

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

# **ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ**

Под научной редакцией доктора педагогических наук,  
профессора Л.А. Найниш

Пенза 2014

УДК 338. 50  
ББК 22.151.3я73  
П78

Рецензенты: доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой ТГВ ПГУАС А.И. Еремкин;  
кандидат технических наук, профессор зав.кафедрой инженерной и компьютерной графики ПензГТУ В.В. Бурлов

**Проблемы** и пути решения геометро-графической подготовки:  
П78 моногр. / под науч. ред. д-ра пед. наук, проф. Л.А. Найниш. –  
Пенза: ПГУАС, 2014. – 188 с.  
**ISBN 978-5-9282-1153-0**

Рассматриваются проблемы геометро-графической подготовки высшей технической школы. Предложены пути решения таких проблем как качество и надежность обучения комплексу геометро-графических дисциплин, уровня педагогического мастерства, пропедевтической подготовки студентов.

Монография подготовлена на кафедре «Начертательная геометрия и графика» и предназначена для педагогических работников, которые обучают студентов геометро-графическим дисциплинам в технических и строительных вузах.

**ISBN 978-5-9282-1153-0**

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2014

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Известно, что процесс познания в общих чертах определяется следующими моментами: получение той или иной информации и конструирование на ее основе моделей, часто представленных в различного вида закономерностях и системах. Очевидно, что эти модели, помогают человеку ориентироваться и выживать в окружающем его мире в тех случаях, когда события развиваются по известным законам. Известно, что модель – это некий заменитель одного объекта другим. Возможность такой замены обуславливается одинаковой информацией, которая содержится в этих объектах. Одним из самых распространенных видов информации является геометрическая. Она представляет собой сведения о размерах, форме и взаимном положении объектов в пространстве. Если учесть, что геометрической информацией обладают все без исключения реальные объекты, то становится ясно: популярность геометрических моделей очень высока. Одним из самых распространенных видов геометрических моделей являются изображения. Они представляют собой плоские варианты трехмерных объектов. В тех случаях, когда на плоском изображении сохраняется вся геометрическая информация трехмерного объекта, они называются геометрическими моделями. Выделяют два наиболее распространенных вида таких моделей: технические и художественные изображения. Изучением закономерностей возникновения технических изображений и разработкой приемов работы с ними занимаются геометро-графические дисциплины, которые по сути дела обучают процессу геометрического моделирования.

В настоящее время в профессиональной технической подготовке возникли серьезные проблемы, решению которых посвящена настоящая монография.

# Глава 1. ЗНАЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ЖИЗНИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

## 1.1. Значение изображений в современном обществе

Изображения в жизни человека всегда играли значительную роль. Они являются средством межвременного общения. Современному человеку понятны рисунки, которые сделаны несколько тысячелетий назад. Мы получаем информацию об уровне развития древнейших цивилизаций по изображениям, которые они нам оставили. Такую же информацию получают о нас наши потомки, которые будут жить много веков спустя. Неоценимую роль играют изображения как фактор накопления культурных ценностей нашей цивилизации.

Язык изображений является средством межнационального общения. Изображение, которое сделал индус, может быть понятно и русскому, и французу, и якуту. На основе этого возникла идея поиска контактов с внесемными цивилизациями. С помощью изображений земляне пытаются установить общение с жителями иных планет.

Графический язык один из самых древних языков человечества. Едва ли найдется хотя бы одно археологическое упоминание о существовании человека без изображений. Изображения сопровождают человека на всем обозримом историческом пути его развития.

В современном обществе значение изображений возросло. Это подтверждают следующие причины.

**Причина первая.** Она обусловлена общением человека с реальностью. Сущность этого общения можно представить в виде схемы (рис.1).



Рис.1. Схема общения человека с реальностью

Соприкасаясь с реальностью, в которой живет, человек получает разнообразную информацию (физическую, химическую, геометрическую и т.д.). Попытка ее осмыслить приводит к конструированию различных моделей. В обобщенной форме они хорошо описаны в теоретической кибернетике [У.Р. Эшби].

При этом виды деятельности можно представить другой схемой (рис.2). Соприкосновение с реальностью начинается с получения информации, на основе которой затем конструируются различные модели. Содержание третьего этапа определяется популяризацией полученных

знаний. Последний этап представляет собой пользование созданными моделями.

Первые два этапа реализуют люди, которые в основном составляют категорию различных творческих профессий (ученые, художники, архитекторы, музыканты и т.д.). Третий этап находится в сфере реализации педагогов. Все остальные люди участвуют в последнем этапе.

Такой подход к деятельности позволяет всех людей поделить на три группы. В первую группу входят все те, кто принадлежит к творческим профессиям. Вторая – образована педагогами. И третья - всеми остальными.

Непосредственно общаются с реальностью только участники первой группы. Люди, входящие в две другие группы воспринимают реальность через их опыт.

Такая ситуация является нормой в тех случаях, когда реальность относительно стабильна. Но любая стабильность со временем превращается в свою противоположность. Количественные изменения превращаются в качественные. Какая-то часть моделей, с помощью которых объяснялись те или иные аспекты реальности, перестают работать. Реальность становится непонятной и вызывает отрицательную реакцию, что сопровождается мощным выбросом негативной энергии.



