

На правах рукописи

Кайгородцева Наталья Викторовна

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ
БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ НА ОСНОВЕ
ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора педагогических наук

Омск 2015

Работа выполнена на кафедре инженерной геометрии и САПР ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет»

Научный консультант: *Волков Владимир Яковлевич*,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой начертательной геометрии, инженерной и машинной графики ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия»

Официальные оппоненты: *Далингер Виктор Алексеевич*,
доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой математики и методики обучения ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет»

Найниш Лариса Алексеевна,
доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой начертательной геометрии и графики ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Лагунова Марина Викторовна,
доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования ФГБОУ ВПО «Новгородский государственный архитектурно-строительный университет»


Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный педагогический университет»

Защита состоится 16 декабря 2015 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.307.03 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук при ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского» по адресу: 150000, г. Ярославль, ул. Республиканская, д. 108, ауд. 210.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского», адрес сайта: <http://yspu.org>

Автореферат разослан « » 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Т. Л. Трошина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. За последние 20-30 лет жизнь человеческого общества значительно изменилась – стала более комфортной, технически и технологически обеспеченной. Это стало возможным благодаря активной деятельности инженеров.

В истории инженерная деятельность уходит своими корнями к первобытному человеку и имеет довольно продолжительный путь развития, сопровождавшийся своими особенностями на каждом конкретном этапе. Опросы инженеров конструкторско-технологических фирм и предприятий позволили сделать вывод, что сегодня настал такой этап развития, при котором инженер должен одновременно владеть несколькими функциями: *технического прогнозирования* (после анализа сегодняшнего состояния уметь определить завтрашние потребности человечества); *исследовательская* (умение найти законы естественных и технических наук, способных решить намеченную задачу); *управленческая* (обеспечивает организацию и функционирование производства). При этом исследовательская компетенция включает в себя *конструкторскую* (умение придать форму техническому замыслу), и *компетенцию проектирования* (оформление инженерной идеи в виде чертежей и технической документации). Данные требования к квалификации будущего инженера отражены в новых Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования (ФГОС ВО) в виде перечня профессиональных компетенций (ПК), которыми должен обладать выпускник инженерного направления подготовки втуза. При правильном механизме формирования заявленных компетенций, будущие инженеры будут способны быстро и качественно выполнять свои обязанности, при этом обладая творческим потенциалом и современным качественным «багажом» знаний.

Необходимость «наладки» такого механизма очевидна и подтверждается наличием научных работ, в которых рассмотрены проблемы высшего технического образования (С. Б. Никитина, И. В. Павлюткин, П. И. Пидкасистый и др.), вопросы образования будущего инженера (Н. А. Аитов, Г. Н. Александров, А. Я. Мельникова и др.). Действительно, будущее научно-техническое развитие напрямую зависит от того, как и чему научатся современные студенты, какие общекультурные и профессиональные компетенции они приобретут сегодня. В связи с этим сегодня требуется переосмысление и содержания, и методики обучения в целях приведения их в соответствие с изменившимися целями и задачами обучения. Настоящее исследование посвящено поиску актуального содержания и современных технологий геометро-графической составляющей математической подготовки будущих инженеров.

Говоря о геометро-графической подготовке, в первую очередь, возникает ассоциация с начертательной геометрией. Это справедливо и связано с тем, что более двух веков она была основой технического образования, так как ее положения позволяли инженерам выражать свои творческие мысли и визуально представлять свои изобретения в виде двумерных проекций в плоскости чертежа, что позволило реализоваться многим творческим задумкам и находкам. Кроме того, начертательная геометрия, заставляющая мысленно манипулиро-

вать, представлять в голове пространственные объекты, развивает важную для будущих инженеров мыслительную способность – пространственное мышление. Общеизвестно, что пространственное мышление является уникальной способностью мозга человека по генерированию новых продуктов и открытий, так как любая идея, прежде чем реализоваться в виде реальной или виртуальной модели, или же чертежа, должна возникнуть априори в голове творца, изобретателя.

Однако сегодня во времена уникальных 3D-возможностей компьютерной графики представления объемных объектов реального мира в виде виртуальных трехмерных электронных моделей, острая необходимость в технологии построения плоских проекций ушла на второй план, оставаясь лишь средством документирования реализуемых проектов. Поэтому, классическое содержание начертательной геометрии, как учебной дисциплины, в современных условиях становится не актуальным и справедливо подвергается критике. Однако отказаться от науки, не проявившей каких-либо внутренних или внешних противоречий, и имеющей огромный гуманитарный потенциал было бы неправильно. Правильнее было бы выявить внутренние возможности начертательной геометрии, как современной науки, профессионально значимой для компетентности и личностного развития будущего инженера, и попытаться найти рациональное, современное ее содержание и технологии, актуальные в том числе, для формирования мировоззрения и адекватного отражения окружающего нас геометрического мира. В том числе в изучении и применении геометрических положений и свойств к виртуальной реальности, так активно сегодня развиваемой и применяемой. При этом следует внимательно рассмотреть возможность и перспективы слияния методов начертательной и аналитической геометрии, о возможности и даже необходимости чего писал основатель начертательной геометрии Гаспар Монж. Таким образом, обновленная начертательная геометрия из технической станет дисциплиной математического профиля, что является особенно важным для инженерного образования в условиях модернизации высшего профессионального образования.

Современная инженерная практика значительно усложнилась. Сегодня любой практический замысел нуждается в теоретическом анализе и технологическом осмыслении на уровне моделирования, для чего нужна глубокая математическая подготовка. Сегодня математика в инженерной деятельности является важным инструментом профессионализма в поиске и реализации инженерных решений. Поэтому для корректного проведения математизации курса начертательной геометрии был проведен опрос преподавателей кафедр высшей математики технических вузов, закончивших в свое время либо педагогический, либо классический университет. Кроме того, был выполнен анализ научных работ (А. Н. Колмогоров, Т. В. Кудрявцев, А. Д. Мыскис, А. Пуанкаре, П. Я. Хинчин и др.), содержащих исследования в данном направлении. На основе проведенного опроса и выполненного анализа удалось выявить следующие отличительные особенности математического образования математика-ученого, математика-педагога и инженера:

1) *Различная специфика.* Для математика-ученого математика является объектом его будущей профессиональной деятельности, как развивающийся во времени конструкт, направленный на развитие существа математики, как науки.

Для математика-педагога – предметом его профессиональной деятельности по адаптации математических знаний к воспитанию и образованию подрастающего поколения. Для инженера математика – это инструмент, посредством которого он решает свои профессиональные задачи по преобразованию окружающего мира.

2) *Различный объем и целостность математических знаний.* В классическом и педагогическом вузе все разделы математики изучается в виде отдельных учебных дисциплин. В инженерном образовании изучается курс «Высшая математика», включающий в себя различные математические разделы в сокращенном и практико-ориентированном виде, дополняемые на старших курсах некоторыми математическими дисциплинами прикладного характера.

3) *Различный уровень и глубина рассмотрения доказательств.* Математику-ученому требуются фундаментальные знания, включая полные версии доказательств в целях поиска решения новых и ранее нерешенных задач. Математику-педагогу важно, как само математическое знание, так и доказательства его истинности, в целях поиска мотивов и ценностей его использования для развития и комфортности освоения предметных областей обучающимися. Для инженеров чаще всего математические знания приводятся без доказательств, на практико-ориентированной основе, ввиду кажущегося отсутствия острой необходимости фундаментализации для эффективной будущей инженерной деятельности.

4) *Различия в развитии личностных качеств.* Для математика-ученого математические знания необходимы для формирования внутренних представлений абстрактных математических объектов и для преодоления возможных интеллектуальных препятствий. Математику-педагогу математические знания важны не только в формате воспроизведения и передачи его ученикам, но и для поддержания готовности к решению новых задач из будущей профессиональной сферы учащихся. Для инженеров математическое образование не исчерпывается только суммой знаний, и в большей степени имеет потенциальные возможности для формирования личностных качеств будущего инженера, составляющих культуру инженерного мышления.

Проведенные опрос и анализ подтвердили важность математики в инженерном образовании. Кроме того, к настоящему времени в начертательной геометрии накоплен достаточный потенциал отечественных научных исследований (К. И. Вальков, Г. С. Иванов, В. Я. Волков, С. И. Ротков, З. А. Скопец, В. А. Пеклич, В. Ю. Юрков, О. А. Графский, К. Л. Панчук и др.), содержащих теорию, подходы, новые области исследований и практических приложений. Однако нет достаточно полных работ с предложениями и обоснованиями методики обучения обновленной математизированной начертательной геометрии, содержащей устойчивые связи графических методов с их алгебраическими интерпретациями.

Помимо начертательной геометрии в цикл геометро-графических дисциплин входят инженерная и компьютерная графика. Ранее эти три взаимосвязанные дисциплины позиционировались как отдельные учебные дисциплины. Начертательная геометрия изучала методы изображения пространственных объектов на плоскости, инженерная графика рассматривала правила создания и оформления конструкторской документации и базировалась на теоретических основах начертательной геометрии, а на занятиях по компьютерной графике в

основном изучались возможности той или иной компьютерной графической программы. Однако личный опыт преподавания и наблюдение за работой коллег показывает, что в учебном процессе данные дисциплины преподаются параллельно, тесно переплетаясь, дополняя и обогащая, друг друга. И лишь в учебных планах они представлены, как отдельные курсы.

Действительно, сегодня уже невозможно разделить эти информационные среды, выполняющие единую функцию: исследование, анализ и реализацию конструкторских проектов и изобретений. Компьютерная графика стала основным инструментом представления результатов инженерной деятельности, базирующейся на теоретических основах геометрического устройства мира, рассматриваемых в начертательной геометрии, и оформляемых по правилам, изучаемым в инженерной графике. В связи с этим сегодня необходимо обосновать и реализовать интеграцию данных информационных сред, объединив потенциал и возможности этих трех учебных дисциплин. Объединенный учебный курс может носить название «Инженерная геометрия», что не только не противоречит функциональному назначению курса геометрии для инженеров, но и фигурирует в списке научных специальностей ВАК.

Проблема необходимости обновления геометро-графических дисциплин, вызванная появлением и развитием 3D-возможностей компьютерной графики, ищет «выхода» в научных работах последних лет. Так, например, данной проблематике посвящены труды А. М. Лейбова, Н. Н. Орловой, В. А. Рукавишникова, Н. В. Федотовой, М. Ю. Филимоновой и других, содержащие прогрессивные предложения модернизации графической подготовки в сторону увеличения объема применения информационных технологий в целях замены непосредственного решения геометрических задач их компьютерной моделью. Кроме того, существуют работы, направленные на убеждение общества в необходимости сохранения классической графической культуры с предложениями изменения подхода, приемов или методов обучения (А. В. Кострюков, О. А. Мусиенко, М. В. Романкова, И. А. Савельева, Л. Н. Филонова и др.). При этом в некоторых работах (В. Ю. Ельцова, А. П. Степанов, А. И. Шутов и др.) вносятся предложения об изменении обучения графическим дисциплинам посредством проведения дифференциации обучения, либо интеграции дисциплин геометро-графического профиля с тем, либо иным знанием или подходом (М. А. Егорова, Г. К. Хубетдинов, Е. И. Шангина и др.). Без сомнения, очевидна необходимость проведения реформирования геометро-графической составляющей инженерного образования, как целостного конструкта математической подготовки.

При достаточно обширном количестве научных работ по модернизации геометро-графических дисциплин не обнаружено исследований, содержащих предложения по интеграции информационных сред геометро-графических дисциплин, рекомендаций по инновационному содержанию и необходимым технологиям наполнения интегративной учебной дисциплины, как основы геометро-графической подготовки будущих инженеров.

Как уже было сказано выше, математика нужна инженеру. Именно математика обладает методологией решения практических инженерных задач и яв-

ляется школой мышления, развивающей изобретательские способности. Формирование какой-либо способности осуществляется в процессе конкретного вида деятельности. Так для формирования изобретательской компетенции будущего инженера основной должна являться исследовательская деятельность. Данное утверждение возникает из анализа научных трудов, в которых рассмотрены общие теоретико-методологические вопросы исследования, как одного из видов деятельности (В. В. Давыдов, В. П. Кохановский, В. В. Краевский, А. М. Новиков и др.) и общая характеристика исследовательской деятельности, рассматриваемой в качестве образовательной технологии (А. В. Леонтович, И. Я. Лернер, Н. Ю. Посталюк, А. И. Савенков, И. Н. Скаткин, А. В. Хуторской, А. В. Ястребов и др.).

