

*На правах рукописи*

ПАЛЕЕВА Марина Леонидовна

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ  
СТРАТЕГИЙ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

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

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата педагогических наук

Красноярск – 2010

Работа выполнена на кафедре алгебры и геометрии  
ГОУ ВПО «Иркутский государственный университет»

**Научный руководитель:** доктор физико-математических наук,  
профессор  
**Кузьмин Олег Викторович**

**Официальные оппоненты:** доктор педагогических наук, профессор  
**Майер Валерий Робертович**

кандидат педагогических наук, доцент  
**Тропина Наталья Валерьяновна**

**Ведущая организация:** ГОУ ВПО «Забайкальский  
государственный гуманитарно-  
педагогический университет  
им. Н.Г.Чернышевского»

Защита диссертации состоится 17 декабря 2010 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций ДМ 212.099.16 при Сибирском федеральном университете по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26, ауд. Ж 1-15.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Сибирского федерального университета по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, д. 26, ауд. Г 2-74.

Автореферат разослан «16» ноября 2010 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета

В.А. Шершнева

## Общая характеристика работы

**Актуальность исследования.** Переход к инновационной экономике в России изменил характер требований к подготовке профессиональных кадров – на первый план выдвигается развитие творчески активной личности, готовой к профессиональному росту, способной связать с производством самые современные научно-технические идеи и разработки. Для выполнения требований к подготовке специалиста, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, свободно владеющего своей профессией и для развития его личностных качеств необходимо использовать методы и технологии обучения, позволяющие обучаемым не только усвоить готовые знания, но и формировать умения самостоятельно формулировать проблему, разрабатывать стратегию ее рационального решения, применять получаемые знания для решения новых задач.

В современной психологии и педагогике проблема развития личности наиболее значимо представлена работами Л.С.Выготского, А.Н.Леонтьева, В.В.Давыдова, В.Д.Шадрикова и др. Большинство авторов вполне обоснованно утверждают, что профессиональная деятельность и профессиональное мышление имеют специфические особенности, которые необходимо учитывать в обучении студентов в вузах, а мотивация учения и ценностного отношения к знаниям лежат в области будущей профессиональной деятельности. Изучению таких особенностей посвящены работы М.Т.Громковой, М.И.Дьяченко, Э.Ф.Зеера, И.А.Зимней, З.А.Решетовой, Ю.Г.Татура, А.В.Хуторского и др.

Концептуальные психолого-педагогические основы профессионально направленного обучения вузовским дисциплинам представлены теорией контекстного обучения, созданной А.А.Вербицким и получившей дальнейшее развитие применительно к предметной области математики в работах О.Г.Ларионовой, М.В.Носкова, С.А.Розановой, Л.В.Шкериной, В.А.Шершневой и др. Авторы обосновывают возможность повышения качества математической подготовки выпускника посредством реализации внутрипредметных, междисциплинарных связей и профессиональной направленности в процессе изучения дисциплин общеобразовательного цикла.

Вопросы профессионально направленного обучения математике студентов вузов как средство формирования их математической компетентности изучаются в диссертационных исследованиях, раскрывающих сущность понятий «математическая компетентность», «профессиональная математическая компетентность», «информационно-математическая компетентность» (М.С.Аммосова, О.А.Валиханова, Г.И.Илларионова, Е.А.Костина, Т.И.Федотова).

Важный вклад в решение вопроса использования компьютерных технологий в образовательном процессе вносят результаты, полученные в работах М.П.Лапчика, В.Р.Майера, И.В.Роберт, С.В.Карпухиной, и др. Однако методические аспекты математической подготовки будущих инженеров на основе интеграции математических методов и информационных технологий изучены недостаточно.

Проблемы математической и, в частности, геометрической подготовки всегда интересовали математиков и исследователей в области математического образования. Этому уделяли внимание такие крупные зарубежные и российские математики и педагоги, авторы многочисленных учебников и задачников по математике, как Г. Вейль, Ф. Клейн, Д. Пойа, Г. Биркгофф, Б.В.Гнеденко, Н.Я.Виленкин, Ю.М.Колягин, А.Г.Мордкович и др. Ряд авторов отмечают, что методика преподавания геометрии находится в определенном смысле на стыке философии, математики, логики, психологии, биологии, кибернетики. Фундаментальные работы в области теории и методики обучения геометрии, связанные с проблемой формирования и развития пространственного мышления и выработкой новых концептуальных подходов к изучению геометрии в школе и вузе, проведены такими исследователями, как Г.Д.Глейзер, В.А.Гусев, В.Ф.Кригер и др. В частности наиболее полное изучение процесса профессиональной подготовки студентов в техническом вузе в области инженерного геометрического моделирования выполнено В.А.Рукавишниковым.

Тем не менее, многие авторы отмечают, что в деле математической, а именно геометрической подготовки студентов технических вузов имеются существенные проблемы: трудности в усвоении теоретического материала, неумение использовать теоретические знания на практике. Анализ результатов обучения на старших курсах показывает, что студенты испытывают затруднения при выполнении курсовых и дипломных проектов, когда требуются умения алгоритмизировать проведение расчетов, опыт проектирования и конструирования технических систем, графического оформления процессов и установок; слабо используют возможности специализированных математических и графических пакетов.

Несмотря на разработанность отдельных аспектов рассматриваемой проблематики, приходится констатировать, что менее исследованными остаются методические аспекты формирования геометро-графических стратегий в обучении математике, способствующих развитию готовности решать математические задачи, самостоятельной постановке проблемы и ее решению в своей профессиональной деятельности.

Таким образом, анализ психолого-педагогической литературы, учебного процесса технического вуза, учебной документации позволил выделить ряд **противоречий**:

- между социальной потребностью в подготовке высококвалифицированных инженеров-технологов с развитым техническим мышлением, включающим математические способности как фундамент формирования профессиональной компетентности инженера, и преобладанием в реальной образовательной практике традиционных методик обучения студентов технических вузов математике, мало способствующих формированию геометро-графических стратегий;

- между необходимостью отражения уровня информатизации производственной сферы, позволяющего осуществлять трех и четырехмерное геометрическое моделирование и недостаточной разработанностью

соответствующей методики обучения математике, включающей формирование геометро-графических стратегий;

– между целесообразностью применения средств визуализации в решении математической задачи, формирующих геометро-графические стратегии, и недостаточным использованием компьютерных графических технологий в процессе математической подготовки.

