

*На правах рукописи*

КОПОСОВА Елена Гранетовна

**МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ  
СТУДЕНТОВ БАКАЛАВРИАТА  
(НА ПРИМЕРЕ ХИМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ)**

13.00.08 – теория и методика профессионального образования

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Санкт-Петербург  
2010

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

Научный руководитель: доктор педагогических наук, доцент  
Александр Игоревич СУРЫГИН

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук, профессор  
Светлана Элезаровна ХАРЗЕЕВА

кандидат педагогических наук  
Фаина Ильинична КОПЕЛЕВИЧ

Ведущая организация Санкт-Петербургский государственный  
университет технологии и дизайна, Северо-  
западный профессионально-педагогический  
институт СПбГУТД

Защита состоится 14 декабря 2010 года в 16 часов на заседании диссертационного совета Д 212.229.28 при Санкт-Петербургском государственном политехническом университете по адресу: 195220, Санкт-Петербург, Гражданский пр., д.28, ауд.328.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке СПбГПУ по адресу 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

Автореферат диссертации доступен на официальном сайте СПбГПУ (<http://www.spbstu.ru/>).

Автореферат разослан                      ноября    2010 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Сурыгин А.И.

## Общая характеристика работы

**Актуальность темы исследования.** Выпускник вуза любой специальности должен иметь четкие представления о значимости той или иной науки в предстоящей трудовой деятельности, уметь интегрировать и переносить достижения различных областей знаний в свою профессию и применять их. Для студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки должен быть разработан и внедрен подход к изучению курса «Математика», демонстрирующий связь математики и дисциплин профессионального цикла, показывающий целостность науки и ее фундаментальность, ориентирующий не на запоминание отдельных фактов, а на понимание процессов, происходящих в окружающем мире.

Важнейшими функциями математики как фундаментальной науки являются создание теоретической научной базы знаний для успешного овладения дисциплинами профессионального цикла и формирование у студентов мышления, при котором осуществляется целостный подход к изучаемому предмету как к системе, состоящей из множества взаимосвязанных элементов. Формирование такого мышления возможно на основе системного рассмотрения теоретического математического материала и использования междисциплинарного подхода, реализующего связь математики с другими учебными дисциплинами, необходимыми студентам в их будущей профессиональной деятельности.

Проблемами повышения эффективности обучения математике в вузе занимались В.Н.Козлов, Л.Д.Кудрявцев, В.А.Кузнецова, Г.Л.Луканкин, В.Н.Монахов, А.Г.Мордкович, В.Т.Петрова, Е.И.Смирнов, А.Г.Солонина, Н.Л.Стефанова, Г.Г.Хамов, А.В.Ястребов. Эти авторы рассматривают обучение математике студентов математических и инженерно-технических факультетов. Проблемой межпредметных связей как общей дидактической проблемой занимались: И.Д.Зверев, Д.М.Кирюшкин, Г.И.Кутузова, В.Н.Максимова, М.Н.Скаткин, В.Н.Федорова. В исследованиях И.Д.Зверева, В.Н.Максимовой, Е.Е.Минченкова, М.Н.Скаткина и других межпредметные связи выступают как одно из основных условий обучения и формирования системного мышления. Проблемой межпредметных связей математики и химии занимались Т.К.Александрова, М.Я.Голобородько, В.Г.Скатецкий; математики и физики – В.М.Монахов; математики и биологии – В.Н.Максимова. Большинство рассматриваемых работ описывают межпредметные связи в школьных курсах учебных дисциплин.

Актуальность использования междисциплинарного подхода при обучении в вузе обусловлена современным уровнем развития науки, на котором ярко выражена интеграция естественнонаучных знаний. Интеграция научных знаний предъявляет новые требования к специалистам. Возрастает роль знаний и умений человека в областях, смежных с основной специальностью. С введением Федеральных государственных образовательных стандартов нового поколения и уровневой модели высшего профессионального образования необходимо создавать условия для качественной подготовки студентов всех уровней образования.

Использование междисциплинарного подхода при обучении студентов бакалавриата вызывает ряд затруднений: как организовать познавательную деятельность обучающихся, чтобы они хотели и умели устанавливать связи между разными учебными дисциплинами? как вызвать их познавательный интерес к различным аспектам профессиональной деятельности? Возникает противоречие между необходимостью использовать междисциплинарный подход в обучении математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки и отсутствием разработанных методических рекомендаций по его реализации в высшей школе.

**Проблема исследования:** выявление условий организации процесса обучения математике, обеспечивающих реализацию способности студентов устанавливать и использовать междисциплинарные связи между математикой и дисциплинами профессионального цикла.

**Цель исследования:** научное обоснование повышения эффективности обучения математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки на основе междисциплинарного подхода.

**Объектом исследования** является процесс обучения математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки.

**Предметом исследования** являются междисциплинарные связи между математикой и дисциплинами профессионального цикла и их отражение в содержании обучения математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений (на примере химических направлений подготовки).

**Гипотеза исследования:** если в основу конструирования содержания курса «Математика» бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки положить междисциплинарный подход и соответственно ему структурированный материал, то это позволит повысить качество математической подготовки студентов, дополнив её:

- 1) представлением о видах междисциплинарных связей между математикой и дисциплинами профессионального цикла;
- 2) умением применять установленные междисциплинарные связи при решении и конструировании прикладных задач в профессиональной области;
- 3) повышением мотивации и активизацией учебно-познавательной деятельности студентов.

**Задачи исследования:**

- на основе анализа методической, педагогической и психологической литературы обосновать актуальность обучения математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки на основе междисциплинарного подхода;
- разработать основу конструирования содержания курса «Математика» бакалавриата естественнонаучных направлений на основе междисциплинарного подхода на примере обучения математике студентов

бакалавриата химических направлений подготовки;

- осуществить экспериментальную проверку эффективности применения междисциплинарного подхода при обучении математике студентов бакалавриата химических направлений подготовки.