В трудах Л. С. Выготского, А. Н. Леонтьева, П. И. Пидкасистого, Ю. П. Поваренкова и других авторов изложены психолого-педагогические особенности исследовательской деятельности. Выявленные особенности являются ориентирами в вопросах организации исследовательской деятельности, рассмотренной в работах В. В. Афанасьева, В. А. Далингера, М. Н. Скаткина, Е. И. Смирнова, В. С. Секованова, Т. И. Шамовой и др. В связи с этим, рассмотрев проблемы развития и формирования исследовательской компетенции (И. А. Иродова, Н. Д. Кучугурова, В. М. Монахов, С. Н. Скарбич, А. Ю. Скорнякова, Е. С. Смирнова, О. В. Федина, Л. А. Черняева и др.), удалось уточнить понятие «исследовательская деятельность будущего инженера». Именно, имея в виду определение, которое дает А. И. Савенков, будем определять исследовательскую деятельность, как «особый вид интеллектуально-творческой деятельности, порождаемый в результате функционирования механизмов поисковой и творческой активности в умении придать форму и содержание инновационному техническому замыслу на основе оформления инженерной идеи в виде чертежей и технической документации». При этом исследовательская деятельность позиционируется, как одна из форм творческой деятельности, основными чертами которой являются: креативное мышление, целенаправленность действий, способность анализа, аргументация выбора и т.д. В случае инженерно-технического образования в данный список основных ориентиров развития творческой, а, значит и исследовательской деятельности, следует добавить мышление пространственное, на что и ориентирована геометро-графическая подготовка.

При достаточно полной теоретической и методической разработке вопросов организации и реализации исследовательской деятельности в инженерном образовании реальный уровень организации деятельности, направленной на формирование исследовательских компетенций в процессе обучения будущих инженеров, остается весьма низким. Это подтвердилось констатирующим экспериментом, проведенным в виде опроса работодателей, к которым на работу устраиваются выпускники вузов.

Таким образом, анализ ситуации, сложившейся в настоящий момент в области геометро-графической подготовки будущих инженеров, проведенный этап констатирующего эксперимента и опыт преподавания в техническом вузе позволили выявить следующие **противоречия** между:

- возможностями начертательной геометрии как инструмента в создании новых изобретений, развитии пространственного мышления и фактора повышения учебно-профессиональной мотивации будущего инженера и узостью технического использования 3D-возможностей компьютерной графики представления инженерных проектов;

- важностью применения математики в решении современных инженерных задач, включая использование теоретических разработок по математизации начертательной геометрии и отсутствием связи графических и алгебраических методов в классическом учебном курсе начертательной геометрии;

- реальными возможностями интеграции информационных сред трех геометро-графических дисциплин в органически целостный образовательный курс математического профиля, формирующий современную культуру инженерного мышления, и отсутствием методической разработанности содержания и методики обучения интегративному геометро-графическому курсу;

- современными требованиями, предъявляемыми обществом к уровню профессиональной компетентности будущих инженеров, и недостаточностью механизмов обеспечения условий формирования исследовательской компетенции при реальном уровне организации соответствующей деятельности студентов в контексте реализации традиционной геометро-графической подготовки в технических вузах.

На основании вышеизложенного **актуальность** исследования определяется необходимостью разрешения перечисленных противоречий, обуславливает выбор темы и состоит в определении актуального содержания и эффективной технологии геометро-графической подготовки будущих инженеров в обучении математике на основе интеграции информационных сред начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики, что реально бы способствовало развитию исследовательской компетенции у студентов технических вузов.

Кроме того, актуальность подтверждается наличием финансовой поддержки данного исследования: 1) (проект 2.1.2–3/5433) Советом аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2011 годы)»; 2) государственным заданием высшим учебным заведениям в части проведения научно-исследовательских работ по проекту «Геометрическое и компьютерное моделирование формообразования поверхностей» (2014 год) (автор работы участвовала в научных исследованиях данных программ в качестве старшего научного сотрудника).

Проблема исследования состоит в определении теоретико-методологических и дидактических основ формирования исследовательской компетенции будущих инженеров на основе интеграции информационных сред геометро-графических дисциплин при условии дополнения графических методов символично-алгебраическим аппаратом исследования геометрических задач.

Цель исследования: разработать концепцию, содержание и технологию геометро-графической подготовки студентов технических вузов на основе интеграции информационных сред геометро-графических дисциплин, направленные на формирование и развитие исследовательской компетенции будущих инженеров.

Объект исследования: процесс геометро-графической подготовки студентов технических вузов, направленный на формирование исследовательской компетенции.

Предмет исследования: содержание и технология геометро-графической подготовки будущих инженеров на основе интеграции информационных сред, направленные на развитие исследовательской компетенции.

Гипотеза исследования: процесс геометро-графической подготовки студентов технических вузов будет способствовать развитию исследовательской компетенций и повысит учебную и профессиональную мотивацию будущих инженеров, если:

- провести реструктуризацию и модернизацию курса начертательной геометрии с целью отбора тем и разделов, актуальных для реализации представления инженерных проектов средствами 3D-возможностей компьютерной графики;

- установить связь между графическими методами начертательной геометрии и символично-кодowymi интерпретациями геометрических объектов, путем внедрения основ теории параметризации, положений исчислительной геометрии и средств поддержки развития пространственного мышления, требующегося при решении геометрических задач;

- отбор и структурирование содержания, разработка технологий и методик обучения интегративному курсу «Инженерная геометрия» будет выполнено с обеспечением их интеграции на основе предметно-информационной обогащенности;

- освоение исследовательской деятельности и развитие исследовательской компетенции будущих инженеров в процессе геометро-графической подготовки будет основано на логико-конструктивном подходе к изучению объектов и явлений, ведущим к пониманию сущности геометрической деятельности и повышению учебной и профессиональной мотивации.

Цель исследования, его предмет и выдвинутая гипотеза определили следующие **задачи:**

1. На основе анализа современных 3D-возможностей компьютерной графики представления инженерных проектов провести реструктуризацию и модернизацию содержания учебного курса начертательной геометрии на основе обоснованных критериев отбора тем и разделов, актуальных в настоящее время с учетом последних достижений в области математизации графических методов начертательной геометрии.

2. Выявить дидактические условия и принципы необходимости интеграции информационных сред обновленной начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики, как дисциплин геометро-графического профиля, в единый курс, направленный на формирование и развитие культуры инженерного мышления и исследовательской деятельности.

3. Выявить и обосновать сущность и характеристики исследовательской компетенции в процессе геометро-графической подготовки будущих инженеров на основе интеграции информационных сред в рамках интегративного курса «Инженерная геометрия».

4. Разработать дидактическую модель и методическую систему геометро-графической подготовки студентов технических вузов, направленную на

формирование и развитие культуры инженерного мышления и исследовательской компетенции.

5. Провести экспериментальную проверку эффективности методической системы обучения интегративному курсу «Инженерная геометрия» в технических вузах и выявить педагогические закономерности геометро-графической подготовки будущих инженеров на основе интеграции информационных сред.

Теоретико-методологическую основу исследования составляют:

– теоретические основы педагогики и дидактики (Ю. К. Бабанский, В. П. Беспалько, Л. А. Додонова, И. Я. Лернер, И. А. Рудакова, М. Н. Скаткин, А. В. Теремов, И. Ф. Харламов и др.);

– философские исследования высшего образования и методологии педагогической науки (Б. С. Гершунский, Л. И. Долинер, В. В. Краевский, Т. В. Кудрявцев, В. А. Кудинов, В. С. Леднев, Е. В. Лобанова, П. И. Пидкасистый, Н. Ф. Талызина и др.);

– теоретические основы геометро-графического образования в вузе (К. И. Вальков, В. Я. Волков, О. А. Графский, И. С. Джапаридзе, Г. С. Иванов, К. Л. Панчук, С. И. Ротков, Н. Н. Рыжов, З. А. Скопец, С. А. Фролов, Н. Ф. Четверухин, В. Ю. Юрков, В. И. Якунин и др.);

– вопросы математического образования в вузе (Д. П. Данилаев, Л. Н. Журбенко, О. В. Зими́на, С. А. Розанова и др.);

– работы по философии и методологии науки, идеи системного подхода (А. Н. Аверьянов, В. Г. Афанасьев, И. В. Блауберг, А. В. Карпов, В. П. Кузьмин, Г. И. Рузавин, Э. Г. Юдин и др.);

– личностно-ориентированный подход в обучении (В. В. Давыдов, В. В. Краевский, А. Н. Леонтьев, В. В. Сериков, В. А. Слостенин, А. В. Хуторской, И. С. Якиманская и др.);

– компетентностный подход в образовании (И. А. Зимняя, Н. Д. Кучугурова, Дж. Равен, А. В. Хуторской, В. Д. Шадриков и др.);

– концепции профессиональной компетентности специалиста (Т. В. Кудрявцев, Б. Ф. Ломов, С. Е. Моторная, А. М. Новиков, С. А. Татьяненко, А. В. Хуторской и др.);

– формирование исследовательской компетентности (В. А. Далингер, С. Н. Скарбич, О. В. Федина, Л. А. Черняева, Л. В. Шкерина и др.);

– теоретические основы геометро-графического образования и формирования исследовательских умений в школе (Н. И. Иванова, Н. В. Наземнова, З. А. Скопец, Г. Г. Шеремет и др.), в вузе (В. О. Гордон, А. В. Кострюков, С. А. Фролов, Н. Ф. Четверухин и др.);

– теории профессионально мотивированного обучения (А. А. Вербицкий, Ю. П. Поваренков, В. Д. Шадриков и др.);

– психологическая и педагогическая теория деятельности и деятельностный подход к познанию и обучению (А. А. Вербицкий, Л. С. Выготский, П. Я. Гальперин, В. В. Давыдов, О. Б. Епишева, А. Н. Леонтьев, С. Л. Рубенштейн, Н. Ф. Талызина и др.);

– методологии и методики обучения в вузе (В. В. Афанасьев, А. А. Вербицкий, В. А. Далингер, В. М. Монахов, А. Г. Мордкович, С. А. Розанова, Е. И. Смирнов, В. А. Тестов, А. В. Ястребов и др.).

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

- *теоретические*: анализ исторической, философской, психолого-педагогической, научно-методической и научно-технической литературы по проблеме исследования; анализ вузовских программ геометро-графических дисциплин; анализ и обобщение педагогического опыта преподавателей геометро-графических дисциплин;

- *диагностические*: педагогический эксперимент (констатирующий, поисковый, формирующий, контролирующий);

- *эмпирические*: социологические – опросы, анкетирования, тестирования преподавателей, студентов и выпускников вузов; наблюдение – прямое, косвенное и включенное наблюдение за работой студентов и преподавателей в учебном процессе; изучение и обобщение передового инновационного педагогического опыта обучения современному курсу геометро-графических дисциплин в вузе; педагогический эксперимент; педагогический мониторинг;

- *статистические*: обработка результатов педагогического эксперимента, их количественный и качественный анализ;

- *дескриптивные*: фиксация и графическое отображение исследовательских данных и полученных результатов.

Базой исследования являлись Омский государственный технический университет (ОмГТУ) и Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Исследование проводилось с 1997 по 2014 гг. и включало несколько этапов.

На первом этапе (1997-2003 гг.) выполнялось практическое знакомство с проблемой, выявление и анализ причин возникающих сложностей усвоения курса начертательной геометрии студентами технических вузов; изучение литературы по проблеме исследования; поиск возможностей изменения методики обучения начертательной геометрии путем введения нетрадиционных методов обучения, применения, развивающихся в то время, возможностей компьютерной графики с целью представления пространственных объектов компьютерными 3D-моделями; выявление возможностей интенсификации процесса изучения студентами курса начертательной геометрии посредством автоматизированной обучающей системы.

На втором этапе (2003-2010 гг.) был выполнен анализ соответствующей научной литературы по проблеме, определение методологических основ исследования, формулировка основных теоретических положений, определение концепции исследования. Разработка технологии инновационного подхода к курсу начертательной геометрии с применением символьно-кодированного представления геометрических объектов и условий с возможностью выполнения над ними алгебраических операций. Научно-исследовательская работа по выполнению аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы

(2009–2011 годы)» (проект 2.1.2–3/5433) по теме: «Синтетическое моделирование технических изделий и многокомпонентных, многофакторных процессов»; издание в соавторстве учебника и задачника «Начертательная геометрия на основе геометрического моделирования». Изучение научной литературы с результатами геометро-графических исследований и их приложений в целях поиска необходимого и актуального содержания инновационного курса начертательной геометрии, получившей в эпоху 3D-технологий возможность развития. Разработка дидактической модели обучения инновационному курсу начертательной геометрии.