Рис. 2. Виды деятельности человека

Если негативные выбросы слабые, то биосфера земли способна компенсировать ущерб, нанесенный ими. Но в настоящее время, благодаря мощным средствам коммуникаций, существенно усилился энергетический потенциал человек. Это приводит к усилению мощности негативного выброса, который живой организм нашей планеты компенсирует уже с трудом. Пытаясь освободиться от негатива, земля стряхивает, сдувает, смывает и выжигает его. О чем свидетельствует нарастающая частота катастроф, различного характера. Таким образом, выживаемость человека находится в обратной зависимости от количества выпущенного им негатива [Субетто].

Мощность негативных выбросов можно было бы уменьшить, если бы люди понимали, что кризисные ситуации созданы не самой реальностью, а их отношением к ней. Изменчивость реальности воспринимались бы как естественный процесс, к которому нужно только приспособиться. Такое понимание формируется как следствие непосредственного общения с реальностью.

Но как научить людей общаться с реальностью? Вероятно, для этой цели нужен специальный предмет. Анализируя методики существующей системы образования, видим, что они знакомят уже с готовыми моделями, входящими в систему знаний и, как правило, не обучают непосредственному общению с реальностью, получению из нее информации и конструированию на ее основе моделей. Хотя в этой системе есть графические предметы. Их основной задачей является обучение общению с реальностью по циклу геометрической информации. Но успешность решения этой задачи зависит от используемой методики, которая в настоящее время нуждается в коренной модернизации.

**Вторая причина.** Если бросить взгляд в глубь веков, то мы увидим, что наскальные изображения были одним из средств работы с информацией, которая подразумевает фиксацию, передачу и накопление. Эти рисунки соответствовали преобладающему тогда синтетическому способу познания реальности.

В процессе развития человечества постепенно приоритетным стал аналитический способ познания мира. Это отразилось на графической форме работы с информацией. Петроглифы постепенно схематизировались, превращаясь в иероглифы. Их в ряде мест сменило изобретенное затем буквенно-звуковое письмо. Такие изменения существенно увеличили скорость работы с информацией, область которой постоянно росла. Вместе с этим расширялась и область обладателей способа фиксации информации – письменности. Сейчас на всем земном шаре подавляющее большинство людей умеют писать и читать.

В настоящее время накоплено огромное количество информации, ориентация в которой стала крайне затруднительна. Кроме этого приходит

понимание того, что необходим возврат к синтетическому способу познания реальности. Это должно повлечь за собой изменение и графической формы фиксации информации в сторону преобладания рисунка, который не разрушает целостности реальности и имеет большую информационную мощь.

Острая потребность в рисунке, как средстве работы с информацией, ощущается уже давно. И она реализуется, но только на технической основе. Возникла и с успехом используется фотография. К изображениям добавился временной фактор – появилось кино. Разрабатываются различные изобразительные компьютерные программы. Отмечено, что в настоящее время большинство людей предпочитают получать информацию, используя изобразительные средства, а не книги.

**Третья причина.** Изображение на технической основе являются пользовательскими. Они предполагают пассивное отношение к ним большинства людей, не знающих законов построения плоских изображений трехмерных объектов. В результате они не могут использовать их как средство общения и самовыражения. Очевидно, что владение таким средством самовыражения, как рисунок существенно расширит возможности человека.

Таким образом, изображения в жизни отдельного человека и общества в целом имеют большое значение. В настоящее время этот факт осознан применительно к области техники. Все специалисты, оканчивающие специальные технические учебные заведения в обязательном порядке обучаются строить плоские изображения трехмерных объектов. Это позволяет сделать алгоритмическая методика, которая используется для этих целей. Для обучения остальных людей, даже тех, кто посвятил себя изобразительному искусству, используется методика подражания, которая способна обучить только талантливых.

Выделенные причины позволяют сделать вывод о том, что в современных условиях возникает необходимость в обучении людей построению плоских изображений трехмерных объектов, к которым в настоящее время относят перспективу, аксонометрию и эпюр Монжа. Перспективные изображения являются основой рисунка, но используются и для технических нужд. Аксонометрия и эпюр Монжа ориентированы только на технику и строительство.

В этой связи возникает вопрос. Какой должна быть методика, благодаря которой любой человек мог бы научиться изображать трехмерный мир на плоскости. Обзор существующих методик позволил выделить три вида: подражательную, рецептурную и алгоритмическую. Основной принцип подражательной методики: «Делай, как я». Успешный результат такая методика даст только в том случае, когда учитель и ученик обладают талантом. Рецептурная методика представляет собой попытку научить

менее талантливого ученика менее талантливым учителем. Здесь все исходные объекты делятся на группы и для каждой, дается свой рецепт. Алгоритмическая методика ориентирована на формирования алгоритма мышления, благодаря которому происходит освоение соответствующей процедуры. Алгоритмы представляют собой закономерности этой процедуры. Талант ученика и учителя здесь определяет относительный успех. В принципе любой учитель может научить любого ученика. Что подтверждает процесс обучения построению технических изображений в высших и средних технических учебных заведениях. При обучению рисунку применяются подражательная и рецептурная методики. На массовом уровне, их применение не обучает, а разделяет на способных и неспособных к рисованию. О чем свидетельствует опыт обучения рисованию в общеобразовательных школах.