**Научная новизна** заключается в том, что:

– сформулированы и обоснованы новые подходы к конструированию междисциплинарного содержания курса «Математика», изучаемого студентами бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки;

– разработана и научно обоснована методика обучения приёмам выявления междисциплинарных связей, позволяющая сформировать а) представления о видах междисциплинарных связей между математикой и основными блоками содержания дисциплин профессионального цикла и б) умение применять установленные междисциплинарные связи при решении и конструировании прикладных задач в профессиональной области.

Научная новизна достигнута использованием междисциплинарного подхода в новой области: содержание вариативного компонента подготовки бакалавров в многоуровневой системе высшего профессионального образования.

**Теоретическая значимость** исследования состоит в дополнении теории и методики профессионального образования:

– научным обоснованием эффективности обучения математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки на основе междисциплинарного подхода;

– моделью конструирования междисциплинарного содержания курса «Математика» для студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки.

**Практическая значимость исследования** заключается в возможности повышения качества подготовки выпускников бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки на основе внедрения в курс математики междисциплинарного подхода, способствующего формированию умения применять междисциплинарные связи в прикладных задачах профессиональной области, а также повышающего мотивацию студентов к активной учебно-познавательной деятельности.

Разработанная методика реализации междисциплинарного подхода в содержании курса «Математика» для бакалавриата химических направлений подготовки может применяться в учебных пособиях и дидактических материалах, в тематиках курсовых и научно-исследовательских работ, а также при обучении студентов бакалавриата разных естественнонаучных направлений подготовки.

**Методологической основой исследования** послужили основные положения системного подхода к обучению (З.А.Решетова, О.С.Зайцев, А.А.Буданова), теория поэтапного формирования умственных действий (П.Я.Гальперин, Н.Ф.Талызина), теория познания (Б.М.Кедров, П.В.Копнин, В.А.Лекторский) и работы по проблеме

использования в обучении межпредметных связей (И.Д.Зверев, В.Н.Максимова, М.Н.Скаткин, Е.Е.Минченков и другие).

При решении поставленных задач использовались следующие **методы исследования**: анализ психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования; анализ содержания учебной программы по математике и специальной учебной литературы; анкетирование студентов и преподавателей, наблюдение за студентами в учебном процессе; проведение констатирующего и формирующего педагогического эксперимента.

Исследование проводилось в три этапа.

**На первом этапе** (2002-2004 гг.) определены цели и задачи исследования, проведен анализ методической, учебной и научной литературы по теме исследования.

**На втором этапе** (2004-2007 гг.) разработан и экспериментально проверен метод конструирования междисциплинарного содержания курса «Математика» на основе системы изучаемой студентами науки; проведен констатирующий эксперимент по выявлению исходного уровня знаний студентов I и IV курсов бакалавриата по направлению подготовки Химия Российского государственного педагогического университета им. А.И.Герцена; экспериментально проверена эффективность предложенного метода.

**На третьем этапе** (2007-2010 гг.) продолжена экспериментальная проверка методики реализации междисциплинарного подхода при обучении математике; в ходе педагогического исследования изучена эффективность усвоения математических знаний студентами бакалавриата по направлению подготовки Химия; проведен качественный и количественный анализ результатов исследования.

**Достоверность результатов и выводов** педагогического исследования обеспечена системным анализом методической, учебной и научной литературы; результатами опытной работы в условиях предложенной организации учебного процесса; применением различных методов обработки результатов педагогического исследования и полученными эмпирическими данными, подтверждающими гипотезу; результатами апробации в научно-педагогической среде.

**Апробация работы** осуществлялась в ходе обучения математике студентов бакалавриата по направлению подготовки Химия Российского государственного педагогического университета им. А.И.Герцена в течение 2003-2009 гг. Результаты исследования докладывались и обсуждались на методологических семинарах кафедры методики обучения математике и кафедры прикладной математики РГПУ им. А.И. Герцена, Вторых Колмогоровских чтениях (Ярославль, 2004), расширенного заседания кафедры математики с участием членов методического совета Института международных образовательных программ Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, библиографии и пяти приложений.

### **На защиту выносятся следующие положения:**

1. Специальным образом организованное обучение математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки на основе междисциплинарного подхода формирует умение применять междисциплинарные связи между математикой и дисциплинами профессионального цикла при решении прикладных задач в профессиональной области.

2. Модель конструирования содержания курса «Математика» бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки, которая содержит междисциплинарные связи между математикой и дисциплинами профессионального цикла и отражает эти связи в содержании обучения математике.

3. Междисциплинарный компонент содержания курса «Математика» способствует повышению качества математической подготовки студентов бакалавриата химических направлений подготовки, что заключается в:

- 1) сформированности представления о видах междисциплинарных связей между математикой и дисциплинами профессионального цикла;
- 2) умении применять установленные междисциплинарные связи при решении и конструировании прикладных задач в профессиональной области;
- 3) повышении мотивации и активизации учебно-познавательной деятельности студентов.

### **Содержание работы**

Во **введении** обоснована актуальность исследования, сформулированы проблема, цель и задачи исследования, гипотеза и положения, выносимые на защиту, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В **первой главе** «Междисциплинарный подход и особенности его реализации при обучении математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки» рассматриваются: основные направления и тенденции развития высшего профессионального образования на современном этапе; определения междисциплинарных связей и междисциплинарного подхода; исследуется связь между профессиональной направленностью обучения и реализацией междисциплинарного подхода.

Для раскрытия проблемы исследования в первом параграфе рассматриваются следующие направления реформирования высшей школы: непрерывность; переход на многоуровневую систему образования; фундаментальность. Принцип непрерывности образования относится к числу важнейших методологических принципов познания, обеспечивающих целостность, системность, последовательность восприятия и формирование устойчивых знаний, навыков, умений в процессе инженерной подготовки. Переход на многоуровневую систему высшего профессионального образования определяется ориентацией на двухступенчатую модель университетского образования (бакалавриат, магистратура). Многоуровневая система образования – одно из перспективных

средств управления реформами образования. Принцип фундаментальности - один из ведущих принципов, положенных в основу многоуровневой системы образования. В основе принципа фундаментальности - создание системы и структуры образования, приоритетом которых являются не прагматические, узкоспециализированные знания, а методологически важные, долгоживущие и инвариантные знания, способствующие целостному восприятию научной картины окружающего мира, интеллектуальному развитию личности и ее адаптации в быстро изменяющихся социально-экономических и технологических условиях.