На третьем этапе (2010-2014 гг.) был выполнен анализ содержания ФГОС ВО с целью определения требований к ПК выпускников инженерных направлений подготовки; проведен анализ научных разработок в целях определения проблемы формирования и развития исследовательской компетенции и выявления закономерностей процесса геометро-графической подготовки будущих инженеров; выявлены и осуществлены возможности интеграции геометро-графических дисциплин в единый учебный курс, имеющий в теоретической базе математизированный аппарат инновационной начертательной геометрии, владеющий современными возможностями компьютерной графики и изучающий правила оформления конструкторской документации, рассматриваемых в инженерной графике; осуществлена корректировка разработанной дидактической модели обучения с учетом проведенного анализа и результатов опытно-экспериментальной работы; осуществлено применение разработанной методики формирования исследовательской компетенции у студентов первых курсов технических вузов; выполнено обобщение и анализ полученных результатов; произведена корректировка разрабатываемой методики обучения интегративному курсу «Инженерная геометрия»; проведен контрольно-проверочный эксперимент и выполнено оформление исследования в форме диссертационной работы.

Научная новизна исследования состоит в том, что в диссертации на основе интеграции информационных сред инновационной начертательной геометрии, обогащенной математизированной базой обоснования графических построений, с положениями инженерной и возможностями компьютерной графики, и при сочетании системного, личностно-ориентированного и деятельностного подходов *разработаны концепция и методическая система современной геометро-графической подготовки студентов технических вузов*, обеспечивающая развитие исследовательской компетенции в контексте повышения культуры инженерного мышления, учебной и профессиональной мотивации. Основные положения данной концепции:

1. Проведены реструктуризация и модернизация содержания учебного курса начертательной геометрии путем введения математизированного аппарата исследования геометро-графических задач, реализован отбор тем, актуальных при существующих 3D-возможностях компьютерной графики.

2. Обоснована необходимость и определены возможности интеграции информационных сред обновленной начертательной геометрии с инженерной и компьютерной графикой в единый геометро-графический курс «Инженерная геометрия», направленный на формирование культуры инженерного мышления и исследовательской деятельности.

3. Разработаны теоретико-методологические основы становления и дидактические механизмы (метод предварительного анализа, комбинаторный способ построения возможных алгоритмов решения для последующего выбора наиболее оптимального) формирования и развития исследовательской компетенции студентов технических вузов в процессе геометро-графической подготовки на интегративной основе.

4. Разработаны и обоснованы дидактическая модель и методическая система геометро-графической подготовки студентов технических вузов, направленные на формирование и развитие культуры инженерного мышления и исследовательской компетенции в контексте повышения учебной и профессиональной мотивации будущих инженеров.

Теоретическая значимость исследования заключается в следующем:

- сформулирована необходимость и обоснована возможность обновления содержания учебного курса начертательной геометрии на основе интеграции информационных сред путем: реструктуризации и модернизации классического содержания посредством отбора тем и разделов, актуальных для реализации представления инженерных проектов средствами 3D-возможностей компьютерной графики; внедрения математизированного аппарата исследования в целях развития доказательной базы и обеспечения графических представлений решения геометрических задач предварительными аналитическими расчетами корректности и определения вида искомого многообразия и количества возможных ответов.

- выявлена возможность устойчивого роста учебной и профессиональной мотивации и повышения эффективности геометро-графической подготовки будущих инженеров в связи с обогащением доказательной базы геометрических методов начертательной геометрии основами теории параметризации и положениями исчислительной геометрии, позволяющих выполнять алгебраические операции между символами, представляющими собой коды геометрических объектов и условий.

- теоретически обоснована принципиальная возможность и доказана насущная необходимость интеграции информационных сред трех геометро-графических дисциплин – обновленной начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики – в единый учебный курс «Инженерная геометрия», предназначенный для изучения принципов формообразования поверхностей с предварительным анализом геометрических условий. Реализована возможность представления их современными возможностями компьютерной графики – базовым инструментом для разработки и создания конструкторско-технологических проектов и решений по требованиям и стандартам инженерной графики.

- выявлены и обоснованы педагогические условия и принципы проектирования и реализации методической системы и дидактической модели геометро-графической подготовки студентов технических вузов на основе интеграции информационных сред и актуализации исследовательской деятельности будущих инженеров при проведении предварительного анализа условий геометрических задач и комбинирования возможных алгоритмов решения с целью последующего выбора оптимального решения.

- выявлены закономерности геометро-графической подготовки студентов технических вузов на основе интеграции информационных сред:

- о влиянии предлагаемых теории, методов и средств интеграции информационных сред реализации содержания геометро-графических дисциплин на качественный рост и прикладную направленность геометро-графических знаний будущих инженеров;

- об особенностях проектирования и реализации методической системы обучения интегративному курсу «Инженерная геометрия» студентов технических вузов, как эффективности формирования и развития исследовательской компетенции и культуры инженерного мышления будущих инженеров;

- о реализации предлагаемой методической системы геометро-графической подготовки будущих инженеров на основе интеграции информационных сред, как целостном и эффективном механизме повышения учебной и профессиональной мотивации в контексте развития исследовательской деятельности.

Практическая значимость исследования состоит в том, что:

- разработаны программа и рекомендации по содержанию, форме, средствам и методам обучения интегративному курсу инженерной геометрии, предназначенного для изучения принципов формообразования поверхностей с предварительным анализом их геометрии и правил оформления конструкторской документации посредством современных возможностей компьютерной графики;

- разработан и внедрен комплекс учебно-методических материалов обеспечения теоретической основы интегративного курса «Инженерная геометрия»:

- набор практических задач и упражнений по применению инновационного формализованного подхода к анализу, решению и синтезу геометрических задач;

- адаптивная обучающая система, содержащая банк разноуровневых задач для коррекционной работы, краткие теоретические установки и тесты для обеспечения гарантированности достижения результатов обучения при дистанционной форме обучения;

- электронный учебник с инновационным содержанием начертательной геометрии, содержащий анимационные иллюстрации теоретического материала;

- печатный атлас технологических карт для проведения анализа и синтеза условий геометрических задач;

- электронный иллюстратор процесса пространственного образования линейчатых и нелинейчатых поверхностей по заданному определителю;

- разработаны методические рекомендации для профессорско-преподавательского состава кафедр геометро-графических дисциплин по привлечению студентов к исследовательской деятельности в процессе анализа, решения и синтеза геометрических задач;

- разработаны самостоятельно или при активном участии автора, апробированы и изданы:

- Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования: учеб. пособие / В. Я. Волков, В. Ю. Юрков, К. Л. Панчук, Н. В. Кайгородцева. – Омск: СибАДИ, 2010. – 253 с. (гриф Минобрнауки РФ);

– Сборник задач и упражнений по начертательной геометрии к учебнику «Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования»: учеб. пособие / В. Я. Волков, В. Ю. Юрков, К. Л. Панчук, Н. В. Кайгородцева. – Омск: СиБАДИ, 2010. – 73 с.;

– Инновационная методология начертательной геометрии: монография / Н. В. Кайгородцева. – Омск: ОмГТУ, 2013. – 184 с.

– Геометрическое моделирование в инженерной и компьютерной графике: учеб. пособие / К. Л. Панчук, А. А. Ляшков, Н. В. Кайгородцева, Л. М. Леонова; Минборнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – 460 с. (гриф Минобрнауки РФ).

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечиваются глубиной и адекватностью методологических и теоретических положений исследования их практической реализации на основе методической системы освоения интегративного курса геометро-графических дисциплин; соблюдением логики системного, деятельностного и интегративного подходов к проектированию интегративного курса «Инженерная геометрия»; рациональным сочетанием теоретических и эмпирических методов исследования, адекватных его цели и задачам; широтой апробации результатов исследования и применением методов математической статистики для обработки экспериментальных данных.

Апробация осуществлялась в виде докладов и обсуждений на Международных научно-методических и научно-практических семинарах и конференциях в России и за рубежом: Международная научно-практическая конференция «Научно-методические проблемы геометрического моделирования, компьютерной и инженерной графики в высшем профессиональном образовании (Пенза, 2009); Международная научно-методическая конференция «Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе» (Астрахань, 2010); XI-ая Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности» (Санкт-Петербург, 2011); VII-ая Международная конференция «Геометрия и графика» (Устронь, Польша, 2011); VII-ая Международная практическая конференция «Новые достижения европейской науки» (София, Болгария, 2011); Международная научно-методическая конференция «Современное состояние, развитие инженерной геометрии и компьютерной графики в условиях информационных и компьютерных технологий» (Алматы, Казахстан, 2011); V-ая Международная конференция «Современные проблемы науки и образования» (Москва, 2012); Международная научно-методическая конференция «Информатизация инженерного образования «Инфорино-2012» (Москва, 2012); VIII-ая Международная научно-практическая конференция «Дни науки – 2012» (Прага, Чехия, 2012); XV-ая Международная конференция «Геометрия и графика (ICGG 2012)» (Монреаль, Канада, 2012); XII-ая Международная конференция по инженерной графике «BALYGRAF 2013» (Рига, Латвия, 2013); XVI-ая Международная конференция «Геометрия и графика (ICGG 2014)» (Инсбрук, Австрия, 2014).

В исследовании использованы результаты, полученные в процессе работы в качестве старшего научного сотрудника:

- над заданием Минобрнауки РФ по проблеме создания дидактического комплекта, состоящего из учебника, которому впоследствии Научно-методическим советом по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике при Министерстве образования и науки Российской Федерации был присвоен гриф и дана рекомендация использования в качестве учебного пособия для аспирантов, магистрантов и студентов вузов инженерно-технических специальностей; сборника задач по курсу начертательной геометрии, построенного на основе геометрического моделирования; электронного учебника с анимационными иллюстрациями отдельных теоретических положений и адаптивной обучающей системы, предназначенной для изучения инновационного содержания начертательной геометрии по дистанционной форме обучения, за что было получена финансовая поддержка Советом аналитической ведомственной целевой программы «Развитие потенциала высшей школы (2009-2011 годы)» (проект 2.1.2–3/5433);

- по проекту «Геометрическое и компьютерное моделирование формообразования поверхностей» (2014 год) в целях выполнения государственного задания вузам.

Внедрение результатов исследования осуществлялось по следующим направлениям:

- непосредственная научно-педагогическая деятельность соискателя в вузах г. Омска: Омском государственном техническом университете (ОмГТУ), Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), Омском государственном университете (ОмГУ), Омском государственном университете путей сообщения (ОмГУПС);

- монографические исследования при разработке программы, содержания и методики обучения инновационному содержанию начертательной геометрии и рекомендаций по переподготовке профессорско-преподавательского состава кафедр геометро-графических дисциплин с целью интенсификации внедрения данного курса в учебный процесс;

- непосредственное внедрение в учебный процесс пособий, методических разработок, рекомендаций и программ, разработанных на основе формализованного подхода к курсу математизированной начертательной геометрии;

- руководство научно-исследовательской работой магистрантов.

На защиту выносятся:

1. Инновационное содержание учебного курса начертательной геометрии, реструктурированное и модернизированное в соответствии с современными 3D-возможностями компьютерной графики и обогащенное положениями теории параметризации и элементами исчислительной геометрии, компенсирующими недостаточность развития пространственного мышления при решении геометрических задач.

2. Интеграция информационных сред трех дисциплин геометро-графического профиля в единый курс «Инженерная геометрия» позволила обеспечить предметно-информационную обогащенность начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики, что положительно отразилось

на формировании и развитии культуры инженерного мышления и исследовательской компетенции.

3. Дидактические механизмы геометро-графической подготовки на основе интеграции информационных сред (метод предварительного анализа, комбинаторный способ построения возможных алгоритмов решения для последующего выбора оптимального), а также учебно-методический комплекс, построенные на дидактических принципах (системности, доступности, активности, наглядности, личностно-ориентированного и интегративного обучения) при соблюдении педагогических условий (разноуровневость заданий, информационная насыщенность образовательной среды, целостность процедуры решения и составления задач) актуализируют культуру инженерного мышления и исследовательскую деятельность студентов.

4. Дидактическая модель и методическая система геометро-графической подготовки студентов технических вузов на основе интеграции информационных сред, построенные на реализации логико-конструктивного и деятельностного подходов, определяют целостность и направленность процесса подготовки будущих инженеров к профессиональной научно-исследовательской деятельности. При этом выявлены три закономерности геометро-графической подготовки студентов технических вузов на основе интеграции информационных сред.

Структура диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка литературы (438 наименований) и 8 приложений. Общий объем работы составил 458 страниц, из них 326 страниц основного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность исследования, основанная на концепции исследования и существующих противоречиях в современном геометро-графическом образовании, формулируются проблема, цель, гипотеза исследования, определяются объект, предмет, задачи и методы исследования, излагаются этапы исследования и апробации, раскрываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, формулируются основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава «Методологические основы определения современного содержания геометро-графической подготовки будущих инженеров» состоит из трех параграфов.