Осознание значение изображений в жизни общества авторами явилось толчком к созданию специальной методики, которая позволила бы обучить любого человека изобразительной грамоте.

## 1.2. Дидактические принципы в курсе теории изображений

Теория изображения является одним из способов описания реальности, где в качестве инструмента описания используется аксиоматический аппарат геометрии. Известно, что общение с реальностью определяется следующими моментами:

1. Получение той или иной информации от реального объекта.
2. Конструирование на основе полученной информации геометрических моделей.

Поэтому для освоения курса теории изображения обучающийся должен освоить геометрический язык и изучить алгоритмы, с помощью которых возможно построение изображений трехмерных объектов на плоскости. Обучение в данном случае предполагает формирование соответствующего образа мышления, которое осуществляется с помощью алгоритмической методики, которая должна формироваться с учетом основных дидактических принципов.

Они определяют содержание, форму и методы учебной деятельности по обучению теории изображения. На их принципах формируются алгоритмы теории обучения. Посмотрим, как реализуются дидактические принципы в разработанном курсе.

### **Принцип научности.**

Одним из общепризнанных принципов дидактики является научность обучения. Реализация этого принципа определяется уровнем культурного развития общества, который существует на данный момент.

Все знания, получаемые учащимися, даются на строго научной основе. Они формируют истинное представление о самой науке, основами которой они являются. Эти знания оказывают решающее влияние на умственное развитие, так как позволяют овладеть современной наукой, техникой, культурой, искусством. Отсюда следует принцип научности обучения. Понимание теоретических положений – существенный признак научности объяснения, который определяет характер мыслительной деятельности ученика.

Как было отмечено выше, теоретической базой теории изображения является геометрия. Уровень ее развития и новейшие достижения на данный момент должны определять степень реализации принципа научности в построении курса. Общеизвестной истиной является то, что уровень геометрических знаний в настоящее время достаточно низкий.

За последние годы значительно сократился объем геометрии в школьной программе. Поэтому курс теории изображения построен так, что в начале обучения даются необходимые геометрические знания.

В курс теории изображения введен новый учебный элемент – геометрическое описание реальных объектов. Когда исходный реальный объект представляется как совокупность геометрических поверхностей. Следует обратить внимание на то, что геометрическое описание реального объекта, оказывается важным звеном в методической логике. Умение представить любой объект как множество геометрических элементов позволяет, осознано использовать весь арсенал средств начертательной геометрии для процесса построения плоских изображений трехмерных объектов.

#### **Принцип доступности и посильности обучения.**

Ученик может осмыслить и освоить только то, что ему посильно, что соответствует уровню развития его умственных сил. Для того, чтобы знания усваивались, они должны быть не только поняты, но и упорядочены, включены в систему уже имеющихся знаний. Из этого вытекает принцип доступности и посильности обучения. Любой учебный материал, если он ориентирован на его успешное освоение, должен быть доступным. Начинать изложение курса нужно, четко представляя, какие знания в области геометрии были получены студентами в школе. Пониманию отводится решающая роль в процессе обучения. Понимание будет полным и осознанным, если преподаватель вовлекает студента в совершение основных мыслительных операций.

Курс должен иметь четкую логическую структуру. Изложение всего материала должно строиться по принципу обратной пирамиды. Сначала даются простые понятия. На их основе формируются более сложные понятия, количество которых постепенно увеличивается. Формулировка основной задачи определяют две стратегические линии курса. Это построение геометрических моделей и работа с этими моделями.

### **Принцип наглядности.**

При обучении теории изображения очень важное место занимает наглядность. Она обеспечивает чувственную основу для овладения абстрактными понятиями. В этом отношении очень важны зрительные ощущения. Геометрия развивает логическое мышление и воспитывает образность восприятия. Отсутствие наглядности в изложении нового материала тормозит понимание теоретического содержания. Поэтому изложение курса должно сопровождаться обилием различного рода иллюстраций.

Символическая и графическая наглядность способствует развитию абстрактного мышления, способствует формированию навыков в изображении трехмерных объектов на плоскости. Геометрические модели и чертежи являются одним из средств достижения цели обучения. Они способствуют правильной организации мыслительной деятельности студентов.

### **Принцип последовательности и систематичности.**

Методика изучения теории изображения предполагает наличие принципа последовательности и систематичности. Он обусловлен как целями обучения, так и научной логикой изучаемого предмета. Учебный материал должен быть логичным, последовательным, базироваться на основе логичного стержня, на который нанизываются все части изучаемого курса.