Наличие указанных противоречий определило **проблему** диссертационного исследования, заключающуюся в формировании геометро-графических стратегий, способствующих развитию математической компетентности студентов – будущих технологов – в процессе их математической подготовки в вузе.

Актуальность проблемы обусловила выбор **темы** исследования – «Методика формирования геометро-графических стратегий в обучении математике студентов технического университета».

**Цель диссертационного исследования** – разработать методическое обеспечение формирования геометро-графических стратегий в процессе обучения математике студентов-технологов.

**Объект исследования** – процесс обучения математике студентов в техническом университете.

**Предмет исследования** – формирование геометро-графических стратегий в процессе обучения математике студентов технического вуза.

**Гипотеза исследования.** Если в процессе обучения математике студентов-технологов использовать специальную методику, в основе которой лежит:

– определение цели обучения математике и исследование значения геометро-графической подготовки с позиций новых стандартов ФГОС ВПО;

– выявление роли геометро-графических стратегий в процессе обучения математике как фактора, способствующего развитию математической компетентности;

– определение методов и средств формирования геометро-графических стратегий в обучении математике,

то это будет способствовать:

– формированию геометро-графических стратегий в процессе подготовки будущих инженеров-технологов;

– повышению качества усвоения учебного материала студентами и развитию математической компетентности.

Для достижения целей и в соответствии с гипотезой были поставлены следующие **задачи исследования**:

1. На основе анализа психолого-педагогической и научно-методической литературы определить и обосновать научные предпосылки формирования геометро-графических стратегий у студентов технического вуза в обучении математике.

2. Выявить содержание геометро-графических стратегий, необходимых в обучении математике студентов-технологов, позволяющих

формулировать противоречия и проблемы при осуществлении поиска средств решения математической задачи.

3. Определить комплекс геометро-графических и алгоритмических задач, способствующих формированию геометро-графических стратегий у студентов-технологов.

4. Разработать и экспериментально проверить методику формирования геометро-графических стратегий в обучении математике и реализовать ее в образовательном процессе при подготовке студентов-технологов с помощью комплекса математических задач геометро-графического и алгоритмического типов, решаемых средствами компьютерных графических технологий.

**Теоретико-методологическими основами** исследования явились: деятельностный подход (Д.Б.Богоявленская, Л.С.Выготский, П.Я.Гальперин, В.В.Давыдов, А.Н.Леонтьев, З.А.Решетова, Н.Ф.Талызина и др.), поскольку личность может формироваться только при условии включения обучающегося в самостоятельную, активную учебную деятельность, адекватную содержанию и целям обучения и воспитания; контекстный подход (А.А.Вербицкий, О.Г.Ларионова и др.), позволяющий создать условия взаимопроникновения учебной и профессиональной деятельности; педагогика и психология профессионального образования (В.И.Загвязинский, Э.Ф.Зеер, Е.А.Климов и др.); исследования компетентностного подхода к образованию (И.А.Зимняя, В.В.Краевский, И.Я.Лернер, А.В.Хуторской и др.); исследования особенностей математического мышления (Г. Вейль, А.И.Голиков, А.Н.Колмогоров, С.А.Розанова и др.); методики формирования графической культуры специалиста (В.Ф.Кригер, В.А.Рукавишников, Э.Г.Юматова и др.) теория и методика обучения в вузе (С. И.Архангельский, В.С.Леднев, А.Г.Мордкович и др.); методики обучения различным вузовским дисциплинам (Н.Я.Виленкин, В.А.Далингер, В.Р.Майер, З.А.Решетова, В.А.Рукавишников, Л.В.Шкерина и др.).

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы исследования**:

– теоретические: анализ психолого-педагогической литературы, вузовских учебных планов и учебно-программной документации по математике, информатике, начертательной геометрии и компьютерной графике, учебных пособий по математике для технических вузов; сравнение и обобщение опыта обучения математике студентов технических факультетов в контексте проводимого исследования; выдвижение рабочих гипотез и разработка теоретической концепции методики использования комплекса учебных задач как средства формирования геометро-графических стратегий с последующей ее коррекцией на основе практических выводов; планирование педагогического эксперимента, опытное обучение, анализ статистических данных, полученных на разных этапах педагогического эксперимента, математические методы обработки статистической информации;

– эмпирические: наблюдение за учебной деятельностью студентов в процессе обучения, беседы со студентами, преподавателями математики и

специальных дисциплин, анкетирование студентов, тестирование и педагогический эксперимент.

**Научная новизна** проведенного исследования заключается в том, что в отличие от предыдущих работ, в которых исследуются общие стратегии решения конструкторской задачи (В.А.Моляко), междисциплинарные связи геометро-графической подготовки (В.А.Рукавишников) в настоящем исследовании уточнено понятие геометро-графической стратегии, как сознательной последовательности действий, направленных на визуализацию условия и хода решения с целью понимания проблемной ситуации при решении математической задачи; научно обоснованы возможность и целесообразность формирования геометро-графических стратегий; выявлены компоненты геометро-графических стратегий и разработана методика их формирования в процессе обучения математике.

**Теоретическая значимость** исследования состоит в том, что:

1. Выявлен статус геометро-графических стратегий, как фактора, стимулирующего развитие математической компетентности студентов-технологов.

2. Определено содержание геометро-графических стратегий (геометрических моделей, знаний и умений, необходимых для оперирования этими моделями);

3. Обоснован подход, реализующий интеграцию математической и общепрофессиональной геометрической подготовки на основе математического моделирования элементов конструктивной деятельности.

**Практическая значимость** проведенного исследования заключается в том, что:

– разработаны и апробированы учебные пособия, содержащие комплекс геометро-графических и алгоритмических задач, направленных на формирование геометро-графических стратегий в обучении математике студентов-технологов;

– разработанная методика формирования геометро-графических стратегий может быть использована при условии внесения в нее соответствующих корректив для обучения студентов смежных специальностей;

– использованная система заданий типовых работ может служить основой для создания учебных пособий по обучению математике студентов технических вузов различных направлений подготовки.

**Достоверность и обоснованность** полученных в диссертационном исследовании результатов и выводов обеспечиваются соблюдением методологических принципов исследования: описанием существующих концепций, положенных в основу исследования, применением теоретических и эмпирических методов, адекватных объекту, предмету и цели исследования.