Во втором параграфе рассматриваются исторический и теоретический анализ теории междисциплинарных связей в образовании. В ходе исследования выясняется, что междисциплинарные связи являются основой принципов систематичности и системности, фундаментализации, комплексности и преемственности. Проведенное исследование позволяет утверждать, что междисциплинарные связи относятся к дидактической категории *принцип обучения*, поскольку они:

- входят в систему дидактических требований к процессу обучения;
- определяют содержание и организационные формы учебного процесса, вытекающие из общих целей и закономерностей образования;
- выступают в качестве регулятивных норм определения содержания на основе диалектической связи между структурой научного знания и базисом образования и учебной дисциплины;
- отражают: процессы и явления объективного мира во взаимосвязи и целостности всего происходящего в нем; взаимосвязь явлений природы и общества; взаимное проникновение и взаимосвязь различных отраслей наук и знаний.

Помимо этого, анализ педагогической и методической литературы позволяет утверждать, что:

- междисциплинарные связи, с одной стороны, находят отражение в содержании образования, а с другой — сами служат фактором, определяющим содержание образования;
- содержание образования невозможно научно сформировать без учета междисциплинарных связей;
- междисциплинарные связи входят в состав принципов, которыми авторы должны руководствоваться при написании современных учебников.

В третьем параграфе рассматривается вопрос о реализации процесса обучения математике, облегчающего усвоение изучаемого материала, то есть использовании известных или значимых для студента понятий и связей. Известно, что применение математических методов в различных областях науки и техники сводится к исследованию математических моделей. Математическое моделирование позволяет показать влияние математики на другие науки и проиллюстрировать влияние задач, возникающих в различных сферах практической деятельности на развитие самой математики, на расширение множества математических моделей. Таким образом



возникает междисциплинарный подход, суть которого заключается в том, что разобщенные предметы научного познания постепенно становятся общими объектами исследовательской работы в различных областях наук. Достижения современных наук о природе, имеющих общеобразовательное значение, не могут оставаться достоянием только ученых. Сущность и практическая роль этих достижений должны быть раскрыты на уровне, доступном студентам высших учебных заведений. Междисциплинарный подход в научной литературе определяется как подход, практикующий исследования, которые используют две или более дисциплин и который ведет к объединению понимания дисциплин. Междисциплинарный подход обнаруживает сходство исследуемых предметных областей и осуществляет перенос методов исследования из одной научной дисциплины в другую. Перенос методов в этом случае обусловлен обнаружением сходств исследуемых предметных областей. Междисциплинарный подход в обучении естественно определить как подход к исследованию, проектированию педагогической системы и реализации образовательного процесса на основе междисциплинарных (межпредметных) связей. Междисциплинарные (межпредметные) связи – связи по содержанию и технологии изучения между дисциплинами учебного плана подготовки бакалавра, отражающие в процессе обучения взаимосвязи, обусловленные единством объективного мира.

В четвертом параграфе исследуется связь между профессиональной направленностью обучения математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки и реализацией междисциплинарного подхода. Рассматриваются виды используемых в процессе обучения прикладных задач в профессиональной области. Прикладные задачи рассматриваются нами как средство формирования умения устанавливать междисциплинарные связи между математикой и дисциплинами профессионального цикла. Деятельность моделирования, применение математических методов – один из основных путей реализации междисциплинарного подхода. Осуществление деятельности моделирования способствует:

- 1) более глубокому пониманию целостности картины мира;
- 2) более глубокому усвоению, как математики, так и дисциплин профессионального цикла.

В первом параграфе **второй главы** «Теоретические и практические основы конструирования курса «Математика» бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки на основе междисциплинарного подхода» рассматриваются способы отбора содержания курса «Математика» на основе междисциплинарного подхода. Определяются пути и методы установления междисциплинарных связей между математикой и химией. С этой целью рассматривается положение химии среди естественных наук и описывается современный этап развития химии. Обилие областей изучения, которыми занимается химия, с одной стороны, облегчает задачу установления междисциплинарных связей между математикой и химией, а с другой

- усложняет эту задачу и заставляет задуматься о наглядном представлении существующих видов связей между математикой и химией.

Например, общая химия обычно включает сведения о химических и физических свойствах важнейших неорганических, органических веществ, основные сведения о теории строения вещества, элементах химической термодинамики и кинетики, учение о растворах, сведения о закономерностях органического синтеза, основы физико-химического анализа веществ и другие.

В общей химии можно выделить следующие блоки содержания:

- 1) строение вещества;
- 2) периодическое изменение свойств элементов и их соединений;
- 3) химическая термодинамика и кинетика;
- 4) химические системы.

На основе выделенных блоков содержания общей химии и деления математики на алгебру, геометрию, математический анализ, теорию вероятностей и математическую статистику, можно рассмотреть различные примеры междисциплинарных связей.

Приведем некоторые из них.

Математический анализ – это раздел математики, в котором изучаются функциональные зависимости. В учении о скорости химических процессов рассматривается зависимость между скоростью протекания реакции и концентрациями реагирующих веществ. Одно из центральных понятий математического анализа – понятие производной, которая характеризует скорость изменения функции. Скорость протекания реакции может идти с возрастанием, а может с убыванием, что показывает связь производной с направлением химического процесса.

Алгебра – раздел математики, посвященный изучению операций над элементами множества произвольной природы. Применение алгебраического аппарата в химии различно. Это и расчет количества компонентов при приготовлении различных химических систем (смесей, растворов, сплавов и т.д.) и рассмотрение множества атомов, из которых построены молекулы. Множество молекул  $\{B_i\}$ , состоящих из множества атомов  $\{A_j\}$ , образует линейное пространство  $R^n$ . Это пространство включает все возможные вещества, молекулы которых построены из атомов  $\{A_j\}$ . Этот материал показывает связь алгебраического аппарата с учением о строении вещества.

Геометрия – раздел математики, посвященный изучению пространственных отношений и форм фигур. Геометрический материал находит свое применение при нахождении координат центра масс активированного комплекса (переходного состояния). В ходе любой химической реакции переход начальной конфигурации атомов в конечную обусловлен изменением межатомных расстояний. Геометрический материал позволяет более наглядно представлять различные химические процессы.