Необходимо выделение главного в учебном материале. А для того чтобы выделить главную мысль в содержании нового материала, нужно придать определенный логический порядок уже имеющимся знаниям, которые имеются по ранее изученным темам. Понимание учебного материала, особенно теоретического, значительно углубляется за счет выделения логически ясных главных мыслей и положений. И здесь необходима связь главной мысли с имеющимися у студента знаниями. В противном случае главное положение становится изолированным и теряет субъективную значимость в мыслительной деятельности учащегося. Обеспечение систематичности и последовательности обучения требует глубокого осмысления учащимися логики, а также систематической работы по повторению, систематизации и обобщению изучаемого материала.

### **Связь теории с практикой.**

Процесс усвоения знаний будет тогда полным и завершенным, если учащийся будет знать, как применять эти знания на практике, и научиться их применять, выработав соответствующие умения и навыки. Основой выработки умений и навыков всегда являются знания. Знания предполагают сохранение усвоенного в памяти, для применения их на практике.

Этот этап познавательной деятельности рассматривается как этап восхождения от абстрактного к конкретному. Он характеризуется умением применения абстрактных теоретических знаний к решению конкретных задач действительности. Знания, оторванные от практики, не применяемые

для решения практических задач, плохо усваиваются учащимися, не вызывают их интереса, не стимулируют их познавательную деятельность. В этом заключается принцип связи теории с практикой.

Изучившие курс теории изображения должны уметь строить плоские изображения трехмерных объектов и выполнять на этих изображениях различные операции. В системе обучения будущих архитекторов и дизайнеров эти знания требуются незамедлительно и нужны в течение всей практической деятельности. На этих знаниях формируется язык, с помощью которого архитекторы и дизайнеры выражают свои творческие идеи.

Но, чтобы свободно владеть языком изображений, студенты должны овладеть значительным багажом навыков по работе с плоскими изображениями трехмерных объектов: строить различные изображения в перспективе, аксонометрии и на эюре Монжа. Грамотно владеть приемами построения теней на изображениях сложных архитектурных объектов, конструировать различные макеты. Иными словами, студенты должны свободно выражать свои мысли графически.

#### **Активизация обучения.**

Структура курса вмещает в себя высокоэффективную форму контроля знаний. Он должен быть таким, чтобы с каждого студента был спрошен весь учебный материал и каждый студент должен прорешать достаточное количество задач. Наиболее приемлемой формой контроля, которая отвечает указанным выше требованиям, является рейтинговый контроль, при помощи которого можно с каждого студента спрашивается весь учебный материал.

Введение рейтингового контроля оказалось необходимым, потому что традиционные системы контроля знаний, применяемые в вузах, показали, что усвоение нового материала происходит наиболее качественно там, где контроль знаний в достаточной степени регулярен. Важность регулярного контроля возрастает в тех случаях, когда происходит обучение курсам, представляющим собой жесткую логическую систему, а результатом обучения является усвоение изучаемого материала.

### **1.3. Структура и свойства геометро-графической информации**

В инженерной практике важное место занимают различные технические изображения, в которых фиксируется геометрическая информация различных инженерных и строительных объектов. Она представляет собой сведения о размерах, форме и относительном положении в пространстве.[1]. Однако геометрическая информация фиксируется на различных носителях, т.е. изображается графически и здесь мы имеем дело уже с графической информацией. Графическая информация это рисунки, чертежи, схемы, карты, диаграммы. Таким образом, геометро-графическая

информация (ГГИ) это графически обработанные сведения о форме, размерах и относительного положения. Понятие ГГИ является наименее разработанным, нам не удалось найти определения его сущности и содержания в опубликованных научных исследованиях. По-видимому, попытка дать исчерпывающее определение ГГИ будет бесплодной, поэтому надо выявить то общее, что выделит ее из реалий объективного мира. По сути это обозначает выявление инвариантной структуры этого понятия, обусловленной существованием инвариантных свойств.

Для определения понятия ГГИ выведем его иерархическую структуру инвариантных свойств, посредством описания соответствующей семантической декомпозиции.

Ключевым словом в данном определении является «информация». Сущность и содержание понятие «информация» можно рассматривать с точки зрения различных подходов – философски-методологического (атрибутивный) и кибернетического (функционального). С позиций кибернетического подхода исследователем Э.А.Бардаевым разработана инвариантная иерархическая структура понятия «информация». Мы считаем, что данная структура является обобщающей, и более узкое понятие «геометро-графическая информация» в полной мере ей соответствует [2].

Геометро-графическую информацию можно отнести к искусственной информационной структуре, созданной целенаправленной деятельностью человека и к виду визуально-образной информации. Визуально-образная информация отражает реальную действительность с помощью изображений.

Не каждое изображение может содержать необходимые сведения о размерах, форме и относительном положении объекта, такую информацию может предоставить нам только геометро-графическая информация.

*Основная цель* сосуществования ГГИ обуславливается жизненной потребностью человека в использовании различных моделей геометрических объектов в практической и теоретической деятельности. Невозможно представить ни одну область жизнедеятельности человека без применения, рисунка, чертежа схемы, а в настоящее время без изображений, выполненных в компьютерной графике. Изображение дает наглядное представление об объекте, что способствует его лучшему познанию. Известно, что органы зрения пропускают в мозг почти в пять раз больше информации, чем органы зрения, и почти в 13 раз больше, чем тактильные органы.