На защиту выносятся следующие **положения**:

1. Для формирования геометро-графических стратегий в обучении математике студентов технического университета целесообразно создание следующих дидактических условий:

- систематическое использование в процессе обучения математике студентов-технологов учебных задач, направленных на формирование компонентов геометро-графических стратегий (геометрических моделей, знаний и умений, необходимых для оперирования этими моделями);

- применение преимущественно методов проблемного обучения;

- следование дидактическим принципам: соответствия целям математической и специальной подготовки; непрерывности и последовательности; технологичности; ранжированности по сложности.

2. Если в процессе обучения математике студентов-технологов самостоятельную работу реализовать на основе разработанного комплекса геометро-графических и алгоритмических задач, то это будет способствовать формированию их геометро-графических стратегий:

- формируются стратегические тенденции в понимании студентами приоритетного использования геометро-графических стратегий при решении математических и профессионально направленных задач;

- развиваются основанные на опыте способность и готовность осваивать компьютерные графические технологии и применять их в процессе математического моделирования;

- система задач разработанного комплекса способствует развитию математической компетентности студентов-технологов.

**Основные этапы исследования.** Исследование проводилось с 2004 по 2010 гг. на базе Иркутского государственного технического университета (ИрГТУ) и состояло из трех этапов.

Первый этап исследования (2004–2006 гг.) был посвящен изучению состояния проблемы в теории и практике профессионального образования; анализу научно-педагогической, методической и психологической литературы; анализу собственного педагогического опыта, разработке понятийного аппарата и программы исследования; определению рабочей гипотезы и задач исследования. Используются методы исследований: теоретический анализ, обобщение и систематизация материалов по проблеме исследования. Результаты первого этапа – уточнена цель обучения математике в техническом университете в современных условиях повышения уровня информатизации профессиональной деятельности, определена роль геометро-графической подготовки применительно к процессу обучения математике студентов-технологов.

Второй этап (2006-2009 гг.) заключался в опытно-экспериментальной работе по формированию комплекса геометро-графических и алгоритмических задач, проверке условий его эффективного применения; проверке гипотезы и выполнении задач исследования. На данном этапе использованы следующие методы исследований: педагогический эксперимент, наблюдение за реальной деятельностью студентов, анкетирование, тестирование, анализ результатов творческой деятельности студентов. Результаты данного этапа – разработаны и апробированы в обучении математике задачи, ориентированные на формирование геометро-графических стратегий, стимулирующих развитие



математической компетентности студентов, и методика их применения. Осуществлена подготовка и публикация научных работ.

Третий этап (2009-2010 гг.) был связан с подведением итогов опытно-экспериментальной работы, формулированием выводов исследования, внедрением результатов в практику обучения математике студентов направления «Химическая технология неорганических веществ и материалов», оформлением диссертационного исследования. При этом использовались методы исследований: сравнительный анализ результатов и методы математической статистики. Результаты этапа – разработаны критерии и оценена эффективность формирования геометро-графических стратегий применительно к процессу развития математической компетентности. Изданы учебные пособия – сборник вычислительных задач с элементами программирования «Элементарные вычислительные процессы на Visual Basic for Application», учебные пособия с комплексом геометро-графических задач – «Введение в систему MathCAD» и «Введение в систему AutoCAD». Оформлена диссертация.

**Апробация** промежуточных результатов исследования осуществлялась при обсуждении основных положений, хода и предварительных итогов научного поиска на заседаниях: кафедры алгебры и геометрии Института математики, экономики и информатики Иркутского государственного университета; кафедры общеинженерной подготовки ИрГТУ (филиал в городе Усолье-Сибирское); на конгрессах и научно-практических конференциях: «Качество подготовки специалистов» (Иркутск, 2006), «Винеровские чтения» (Иркутск, 2006), «Информационные технологии в образовании» (Иркутск, 2007), «Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе» (Йошкар-Ола, 2007, 2008), «Новые образовательные технологии в вузе» (Екатеринбург, 2008), «Математика, ее приложения и математическое образование» (Улан-Удэ, 2008), «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий» (Улан-Удэ, 2006, 2007, 2008, 2009), «Повышение качества высшего профессионального образования» (Красноярск, 2009), Конгрессе женщин-математиков (Красноярск, 2010).

Структура диссертации определена логикой научного исследования. Исследование состоит из введения, двух глав, выводов, заключения, списка использованной литературы и приложений.

### **Основное содержание исследования**

Во **введении** обоснована актуальность проблемы исследования, определены объект и предмет исследования, сформулированы гипотеза, задачи исследования, его методологические и теоретические основы, охарактеризованы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** «Теоретические основания решения проблемы формирования геометро-графических стратегий у студентов технических специальностей» раскрыта сущность профессиональной подготовки студентов

технического университета в условиях реализации компетентностного подхода, определена главная цель системы геометро-графической подготовки инженера – формирование пространственного мышления (п.1.1.); на основе анализа специфики математической подготовки студентов с позиций практико-ориентированного образования уточнено понятие математической компетентности будущего инженера-технолога, обосновано значение геометро-графической подготовки в развитии математической компетентности (п.1.2); выявлен компонентный состав геометро-графических средств, направленных на определение причинно-следственной связи исследуемого явления, формулировку противоречия и проблемы, осуществление поиска адекватных средств их разрешения (п.1.3).

В *первом параграфе* через анализ ближайших понятий (компетентность, компетенция) раскрыта сущность понятия «профессиональная компетентность инженера», на основе современного разделения труда в области инженерной деятельности представлена специализация и особенности предмета труда профессии «инженер направления Химическая технология неорганических веществ и материалов». Это позволило определить: 1) доминирующую компоненту профессиональной деятельности инженера-технолога – управление процессами химического производства, технологическую основу которых составляют информационные технологии; 2) базовую составляющую деятельности – проектно-конструкторская деятельность; 3) критерий соответствия профессии – эластичное мышление; 4) условие успешности профессиональной деятельности инженера-технолога – пространственное мышление (умение свободно оперировать пространственными образами, ориентироваться в пространстве).

Формированию профессиональной компетентности благоприятствует развитие взаимосвязанного набора конкурентных преимуществ и дальнейшее их изменение – как постоянно, так и периодически для того, чтобы (как минимум) соответствовать внешним условиям – потребностям общества в творчески активных личностях, способных последовательно, систематично и качественно решать вариативные проблемы, а в идеале способствовать внутренним изменениям, происходящим с личностью – росту познавательной творческой способности и развитию конструктивного мышления.