Математическая статистика – раздел математики, в котором изучаются методы систематизации, обработки и использования статистических данных. Применение математической статистики в химии возможно в ходе обработки результатов химического эксперимента. Например, при обнаружении в составе некоторого вещества дополнительных примесей (вследствие различных причин) свойства веществ могут значительно изменяться, степень изменения свойств веществ возможно определить средствами математической статистики.

Наглядное представление о видах существующих междисциплинарных связей между математикой и химией актуально для всех разделов химии, но особенно важно такое представление при изучении общей химии как первого специального раздела, изучаемого на первом курсе факультета химии, и традиционного изучения курса математики также на первом и втором курсах. Рассмотрение различных видов междисциплинарных связей между математикой и химией уже на первом курсе дает основу для поиска междисциплинарных связей при дальнейшем изучении математики и химии (неорганической, органической, физической, аналитической и т.д.).

Так как у преподавателя математики нет возможности сопровождения студента в процессе изучения дисциплин профессионального цикла, и научные интересы студентов могут быть разнообразны, возникает необходимость унифицировать виды существующих связей между математикой и химией. Исходя из разделов высшей математики, изучаемой на бакалавриате по направлению подготовки Химия и общих задач, возникающих при изучении основных разделов химии, нам представляется возможным предложить следующие виды междисциплинарных связей между математикой и химией (рис.1).

На схеме представлены разделы математики: алгебра, геометрия, математический анализ, теория вероятностей и математическая статистика (все разделы математики объединены внутридисциплинарными связями); а также разделы химии: общая, неорганическая, органическая, физическая, аналитическая. В каждом разделе химии возникает необходимость математической формулировки фундаментальных законов; математического моделирования химических систем и процессов; обработки результатов химического эксперимента. Каждое из перечисленных действий, представленных в блоке, также объединено внутридисциплинарными связями.

Представление о междисциплинарных связях математики с химией позволяет обосновать отбор включаемого в курс математики междисциплинарного материала: отбирается не просто учебный материал, имеющий отношение к химии вообще, а материал, непосредственно связанный с указанными блоками. Предпочтение отдается тому междисциплинарному материалу, который в наибольшей степени связан со всеми блоками. В этом заключается один из методических принципов введения междисциплинарного материала в предметное содержание курса математики.

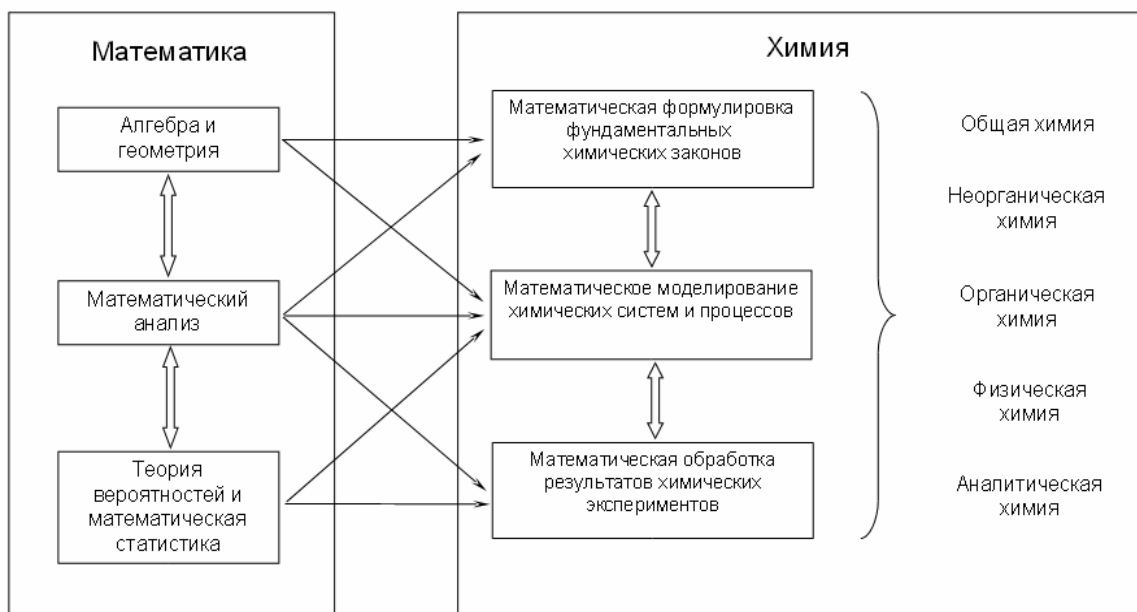


Рис.1. Виды междисциплинарных связей между математикой и химией

В процессе развития системного мышления важен не только показ обучаемому междисциплинарных и внутридисциплинарных связей, но и самостоятельный их поиск для выполнения различных мыслительных действий. Опыт работы со студентами первого курса бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки показывает, что поиск междисциплинарных связей для решения проблем у большинства студентов практически не осуществим на начальном этапе обучения в силу различных объективных и субъективных причин: это незнание изучаемого курса математики в полном объеме и незнание ряда дисциплин профессионального цикла. Поэтому нам представляется возможным на этом этапе обучения использовать только внутридисциплинарные связи, учитывая систему изложения дисциплины «Математика». К четвертому курсу большая часть дисциплин профессионального цикла изучена или в процессе изучения. У студентов появляется возможность проанализировать изученный математический материал с точки зрения его применения в своей основной специальности. Необходимость написания научно-исследовательской бакалаврской работы приближает студентов к научным исследованиям, которые не могут обойтись без применения аппарата математической статистики. Различная тематика таких работ расширяет спектр применения математических методов в химии, что еще раз требует определенных, не разрозненных, знаний по математике, оформленных в определенную систему.

Целью обучения математике студентов бакалавриата химических направлений подготовки на основе междисциплинарного подхода в ходе предлагаемого исследования явилось:

- научить устанавливать междисциплинарные связи математики с химией;
- научить описывать и объяснять изучаемые математические понятия с точки зрения применения их в профессиональной области, делать указанные

действия не формально, путем механического воспроизведения изученного материала, а на основе системы;

- научить использовать методы математического моделирования при решении задач.