В **первом параграфе** проводится процессуально-исторический анализ геометро-графического образования. Рассматривается история возникновения и развития геометрии как науки, демонстрирующая взаимосвязь геометрии с различными областями знаний, что в свою очередь доказывает важность геометрического знания в общем интеллектуальном развитии человека.

Обзор истории зарождения и развития геометро-графического образования навел на вывод о том, что в вопросе образования инженера всегда большое внимание уделялось развитию пространственного мышления, требуемого для создания и реализации творческих проектов в инженерной деятельности. Большое вли-

яние на развитие пространственного мышления оказывает начертательная геометрия, так как ее методы изображения пространственных объектов на плоскости чертежа позволяют инженеру по этим изображениям «восстанавливать» в голове объемный образ. Сегодня 3D-возможности современной компьютерной графики предоставляют возможность обходиться инженеру без построения проекций, что поставило учебный курс начертательной геометрии в условия дисциплины, положения и методы которой устарели. Однако еще сохраняются требования документирования проектов и изобретений посредством создания их чертежей. Поэтому важно сохранить в процессе обучения будущих инженеров начертательную геометрию, как средство развития пространственного мышления, но при условии обновления ее содержания. Кроме того, существуют научные разработки ученых-геометров, позволяющие обогатить геометро-графические методы посредством внедрения математизированной доказательной базы, состоящей из положений теории параметризации и элементов исчислительной геометрии. Символьная интерпретация геометрических объектов и условий с возможностью проведения над ними алгебраических операций дает дополнительный эффект, позволяющий компенсировать недостаточность развития пространственного мышления, требуемого для понимания и усвоения геометро-графического знания.

Во **втором параграфе** при разработке инновационного содержания начертательной геометрии для его актуализации в условиях современных 3D-технологий компьютерной графики был выполнен обзор современных возможностей графических систем автоматизированного проектирования (САПР) и анализ современных требований к геометро-графической подготовке будущих инженеров. После этого с помощью графа соответствия был проведен совместный анализ содержания геометро-графических дисциплин, дана оценка актуальности и востребованности каждой темы начертательной геометрии в условиях современных компьютерных 3D-возможностей и выполнена реструктуризация и обновление содержания учебного курса начертательной геометрии, который станет теоретической основой интегративного курса геометро-графической подготовки.

Обновленной целью начертательной геометрии является обеспечение ранее не доказываемых фактов и обстоятельств обоснованиями посредством строгой доказательной базы, состоящей из элементов исчислительной геометрии с применением основ параметризации. Теперь все изучаемые объекты рассматриваются с точки зрения их размерности и размерности условий между ними, что позволяет создавать обоснованные конструктивные модели с опорой на алгебраические расчеты для прогнозирования количества ответов и их размерности.

Для определения размерности объектов предлагается применять формулы из теории параметризации. Так, например, для линейных объектов справедлива формула Германа Грассмана:

$$D_n^m = (n - m)(m + 1), \quad (1)$$

где n – размерность пространства, в котором рассматривается грассманово многообразие, m – размерность плоскости (элемента), образующей грассманово многообразие.

Кроме того, во времена цифровых и программных технологий, когда вся информация (изображение, звук и др.) зашифрована в символах и знаках особенно актуален метод, предложенный Г. Шубертом и в настоящее время развитый В. Я. Волковым. Данный метод состоит в формальном представлении обобщенного условия инцидентности – взаимной принадлежности или взаимного пересечения объектов – специальными символами с возможностью использования алгебраических операций для подсчета размерности рассматриваемого условия. Для обозначения применяется буква e (читается «ешка»), а символьно это представляется в виде:

$$e_{\begin{matrix} m, m-1, \dots, 1, 0 \\ a_m, a_{m-1}, \dots, a_1, a_0 \end{matrix}}, \quad (2)$$

где число верхних и нижних индексов равно, а величины $m, m-1, \dots, 1, 0; a_m, a_{m-1}, \dots, a_1, a_0$ – принимают значения чисел натурального ряда, включая «ноль» (0, 1, 2, ...), т.е. значения чисел для обозначения количества объектов. Значения верхних индексов $m, m-1, \dots, 1, 0$ определяют размерность искомого линейного множества (само значение m) и размерности всех его линейных подмножеств вплоть до точки. Нижние индексы задают размерность пространства или подпространства, которому принадлежит искомым элемент.

Для подсчета размерности обобщенного условия инцидентности существует формула:

$$Q_{об} = \frac{(2n - m)(m + 1)}{2} - \sum_{i=0}^m a_i, \quad (3)$$

где n – размерность пространства, в котором рассматривается инцидентность, m – размерность плоскости (элемента), удовлетворяющей обобщенному условию инцидентности, a_i – нижние индексы в символьной интерпретации условия (2).

Для геометрических условий параллельности и перпендикулярности также существуют соответствующие формулы, которые и предлагаются для внедрения в учебный курс начертательной геометрии, что позволяет обосновать все теоретические положения и перейти от наглядно-эмпирической формы подачи материала к логико-конструктивному построению курса, что является основополагающим фактором развития культуры инженерного мышления.

Третий параграф посвящен описанию процесса интеграции дисциплин геометро-графического профиля. При этом уточнено понятие интеграции геометро-графических дисциплин, определяемое как процесс создания целого, связного, единого учебного курса, полученного в результате восстановления связей между ранее разобщенными компонентами. Анализ научных трудов (В. А. Гусев, В. А. Далингер, Б. М. Кедров, В. М. Монахов, Ю. П. Поваренков, Г. И. Саранцев, Е. И. Смирнов, Е. Н. Трофимец, В. Д. Шадриков, А. В. Ястребов и др.), содержащих теории, классификации и характеристики интеграции, позволили определить, что предлагаемая интеграция геометро-графических дисциплин в единый учебный курс относится к полидисциплинарному виду (объединяется более двух учебных предметов), межпредметному типу (предполагается наличие общих структурных элементов: понятий, положений и т.д.) и реали-

зована интеграция на глобальном уровне, т.е. в рамках создания единого учебного курса определено единство и целостность геометро-графических знаний.

В подтверждение этого был проведен анализ необходимости и возможности объединения информационных сред обновленной начертательной геометрии с инженерной и компьютерной графикой, который позволил определить дидактические условия и, опираясь на известные принципы (соответствия социальному заказу, научности, связи теории с практикой, профессиональной направленности, внутренней логики, структурного единства, гуманизации, фундаментализации, стабильности и динамичности) и критерии (целостности, научной и практической значимости, соответствия сложности реальным учебным возможностям, соответствия объема времени, учета международного опыта, соответствия содержания имеющейся учебно-методической и материально-технической базе) отбора содержания учебной дисциплины, составить общее содержание и рабочую программу интегративного курса «Инженерная геометрия».

Основной целью данного курса является изучение геометрических основ и свойств окружающего мира, а также анализ, синтез и реализация инженерно-конструкторских проектов и решений по правилам разработки и создания конструкторской документации при помощи мощнейшего инструментария САПР, что положительно влияет на формирование и развитие исследовательской компетенции, культуры инженерного мышления и повышение учебной и профессиональной мотивации будущих инженеров.

Вторая глава «Теоретическая база формирования исследовательской компетенции студентов технических вузов в процессе геометро-графической подготовки» состоит из трех параграфов.

В **первом параграфе** проведен психолого-педагогический анализ понятия «исследовательская компетенция», в процессе которого уточнена сущность и определены компоненты понятия «исследовательская деятельность будущего инженера», как средства развития исследовательской компетенции, а также выявлены условия активизации студентов к самостоятельной познавательности.

Проведенный во **втором параграфе** анализ методических и психолого-педагогических научных источников позволил установить компонентный состав геометро-графической и исследовательской компетенций, формирование которых происходит у будущих инженеров в процессе геометро-графического образования. При этом внутри каждого компонента были выделены содержательные элементы, описывающие способности, умения и навыки, приобретаемые студентом.

В **третьем параграфе** рассмотрен процесс формирования: этапы, механизмы деятельности; выявлены педагогические условия: системности, доступности, активности, наглядности, вариативности и личностно-ориентированного обучения; определены критерии и показатели уровней сформированности исследовательской компетенции у студентов технических вузов в процессе геометро-графической подготовки. Все это позволило построить модель концепции формирования геометро-графической и исследовательской компетенций будущих инженеров (рис. 1).

ПРОЦЕСС ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЦЕЛЕВОЙ БЛОК

Цель: формирование и развитие геометро-графической и исследовательской компетенций

Задачи: 1) повышение учебной и профессиональной мотивации;

2) приобретение и развитие опыта исследовательской деятельности;

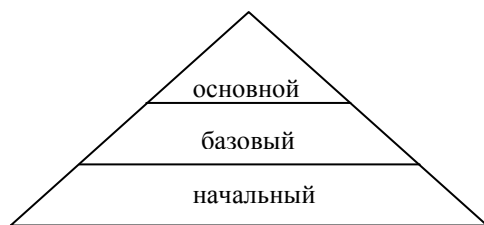
3) формирование и развитие геометро-графической и исследовательской компетенций (ГГИК)

СТРУКТУРНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ БЛОК

Содержательные элементы компонентного состава ГГИК

<i>Мотивационный</i>	<i>Когнитивный</i>	<i>Деятельностный</i>	<i>Проектно-прогнозирующий</i>	<i>Изобретательно-рационализаторский</i>
М1, М2, М3	К1, К2	Д1, Д2, Д3	П1, П2, П3	И1, И2, И3

ПРОЦЕССУАЛЬНО-ФОРМИРУЮЩИЙ БЛОК



<i>Подходы</i>	<i>Принципы</i>
Системный	– целостности, иерархичности, структуризации, последовательности, научности
Личностно-ориентир	– мотивационный, сознательности и активности, доступности, наглядности
Деятельностный	– самостоятельности, связи теории с практикой, прочности, вариативности
Интегративный	– целостности содержания, совокупности, взаимосвязанности

МОТИВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Студент

Преподаватель

Факторы, обеспечивающие исследовательскую деятельность (ИД)

- непрерывность реализации ИД;
- наличие начального опыта ИД;
- наличие потребности ИД

- обеспечение возможности самостоятельной работы студентов;
- обеспечение необходимых и достаточных предметных способов приобретения ГГИК

Условия и компоненты исследовательской деятельности

- самостоятельное прогнозирование результата;
- самостоятельное моделирование алгоритма;
- самоанализ выбора;
- самостоятельная корректировка;
- самостоятельное обоснование выбора

- содержательный компонент;
- организационный компонент (Т-О-Т-Е);
- результативный компонент

РЕЗУЛЬТАТИВНО-ОЦЕНОЧНЫЙ БЛОК

Результат: сформированность геометро-графической и исследовательской компетенций, повышение учебной и профессиональной мотивации и культуры инженерного мышления

Рис. 1. Модель развития геометро-графической и исследовательской компетенций будущих инженеров в процессе геометро-графической подготовки

Третья глава «Методическая система геометро-графической подготовки, направленная на развитие исследовательской компетенции будущих инженеров» состоит из трех параграфов.

В **первом параграфе** представлена дидактическая модель геометро-графической подготовки студентов технических вузов (рис. 2), основанная на тщательно подобранных педагогических подходах, принципах, условиях, формах и методах, направленная на формирование и развитие исследовательской компетенции будущих инженеров.

Во **втором параграфе** описана инновационная методика обучения интегративному курсу «Инженерная геометрия», которая позволяет активизировать самостоятельную познавательность и исследовательскую деятельность студентов.

По теории параметризации, внедренной в теоретическую основу интегративного курса инженерной геометрии, каждый геометрический объект и каждое геометрическое условие имеет определенную размерность, которую можно рассчитать по формулам исчислительной геометрии, предложенной в виде математизированного аппарата исследования. В связи с этим появилась возможность проводить анализ условий геометрических задач на достаточность и совместность, которая заключается в определении размерности искомого многообразия и размерностей, заданных в задаче, геометрических условий.

Задача сформулирована корректно, если размерность искомого элемента равна сумме размерностей заданных условий. В противном случае – условий в задаче переизбыточно (суммарная размерность условий больше, чем размерность искомого объекта), либо их недостаточно (суммарная размерность меньше размерности искомого объекта) для решения данной задачи. Следующим этапом анализа задачи является проверка совместности ее условий. Для этого выполняется произведение, т.е. определяется возможность одновременного удовлетворения искомого объекта этим условиям, путем проведения редукции, т.е. приведения их к более простому виду.

Для удобства пользования, облегчения понимания, запоминания аппарата студентами и развития у них пространственного мышления все формулы, результаты произведения условий и их редукции приведены в виде таблиц с иллюстрациями и используются в учебном процессе в качестве справочного материала. В качестве примера на рисунке 3 приведен фрагмент таблицы размерностей произведений и их редукций для возможных условий инцидентности точки плоскости.