Достижения в области науки и техники позволяют осуществлять трех- и четырехмерное геометрическое моделирование. И современный инженер должен иметь развитое пространственное мышление, которое облегчает восприятие визуально-образной информации, ускоряет процесс геометрического моделирования и повышает качество инженерной деятельности и ее продуктов. Для перехода на новый уровень геометрического моделирования требуется модернизировать геометро-графическую подготовку студентов технического вуза, целенаправленно формировать фундаментальные и профессионально-значимые умения и мотивации в области геометро-графического знания, пространственного мышления будущих специалистов в связи с развитием компьютерных технологий.

Наше исследование показало, что геометро-графическая подготовка, которая понимается нами как процесс формирования геометро-графических знаний, умений и опыта деятельности, обеспечивающих непрерывность учебной деятельности студентов технического университета по овладению визуально-образным языком и компьютерными технологиями геометрического моделирования, и развитие пространственного мышления, может быть интенсифицирована в области междисциплинарной интеграции и внедрения активных методов обучения.

Во *втором параграфе* проведенный обзор работ (Л.Д.Кудрявцева, М.В.Носкова, В.А.Шершневой, С.А.Розановой, А.И.Голикова и др.) показал, что ученые проявляют большой интерес к развитию математического мышления и формированию навыков математического моделирования в связи с компетентностной парадигмой современного целеполагания в области обучения математике студентов технических специальностей, предполагающей обновление содержания образования в сторону его практической направленности. Основными направлениями решения проблемы математической подготовки будущих инженеров являются: 1) совершенствование содержания курса математики в техническом вузе в соответствии с его целями (И.И.Блехман, Л.Д.Кудрявцев, А.Д.Мышкис и др.); 2) повышение уровня подготовки абитуриентов (Л.Д.Кудрявцев, В.А.Далингер и др.); 3) профессиональная направленность обучения математике через содержательный компонент с целью повышения мотивации изучения дисциплины (прикладные задачи междисциплинарного характера, профессионально ориентированные математические задачи, математическое моделирование и др.), через методический компонент (проблемное, контекстное обучение, самостоятельная исследовательская деятельность, сочетание коллективных и индивидуальных форм обучения) и мотивационно-психологический компонент (Е.А.Василевская, Р.В.Габдреев, В.А.Шершнева и др.); 4) компьютеризация обучения математике (М.П.Лапчик, В.Р.Майер, Н.И.Пак и др.).

Проведенный категориальный анализ понятий «математическая компетентность», «информационно-математическая компетентность», «профессионально-математическая компетентность» (М.С.Аммосова, О.А.Валиханова, Г.И.Илларионова, Ю.М.Колягин и др.) и «профессиональная компетентность», «геометро-графическая компетентность» (Э.Ф.Зеер, А.К.Маркова, Е.А.Василевская, Э.Г.Юматова и др.) позволил уточнить понятие математической компетентности студента-технолога, выявить структуру, уровни сформированности и потенциальные ресурсы для развития этой компетентности студентов.

Анализ изученного опыта в определении подходов к пониманию компетентности как личностного образовательного результата и специфики целевых установок математической и специальной подготовок позволил нам выделить понятие математической компетентности студентов-технологов как личностную, интегративную, формируемую совокупность способностей и

готовности студента воспринимать, понимать, интерпретировать, применять математический аппарат и методы при решении профессиональных задач.

В структуре математической компетентности будущих инженеров-технологов рассматриваем четыре основных компонента: мотивационно-ценностный, когнитивный, деятельностный и рефлексивно-оценочный; исходя из полноты овладения студентом компонентами математической компетентности и степени самостоятельности их проявления в соответствующей деятельности, выделяем три уровня ее сформированности: базовый, профессионально-моделирующий и творческо-поисковый уровни.

Детализация структуры математической компетентности и учет профессиональных требований при подготовке студентов-технологов позволили определить стержневые качества математических способностей – логичность, пространственное мышление и креативность (табл. 1):

Таблица 1

Качества математических способностей студента-технолога

Блок способностей	Качество	Содержание качества
Логичность	Способность схватывать формальную структуру задачи	Способность извлечь из условий задачи максимально полезную для ее решения информацию
	Способность к свертыванию математического рассуждения	Способность к пропуску промежуточных утверждений в процессе решения задачи, не приводящему к ошибкам
	Способность к обобщению математического материала	Способность увидеть общее в разных задачах, выделить главное в методе решения, обобщить метод решения
	Логичность математического мышления	Способность проводить последовательное математическое рассуждение
	Вычислительные способности	Способность вычислять, доводить решение до числового результата
	Способность оперировать математической символикой и математической речью	Способность к пониманию, знанию и использованию математических символов, умение формализовать ход решения («перевести на язык символов»), а также умение грамотно оперировать математическими терминами
	Когнитивная память	Способность актуализировать идею решения, а также способность помнить алгоритм решения
Пространственное мышление	Пространственное мышление	Способность оперировать пространственными образами
	Конструкторские способности	Способность конструировать с использованием стандартных и изобретенных элементов
Креативность	Инженерно-математическая интуиция	Способность оценивать правдоподобность результата, предвидеть, моделировать результат, порождать множество оригинальных идей в нестандартных условиях действия и постановки новых проблем
	Творческая способность	Способность к математическому творчеству, проявление чувствительности к проблемам

Попытка осмыслить междисциплинарные основы геометро-графической подготовки и определить необходимость формирования пространственного мышления в процессе обучения математике, включающего в себя владение визуально-образным геометрическим языком на основе современных компьютерных технологий, потребовала установить интегративную основу содержания геометро-графической подготовки. Ею является единый предмет

изучения – геометрическая модель, которая понимается нами как отражение графическим способом математического отношения между объектами. Реализация геометро-графической подготовки на базе технологии двух- и трехмерного геометрического моделирования с одной стороны позволяет усилить наглядность и информативность геометрических моделей в обучении математике, с другой – учитывает современные и перспективные требования к инженерной деятельности.

Под компьютерной геометрической моделью нами понимается графически визуализируемое геометрическое описание объекта моделирования в памяти ЭВМ. Компьютерная геометрическая модель состоит из программно-математического ядра, сформированного в узлах системного блока компьютера, и оболочки – визуального отображения моделируемого объекта на экране монитора; обладает свойствами геометрической, физической и математической моделей, т.е. она интегративна.