Анализ настоящей реальности показывает, что сейчас в нашей стране наблюдается тенденция в преобладании развития образного мышления, по-видимому, это связано с всеобщей компьютеризацией жизнедеятельности человека. Особое значение имеет изображение в профессиональной деятельности кадастрового инженера. По роду своей профессиональной

деятельности кадастровому инженеру приходится иметь дело с реальными объектами, которые должны будут отображены в различных графических документах, это – межевые, генеральные планы, чертежи границ земельных участков, проекты планировки и застройки, внутрихозяйственного землеустройства схемы, таблицы и другие изображения. Таким образом 1) *Целевая направленность* обеспечивается ее прагматической ценностью, «т.е. возможностью ее использования в той или иной предметной области для достижения субъектом той или иной цели». 2) *Прагматическая ценность* информации проявляется по мере ее накопления».

*Прагматическая ценность* в свою очередь обеспечивается свойством 3) «*Отражения*», т.е. геометро-графическая информация локализуется и накапливается в пространственно-временном континууме – как в образовательной среде, так и в профессиональной деятельности инженеров-землеустроителей. Отражение во многом зависит от прошлого воспринимающего геометро-графическую информацию, то есть от знаний, тезауруса. Известен такой факт – индейцы, увидев корабли Колумба, не заметили их, так как никогда ранее их не видели.

4) Свойство «*Преобразования*» обеспечивается знанием основных приемов работы с геометрической информацией. Кадастровый инженер преобразовывает полученные сведения с помощью соответствующего графического языка. Выбирает метод построения изображения – метод двух проекций, аксонометрии, перспективы или технического чертежа. Свойство преобразования предполагает знание и использование закона построения трехмерного изображения на плоскости и освоение алгоритмов работы с геометрическими моделями, и наоборот, представление реального объекта по сохраненным данным изображенного объекта (геометрической модели).

5) Свойство «*Взаимодействие*» обуславливается средствами и средой, в которой осуществляется передача геометро-графической информации от источника информации до его приемника. В зависимости от цели используются те или иные средства. В настоящее время границы среды значительно расширились, выполнение чертежей с помощью линейки и карандаша становится процессом долгим и нерациональным, применение компьютерных программ, позволяет оптимизировать процесс создания графических изображений.

6) Свойство «*Сохранности*» или (*фиксации*) предполагает знание способов сохранения информации в ходе его взаимодействия со средой, а также передачи без возможных ошибок, допущенных источником или приемником геометро-графической информации. Это основные правила выполнения, оформления чертежей и обращения конструкторских документов, устанавливающих ГОСТ входящих в ЕСКД, правила оформления планово-картографических материалов.

Наличие 7) *Материального носителя* (бумажный или электронный вариант) – является необходимым условием существования и проявления вышеупомянутых свойств.

«Между инвариантными свойствами информации ..., существует связи координации...» [2]. Это прямые и обратные связи. Все инвариантные свойства (семь уровней) взаимосвязаны между собой определенными отношениями. Представленная на рис.3 модель наглядно передает эти взаимоотношения. Так по вертикали «свойства» соединены «ребрами», что характеризуют, согласно теории графов, отношения заданными на этом множестве, такие, как "элемент *X* знает элемент *Y*» и «элемент *Y* знает элемент *X*»[3].

*Целевая направленность* определяет характер ГГИ и область *взаимдействия сведений* о форме, размере, положения геометрического объекта при передаче от источника до приемника и, наоборот, в зависимости от них возможна коррекция целевой направленности. *Прагматическая ценность* сообщения определяет требования *сохранности* и влияет на прагматическую ценность содержащихся в сообщении сведений. Свойство *отражения* в зависимости от источника и приемника сообщения (образовательная среда, конструкторская деятельность) предопределяет выбор *материального носителя* и наоборот, свойства конкретного материального носителя оказывают влияние на качество отражения [2].

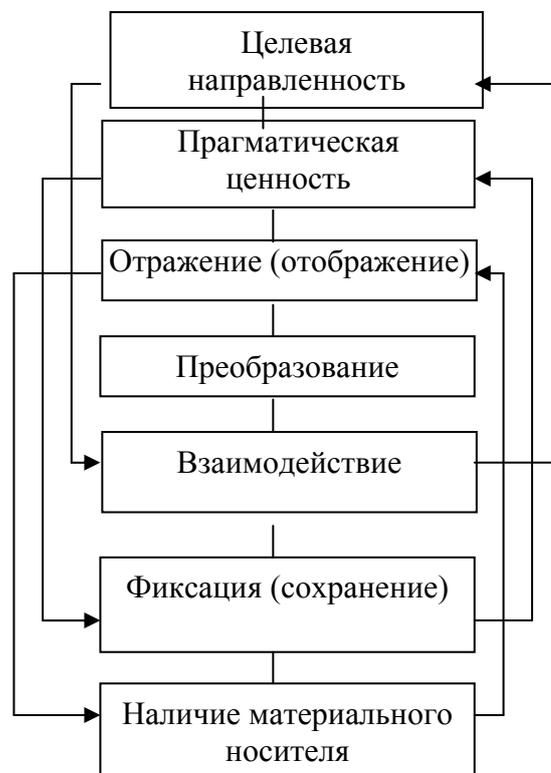


Рис.3. Иерархическая структура взаимосвязанных инвариантных свойств геометро-графической информации

Таким образом, применив метод семантической декомпозиции к определению понятия геометро-графическая информация, как к открытой информационной системе, мы раскрыли сущность, содержание, а также определили основные инвариантные свойства ГГИ.