В результате редукции получится символично-кодовое обозначение искомого многообразия с некоторым коэффициентом перед ним, численное значение которого укажет на количество возможных ответов, включая мнимые объекты. Например, в задаче при заданных прямой AB и точке C , необходимо через точку A провести прямые, пересекающие прямую AB под углом 45° и отстоящие от точки C на заданном расстоянии l . Условий в задаче три: 1) прямые проходящие через точку A – это связка прямых, обозначается $e_{3,0}^{1,0}$; 2) прямые наклоненные к AB под углом 45° – комплекс прямых второго порядка, обозначается: $2e_{3,1}^{1,0}$; 3) прямые касающиеся сферы с центром в точке C и радиусом l – также комплекс прямых второго порядка: $2e_{3,1}^{1,0}$. Редукция данных условий выразится уравнением: $e_{3,0}^{1,0} \cdot 2e_{3,1}^{1,0} \cdot 2e_{3,1}^{1,0} = 4e_{3,0}^{1,0} \cdot (e_{3,1}^{1,0})^2 = 4e_{1,0}^{1,0}$.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

Цель: формирование и развитие геометро-графической и исследовательской компетенций, повышение учебной и профессиональной мотивации и культуры инженерного мышления.

Задачи: 1) повышение качества геометро-графических знаний и освоение исследовательской деятельности;
2) освоение стандартами ЕСКД;
3) овладение возможностями САПР

Нормативные документы: ФГОС ВО, Учебный план, ООП, Рабочая программа



Рис. 2. Дидактическая модель геометро-графической подготовки будущих инженеров

Обозначение	Условия	Иллюстрация	Размерность	Результат редукции	Интерпретация условий	Иллюстрация интерпретации
$(e_2^0)^2$	– точка в плоскости		2	e_1^0	– точка на линии пересечения заданных плоскостей	
	– точка в плоскости					
$(e_2^0)^3$	– точка в трех плоскостях	  	3	e_0^0	– точка, например, начало координат плоскостей проекций	

Рис. 3. Фрагмент таблицы произведения и редукции возможных условий инцидентности точки плоскости

Результатом редукции является символично-кодированное обозначение прямой линии, а коэффициент указывает на четыре возможных ответа.

Следующий этап решения задачи, состоящий в построении алгоритма, также основан на исследовательской деятельности, так как предполагает предварительную комбинацию всех возможных алгоритмов для последующего отбора оптимального (простого, короткого, удобного и т.п.). Процесс построения возможных алгоритмов решения состоит в комбинации порядка выполнения заданных условий искомым многообразием. Например, для представленной выше задачи возможно три алгоритма решения:

1) $(U1 \cap U2) \cap U3$, т.е. сначала строится коническая поверхность вращения с осью AB и углом наклона к ней образующих – 45° , а затем из этого множества образующих выбираются те, которые касаются сферы с центром в точке C и радиусом l ;

2) $(U1 \cap U3) \cap U2$, т.е. сначала строится коническая поверхность с вершиной в точке A , касательная к сфере с центром в точке C и радиуса l , а затем ищется ее пересечение с конической поверхностью вращения, осью которой является прямая AB , точка A – вершиной с углом наклона образующих к оси – 45° ;

3) $(U2 \cap U3) \cap U1$, т.е. сначала необходимо из поля прямых линий, наклоненных к прямой AB под углом 45° выбрать те, которые являются касательными к сфере с центром в точке C и радиуса l , а затем из этого множества оставить прямые проходящие через точку A .

После того, как возможные алгоритмы скомбинированы, студенты осуществляют обоснованный выбор оптимального и выполняют построение графической модели задачи.

Предлагаемый математизированный аппарат интегративного курса инженерной геометрии справедлив и для синтеза новых корректно сформулированных задач, и для конструирования поверхностей. Поверхность в пространстве задается определителем, т.е. набором условий, которым должны удовлетворять образующая и направляющая линии поверхности. Для удобства все условия в зависимости от

объекта, в отношении с которым вступает образующая линия в процессе образования поверхности, разделены по группам: «P» (от англ. *Point* – точка), «L» («*Line*» – прямая линия), «C» («*Curve*» – кривая), «F» («*Flatness*» – плоскость), «S» («*Surface*» – поверхность) и занесены в таблицу с указанием их размерностей. На рисунке 4 представлен фрагмент таблицы геометрических условий (первое условие из каждой группы), накладываемых на прямолинейную образующую, при создании линейчатых поверхностей, которые представлены на рисунке 5.

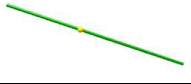
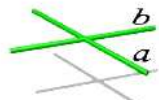
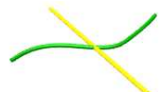
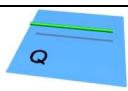

№	Условие	Обозначение	Символьное представление	Иллюстрация	Размерность
инцидентность относительно точки					
P1	Прохождение через точку	$l \ni A$	$e_{3,0}^{1,0}$		2
инцидентность относительно прямой					
L1	Пересечение данной прямой	$l \cap a = A$	$e_{3,1}^{1,0}$		1
инцидентность относительно кривой линии					
C1	Пересечение данной кривой m-го порядка	$l \cap n = A$	$m \cdot e_{3,1}^{1,0}$		1
параллельность относительно плоскости					
F1	Параллельность данной плоскости	$l // P$	$\tilde{e}_{3,1}^{1,0}$		1
параллельность относительно поверхности					
S1	Параллельность поверхности	$l // \Phi$	$m \cdot (\tilde{e}_{3,1}^{1,0})^2$		2

Рис. 4. Фрагмент таблицы геометрических условий для прямолинейной образующей

Предлагаемая методика обучения решению и синтезу геометрических задач, и конструированию поверхностей предусматривает исследовательскую деятельность студентов и положительно влияет на формирование и развитие геометро-графической и исследовательской компетенций и культуры инженерного мышления будущих инженеров.

Третий параграф посвящен описанию средств учебно-методического оснащения интегративного курса инженерной геометрии, как традиционного (бумажного) вида, так, и электронно-компьютерного.

Во-первых, после обоснования возможности и важности обновления содержания начертательной геометрии были подобраны и тщательно проработаны методические рекомендации по внедрению инновационной начертательной геометрии в процесс геометро-графического образования технических вузов. Реко-

мендации предназначены для ознакомления профессорско-преподавательского состава кафедр геометро-графических дисциплин с инновационным содержанием теоретической части интегративного курса инженерной геометрии и новой методикой обучения, реализующей развитие у студентов компетенции геометро-графического и исследовательского характера. Также в описываемый комплекс средств обучения вошли: учебник с грифом и сборник задач, изданные типографским способом; раздаточный материал «Атлас технологических карт», предназначенный для организации самостоятельной исследовательской деятельности студентов; электронный учебник, имеющий мультимедийные анимации решения наиболее сложных задач, электронный иллюстратор создания поверхностей по набору условий ее определителя.

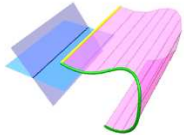
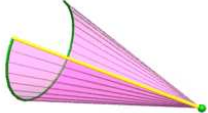
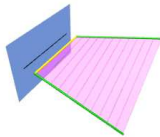
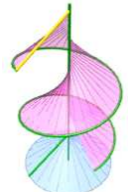
Комбинация условий	Определитель поверхности	Иллюстрация поверхности
Цилиндрическая поверхность		
$C1 \cdot F1 \cdot F1$	– пересечение кривой m -го порядка и параллельность двум заданным плоскостям	
Коническая поверхность		
$P1 \cdot C1$	– прохождение через точку и пересечение заданной кривой m -го порядка	
Гиперболический параболоид (косая плоскость)		
$L1 \cdot L1 \cdot F1$	– пересечение двух прямых при сохранении параллельности заданной плоскости	
Косой закрытый геликоид		
$C1 \cdot S1$	– пересечение кривой (винтовой линии) и параллельность относительно образующей заданной линейчатой поверхности – конуса	

Рис. 5. Примеры линейчатых поверхностей, образованных по заданному определителю

Кроме того, в целях обеспечения результатов формирования и развития геометро-графических и исследовательских компетенций в качестве средства обучения, контроля и коррекции разработана адаптивная обучающая система (АОС), предназначенная для дистанционной формы обучения. Данная АОС помимо основного, содержит дополнительный учебный материал для реализации потребности студента в повышенном уровне знаний. Адаптивность обучающей

системы заключается в ее гибкости по отношению к личностным особенностям студентов: уровень знаний, приоритетный способ усвоения информации, физиологические особенности, жизненные обстоятельства.

Структура АОС состоит из трех модулей: **входного**, состоящего из интерфейса, порядка работы и возможности выбора САД-системы в качестве инструментария для графического решения задачи; **учебного**, содержащего теоретический, практический материал с банком многоуровневых задач блоков и блока «Помощь» с краткими указаниями для решения каждой конкретной задачи; и **контрольно-оценочного**, включающего раздел самопроверки правильности решения задачи и тестовые задания по курсу. Принцип взаимодействия модулей внутри системы, а также преподавателя и студента с АОС продемонстрирован схематично на рисунке 6, на котором присутствует раздел «Коррекция неудовлетворенности результатами». Данный раздел демонстрирует возможность для преподавателя откорректировать содержание, задачи, тестовые задания АОС в случае обнаружения ошибок, изменения сложности заданий и т.п., а для студента, если не доволен результатами, возможность вернуться в начало и с большей ответственностью выбрать себе учебную траекторию.

Данная АОС основана на постоянном мониторинге усвоения курса, так как задачи имеют разделение по уровням сложности, а тестовые задания выставляют студенту оценку качества усвоения каждого раздела учебного курса. Это позволяет студенту самостоятельно определять свой уровень и качество усвоения интегративного курса.

Разработанная АОС зарегистрирована в объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование» и имеет свидетельство о государственной регистрации № 18994 от 11.03.2013 г.

Четвертая глава «Опытно-экспериментальная работа по реализации методической системы обучения будущих инженеров интегративному курсу «Инженерная геометрия» и подтверждение выявленных педагогических закономерностей» состоит также из трех параграфов.

В **первом параграфе** рассмотрены реальные возможности и существующие перспективы применения теоретических положений интегративного курса инженерной геометрии. Благодаря наличию формализованного аппарата определения оптимального положения/состояния многофакторных процессов многокомпонентных систем геометро-графическая подготовка полезна в научно-экспериментальных исследованиях практически любой сферы деятельности, что в свою очередь создает условия для погружения студентов первого курса в профессиональную среду, соответствующую их будущей специальности в целях повышения учебной и профессиональной мотивации и развитию культуры инженерного мышления.

Во **втором параграфе** изложены результаты опытно-экспериментальной проверки эффективности интегративного курса «Инженерная геометрия» как средства развития геометро-графической компетенции и повышения учебной и профессиональной мотивации. Эксперимент проводился в течение 2005-2012 гг., и им на разных его этапах было охвачено 376 чел.

