использование комплекса учебных проектов эффективно влияет на гибкость и прочность знаний по математическому анализу. Гибкость знаний проявляется в готовности студента к самостоятельному нахождению способа их применения при изменении ситуации или различных способов при одной и той же ситуации, а также по умению переносить и использовать их в различных ситуациях, применять аналогию, трансформировать имеющиеся знания к новому способу решения задач и выявляется в ходе выполнения заданий, требующих нестандартного подхода. Для общей оценки уровня сформированности гибкости полученных знаний мы провели проверочную работу, результаты которой в экспериментальной группе выше, чем в контрольной. Результаты аттестационной работы по остаточным знаниям студентов, спустя год после завершения изучения математического анализа, свидетельствуют о прочности усвоения пройденного курса. В ходе проведения эксперимента у студентов повысился интерес к изучению математического анализа. Таким образом, результаты опытно-экспериментальной работы свидетельствуют об эффективности использования разработанного комплекса учебных проектов при изучении математического анализа.

В рамках поставленных задач диссертационное исследование можно считать завершенным. Перспективным представляется проектирование комплекса

учебных проектов для других математических дисциплин, составляющих цикл предметной подготовки студентов математических специальностей.

### **Основные результаты исследования**

1. Определены теоретические основы учебных проектов по математическому анализу. Проект по математическому анализу – это учебное задание поисково-исследовательского характера, требующее сравнения, обобщения, анализа фактов, понятий, теорем математического анализа. Проекты ориентированы на изучение дополнительного материала, характеризуются наличием методических альтернатив изучения материала, оценкой результата с помощью критериев, проведением их презентации. Результат направлен на формирование прочных математических знаний и умений, развитие самостоятельности, возрастание интереса к предмету.

2. Построен алгоритм проектирования комплекса учебных проектов по математическому анализу, включающий логико-дидактический анализ содержания курса; правила создания учебных проектов и методические рекомендации, устанавливающие порядок и действия работы над учебным проектом; отбор содержания учебных проектов разной степени обобщенности; критерии оценивания выполнения учебных проектов.

3. Разработан комплекс учебных проектов, состоящий из базового, расширенного и учебно-исследовательского компонентов, включающий учебные проекты, охватывающие все основные разделы курса математического анализа. Учебные проекты сгруппированы по диапазону тем, по объему использованной информации, по продолжительности, по типу и направлены на установление внутрипредметных связей.

4. Создана методика применения комплекса учебных проектов по математическому анализу, определяемая алгоритмом его проектирования, программно-методическим обеспечением изучения курса математического анализа, систематическим использованием, диапазоном охвата основных разделов дисциплины, ориентированная на использование взаимосвязанных компонентов комплекса на всех этапах усвоения содержания предмета – от первичного восприятия новых знаний до умения применять его аппарат в творческой ситуации.

Полученные результаты могут служить основанием для продолжения исследования, а также использоваться преподавателями других дисциплин цикла предметной подготовки путем соответствующей коррекции содержания и форм проведения занятий.

### **Основное содержание исследования апробировано в следующих публикациях (16,79 п.л.)**

*Статьи в журналах, входящих в список ВАК РФ*

1. Задорожная, О.В. Задания по математическому анализу, способствующие формированию умений проектной деятельности / О.В. Задорожная // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – Волгоград, 2008. – № 9(33). – С. 226-230 (0,37 п. л.).
2. Задорожная, О.В. Проект на занятиях по математическому анализу / О.В. Задорожная // Вестник Ставропольского государственного университета. – Ставрополь, 2008. – Вып. 56. – С. 10-15 (0,47 п. л.).