#### Библиографический список

1. Найниш, Л.А. Начертательная геометрия [Текст]: учебник / Л.А. Найниш. – Пенза: ПГАСА, 2000. – С.197.
2. Бардаев, Э.А. Документоведение: учебник для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / Э.А. Бардаев, Б.В. Кравченко. – М.: Издат. центр «Академия», 2008. – 304 с.
3. Оре, О. Теория графов. [Текст] / О.Оре. – 2-е изд.. – М.: Наука, 1980. – С. 336.

### 1.4. Основные принципы геометрического описания реальных объектов

Алгоритмы, сформированные в курсе начертательной геометрии, позволяют подготовить обучающегося к процессу построения трехмерных объектов на плоскости [1]. Но этот процесс будет затруднен одним обстоятельством. Реальные объекты часто имеют форму далекую от абстрактной геометрической, на которую ориентированы созданные алгоритмы. Здесь необходимо связующее звено между реальностью и этими алгоритмами. Таким звеном является геометрическое описание реальных объектов. Это позволяет ввести в структуру курса теории изображения новый учебный элемент – геометрическое описание. Рассмотрим его основные особенности.

Сущность геометрического описания заключается в том, что любой реальный объект получает геометрический аналог. Он представляется как совокупность геометрических поверхностей. Это дает возможность применить для их изображения алгоритмы по построению плоских изображений трехмерных геометрических поверхностей, разработанные в курсе начертательной геометрии.

Разрабатывая методику обучения геометрическому описанию, необходимо учитывать следующие аспекты:

1. Логическую структуру геометрического описания.
2. Основные этапы создания плоских изображений трехмерных объектов.
3. Особенности методики, определяемые степенью сложности исходных объектов.
4. Особенности умственного развития обучающегося.

Учитывая методический аспект, геометрическое описание целесообразно представить, как процесс, состоящий из трех этапов. Первый этап

определяется умением подобрать геометрическую поверхность или совокупность поверхностей, которые по возможности аппроксимируют весь объект целиком. Второй этап заключается в детальном геометрическом анализе исходного объекта. В результате его он представляется, как совокупность более мелких геометрических поверхностей.

После геометрического анализа возникает необходимость обобщить детали, соотнеся их с первоначально выбранным общим объемом. Этим определяется содержание третьего этапа геометрического описания. Использование геометрического описания позволяет на завершающем этапе вернуться к исходной обобщенной форме. Зная, как строятся на ней тени, можно легко обобщить все тени, построенные на деталях. Конечно, при этом необходимо выверить правильность пропорций на исходном объекте и его изображении. В начертательной геометрии для этих целей тоже существуют алгоритмы, основанные на простых приемах деления отрезка в заданном отношении [1].

Оценивая с точки зрения методики эти этапы, можно сказать, что переход от первого этапа ко второму основан на дедукции, а переход от второго этапа к третьему – на индукции. В традиционной методике это соответствует двум принципам рисования: от общего – к частному и от частному – к общему. Следует обратить внимание на то, что такие этапы присущи и всему процессу рисования. С ними органично сливаются этапы геометрического описания, имеющие ту же логику. На каждом из этих этапов геометрическое описание должно работать как механизм, благодаря которому можно включать в работу алгоритмы из области начертательной геометрии по изображению на плоскости трехмерных объектов и выполнять различные операции с этими изображениями.

#### Библиографический список

1. Найниш, Л.А. Начертательная геометрия [Текст] / Л.А. Найниш. – Пенза: ПГАСА, 2000. – 197 с.

### 1.5. Компетенции, формируемые в процессе обучения геометро-графическим дисциплинам

Новый закон об образовании, вступивший в силу с 1 сентября 2013 г, определил основное понятие «профессиональное обучение», как «вид образования, который направлен на приобретение обучающимися знаний, умений, навыков и **формирование компетенции**, необходимых для выполнения определенных трудовых, служебных функций ...» [1].

ФГОС установил две основные группы компетенций, которые формируются у студентов направления подготовки 120700 «Землеустройство и кадастры»:

1. Общекультурные компетенции (ОК).
2. Профессиональные компетенции (ПК) [2].

Стандарт третьего поколения также закрепил ОК и ПК, формируемые каждой учебной дисциплиной. Однако это общие формулировки. В настоящей публикации приведены формулировки компетенций, адаптированные к формируемым компетенциям средствами геометро-графических дисциплин (начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графики) будущих землеустроителей и инженеров кадастровых специальностей.