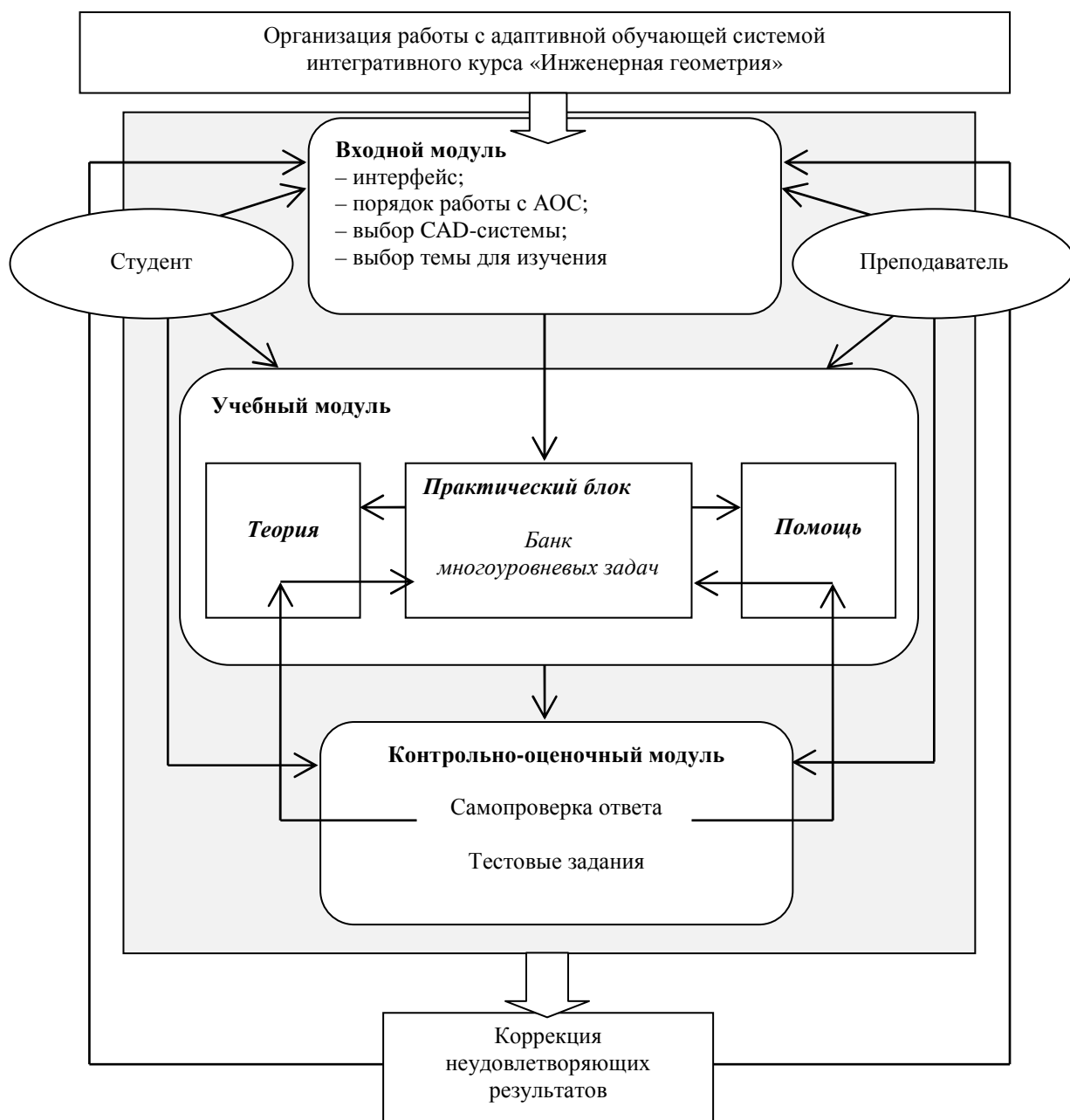


Рис. 6. Принципиальная схема адаптивной обучающей системы интегративного курса «Инженерная геометрия»

Основная цель *констатирующего* эксперимента (2005/2006-2006/2007 уч. гг.) заключалась в проведении анализа состояния геометрического образования в связи с появлением и развитием 3D-возможностей компьютерной графики. Результат эксперимента позволил выдвинуть гипотезу о целесообразности и возможности проведения инновации содержания начертательной геометрии путем введения теоретических основ исчислительной геометрии и элементов теории параметризации в виде математического аппарата исследования и анализа геометрических задач. В этих целях в 2007/2008-2010/2011 уч. гг. был выполнен анализ содержания учебного курса классической начертательной геометрии с целью определения важности и актуальности каждого из разделов в современных условиях компьютерных 3D-технологий. Затем был произведен подбор теоретических положений и научных теорий, позволяющих изменить содержание

начертательной геометрии с целью актуализации, развивающей пространственное мышление, дисциплины в современный информационно-коммуникационный период. Была определена возможность интеграции обновленной начертательной геометрии с инженерной и компьютерной графикой в целях образования интегративного геометро-графического курса, произведен подбор методов, средств и форм обучения. В итоге были разработаны и изданы учебник, получивший гриф Научно-методического Совета по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике при Минобрнауки РФ и сборник задач по курсу начертательной геометрии, построенной на основе геометрического моделирования.

Формирующий эксперимент проводился в три этапа. На первом этапе была проведена апробация лекционной части теоретических положений (36 часов в первом семестре) интегративного курса «Инженерная геометрия» общим объемом 252 учебных часа, реализуемых в течение двух семестров, преследовавшая две цели: во-первых, это коррекция лекционного и методических материалов; во-вторых, проведение анкетирования и опроса студентов о сложности понимания инновационной начертательной геометрии.

Апробация лекционного материала интегративного курса инженерной геометрии проводилась на инженерных направлениях Сибирской автомобильно-дорожной академии и Омского государственного технического университета. В эксперименте участвовало три группы. В качестве контрольных групп были выбраны также три группы, аналогичных специальностей и направлений тех же вузов. Для чистоты эксперимента лекции и в экспериментальном потоке, и в контрольном читались одним лектором.

Анкетирование проводилось трижды: после шестой лекции, когда студенты немного привыкли к новым для них обстановке и окружению, новым требованиям и т.д., а в учебном курсе были уже введены все первичные понятия, определения и основные положения; после двенадцатой лекции, когда уже не однократно было продемонстрировано применение формул и «странные» понятия уже вошли в лексикон студентов; и, по завершению изучения всего курса. Третье анкетирование показало, что среди студентов контрольной группы уверенность в успешной сдаче экзамена чувствовало чуть больше половины опрошенных, остальные студенты были нацелены на зазубривание теоретического материала и «попадания» практического задания, подобного прорешенным ранее. Относительно экспериментальной группы стоит сказать, что процент количества студентов, уверенных в своей силе, т.е. овладевших геометро-графической компетенцией, оказался выше. Это объясняется тем, что математизированный аппарат доказательства положений и методов инженерной геометрии сделал дисциплину, изучающей свойства и структуру геометрического мира, более понятной для студентов, так как не диктует порядок действий при решении задачи, а «вооружает» студента математизированным аппаратом исследования, что позволяет осуществлять выбор наиболее оптимального хода решения задачи.

Первый этап формирующего эксперимента был завершён анализом результатов проведенного экзамена, причем результаты ответов на теоретические и практические задания были рассмотрены отдельно. Так, по результатам проведенного эксперимента установлено, что общая средняя оценка эксперименталь-

ных групп составила 4,36 балла, а контрольных групп – 3,56 балла. Это говорит о том, что уровень подготовки студентов в экспериментальных группах выше, чем в контрольных. При этом стоит отметить, что в экспериментальном потоке хороший результат позволили показать качественные ответы на практические задания. Если теория в экспериментальных группах показала 4,14 балла, то на практике студенты данную теорию применять научились, так как балл, полученный за ответы на вопросы теории составляет 4,57 балла. При этом результаты экзамена в контрольных группах показывают, что, хорошо зазубрив теорию, студенты не сумели применить ее к решению практических задач. Подтвердилось, что бездоказательный, наблюдательно-эмпирический подход к изложению теории, предполагает лишь запоминание геометрических знаний.

Следовательно, гипотеза данного этапа эксперимента, состоящая в том, что внедрение в интегративный курс инженерной геометрии математизированного аппарата для анализа, вывода и выбора оптимального алгоритма, позволяющего студентам более осознанно подходить к процессу решения геометрических задач, экспериментально подтвердилась. Кроме того, у студентов экспериментальных групп наблюдалось устойчивое повышение учебной и профессиональной мотивации, проявляющейся в желании студентов к выполнению заданий повышенной сложности, участием в олимпиаде и других мероприятиях геометрической направленности (конкурсах, конференциях и др.), добросовестное прохождение практики на предприятиях промышленности.

На втором этапе *формирующего* эксперимента осуществлялась проверка эффективности интегративного курса инженерной геометрии, заключающейся в повышении уровня геометро-графической подготовки будущих инженеров. Проверка осуществлялась в Сибирской автомобильно-дорожной академии и в Омском государственном университете в 2011/2012 и в 2012/2013 учебных годах.

Оценка эффективности интегративного курса инженерной геометрии определялась с помощью количественных и качественных показателей. Для количественной оценки эффективности был использован «регрессивный» метод, основанный на сравнении результатов до и после определенного периода обучения. Студентам предлагалось две контрольные работы: до эксперимента и после – спустя некоторое время. Для эксперимента были случайным образом выбраны две группы по 25 человек в каждой. По представленным диаграммам (рис. 7) видно, что до эксперимента обе группы имели примерно одинаковый уровень геометро-графических знаний. Для проведения эксперимента случайным бесповторным образом составили выборку: взяли 10 работ из экспериментальной группы и 12 работ – из контрольной.

Проверялась гипотеза H_0 – предложенный интегративный курс инженерной геометрии не эффективен. Альтернативная гипотеза H_1 – предложенный интегративный курс инженерной геометрии эффективен. Для проверки гипотезы применяли двухсторонний критерий Макнамары. Значение статистики $F_{\text{наб}} = 2,96$, сравнивая с $F_{\text{кр}} = 2,90$ для уровня значимости $\alpha = 0,05$, заключили, что $F_{\text{наб}} > F_{\text{кр}}$, поэтому гипотеза H_0 отвергается, и принимается гипотеза H_1 о том, что интегративный курс инженерной геометрии эффективен.

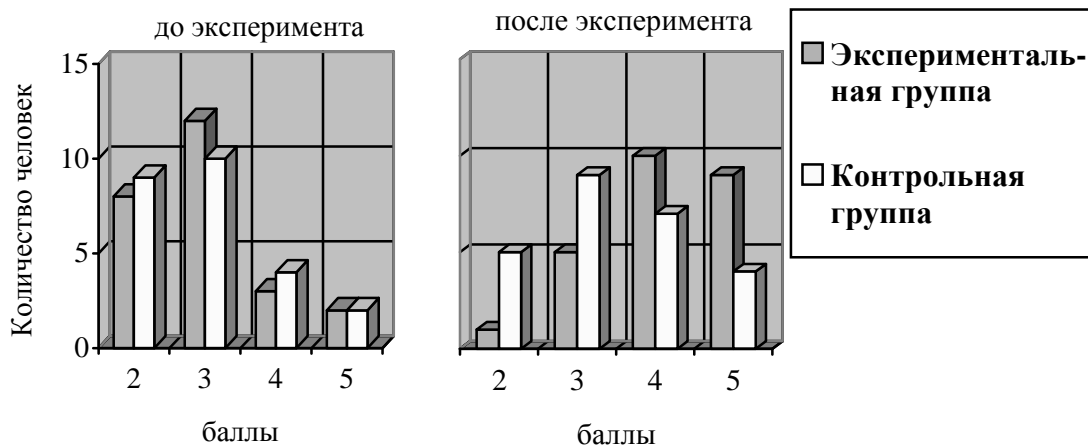


Рис. 7. Экспериментальные данные об эффективности интегративного курса инженерной геометрии

Качественные показатели определялись по критериям: уровень знаний и прочность знаний. Оценка эффективности интегративного курса инженерной геометрии по критерию уровня знаний определяется по минимальному значению коэффициента уровня знаний: $K_y = 1,04 > 1$, следовательно, интегративный курс инженерной геометрии более эффективен, чем классическое геометрико-графическое образование. Оценка эффективности интегративного курса инженерной геометрии по критерию прочности знаний определяется коэффициентом прочности знаний: $K_{\Pi} = K_{\Pi X (min)} / K_{\Pi Y (max)}$.

На рисунке 8 представлено среднее значение успеваемости студентов экспериментальной и контрольной групп непосредственно после эксперимента и через определенный промежуток времени. Получилось, что $K_{\Pi} = 1,009 / 0,899 = 1,12 > 1$, значит по прочности знаний интегративный курс инженерной геометрии более эффективен, чем классическое геометрико-графическое образование.

В качестве экспериментальных случайным образом мы выбраны две группы (46 человек), в учебных планах которых планировалось произвести замену трех геометрико-графических дисциплин на разработанный интегративный курс «Инженерная геометрия». И две группы (49 человек) были взяты в качестве контрольных. Их геометрико-графическая подготовка велась традиционным методом.

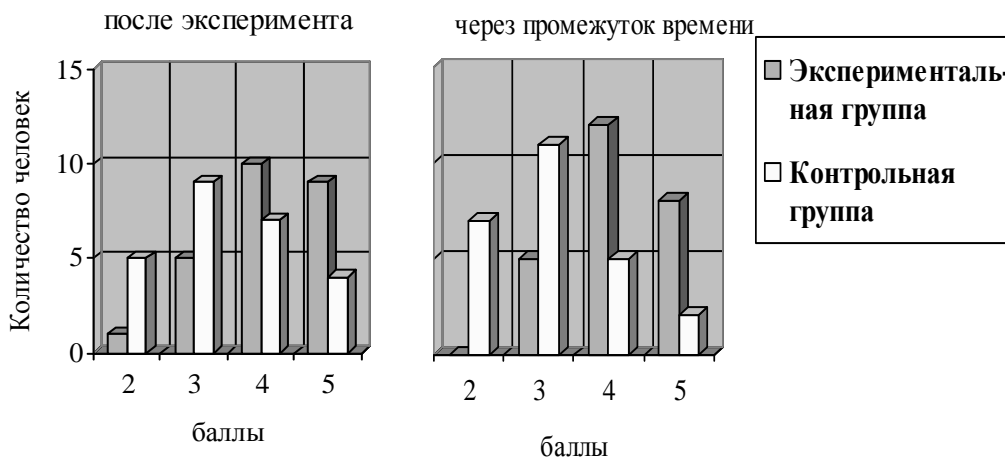


Рис. 8. Экспериментальные данные об успеваемости студентов

Для оценки уровня сформированности исследовательской компетенции (ИК) нами были сформулированы и использованы критерии, обоснование адекватности которых содержанию и структуре формируемых компетенций выполнено в соответствии с рекомендациями известных тестологов (А. Анастаси, К. Ингенкамп, Дж. Равен и др.). Критерии уровней сформированности ИК будущих инженеров при изучении интегративного курса «Инженерная геометрия»:

Начальный уровень: студент способен выполнить задание под руководством преподавателя и/или после демонстрации преподавателем, выполнения аналогичного задания;

Базовый уровень: студент готов самостоятельно найти решение и провести исследование на количество возможных ответов;

Продвинутый уровень: студент может самостоятельно исследовать задачу на корректность и совместность заданного условия; посчитать количество возможных ответов; смоделировать алгоритмы решения и осуществить обоснованный выбор оптимального решения;

Креативный уровень: студент самостоятельно по набору геометрических условий способен составить корректно заданные задачи.