3. Задорожная, О.В. Развитие креативных способностей при формировании умения проектной деятельности / О.В. Задорожная // Научные проблемы гуманитарных исследований. – Пятигорск, 2008. – Вып. 4. – С. 23-28 (0,33 п. л.).
  4. Задорожная, О.В. Психолого-педагогические условия формирования умения проектной деятельности в процессе изучения математического анализа / О.В. Задорожная // Вестник Ставропольского государственного университета. – Ставрополь, 2007. – Вып. 51. – С. 101-104 (0,32 п. л.).
- Статьи в сборниках научных трудов и материалов научных конференций*
5. Zadorozhnaya Olga V. Training project “Comparative analysis of univariate and multivariate mathematical analysis” / Zadorozhnaya Olga V. // The 8th Congress of the International Society for Analysis, its Applications, and Computation. – М.: PFUR, 2011. – С. 462 (авт. объем – 0,1 п.л.).
  6. Задорожная О.В. Минипроект по математическому анализу / О.В. Задорожная, Н.И. Мерлина // Математика. Компьютер. Образование: тезисы 18 международной конференции. 24-29 января 2011. – Пущино, 2011. – С. 378 (авт. объем – 0,05 п.л.).
  7. Задорожная О.В. Учебный проект «Инвариантность некоторых свойств взаимно обратных функций» / О.В. Задорожная // Тезисы конференции. 15-16 марта 2011. – Нижний Новгород, 2011. – С. 83-84 (0,08 п.л.)
  8. Задорожная О.В. Воспитание студентов в процессе проектной деятельности / О.В. Задорожная, Н.И. Мерлина // Тезисы конференции. 29 мая – 4 июня 2011. – Чебоксары, 2011. – С. 416 (авт. объем – 0,04 п.л.).
  9. Задорожная О.В. Связь между учебными проектами по математическому анализу / Н.И. Мерлина, О.В. Задорожная, // Актуальные проблемы современной физики и математики: сборник трудов II региональной научно-практической конференции. 22-24 ноября 2010. – Элиста, 2011. – С. 90-91 (авт. объем – 0,05 п.л.)
  10. Задорожная О.В. Подготовка студентов к исследовательской работе с помощью учебных проектов по математическому анализу / О.В. Задорожная // Материалы научно-практической конференции. 26-29 октября 2009. – Элиста, 2009. – С. 81-85 (0,3 п.л.).
  11. Задорожная, О.В. Формирование компетенций в системе подготовки студентов-математиков к проектной деятельности / О.В. Задорожная, Ю.А. Розка. – Волгоград: Колледж, 2009. – С. 22-30 (авт. объем – 0,15 п.л.)
  12. Задорожная, О.В. Проектное задание при интеграции предметов / О.В. Задорожная // Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов: материалы VI международной научно-практической конференции. – Элиста, 2009. – С. 128-133 (0,4 п.л.)
  13. Задорожная О.В. Проектно-исследовательская работа в высшей школе / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков // Вестник Калмыцкого университета. – Элиста, 2008. – № 6. – С. 98-99 (авт. объем – 0,05 п.л.).

14. Задорожная, О.В. Проектное задание по математическому анализу / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков // Современные технологии повышения качества профессионального образования: материалы научно-методической конференции.– Элиста, 2008. – С. 120-121 (авт. объем – 0,05 п.л.).
15. Задорожная, О.В. Проекты в учебном процессе / О.В. Задорожная // Современные технологии повышения качества профессионального образования: материалы научно-методической конференции. 4 июня 2008.– Элиста, 2008. – С. 151-152 (0,14 п.л.).
16. Задорожная О.В. Занятие по математическому анализу, направленное на формирование умения проектной деятельности. Методические инновации в системе общего и профессионально-педагогического образования: материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции, декабрь 2007 г. [Электронный ресурс] – М.: ОФАП, № 10201 от 20.03.08 (0,24 п. л.).
17. Задорожная, О.В. Проектные задания в преподавании математического анализа / О.В. Задорожная // Вестник Калмыцкого университета. – Элиста, 2007. – № 4. – С. 6-9 (0,32 п. л.).
18. Задорожная, О.В. Метод проектов как предпосылка проектной деятельности / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков // Вестник Калмыцкого университета. – Элиста, 2007. – № 4. – С. 17-20 (0,08 п. л.).
19. Задорожная, О.В. Формирование умения проектной деятельности на занятиях по математическому анализу / О.В. Задорожная // Дидактико-методические аспекты современного урока: материалы Всероссийской научно-практической конференции 22-27 апреля 2007 г. – Армавир, 2007. – С. 304-311 (0,47 п. л.).
20. Задорожная, О.В. Исследование ЧСС у студентов физико-математического факультета КГУ в период сдачи экзамена по специальности / О.В. Задорожная, О.Б. Цандыкова, Ю.Н. Радачинская // Физическая культура, туризм и спорт в современном развитии общества: материалы республиканской научно-практической конференции (Элиста, 25 – 26 ноября 2005 г.). – Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2006. – С. 24 – 26 (авт. объем – 0,03 п.л.).
21. Задорожная, О.В. Рейтинговая система оценки качества знаний лекционного материала / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков // Современные технологии обучения в учебном процессе: материалы научно-методической конференции. – Элиста: Калм. ун-т, 2003. – С. 34-35 (авт. объем – 0,04 п.л.).
22. Задорожная, О.В. Технология обучения студентов математическому анализу и рейтинговая система оценки качества знаний / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков // Современные технологии обучения в учебном процессе: материалы научно-методической конференции. – Элиста: Калм. ун-т, 2003. – С. 32 – 34 (авт. объем – 0,08 п.л.).