Математическая компетентность студента направления «Химическая технология неорганических веществ и материалов» включает в себя индивидуально выработанные стратегии применения математического аппарата в обучении, компьютерные и математические способы решения профессионально направленных учебных задач для их перевода из экспериментального состояния в практико-целевое (прикладное). Развитию математической компетентности студентов технического университета способствует формирование геометро-графических стратегий, которые представляют собой осознанный план визуализации условия и решения математической задачи, включают в себя индивидуально обусловленные действия, позволяют студенту выявлять причинно-следственные связи исследуемого явления, формулировать противоречия и проблемы, осуществлять поиск адекватных средств их решения.

Анализ психолого-педагогической литературы позволил в *третьем параграфе* определить дидактический ракурс интерпретации явления – под стратегией следует понимать план деятельности, который должны осуществить обучающиеся в ходе достижения поставленной цели, каждый по-своему, оптимально используя имеющиеся у него знания и опыт. В ходе решения математических задач студенты активно участвуют в анализе фактов и деталей самой ситуации, выборе стратегии, ее уточнении и защите, обсуждении ситуации и аргументации целесообразности своей позиции. Осознание своего уровня предметной компетентности представляется случаем, когда для решения математической задачи студенту недостает имеющихся начальных данных. Именно в этом случае актуальной становится осознанная необходимость и возможность дополнить имеющуюся информацию, получить необходимую информацию. Но прежде чем это делать, студенту предстоит визуализировать исходные данные, определить, какую именно информацию придется получать и, соответственно где, а также определить, каким образом это возможно сделать. Для этого требуются способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области создания геометрической модели, схематичного рисунка (интерпретируется нами как

упрощенное представление геометрической модели, в котором «абстрагированы» подходящим образом выбранные «не существенные» свойства математического отношения), которые зависят от внешних условий деятельности (от условия задачи) и предполагают выбор индивидуально обусловленного способа преодоления трудностей, возникающих ввиду несовершенного математического знания. Установлено, что рассмотрение геометро-графических стратегий в личностно специфическом ракурсе полностью отвечает современным педагогическим и психологическим тенденциям, акцентирующим индивидуальное в личности, выделяющим социальное смыслообразующее ее наполнение.

Для определения содержания геометро-графических стратегий, необходимых студентам технического университета при решении математических задач, потребовалось: а) рассмотреть и обосновать структуру геометро-графической стратегии; б) выявить факторы, влияющие на определение содержания геометро-графических стратегий. Компонентный состав геометро-графических стратегий:

- инвариантный (знания о геометрическом месте точек, умения оперирования этими знаниями);

- вариативный, включающий 1) умения студента принимать индивидуально обусловленные и личностно ответственные решения об использовании в каждый отдельно взятый момент деятельности необходимого набора знаний и умений из имеющегося комплекса и 2) умения студента, связанные с оценкой эффективности геометро-графической деятельности для целей математической подготовки.

Выявление содержания каждого из этих компонентов производилось с учетом факторов математического, методического и индивидуально-личностного свойства.

С точки зрения математических факторов принимались во внимание те общепризнанные и объективные данные, что формулировка задачи математическими терминами или общенаучной лексикой затрудняет интуитивно-целостное восприятие и понимание ее условия студентами со слабой математической подготовкой. Факторы методического свойства влияют на качественный состав геометро-графических стратегий. При этом мы предполагаем, что некоторые математические задачи предусматривают различную концентрацию геометро-графической деятельности. И это, безусловно, сказывается на содержании геометро-графических стратегий.

Роль факторов индивидуально-личностного свойства чрезвычайно важна. В процессе обучения каждый студент проявляет себя по-разному. Кому-то присуща большая концентрация внимания, памяти, большая активность мыслительных процессов. Кто-то характеризуется быстротой реакции; обладает пространственным воображением. Кто-то, к сожалению, не обладает такими качествами. Такие различия подтверждаются научными выводами многих ученых (Б.Г.Ананьев, И.А.Зимняя, Ю.Н.Кулюткин).

В работе доказано, что геометро-графические стратегии позволяют студентам даже со слабой математической подготовкой справляться с

визуализацией условия, при этом поиск решения задачи начинает рассматриваться как активная самостоятельная деятельность студента. Такая деятельность предполагает выбор / подбор / перебор геометро-графических средств со стороны обучаемых. Именно это будет свидетельствовать об овладении обучающимися геометро-графической стратегией, которая является индивидуально обусловленной, вариативной.

Способность активно использовать геометро-графические стратегии дает студентам возможность справляться с трудностями, имеющими место в обучении математике на I курсе, оперируя геометрическими моделями. Это заключение определило необходимость выявления перечня геометрических моделей, необходимых к овладению студентом технического университета, являющейся единицей процесса обучения математике и компонентом ее содержания. Применительно к обучению математике эта единица позволяет достичь базового уровня развития математической компетентности.

Несмотря на наличие работ, посвящённых отбору содержания обучения математике, мы вынуждены констатировать, что речь о таком явлении как геометрическая модель, которая обладает особыми характеристиками и функциями применительно к процессу обучения математике студентов технического университета до сих пор остается актуальной. В связи с этим была разработана процедура отбора геометрических моделей, обусловленная спецификой рассматриваемой нами проблемы исследования, учитывающая:

1) принципы отбора: принцип геометрической ценности (отбор наиболее характерных и продуктивных в геометро-графической деятельности моделей); принцип частотности (встречаемость той или иной модели в математических задачах); принцип учебно-методической целесообразности (отбор тех моделей, употребление которых отвечало бы цели обучения математике в техническом университете); принцип оправданного дублирования геометрических моделей.

2) кодификатор<sup>1</sup> элементов содержания математики, разработанный Национальным аккредитационным агентством в сфере образования, в котором отражается содержание дисциплины в ФГОС, перечень контролируемых учебных элементов.

В результате были выделены геометрические модели, которые вошли в требуемый минимум в обучении математике студентов-технологов в течение 1 семестра обучения (см. стр. 114 диссертации).

Во второй главе «Методика формирования геометро-графических стратегий в обучении математике»: выбраны методические приемы обучения, которые способствуют формированию геометро-графических стратегий у студентов-технологов в процессе обучения математике (п. 2.1.), описаны ход и результаты опытно-экспериментальной работы по проверке эффективности предлагаемой методики (п. 2.2.).

Умение активно использовать геометро-графические стратегии даёт студентам возможность справляться с трудностями, неизбежно имеющими

---

<sup>1</sup> режим доступа: <http://www.fepo.ru>

место в обучении математике, оперируя теми геометрическими моделями, которыми они располагают. Способность использовать геометро-графические стратегии позволяет студентам демонстрировать результат решения математической задачи, оперируя специализированными программами, которые позволяют снять психологический барьер при изучении математики, повысить интерес к изучению математических методов. Рассмотрение сущности геометро-графических стратегий и их значимости в развитии математической компетентности привело к необходимости создания методики целенаправленного формирования этих стратегий у студентов I курса технического университета (схема 1).