Для количественной оценки эффективности формирования и развития ИК при изучении интегративного курса «Инженерная геометрия» был также использован «регрессивный» метод сравнения результатов до и после эксперимента. Обе контрольные работы предлагались студентам в двух вариантах и содержали по 3 задания. Первое задание было взято из ранее рассмотренных. Решение только этого задания устанавливало у автора работы начальный уровень сформированности ИК. Полное решение первой и второй задач, т.е. проведение анализа, исследования, решения задачи несколькими способами с обоснованным выбором оптимального хода решения, определяло у автора продвинутый уровень развития ИК. Работы, содержащие решение первых двух задач только одним способом, но с определением возможного количества ответов, были отнесены к базовому уровню. Креативный уровень был присвоен авторам работ, выполнившим третье задание. При этом третье задание было общим для вариантов, так как предполагало большое количество разнообразных ответов – «новых» задач.

Результаты предварительного эксперимента, проведенного в виде входного контроля и содержащего задания геометро-графического профиля из школьных курсов геометрии и черчения, представлены диаграммой (рис. 9), по которой видно, что до эксперимента студенты и контрольных, и экспериментальных групп имели примерно одинаковый уровень развития ИК.

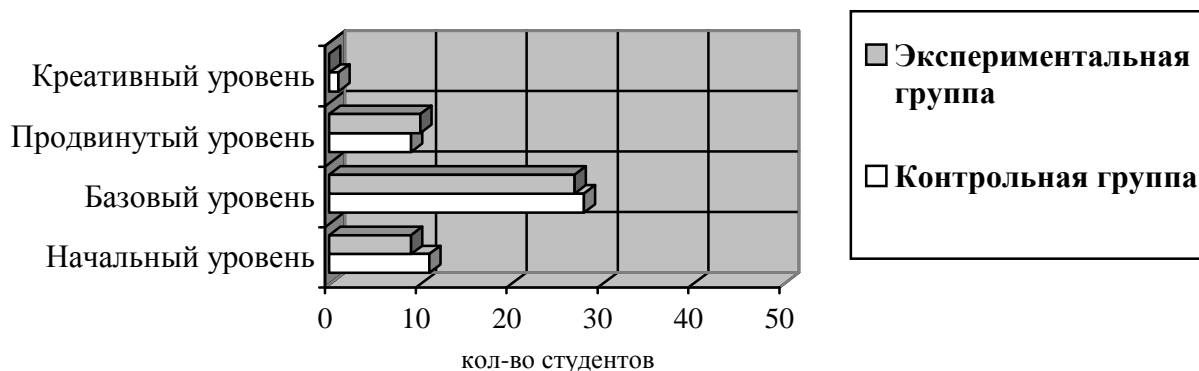


Рис. 9. Данные об исходном уровне сформированности ИК (до эксперимента)

В конце учебного года, после изучения интегративного курса инженерной геометрии, студентам была предложена итоговая контрольная работа. На рисунке 10 представлена диаграмма распределения студентов экспериментальных и контрольных групп по сформировавшемуся у них уровню ИК.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что традиционное геометро-графическое образование, не эффективно в плане формирования ИК, так как у студентов контрольных групп данная компетенция сохранилась практически на прежнем уровне. Что касается студентов экспериментального потока, то здесь очевидны положительные изменения: появились студенты с креативным уровнем ИК, то есть способные творчески мыслить и с исследовательских позиций подойти к составлению корректно заданных задач.

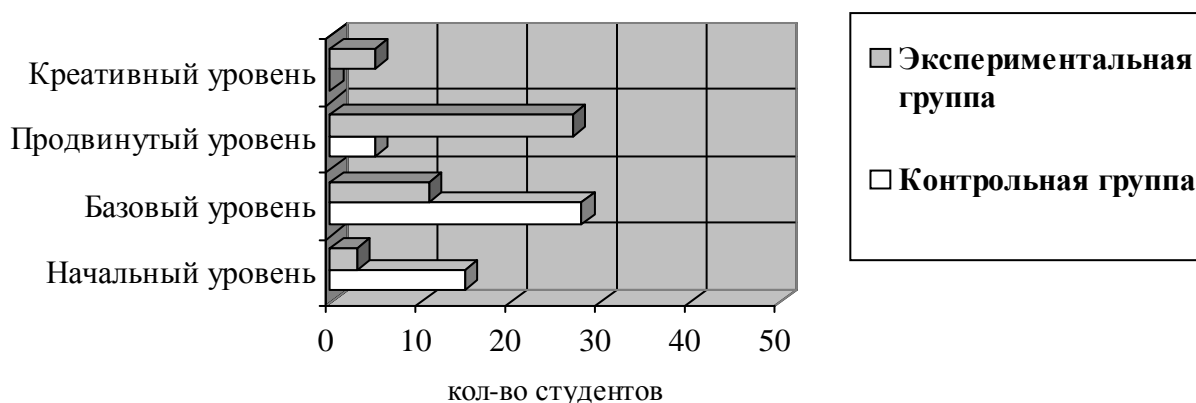


Рис. 10. Данные об итоговом уровне сформированности ИК (после проведения эксперимента)

Следует отметить, что именно постановка студента в проблемную ситуацию, когда возникает желание ее разрешить, выяснить причины, найти выход, является движущим фактором развития инженерного мышления, которое базируется на хорошо развитом воображении и включает мышление логическое, пространственное, наглядно-образное, творческое и другие виды мышлений и характеризуется системностью (С. М. Василейский, Н. П. Линькова, В. А. Моляко, К. К. Платонов и др.). Культура инженерного мышления выражается способностью видеть проблему целиком, с разных сторон с учетом разнообразных связей между ее компонентами, что и позволяет реализовать разработанная методическая система геометро-графической подготовки на основе интеграции информационных сред. Предоставление возможности создания новых задач путем подбора условий из заданного списка, позволяет студентам реализовать свое творческое воображение, управляющее процессом генерирования новых идей при решении творческих инженерных задач, что является основой инженерного мышления и определяет культуру его развития.

После установления вывода с целью проверки соответствия статистических рядов результатов диагностики к нормальному закону распределения была произведена статистическая обработка результатов с использованием критерия К. Пирсона.

Анализ результатов диагностики показал, что различия между средними значениями экспериментального и контрольного потоков существенны на вы-

бранном уровне значимости ($\alpha = 0,05$), то есть студенты экспериментального потока имеют более высокий уровень развития ИК. Обработка полученных результатов подтверждает гипотезу о том, что интегративный курс «Инженерная геометрия» способствует формированию у студентов исследовательской компетенции, заявленной в виде требований к квалификации выпускников в ФГОС ВО третьего поколения инженерных направлений подготовки.

В процессе исследования полностью подтвердилась основная гипотеза, решены поставленные частные задачи и получены следующие **результаты и выводы**:

1. Проведена реструктуризация и модернизация содержания учебного курса начертательной геометрии с учетом последних достижений в области математизации ее графических методов на основе обоснованных критериев отбора тем и разделов, остающихся актуальными в условиях 3D-возможностей компьютерной графики представления инженерных проектов.

2. Определены дидактические условия и обоснована возможность и необходимость интеграции информационных сред обновленной начертательной геометрии с инженерной и компьютерной графикой в единый курс геометро-графического профиля с эффектом формирования и развития культуры инженерного мышления и исследовательской деятельности будущих инженеров.

3. Обоснованы сущность, педагогические условия и особенности формирования и развития исследовательской компетенции будущих инженеров в процессе геометро-графической подготовки на интегративной основе.

4. Разработана инновационная методическая система обучения студентов технических вузов интегративному курсу «Инженерная геометрия» и дидактическая модель геометро-графической подготовки будущих инженеров на основе интеграции информационных сред.

5. Проведен педагогический эксперимент, подтвердивший эффективность реализации разработанной методической системы обучения интегративному курсу «Инженерная геометрия», направленной на формирование и развитие исследовательской компетенции и ведущей к повышению учебной и профессиональной мотивации. При этом выявлены следующие педагогические закономерности геометро-графической подготовки будущих инженеров на интегративной основе:

– предлагаемые теория, методы и средства интеграции информационных сред реализации содержания геометро-графических дисциплин в обучении математике способствуют качественному росту и прикладной направленности геометро-графических знаний будущих инженеров;

– особенностью проектирования и реализации методической системы обучения интегративному курсу «Инженерная геометрия» студентов технических вузов является эффективность формирования и развития исследовательской компетенции, как структурообразующего фактора развития культуры инженерного мышления;

– реализация методической системы геометро-графической подготовки будущих инженеров на основе интеграции информационных сред создает цело-

стный и эффективный механизм повышения учебной и профессиональной мотивации в контексте развития исследовательской деятельности.

В ходе проведенных исследований, на основании решения поставленных задач и полученного положительного эффекта экспериментального применения методической системы обучения интегративному курсу «Инженерная геометрия» была полностью подтверждена гипотеза диссертационного исследования.

Внедрение интегративного учебного курса инженерной геометрии с ее разработанной технологией геометро-графической подготовки в учебный процесс Сибирской автомобильно-дорожной академии и Омского государственного технического университета показало, что методическая система обучения интегративному курсу «Инженерная геометрия», адаптированного под современные 3D-возможности компьютерной графики, способствует развитию профессиональных компетенций и повышает эффективность знаний будущих инженеров.

Все вышеперечисленные факторы, изысканные возможности и разработанный комплекс учебно-методических материалов позволяют вузам осуществить переход на обеспечение своим выпускникам качественно нового уровня геометро-графического образования. При этом студенты получают фундаментальные знания, приобретут соответствующие компетенции, необходимые им в дальнейшем обучении и в будущей профессиональной деятельности.

Список основных трудов автора по теме диссертации:

Монография:

1. Кайгородцева, Н. В. Инновационная методология начертательной геометрии: монография / Н. В. Кайгородцева. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. – 184 с. (11,5 п.л.)

Учебные пособия с грифом Минобрнауки РФ:

2. Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования: учебно пособие / В. Я. Волков, В. Ю. Юрков, К. Л. Панчук, Н. В. Кайгородцева. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – 253 с. (15,8 п.л., авторский вклад 25%)

3. Геометрическое моделирование в инженерной и компьютерной графики : учеб. пособие / К. Л. Панчук, А. А. Ляшков, Н. В. Кайгородцева, Л. М. Леонова; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – 460 с. (28,8 п.л., авторский вклад 25%)

Задачник:

4. Сборник задач и упражнений по начертательной геометрии (к учебн. пособию «Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования») / В. Я. Волков, В. Ю. Юрков, К. Л. Панчук, Н. В. Кайгородцева. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – 73 с. (4,6 п.л., авторский вклад 25%)

Электронные учебные пособия:

5. Волков, В. Я., Юрков, В. Ю., Панчук, К. Л., Кайгородцева, Н. В., Яковенко, К. С. Электронный учебник «Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования». – Омск, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : цв. ; 12 см. – Систем. требования: VM PC, 233 MHz ; 512 Мб RAM ;

20 Мб HDD : Windows, Linux, Ubuntu; 4-скоростной дисковод ; SVGA дисплей ; мышь. – Загл. с контейнера. – Свидет. о гос. рег. № 50201050042 от 20.10.2010. – 172 Мб. (авторский вклад 40%)

6. Волков, В. Я., Юрков, В. Ю., Панчук, К. Л., Кайгородцева, Н. В. Автоматизированная обучающая система «Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования». – Омск, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : цв. ; 12 см. – Систем. требования: VM PC, 233 MHz ; 512 Мб RAM ; 20 Мб HDD : Windows, Linux; 4-скоростной дисковод ; SVGA дисплей ; мышь. – Загл. с контейнера. – Свидет. о гос. рег. № 50201350201 от 13.03.2013. – 41,2 Мб. (авторский вклад 50%)

7. Кайгородцева, Н. В., Ермаков А. В. Электронный иллюстратор «Образование поверхностей». – Омск, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : цв. ; 12 см. – Систем. требования: VM PC, 233 MHz ; 512 Мб RAM ; 20 Мб HDD : Windows, Linux; 4-скоростной дисковод ; SVGA дисплей ; мышь. – Загл. с контейнера. – Свидет. о гос. рег. № 50201350203 от 13.03.2013. – 11 Мб. (авторский вклад 90%)

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

8. Мясоедова¹, Н. В. Методика изложения раздела «Позиционные задачи» с использованием опорных сигналов / Н. В. Мясоедова // Омский научный вестник. – 2001. – Вып. 17. – С. 208-210. (0,2 п.л.)