23. Задорожная, О.В. Проблемно-проектное занятие на уроке математики / О.В. Задорожная, Е.М. Волкова. <http://festival.1september.ru/articles/505510> (авт. объем – 0,13 п.л.).

*Учебно-методические пособия*

24. Задорожная, О.В. Проектная деятельность в ходе изучения математических дисциплин (на примере математического анализа и методов математической физики) Часть I / Сост. О.В. Задорожная, В.К. Кочетков. – Элиста: Изд-во Калмыцкого ун-та. – 2009. – 27 с. (авт. объем – 0,65 п.л.).
25. Задорожная, О.В. Математический анализ: функции многих переменных. Задания по формированию умения проектной деятельности: лабораторный практикум, контрольные и проектные задания для студентов математического отделения / Сост. О.В. Задорожная, В.К. Кочетков. – Элиста: Изд-во Калмыцкого ун-та. – 2008. – 27 с. (авт. объем – 0,65 п.л.).
26. Задорожная, О.В. Учебно-методическое пособие по проектной деятельности для дисциплины «Математический анализ» / О.В. Задорожная [Электронный ресурс]: Компьютерные учебные программы и инновации. М.: ВНИИЦ, 2008. – № 50200800391 (4,5 п. л.).
27. Задорожная, О.В. Математический анализ: лабораторный практикум и контрольные задания для студентов 2 курса математического факультета. Часть II / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков. – Элиста: Калм. ун-т, 2006. – 32 с. (авт. объем – 1 п.л.).
28. Задорожная, О.В. Математический анализ, часть III: лабораторный практикум и контрольные задания для студентов математического факультета / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков. – Элиста: Калм. ун-т, 2004. – 52 с. (авт. объем – 1,65 п.л.).
29. Задорожная, О.В. Математический анализ, часть IV: лабораторный практикум и контрольные задания для студентов 2 курса математического факультета / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков. – Элиста: Калм. ун-т, 2003. – 24 с. (авт. объем – 0,7 п.л.).
30. Задорожная, О.В. Математический анализ: лабораторный практикум и контрольные задания для студентов 1 курса / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков. – Элиста: Калм. ун-т, 2002. – 54 с. (авт. объем – 1,6 п.л.).
31. Задорожная, О.В. Математический анализ: методические указания к лабораторно-практическим занятиям / О.В. Задорожная, В.К. Кочетков. – Элиста: Калм. ун-т, 1997. – 58 с. (авт. объем – 1,75 п.л.).

Подписано в печать 5.09. 2011 г.

Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.

Усл.п.л.1,5. Тираж 130 экз. Заказ №

Отпечатано с готового оригинала макета  
в типографии ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет»  
358000 Элиста, ул. Пушкина, 11