Цель методики – формирование геометро-графических стратегий, необходимых студентам направления Химическая технология неорганических веществ и материалов в процессе обучения математике. В качестве содержания обучения выступают знания и умения инвариантного и вариативного компонентов геометро-графических стратегий.

Разработанная методика включает три этапа. На каждом из этапов с помощью разработанных методов, приемов и средств осуществляется последовательное усвоение студентами знаний, формирование необходимых умений. В качестве методов обучения используются методы проблемного обучения: показательный, частично-поисковый, эвристический (по классификации М.И. Махмутова). Функцию средства обучения выполняют авторские учебные пособия – «Введение в систему MathCAD», «Элементарные вычислительные процессы на Visual Basic for Application», «Введение в систему AutoCAD».

Целью первого этапа является определение исходного уровня владения знаниями и умениями в предметной области. На этапе диагностики использовались критерии: достаточность знаний (знание школьного курса математики), сформированность умений (понимание, интерпретация, применение математического аппарата и методов), качественная оценка (оригинальность решения). Часть предлагаемых студентам заданий входного теста для успешного решения допускает осуществление геометро-графических действий. Помимо этого на данном этапе предъявляется информация, необходимая для ознакомления студентов со спецификой геометро-графической деятельности в обучении математике, устанавливаются внутрипредметные связи логико-математического и методического характера для разделов «Линейная алгебра», «Векторная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Математический анализ. Введение». Согласно показательному методу преподавателем используются обзорные лекции по математике и беседа.

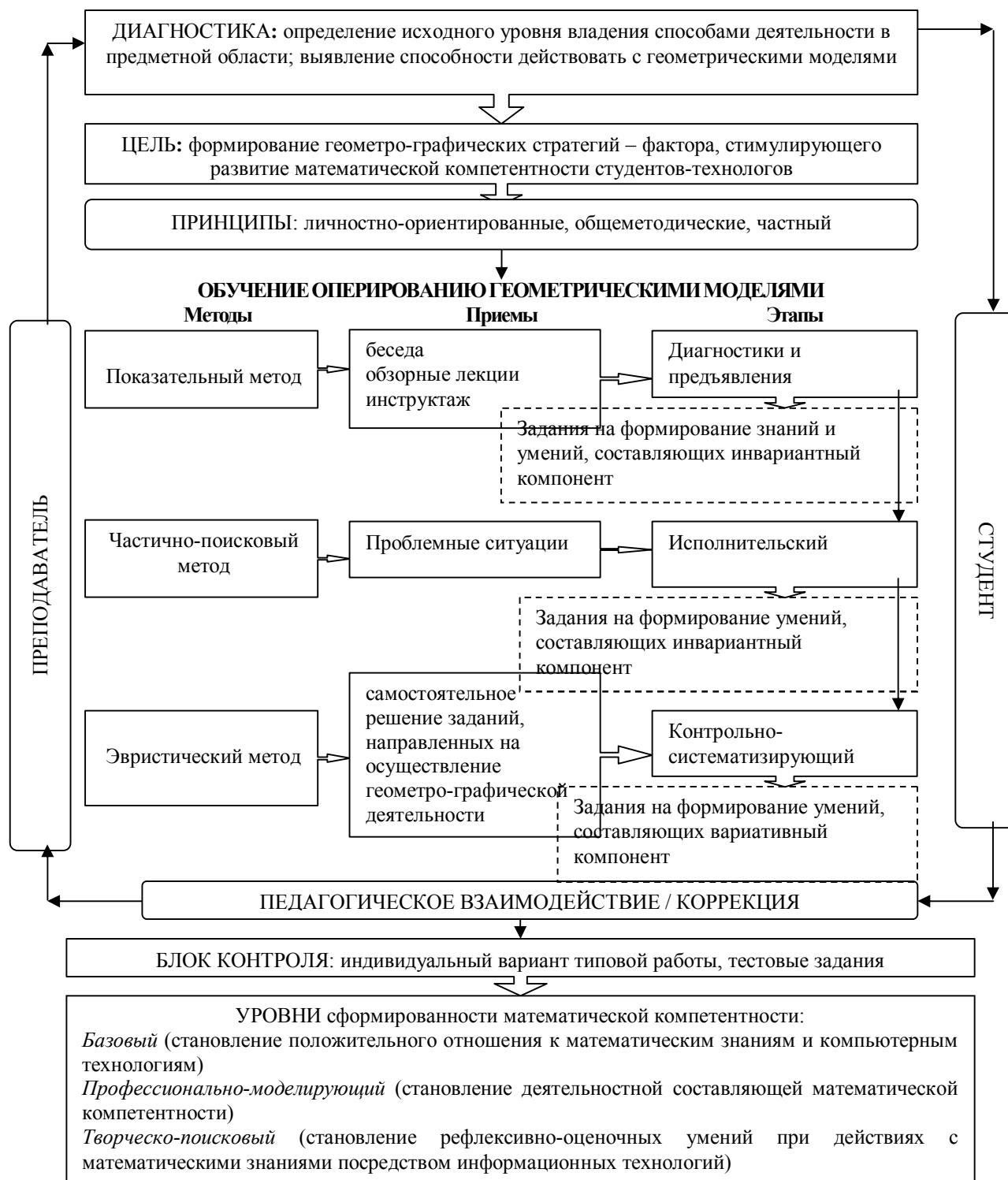
Второй этап – исполнительский, направлен на последовательное формирование геометро-графических стратегий – фактора, стимулирующего развитие математической компетентности студентов-технологов. На данном этапе используется частично-поисковый метод. Происходит реализация самостоятельной учебной деятельности обучающихся, осуществляемой, однако, в пределах консультативной помощи преподавателя. Дидактическим



сопровождением являются материалы учебных пособий «Введение в систему MathCAD», «Элементарные вычислительные процессы на Visual Basic for Application», «Введение в систему AutoCAD». В разработанных пособиях создаются проблемные ситуации, которые предстоит решить, констатируется правильность сформулированных выводов и принятых решений.