Для выявления материала междисциплинарного характера, который мог быть включен в курс математики, мы проанализировали существующие учебные программы и учебную литературу по дисциплинам профессионального цикла, которые изучают студенты бакалавриата по направлению подготовки 020100 Химия РГПУ им. А.И.Герцена. На основе анализа нами составлена таблица 1, показывающая связи между этими дисциплинами и курсом математики. Материал, собранный таким образом, облегчает подготовку к практическим занятиям.

*Фрагмент таблицы 1, показывающий связи между математикой и основными блоками содержания дисциплин профессионального цикла*

Тема по математике	Блоки содержания	Примеры типов задач, реализующих междисциплинарные связи между математикой и химией
Матрицы. Ранг матрицы	Строение вещества	Построение атомной матрицы
Решение систем линейных уравнений	Строение вещества	1. Расчет состава химических систем 2. Анализ размерностей физических величин
Векторы. Линейное пространство	Строение вещества	Координаты центра масс активированного комплекса
Аналитическая геометрия. Линии первого и второго порядка	Строение вещества и изменение свойств веществ и их соединений	Наглядное представление расположения атомов в молекуле; видов химической связи; графиков различных зависимостей
Исследование функции одной переменной	Скорость и направление химического процесса	1. Нахождение оптимального промежуточного давления 2. Максимум скорости реакции 3. Автокаталитические реакции и др.

Анализируя процесс использования междисциплинарных связей, можно выделить следующие этапы деятельности преподавателя:

1) анализ учебного материала курса математики с целью выявления вопросов, для многоаспектного рассмотрения которых необходимо привлечь междисциплинарный материал;

2) отбор междисциплинарного материала для каждой темы в соответствии с целями ее изучения и научным содержанием;

3) анализ и отбор материала смежных дисциплин, связи с которыми преподаватель предполагает использовать в учебном процессе;

4) определение места междисциплинарного материала, логики его подачи и выбор методов и средств обучения;

5) прогнозирование предполагаемых результатов междисциплинарного синтеза.

б) определение критериев и показателей оценки знаний обучаемых, сформированных на междисциплинарной основе в соответствии с целями обучения.

В содержании обучения можно выделить междисциплинарные связи, соответствующие трем видам научного взаимодействия.

Первый вид междисциплинарных связей: использование одного и того же объекта в разных учебных дисциплинах (функция, скорость, дифференциальное уравнение).

Второй вид междисциплинарных связей: использование одного и того же метода в разных учебных дисциплинах (методы статистической обработки экспериментальных данных).

Третий вид междисциплинарных связей: использование одной и той же теории (закона) в разных учебных дисциплинах (закон нормального распределения).

По дидактическим функциям первый вид междисциплинарных связей обеспечивает многостороннее рассмотрение объектов и явлений, а также углубления формируемых понятий. Второй вид междисциплинарных связей способствует ознакомлению обучающихся с научными методами и сферой их использования. Третий вид междисциплинарных связей призван обеспечить глубокое понимание сущности изучаемых теорий и законов и пути их использования для объяснения различных явлений, независимо от того, в каких дисциплинах эти явления изучаются.

Каждый вид связей выполняет определенную дидактическую функцию, а все вместе они способствуют образованию системы знаний, их межнаучному синтезу, а также развитию у обучающихся умения пользоваться знаниями из разных дисциплин и формированию у них системного мышления.

Во втором параграфе второй главы описывается методическая система реализации междисциплинарного подхода при обучении математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки и рассматриваются некоторые методические рекомендации к изучению ряда тем.

Третий параграф посвящен педагогическому исследованию по изучению эффективности обучения математике студентов бакалавриата по направлению подготовки 020100 Химия при реализации междисциплинарного подхода. Исследование проводилось в РГПУ им. А.И.Герцена в 2003-2009 гг. Им было охвачено 140 студентов I и IV курсов бакалавриата по направлению подготовки 020100 Химия.

Эмпирическое исследование включало констатирующий и формирующий эксперименты. Студенты принимали участие в эксперименте в два этапа: на первом курсе и на четвертом курсе. На первом курсе выделялась контрольная и экспериментальная группы, далее эти же группы принимали участие в эксперименте на четвертом курсе.

Цель констатирующего эксперимента состояла в том, чтобы оценить процесс обучения математике студентов бакалавриата по направлению подготовки Химия и выявить проблемы, связанные с его осуществлением. С этой целью изучалась соответствующая психолого-педагогическая литература, анализировался опыт преподавателей математики, велись наблюдения на занятиях, проводилось анкетирование преподавателей и студентов.

Первый этап констатирующего эксперимента состоял из наблюдения процесса обучения математике студентов бакалавриата I и II курсов. Наблюдения показали, что традиционная методика проведения занятий по математике у студентов бакалавриата по направлению подготовки Химия в недостаточной степени формирует целостное представление о математике. У них недостаточно сформировано или отсутствует умение устанавливать междисциплинарные связи между математикой и дисциплинами профессионального цикла, студенты не в состоянии за установленный срок (3 семестра) освоить программный материал, что в конечном итоге вызывает у них отсутствие интереса к математике, не способствует развитию системного мышления и отражается в дальнейшем на изучении дисциплин профессионального цикла.

Для выявления у студентов уровня мотивации к изучению математики на втором этапе констатирующего исследования было проведено анкетирование. Анализ его результатов показал, что 57,1% опрошенных не любят математику, но понимают, что для продолжения образования в вузе этот предмет необходимо изучать; 28,6% нравится математика, они с удовольствием занимаются, читают дополнительную литературу; 14,3% этот предмет совсем не нравится; у 42,9% опрошенных наибольшую трудность вызывают решения задач; у 39,3% вызывают трудности решения самостоятельных заданий; 8,6% не учат материал, так как не понимают его.

Цель формирующего эксперимента заключалась в исследовании вопроса о влиянии применения междисциплинарного подхода на качество знаний студентов, повышение их познавательного интереса.

Для оценки доступности содержания курса использовался устный опрос студентов. Показателем доступности предлагаемого материала служила познавательная активность студентов на занятиях. Для оценки качества усвоения содержания курса студентами использовался анализ результатов контрольных работ.