**Общекультурные компетенции (ОК).** Это компетенции, которые являются результатом изучения всех циклов и блоков дисциплин, а также воспитательного воздействия вуза. Они предполагают владение соответствующей культурой мышления, определяемой способами получения, хранения и переработки информации. Кроме этого у студента формируется ценностное представление о культурных ценностях и их значении в жизни социума (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Общекультурные компетенции направления подготовки «Землеустройство и кадастры» формируемые средствами геометро-графических дисциплин

ОБЩЕКУЛЬТУРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
	Стандартная формулировка	Формулировка, адаптированная к комплексу геометро-графических дисциплин
1	2	3
ОК-1	Владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию, систематизации информации, постановке цели и выбору путей её достижения	При решении задач по начертательной геометрии необходимо ставить цель, формулировать задачу, определить ее место в системе других задач, на основании анализа и обобщения выявить и сформулировать алгоритм решения задачи
ОК-2	Стремление к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства	Овладение компетенцией ОК-2 является основой для саморазвития, которое состоит в умении осваивать новые области геометрического моделирования, повышая тем самым свою квалификацию и развиваться в выбранной профессии
ОК-7	Умение критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков	Критическая оценка своих достоинств и недостатков в области геометрического моделирования позволяет намечать пути и выбирать средства для дальнейшего саморазвития
ОК-8	Осознание социальной значимости своей будущей профессии, обладанием высокой мотивации к выполнению профессиональной деятельности	Овладение приемами создания технических изображений и работы с ними позволяет осознать широкий диапазон и важность их использования

Окончание табл. 1

1	2	3
ОК-10	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Способность использовать основные законы возникновения изображений является базой для освоения методов геометрического моделирования, которые существенно расширяют возможности теоретического и экспериментального исследования
ОК-11	Способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	Способность понимать сущность и значение геометрической информации в развитии современного информационного общества
ОК-12	Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией	Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки геометрической информации, навыками работы с компьютерными программами как средством работы с этой информацией

**Профессиональные компетенции (ПК)** – это способности работника выполнять работу в соответствии с требованиями должности (табл.2).

Т а б л и ц а 2

Профессиональные компетенции направления подготовки  
«Землеустройство и кадастры» формируемые средствами  
геометро-графических дисциплин

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
	Стандартная формулировка	Формулировка, адаптированная к комплексу геометро-графических дисциплин
1	2	3
ПК-6	Способность использовать знание методик разработки проектных, предпроектных и прогнозных материалов (документов) по использованию и охране земельных ресурсов, и объектов недвижимости, технико-экономическому обоснованию вариантов проектных решений	В основе использования методик разработки указанных документов основано на технических изображениях, которые фиксируют геометрическую информацию о земельных ресурсах, и объектах недвижимости

Продолжение табл. 2

1	2	3
ПК-7	Способность использовать знание современных технологий автоматизации проектных, кадастровых и других работ, связанных с Государственным кадастром недвижимости, территориальным планированием, землеустройством, межеванием земель	Формирование указанной способности основано на знании соответствующих разделов начертательной геометрии и компьютерных программ, позволяющих работать с геометрической информацией о недвижимости и земельными участками
ПК-8	Способность использовать знание методики территориального зонирования и планирования развития городов и населенных мест, установления их границ, размещения проектируемых элементов их инженерного оборудования	Способность использовать знание методики фиксации геометрической информации о земельных участках и инженерном оборудовании
ПК-10	Способность использовать знание современных автоматизированных технологий сбора, систематизации, обработки и учета информации о земельных участках и объектах недвижимости	Способность использовать знание современных автоматизированных технологий сбора, систематизации, обработки и учета геометрической информации о земельных участках и объектах недвижимости
ПК-13	Способность использовать знание современных технологий топографо-геодезических работ при проведении инвентаризации и межевания, землеустроительных и кадастровых работ, методов обработки результатов геодезических измерений, перенесения проектов землеустройства в натуру и определения площадей земельных участков	Способность использовать знание в области геометрического моделирования в современных технологиях по выполнению топографо-геодезических работ при проведении инвентаризации и межевания, землеустроительных и кадастровых работ, методов обработки результатов геодезических измерений, перенесения проектов землеустройства в натуру и определения площадей земельных участков
ПК-14	Способностью использовать знание современных технологий дешифрирования видеоинформации, аэро- и космических снимков, дистанционного зондирования территории, создания оригиналов карт, планов, других графических материалов для землеустройства и Государственного кадастра недвижимости	Способностью использовать знание современных технологий дешифрирования видеоинформации, аэро- и космических снимков, дистанционного зондирования территории, создания оригиналов карт, планов, других графических материалов для землеустройства и Государственного кадастра недвижимости на основе знания соответствующих разделов начертательной геометрии и компьютерной график

1	2	3
ПК-18	Способность участвовать в разработке новых методик проектирования, технологий выполнения топографо-геодезических работ при землеустройстве и кадастре, ведения кадастра, оценки земель и недвижимости	На основе знаний о фиксации геометрической информации способность участвовать в разработке новых методик проектирования, технологий выполнения топографо-геодезических работ при землеустройстве и кадастре, ведения кадастра, оценки земель и недвижимости

Таким образом, вышеизложенное свидетельствует о важности учебных дисциплин геометро-графического комплекса в профессиональном обучении и в становлении профессионалов в области землеустройства и кадастров.