Схема 1

**Методика формирования геометро-графических стратегий, необходимых в обучении математике студентов-технологов**



Педагогическое взаимодействие осуществлялось при установлении партнерских отношений, основанных на принципах продуктивного диалога между участниками образовательного процесса, это способствовало формированию полисубъектной образовательной среды. Наиболее эффективной формой управления деятельностью студентов на данном этапе, по нашему мнению, является система малых групп, которая позволяет не только осуществлять конкретные задачи обучения, но и решать проблемы формирования корпоративной коммуникативной культуры студентов-первокурсников.

Целью третьего этапа является активизация усвоенных знаний и умений в ходе выполнения индивидуальных вариантов типовых работ по математике. На контрольно-систематизирующем этапе используется эвристический метод, который позволяет студенту применить: а) умения определить программный продукт для оптимального решения задачи, б) творческое мышление (перенос знаний и умений геометро-графической деятельности в новую ситуацию), в) способности видеть новую проблему в традиционной и нетрадиционной ситуациях; мотивировать изучение математики и освоение технических средств в профессиональных целях.

Последний этап дополнительно включает выполнение студентами тестовых заданий по математике, в объеме изученного материала, разработанных Национальным аккредитационным агентством в сфере профессионального образования для направления «Химическая технология неорганических веществ и материалов». Это позволяет выявить базовый уровень развития математической компетентности, демонстрирует динамику усвоения студентами знаний и сформированность у них умений, которые составляют структуру геометро-графических стратегий.

Методика, нацеленная на формирование у студентов геометро-графических стратегий, была апробирована в ходе опытно-экспериментальной работы, которая проводилась в течение 2006-2009 уч. гг. в четырех группах I курса направления «Химическая технология неорганических веществ и материалов» филиала ИрГТУ в городе Усолье-Сибирском. В состав экспериментальной группы (ЭГ) вошло 25 студентов, в состав контрольной группы (КГ) – 22 студента. Опытно-экспериментальная проверка эффективности методики формирования геометро-графических стратегий подтвердила существенную зависимость уровня математической подготовки при использовании разработанной методики.

Цель опытно-экспериментальной работы заключалась в проверке эффективности разработанной методики формирования геометро-графических стратегий, необходимых для успешного развития математической компетентности студентов технических вузов. В задачи опытно-экспериментальной работы входило:

- 1) констатировать усвоение студентами знаний и умений группы дидактических единиц по математике;
- 2) установить факт сформированности у студентов умений, выделенных в составе геометро-графических стратегий;

3) определить изменения в области учебной деятельности студентов, а именно наличие / отсутствие фактов: применения пакетов прикладных программ для математических расчетов; совершенствования геометро-графических и алгоритмических умений.

С учетом разработанных методических основ формирования геометро-графических стратегий, необходимых студентам в процессе обучения математики, были разработаны критерии эффективности предлагаемой методики:

- наличие у студентов знаний из области геометро-графической деятельности, составляющих инвариантный компонент геометро-графических стратегий;
- сформированность умений, выделенных в составе инвариантного и вариативного компонентов геометро-графических стратегий;
- сформированность умений оперирования геометрическими моделями;
- изменение (повышение) уровня развития математической компетентности.

Опытно-экспериментальная работа, нацеленная на доказательство эффективности предложенной методики, осуществлялась в четыре этапа: подготовительный, диагностирующий, формирующий, итоговый. В период подготовительного этапа был спрогнозирован и спланирован ход всей опытно-экспериментальной работы, сформулированы ее цель, задачи и гипотеза.

В ходе диагностирующего этапа по результатам опроса, анкетирования и анализа выполненных тестовых заданий было установлено, что 47% студентов демонстрируют средний уровень сформированности математических знаний и умений, 32% – низкий уровень. У испытуемых отсутствовал опыт геометро-графической деятельности в процессе решения тестовых заданий.

На следующих этапах был организован процесс формирования у студентов геометро-графических стратегий. К не варьируемым условиям опытно-экспериментальной работы были отнесены следующие показатели: курс, одинаковое количество занятий, часов и их распределение в семестре, предъявление количества типовых работ, их объем и содержание. Варьируемыми условиями предусматривалась различная по характеру и содержанию система действий преподавателя и студентов. В ЭГ полностью реализовалась разработанная система формирования геометро-графических стратегий. В КГ проводилась традиционная работа по обучению студентов математике.

Работа студентов ЭГ и КГ подвергалась постоянному анализу. Эффективность методики определялась путем сравнения результатов выполнения шести типовых работ по темам: «Линейная алгебра», «Векторная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Полярные координаты. Параметрические уравнения линии», «Кривые второго порядка», «Введение в математический анализ», демонстрирующих динамику усвоения студентами знаний и сформированности у них умений геометро-графической деятельности и проведения рубежного контроля знаний и умений по освоенным дидактическим единицам математики в форме теста. В обеих группах

достигнуты статистически достоверные положительные трансформации в области всех выделенных критериев, однако показатели такой динамики в обеих группах существенно различаются. Данные наглядно продемонстрированы в таблицах 2 и 3:

Таблица 2

Результаты итогового этапа опытно-экспериментальной работы

Критерии	Показатель	Формирующий этап		Итоговый этап	
		КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
Знания из области геометро-графической деятельности, составляющие инвариантный компонент геометро-графических стратегий	Среднее значение	4,86	5,38	5,29	6,44
	Дисперсия	0,59	1,05	0,99	0,61
Умения, выделенные в составе инвариантного и вариативного компонентов геометро-графических стратегий	Среднее значение	4,50	5,00	5,07	6,22
	Дисперсия	0,58	1,57	0,53	1,24
Умения оперирования геометрическими моделями	Среднее значение	3,86	4,38	4,50	5,61
	Дисперсия	0,44	0,63	0,27	0,39
Уровень развития математической компетентности	Среднее значение	4,64	5,00	5,07	6,22
	Дисперсия	0,86	1,7	0,99	1,12

Таблица 3

Приращение знаний и умений на итоговом этапе  
в контрольной и экспериментальной группах (в %)

Показатели контроля	КГ	ЭГ
Знания из области геометро-графической деятельности, составляющие инвариантный компонент геометро-графических стратегий	8,82	19,90
Умения, выделенные в составе инвариантного и вариативного компонентов геометро-графических стратегий	12,70	24,44
Умения оперирования геометрическими моделями	16,67	28,25
Уровень развития математической компетентности	9,23	24,44

Из таблицы 2 видно увеличение в ЭГ средних значений каждого параметра по сравнению с результатами в КГ. Отмечена тенденция уменьшения дисперсии в ЭГ, что позволяет говорить о постепенном выравнивании уровня знаний и умений у студентов этой группы. В таблице 3 сравнивается прирост знаний и умений у студентов обеих групп. При этом показатели в ЭГ выше показателей КГ. Полученные данные позволили констатировать статистически значимое изменение (в сторону развития и совершенствования) геометро-графических умений студентов. Применение метода индуктивной статистики (метод Стьюдента или  $t$ -критерий) подтвердило достоверность сделанных выводов об эффективности созданной методической системы, которая нацелена на формирование геометро-графических стратегий, необходимых студентам технического вуза в обучении математике.