Курс «Математика» изучается на бакалавриате по направлению подготовки Химия в течение 4 семестров: 1, 2, 3 и 7 семестр. На первом занятии проводилась проверочная работа, для того чтобы выяснить какие математические знания к началу учебного года остались у студентов-первокурсников. Кроме этого проводилась диагностика «уровня знаний». Под «уровнем знаний» нами понимается итоговая оценка студента по данной работе: I уровень - удовлетворительно, II

уровень - хорошо, III уровень - отлично. По результатам этой работы выбирались экспериментальная (ЭГ) и контрольная (КГ) группы.

Экспериментальное обучение базовому содержанию курса «Математика» на I и II курсе бакалавриата по направлению подготовки 020100 Химия в контрольной и экспериментальной группах принципиально не различалось, вследствие недостаточного объема знаний студентов по дисциплинам профессионального цикла. В КГ обучение проводилось традиционным методом, а в ЭГ при обучении преподаватель обращал внимание студентов на внутродисциплинарные связи изучаемого материала, приводил примеры профессионально-ориентированных задач, сообщал направления возможного установления междисциплинарных связей между изучаемым разделом математики и дисциплинами специальности.

По окончании обучения математике на втором курсе студентам предлагалось ответить на вопрос: «Какие разделы математики, по вашему мнению, могут пригодиться вам, как будущим химикам?»

По результатам опроса можно сделать вывод о том, что у студентов II курса бакалавриата химического направления подготовки мотивация к изучению математики сформирована недостаточно. Студенты слабо представляют междисциплинарные связи математики с химией, затрудняются ответить на вопрос, какие знания по математике им понадобятся в будущей профессиональной деятельности, отсутствует логичность в названии разделов.

Формирующий эксперимент на IV курсе начинался с выявления исходного уровня знаний студентов в обеих группах. В проверочной работе были предложены задачи, которые составлялись таким образом, чтобы охватить основные разделы математики, изученной на I и II курсах.

Результаты проверочной работы показали, что исходный уровень знаний в контрольной и экспериментальной группе примерно одинаковый (таблица 2).

Таблица 2

Уровень знаний	2007		2008		2009	
	ЭГ 14	КГ 15	ЭГ 12	КГ 13	ЭГ 13	КГ 12
I	42,9%	46,6%	41,7%	30,8%	46,2%	33,4%
II	50%	46,7%	50%	61,5%	46,1%	58,3%
III	7,1%	6,7%	8,3%	7,7%	7,7%	8,3%

Далее повторялись основные разделы курса математики, изученной на I и II курсе. В КГ повторение осуществлялось традиционным способом, а в ЭГ повторялся не просто теоретический материал, а его связи с дисциплинами профессионального цикла. Каждый вид установленной связи подтверждался задачами. В результате специально организованного повторения было замечено, что студенты, занимающиеся в ЭГ, более активны, чем студенты КГ. У студентов ЭГ возникает больше вопросов на семинарах, их проще вовлечь в дискуссию. Студенты, обучающиеся в ЭГ, знакомясь с существующими междисциплинарными



связями математики с химией, самостоятельно задаются вопросом о существовании других междисциплинарных связей между математикой и такими разделами химии как неорганическая, органическая, физическая, аналитическая и другие. Виды предложенных студентами связей, как правило, интересны и разнообразны. К IV курсу у большинства студентов уже сформировались определенные научные интересы, что и обеспечивает разнообразие рассматриваемых связей. Можно утверждать, что поиск студентами таких связей, без создания определенной ситуации, невозможно осуществить в учебном процессе.

По окончании повторения каждой темы проводилась контрольная работа. В темах «Производная и ее приложения», «Интегральное исчисление» и «Дифференциальные уравнения», кроме стандартных задач, были и задачи междисциплинарного содержания.

Результаты контрольных работ показывают, что количество студентов, решивших стандартные задачи, в ЭГ и КГ почти одинаковое, а число студентов, решивших прикладные задачи, заметно различаются (рис.2).

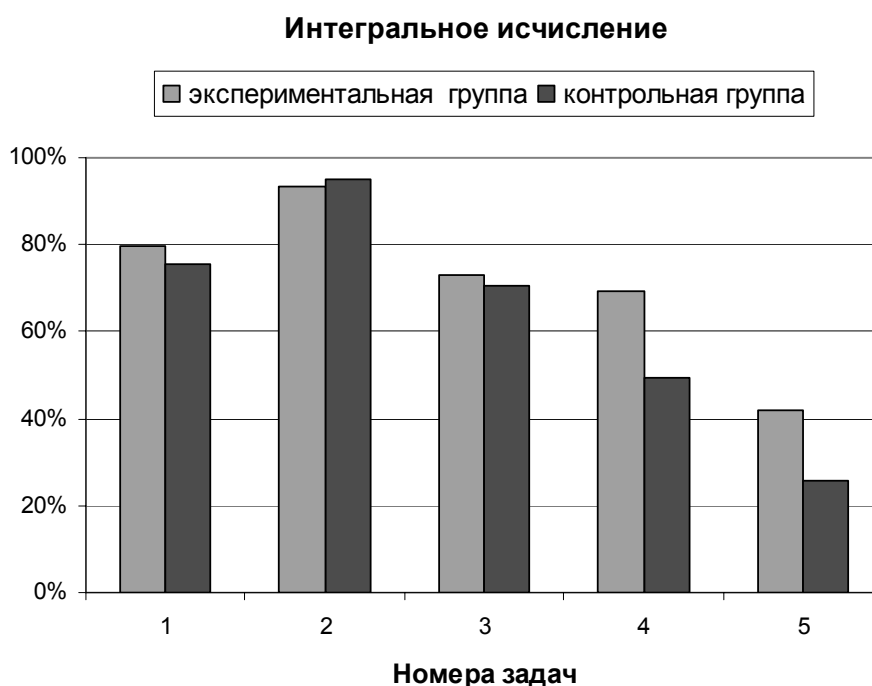


Рис.2. Диаграмма результатов контрольной работы по теме «Интегральное исчисление» в 2009 г.