9. Мясоедова, Н. В. Основные причины трудностей усвоения начертательной геометрии студентами технических вузов / Н. В. Мясоедова // Омский научный вестник. – 2004. – Вып. 27. – С. 190-191. (0,1 п.л.)

10. Кайгородцева, Н. В., Волков, В. Я. Компьютерное 3D-конструирование изделий из базы данных комплектующих деталей и приспособлений / Н. В. Кайгородцева, В. Я. Волков // Омский научный вестник. – 2006. – Вып. 1. – С. 68-72. (0,3 п.л., авторский вклад 80%)

11. Волков, В. Я., Кайгородцева, Н. В. Решение позиционных задач средствами компьютерной графики / В. Я. Волков, Н. В. Кайгородцева // Омский научный вестник. – 2006. – Вып. 2. – С. 212-215. (0,2 п.л., авторский вклад 60%)

12. Кайгородцева, Н. В., Бондарев, О. А. Преподаватель вуза – это профессия / Н. В. Кайгородцева, О. А. Бондарев // Омский научный вестник. – 2009. – Вып. 2. – С. 5-8. (0,3 п.л., авторский вклад 75%)

13. Кайгородцева, Н. В., Волков, В. Я. Инновационные аспекты в преподавании начертательной геометрии / Н. В. Кайгородцева, В. Я. Волков // Омский научный вестник. – 2010. – Вып. 5. – С. 230-231. (0,2 п.л., авторский вклад 75%)

14. Кайгородцева, Н. В., Волков, В. Я. О возможном пути и проблемах развития дисциплины «Начертательная геометрия» / Н. В. Кайгородцева, В. Я. Волков // Вестник СибАДИ. – 2011. – Вып. 2 (20). – С. 93-98. (0,4 п.л., авторский вклад 75%)

15. Кайгородцева, Н. В., Панчук, К. Л. Анализ геометро-графической составляющей образовательных стандартов бакалавриата третьего поколения /

¹ Фамилия «Мясоедова» была изменена на «Кайгородцева» в связи с переменной фамилии.

Н. В. Кайгородцева, К. Л. Панчук // Омский научный вестник. – 2012. – Вып. 1 (107). – С. 6-11. (0,4 п.л., авторский вклад 80%)

16. Первушина, И. И., Кайгородцева Н. В. Дидактические и методические требования к разработке электронных образовательных ресурсов / И. И. Первушина, Н. В. Кайгородцева // Омский научный вестник. – 2012. – Вып. 2 (110). – С. 292-296. (0,3 п.л., авторский вклад 50%)

17. Кайгородцева, Н. В. Геометрическое знание, как фундамент познания Мира / Н. В. Кайгородцева // Alma Mater (Вестник Высшей школы). – 2013. – № 4. – С. 80-82. (0,2 п.л.)

18. Кайгородцева, Н. В. История и современное состояние геометрографического образования / Н. В. Кайгородцева // Высшее образование в России. – 2013. – № 4. – С. 112-117. (0,4 п.л.)

19. Кайгородцева, Н. В. Инновационный подход к нелинейчатым поверхностям в начертательной геометрии / Н. В. Кайгородцева // Инновации в образовании. – 2013. – №7. – С. 5-25. (1,3 п.л.)

20. Кайгородцева, Н. В., Волков, В. Я. Мобильные видеолекции по начертательной геометрии / Н. В. Кайгородцева, В. Я. Волков // Вестник СибАДИ. – 2014. – Вып. 1 (35). – С. 173-178. (0,4 п.л., авторский вклад соискателя 80%)

21. Кайгородцева, Н. В. Геометрия, геометрическое мышление и геометрографическое образование [Электронный ресурс] / Н. В. Кайгородцева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12330> (дата обращения: 07.09.2015)

22. Кайгородцева, Н. В. Инновационная парадигма геометрографического образования вузов / Н. В. Кайгородцева // Известия РАО. – 2014. – №1 (29). – С. 65-77. (0,8 п.л.)

23. Кайгородцева, Н. В. Инновационный подход к изложению темы «Поверхности» в курсе начертательной геометрии / Н. В. Кайгородцева // Высшее образование сегодня. – 2014. – Вып. 5. – С. 19-25. (0,4 п.л.)

Статьи в изданиях, включенных в Международную базу цитирования SCOPUS:

24. Volkov, V. An Innovative Paradigm of Descriptive Geometry Courses / V. Volkov, V. Yurkov, K. Panchuk, N. Kaygorodtseva, O. Ilyasova, K. Yakovenko // Journal for Geometry and Graphics. – Volume 17 (2013), No.1. – Lemgo, Germany: Heldermann Verlag. – P. 119-128. (0,6 п.л., авторский вклад 30%)

25. From idea to 3D-model. The continuous design automation of petrochemical processes equipment / N. V. Kaygorodtseva, M. N. Odinets // 2014 Dynamics of System, Mechanisms and Machines, Dynamics 2014. – Proceedings, art. no. 7005657 IEEE Catalog Number: CFP14RAB-CDR. ISBN: 978-147996405-5 DOI: 10.1109/Dynamics.2014.7005657 URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84922254995&partnerID=40&md5=dd5adf04b43704c1186b5c1a68c1f9f8> (дата обращения: 05.05.2015) (0,3 п.л., авторский вклад 75%)

Статьи в зарубежных научных изданиях:

26. Kaygorodtseva, N. The Modernization of the Rate of Descriptive Geometry / N. Kaygorodtseva // The Journal Biuletyn of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics. – Volume 23. – 2012. – P. 7-10. (0,3 п.л.)

27. Kaygorodtseva, N. V., Kaygorodtseva, T. N. Geometria come la base delle scienze albero / N. V. Kaygorodtseva, T. N. Kaygorodtseva // Italian Science Review. – 2014. – 3(12). – PP. 328-331. (Электронный журнал); URL: <http://www.ias-journal.org/archive/2014/march/Kaygorodtseva.pdf> (дата обращения: 07.09.2015) (0,3 п.л., авторский вклад 80%)

Статьи в сборниках научных трудов и журналах:

28. Кайгородцева, Н. В. Необходимость инновационного подхода к курсу начертательной геометрии / Н. В. Кайгородцева // Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: межвузовский научно-методический сборник. – Саратов, 2011. – С. 48-51. (0,3 п.л.)

29. Кайгородцева, Н. В. Инновация учебной дисциплины «Начертательная геометрия» / Н. В. Кайгородцева // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – Вып. 2. – С. 82-83. (0,3 п.л.)

30. Первушина, И. И., Кайгородцева, Н. В., Шамец, С. П. Пространственное мышление, как основа для развития интеллектуального и образованного человека / И. И. Первушина, Н. В. Кайгородцева, С. П. Шамец // Сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. – 2012. – Вып. 21. – С. 120-126. (0,4 п.л., авторский вклад 60%)

Тезисы докладов в сборниках трудов и материалах конференций:

31. Кайгородцева, Н. В. Повышение уровня и качества обучения геометро–графическим дисциплинам посредством автоматизированной обучающей системы / Н. В. Кайгородцева // Научно-методические проблемы геометрического моделирования, компьютерной и инженерной графики в высшем профессиональном образовании : Сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 9-11 июня 2009 г. – Пенза: АНОО; «Приволжский Дом знаний», 2009. – С. 69-71. (0,2 п.л.)

32. Кайгородцева, Н. В., Волков, В. Я. Формализация курса современной начертательной геометрии / Н. В. Кайгородцева, В. Я. Волков // Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе : Материалы Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 80-летию АГТУ, Астрахань, 15-17 сентября 2010 года. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – С. 78-80. (0,2 п.л., авторский вклад 60%)

33. Кайгородцева, Н. В., Чижик, М. А., Волков, В. Я. Информационные аспекты геометро-графической подготовки будущих инженеров / Н. В. Кайгородцева, М. А. Чижик, В. Я. Волков // Высокие технологии, образование, промышленность. Т. 3: сборник статей Одиннадцатой Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности», 27–29 апреля 2011 года, Санкт-Петербург, Россия. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 79-80. (0,1 п.л., авторский вклад 50%)

34. Кайгородцева, Н. В., Бондарев, О. А. Начертательная геометрия и геометрическое моделирование / Н. В. Кайгородцева, О. А. Бондарев // Найно-

вите постижения на европейската наука: материали за 7-а международна практическа конференция (17-25-ти юни 2011 г.). – София, България: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2011. – Том 15; Педагог. науки. – С. 50-53. (0,3 п.л., авторский вклад 60%)

35. Kaygorodtseva, N. The modernization of the rate of descriptive geometry / N. Kaygorodtseva // GEOMETRY AND GRAPHICS: Proceedings of 7th Conference (27th –29th June 2011) / N. Kaygorodtseva. – Ustron, Poland: Silesian University of Technology in Gliwice, Geometry and Engineering Graphics Centre, 2011. – P. 19-20. (0,1 п.л.)

36. Юрков, В. Ю., Кайгородцева, Н. В. Инновационный подход к построению современной начертательной геометрии / В. Ю. Юрков, Н. В. Кайгородцева // Современное состояние, развитие инженерной геометрии и компьютерной графики в условиях информационных и компьютерных технологий: Труды международной научно-методической конференции, посвященной 20-летию Независимости Республики Казахстан. – Алматы, Казахстан, 2011. – С. 89-98. (0,6 п.л., авторский вклад 50%)

37. Первушина, И. И., Кайгородцева, Н. В. Средства и возможности электронного представления графической информации в инженерном образовании / И. И. Первушина, Н. В. Кайгородцева // Информатизация инженерного образования «Инфорино-2012»: Труды Международной научно-методической конференции (Москва, 10-11 апреля 2012 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – С. 479-480. (0,3 п.л., авторский вклад 75%)

38. Volkov, V., Ilyasova, O., Kaygorodtseva, N. Improvement of the geometrical graphic preparation of graduates of engineering specialties of technical universities / V. Volkov, O. Ilyasova, N. Kaygorodtseva // DNY VEDY – 2012: Materiály VIII mezinárodní vědecko–praktická konference (Praha, Česká republika, 27.03.2012 – 05.04.2012) – Praha: Publishing House «Education and Science» s.r.o. – Díl 32. – Pedagogika. – P. 50-54. (0,3 п.л., авторский вклад 50%)

39. Volkov, V., Yurkov, V., Panchuk, K., Kaygorodtseva, N., Ilyasova, O., Yakovenko, K. The innovative paradigm of teaching in descriptive geometry / V. Volkov, V. Yurkov, K. Panchuk, N. Kaygorodtseva, O. Ilyasova, K. Yakovenko // Proceedings the 15th International Conference on Geometry and Graphics (ICGG 2012), (Montréal, Canada, 1–5 August 2012). – Montréal, Canada: McGill University, 2012. – P. 778-787. (0,6 п.л., авторский вклад 50%)

40. Volkov, V. Ya., Ilyasova, O. B., Kaygorodtseva, N. V. Automated learning system of innovative course in Descriptive Geometry / V. Ya. Volkov, O. B. Ilyasova, N. V. Kaygorodtseva // Proceedings the 12th International Conference on Engineering Graphics (BALTGRAf 2013) (Riga, Latvia, June 5-7, 2013). – Riga: Riga Technical University, 2013. – P. 249-256. (0,6 п.л., авторский вклад 50%)

41. Kaygorodtseva, N., Kaygorodtseva, T. Logical-Constructive Teaching Approach to the Theme «Creation of Surfaces» / N. Kaygorodtseva, T. Kaygorodtseva // Scientific Proceedings of the 16th International Conference on Geometry and Graphics (ICGG 2014) (Innsbruck, Austria, 4–8 August 2014). – Innsbruck, Austria: Innsbruck University, 2014. – P. 171-174. (0,3 п.л., авторский вклад 80%)

Формат 60x92/16.
Объём 2,75 п. л. Тираж 100 экз.
Заказ № 236

Типография
ФГБОУ ВПО «Омский государственный

технический университет»

644050 г. Омск, пр. Мира, 11