**В заключении** подведены итоги проведенного исследования, сформулированы выводы, намечены ориентиры дальнейших научных поисков. В данном исследовании удалось доказать значимость формирования геометро-графических стратегий у студентов технического университета, стимулирующих развитие математической компетентности. Детальное рассмотрение геометро-графических стратегий позволило выделить компоненты содержания, формирующие способность оперировать образами. Рассмотрение сущности и значимости геометро-графических стратегий в профессиональной деятельности позволило разработать методику целенаправленного формирования таких стратегий у студентов I курса в процессе обучения математике. Для создания методики разработаны принципы, методы, приемы обучения, валидность которых проверена и доказана опытно-экспериментальным путем. Исследование позволило прийти к важным для педагогического процесса в техническом вузе теоретическим заключениям и практическим результатам, позволяющим повысить эффективность математической подготовки современных специалистов.

Таким образом, все поставленные задачи решены, цель исследования достигнута, гипотеза исследования экспериментально подтверждена.

Проведенное исследование формирования геометро-графических стратегий в обучении математике студентов технического университета может служить основой дальнейших исследований выделенной проблемы: 1) расширение комплекса геометро-графических задач в системах MathCAD и AutoCAD с элементами трехмерного моделирования (поверхности вращения, сдвига, соединения); 2) поиск перспективных направлений данного процесса; 3) разработка альтернативных методик развития математической компетентности.

Основные положения диссертации отражены в следующих **публикациях** автора:

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, включенных в реестр ВАК МО и Н РФ

1. Палеева М.Л. Опыт развития математической компетентности студентов технических специальностей // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2009. № 10(88). С. 122-128.
2. Кузьмин О.В., Палеева М.Л. Методика изучения пакетов прикладных программ: из опыта работы // Вестник Бурятского государственного университета. Серия «Теория и методика обучения». 2008. № 15. С. 67-71.

Учебно-методические издания

3. Палеева М.Л. Введение в систему MathCAD: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. 80 с.
4. Палеева М.Л. Введение в систему AutoCAD: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. 128 с.
5. Палеева М.Л. Элементарные вычислительные процессы на Visual Basic for Application: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009. 80 с.

Публикации в журналах, сборниках научных трудов и материалах научных конференций

6. Палеева М.Л. Об одном подходе при изучении метода преобразования координат // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий: материалы Всероссийской научно-технической конференции: в 2 ч. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. Ч. 2. С. 359-364.
7. Палеева М.Л. К вопросу о преподавании высшей математики в техническом вузе // Образование в России: медицинские, педагогические, психологические, экологические аспекты: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. Калуга: КГПУ, 2007. С. 304-307.
8. Кузьмин О.В., Палеева М.Л. Формирование умений преобразования учебной информации у студентов технических специальностей // Проблемы учебного процесса в инновационных школах: сб. науч. тр. / под ред. О.В.Кузьмина. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. Вып. 12. С. 102-113.
9. Палеева М.Л. Межпредметные связи как одно из условий повышения качества образования в вузе // Международный, федеральный и региональный рынок образовательных услуг: состояние и перспективы развития: сб. статей IV Международной научно-практической конференции. Пенза: ПДЗ, 2007. С. 104-106.
10. Палеева М.Л. О формировании соответствия понятий аналитической и начертательной геометрии // Проблемы образования в современной России и на постсоветском пространстве: сб. статей XI Международной научно-практической конференции. Пенза: ПДЗ, 2008. С. 44-46.
11. Палеева М.Л. Изучение способа приведения прямой линии в частное положение относительно плоскостей проекций и демонстрация результатов в системе MathCAD // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий: материалы IX Всероссийской научно-технической конференции: в 2 ч. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2008. Ч. 2. С. 286-299.
12. Палеева М.Л. Два звена самостоятельной учебной деятельности // Современные технологии в Российской системе образования: сб. статей VI Всероссийской научно-практической конференции: в 2 ч. Пенза: РИО ПГСХА, 2008. Ч. 2. С. 23-26.
13. Кузьмин О.В., Палеева М.Л. Формирование интеллектуальных умений студентов первого курса технического вуза в процессе обучения высшей математике // Математика, ее приложения и математическое образование: материалы III Всероссийской конференции с международным участием: в 2 ч. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2008. Ч. II. С. 449-456.
14. Кузьмин О.В., Палеева М.Л. Повышение качества математической подготовки посредством организации самостоятельной работы студентов // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2008. № 5(15) С. 94-97.
15. Палеева М.Л. Внутрипредметные связи как фактор развития информационно-математической компетентности будущих инженеров // Инфокоммуникационные образовательные технологии: модели, методы, средства, ресурсы: материалы региональной научно-практической конференции с международным участием. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2009. С. 23-31.

16. Палеева М.Л. Геометро-графический подход к развитию математического мышления в техническом образовании // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий: материалы X Всероссийской научно-технической конференции: в 2 ч. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2009. Ч. 1. С. 208-211.
17. Палеева М.Л. Развитие информационно-математической компетентности будущих инженеров при изучении вычислительных процессов // Применение новых технологий в образовании: материалы XX Международной конференции. Троицк: Изд-во «Тривант», 2009. С. 40-42.
18. Палеева М.Л. О профессиональной направленности в математической подготовке будущего инженера // Повышение качества высшего профессионального образования: материалы Всероссийской науч.-метод. конф.: в 3 ч. Красноярск: ИПК СФУ, 2009. Ч. 1. С. 151-155.
19. Палеева М.Л. Геометро-графические задачи как средство творческого саморазвития личности // VI Всесибирский конгресс женщин-математиков: материалы конференции. Красноярск: РИО СФУ, 2010. С. 323-327.
20. Палеева М.Л. Модель формирования профессиональных умений в процессе математической подготовки студентов технических вузов // Проблемы учебного процесса в инновационных школах: сб. науч. тр. / под ред. О.В.Кузьмина. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. Вып. 14. С. 118-127.