Проведенные исследования подтверждают, что реализация междисциплинарного подхода и особенным образом структурированный материал, способствует повышению мотивации учебно-познавательной деятельности студентов, повышению качества математических знаний. Влияние данного курса на способность студентов устанавливать междисциплинарные связи между математикой и основными дисциплинами специальности может быть проверена в результате специально организованного эксперимента.

Для проверки наличия или отсутствия у обучающихся определенного мышления, позволяющего устанавливать междисциплинарные связи между математикой и химией, можно использовать задания проблемного характера и по успешности решения проблемной ситуации судить о качестве обучения. Учитывая, что в КГ обучение проходит традиционным информационным методом, и студенты не подготовлены к поиску и решению проблем, этот способ неприменим. Потребовалось разработать специальные задания, доступные ЭГ и КГ, способные показать отличие знаний по некоторым параметрам в этих группах.

Одним из способов выражения знаний и их качества является письменная или устная речь учащихся. Выполнение задания по определению эффективности обучения мы посчитали целесообразным построить в письменной форме.

Для оценки эффективности предложенной методики были использованы следующие критерии ответа:

- 1) многосторонний подход к описанию понятия;
- 2) соблюдение логики изучаемой науки;
- 3) способность к систематизации и классификации;
- 4) объем понятийного аппарата.

Студентам было предложено написать сочинение, в которое должны быть включены предложения: «По моему мнению, связь между математикой и химией осуществляется в следующих направлениях...» или «Раздел математики, посвященный изучению темы..., я могу использовать в следующих разделах химии...». Сочинение студенты писали в начале IV курса для выявления исходного уровня знаний и в конце – для выявления степени освоения материала и умения использовать междисциплинарные связи.

При оценивании результатов нами применялись критерии:

1) научности описания – число различных математических разделов, привлекаемых при описании связи между математикой и химией. Чем больше разделов использовано при выполнении задания, тем более развито у студентов умение многостороннего рассмотрения, выше научный уровень сформированных знаний, т.е. выше показатель научности описания;

2) междисциплинарной направленности описания – среднее число межпредметных связей на одну работу, т.е. число упомянутых математических фактов, которые существенны при решении различных химических задач.

Результаты обработки проведенного эксперимента приведены на рисунках 3 и 4. Из них видно, что студенты ЭГ и КГ в начале семестра имеют примерно одинаковые показатели научности описания, приводят одинаковое число междисциплинарных сведений. Другая картина на конец семестра. Показатель научности описания выше и в ЭГ, и в КГ по сравнению с началом семестра.

Приведенные показатели говорят о полноте и глубине приобретенных знаний, умении многосторонне рассматривать объект исследования, т.е. использовать внутри - и междисциплинарные связи. Результаты анализа письменных работ

свидетельствуют об эффективности использования междисциплинарного подхода и материала, преподнесенного в определенной системе, близкого к дисциплинам профессионального цикла и помогающего решать различные учебные задачи.

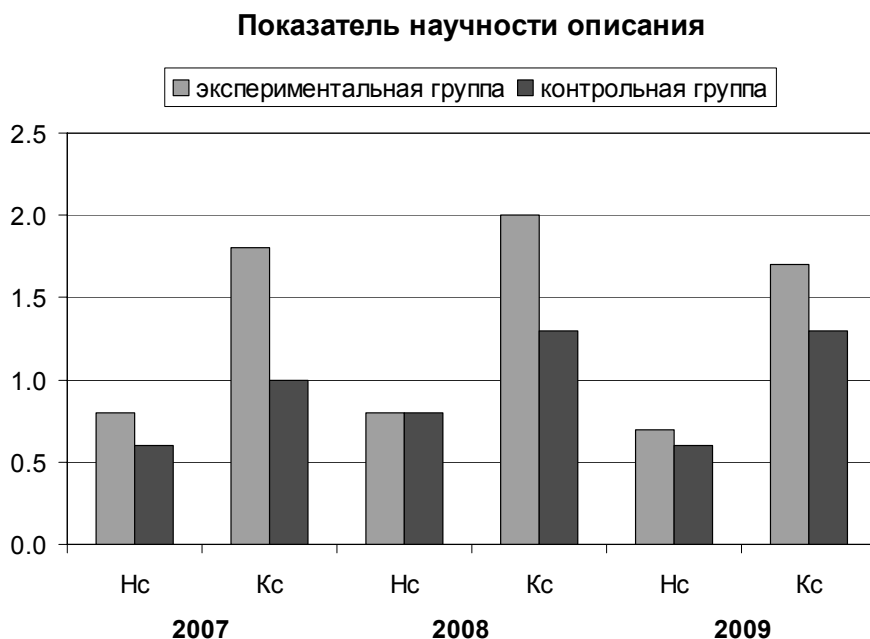


Рис. 3. Диаграмма изменения показателя научности описания в студенческих работах.

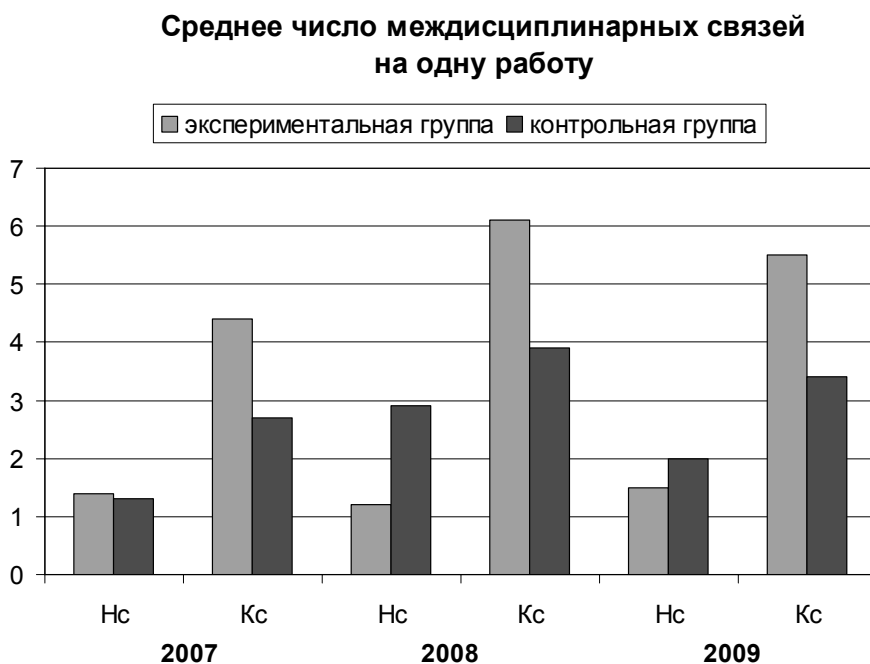


Рис. 4. Диаграмма изменения среднего числа междисциплинарных связей на одну работу.

Для проверки эффективности предлагаемой методики обучения в конце семестра студентам было предложено выполнить итоговую контрольную работу. Результаты итоговой контрольной работы показали, что студенты ЭГ более эффективно усвоили курс математики (таблица 3).

Таблица 3

Уровень знаний	2007		2008		2009	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
I	28,6%	33,4%	33,4%	23,1%	23,1%	16,7%
II	57,1%	53,3%	58,3%	69,2%	61,5%	75%
III	14,3%	13,3%	8,3%	7,7%	15,4%	8,3%

В конце семестра мы проводили анкетирование с целью выяснения отношения к предлагаемой системе обучения. По результатам обработки составлена таблица, в которой приведены средние баллы, выставленные студентами при ответе на вопросы (таблица 4).

Таблица 4

	Экспериментальные группы			Контрольные группы		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Степень сложности материала	3,5	4,0	3,7	4,1	4,3	4,0
Степень доступности материала	3,9	3,8	4,6	3,7	3,8	3,9
Роль междисциплинарных связей в усвоении материала	4,2	4,1	4,3	3,2	3,7	3,8
На сколько интересен материал	3,8	3,7	4,0	3,4	3,1	3,7

Из таблицы видно, что студентам ЭГ изученный материал показался менее сложным, чем студентам КГ, более понятным и более интересным. Кроме того, студенты ЭГ считают, что в усвоении материала решающую роль сыграло использование междисциплинарных связей.

На основе сравнительной диагностики и статистической обработки данных, полученных после проведения формирующего эксперимента, можно сделать вывод о том, что уровень знаний у студентов ЭГ выше, чем у КГ. Таким образом, можно говорить о высокой эффективности разработанного метода реализации междисциплинарного подхода при обучении математике студентов бакалавриата химических направлений подготовки.

В **заключении** констатируется, что задачи исследования выполнены, поставленная цель - научное обоснование повышения эффективности обучения математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки на основе междисциплинарного подхода – достигнута. Выдвинутая в качестве рабочей гипотеза исследования получила подтверждение как по результатам теоретического анализа, так и на основании собранных и обработанных эмпирических данных.

Результаты исследования приводят к следующим выводам:

1. Специальным образом организованное обучение математике студентов бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки на основе междисциплинарного подхода способствует формированию умения устанавливать и применять междисциплинарные связи между математикой и дисциплинами профессионального цикла при решении прикладных задач.

2. Междисциплинарный подход можно использовать при разработке модели конструирования междисциплинарного содержания курса «Математика» бакалавриата естественнонаучных направлений подготовки.

3. Междисциплинарный компонент содержания курса «Математика» способствует повышению качества математической подготовки студентов бакалавриата химических направлений подготовки, что заключается в:

1) сформированности представления о видах междисциплинарных связей между математикой и дисциплинами профессионального цикла;

2) умении применять установленные междисциплинарные связи при решении и конструировании прикладных задач;

3) повышении мотивации и активизации учебно-познавательной деятельности студентов.

Основные положения диссертационного исследования отражены в следующих публикациях:

В изданиях перечня ВАК:

1. Копосова Е.Г. Реализация междисциплинарного подхода при конструировании курса «Математика» для студентов бакалавриата естественнонаучных направлений (на примере факультета химии). - Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. №37(80): Аспирантские тетради: Научный журнал. - СПб., 2008. – с. 427-430.
2. Копосова Е.Г., Сурыгин А.И. Междисциплинарный подход в обучении математике студентов бакалавриата (на примере химических направлений подготовки) / Научно-технические ведомости СПбГПУ, сер. Гуманитарные и общественные науки - 2010 г. - № 1(105). – с. 138-142.

В других изданиях:

3. Копосова Е.Г. О преподавании математики на факультетах естественнонаучного направления. - Проблемы теории и практики обучения математике: Сборник научных работ, представленных на международную научную конференцию «57 Герценовские чтения»/Под ред. В.В.Орлова. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2004. - с.288-289.
4. Копосова Е.Г. Обучение математике студентов химического факультета педагогического университета на основе межпредметных связей. - Актуальные проблемы преподавания математики в педагогических вузах и

средней школе: Тез. докл. XXIII Всерос. семинара преподавателей математики ун-тов и пед.вузов, 13-15 октября 2004 г./ Гл. ред. Е.В.Яковлев.-Челябинск, Москва, 2004.-с. 45-47.

5. Копосова Е.Г. Специфика преподавания математики на факультетах естественнонаучного направления в связи с концепцией модернизации российского образования. - Высокие интеллектуальные технологии и качество образования и науки: Материалы XI Международной научно-методической конференции. 27-28 февраля 2004 года, Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. - с. 234-235.
6. Копосова Е.Г., Хамов Г.Г. О некоторых содержательных и методических особенностях обучения математике студентов направления «Естественнонаучное образование». - Теоретические и методические проблемы обучения в школе и вузе (математика, информатика). Межвузовский сборник научных трудов. С.-Петербург, Мурманск, 2004 - с. 49-53.
7. Копосова Е.Г. Система оценивания математических знаний бакалавров нематематических специальностей вузов. - Теоретические и методические проблемы обучения в школе и вузе (математика, информатика). Межвузовский сборник научных трудов. С.-Петербург, Мурманск, 2005 - с. 56-59.
8. Копосова Е.Г. О применении междисциплинарного подхода при обучении математике студентов естественнонаучных факультетов. - Теоретические и методические проблемы обучения в школе и вузе (математика, информатика). Межвузовский сборник научных трудов. С.-Петербург, Мурманск, 2007. - с.19-21.