#### Библиографический список

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" Опубликовано: 31 декабря 2012 г. в "РГ" – Федеральный выпуск №5976.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры». Приказ Министерства образования и науки РФ от 18 ноября 2009 г. № 631 "Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 120700 Землеустройство и кадастры <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/97208/>

#### 1.6. Формирование профессиональных компетенций выпускников инженерно-технических специальностей

Техническое образование в России имеет глубокие традиции. Общеизвестно, что наши ведущие технические вузы способны готовить специалистов высокого уровня, сочетающих глубокие теоретические знания с технической интуицией, отличающихся широким кругозором, умением быстро вникать в научные и технические проблемы, имеющих стимулы к получению новых знаний, повышению квалификации. Это очень важно для научно-технической деятельности молодых специалистов, особенно в эру высоких технологий.

В Ливенском филиале Госуниверситета – УНПК активно внедряются в учебный процесс прогрессивные технологии автоматизированного проектирования, при этом, проводится мониторинг использования конкретных программных продуктов на промышленных предприятиях, с целью адапти-

ровать знания студентов к требованиям производства. Основой компьютерной графики для технических специальностей является машиностроительное черчение, выраженное с помощью компьютера. При формировании навыков создания чертежей на компьютере хорошо прослеживается методика перехода от простого к сложному – от простых фигур и линий к более сложным и насыщенным элементам чертежам.

Переход к пространственному моделированию необходимо осуществлять при наличии достаточных навыков по созданию сложных чертежей. Создание твердотельных моделей требует определенной тренированности пространственного мышления. Создание чертежей по аксонометриям или реальным деталям является одной из разновидностей подобных тренировок.

Руководствуясь вышеуказанными положениями был сформирован курс лабораторных работ по компьютерной графике для студентов-машиностроителей.

Структура всех лабораторных работ курса однотипна.

На первом этапе студенту необходимо выполнить общее для всех задание, содержащее комплекс новых для него, на данном этапе элементов и приемов, которые необходимо освоить. Методика выполнения общего задания демонстрируется видеороликом, содержащим последовательность необходимых действий и их результатов. В минимальном варианте достаточно повторить все действия, производимые в видеоролике для получения результата. Однако минимальное внимание к своим действиям позволяет практически проделать и освоить новые приемы и методы работы.

Перейти ко второму этапу можно только успешно завершив первый.

На втором этапе необходимо самостоятельно выполнить индивидуальное задание, сложность которого равноценна общему, используя навыки и методы, освоенные при его выполнении.

Третий и последующий этапы предлагают выполнение аналогичных заданий в рамках отведенного на занятие времени.

Рейтинговый контроль результатов труда студентов осуществляется посредством начисления определенного количества баллов за каждый выполненный этап. При этом для получения зачета по лабораторной работе достаточно успешно завершить первый и второй этап. Третий и последующий выполняются добровольно ввиду наличия свободного времени и желания улучшить свой рейтинг.

Значительно повысить профессиональную и социальную адаптацию выпускников позволяют внедряемые на кафедре межпредметные связи, все общепрофессиональные дисциплины закреплены за кафедрой технологии машиностроения, поэтому, обучение методам и средствам проектирования и моделирования происходит непрерывно на всем протяжении обучения.

Выпускник специальности 151001 «Технология машиностроения», направления подготовки 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», направления подготовки 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», за время обучения владеет базовыми знаниями при проектировании как минимум в трех наиболее востребованных программных продуктах, это Компас 3D,(осваивается в рамках дисциплины «Компьютерная графика»), T-FLEX – комплекс программных продуктов для автоматизации проектирования, подготовки и организации производства, (в рамках дисциплины «Инженерные информационные системы»), SolidWorks, (в рамках дисциплины «Автоматизированная система конструкторско-технологической подготовки производства», «Компьютерные технологии в инженерном деле»).

Причем хочется отметить, что специализация преподавателя на определенном программном продукте позволяет ему самому не отставать от новинок в данной конкретной области. Очень сложно «объять необъятное», как преподавателям, так и студентам, поэтому и задания усложняются постепенно, от курса к курсу. В конечном итоге при проектировании режущего инструмента, на третьем курсе, студенты уже самостоятельно определяются, в какой программе они будут выполнять курсовую работу, и в каком виде. При индивидуальном подходе преподаватели специальных дисциплин, в зависимости от способностей каждого студента, рекомендуют, начать проектирование с 3D-модели или ограничиться двухмерным чертежом.

Конечной задачей в воспитании молодого специалиста является практическая направленность студентов и формирование профессиональных компетенций и навыков, а также адаптация к конкретным условиям работы. Для этого для студентов 4–5 курсов организована работа на неполный рабочий день с учетом графика учебного процесса. Предприятия, в свою очередь, создают все условия для обеспечения возможности совмещения очной формы обучения и работы на конкретных инженерных должностях.

### **1.7. Формирование ценностно-смыслового отношения к геометро-графическим знаниям у студентов строительного вуза**

В современном профессионально-образовательном процессе при изучении комплекса геометро-графических дисциплин наблюдаются тенденции снижения качества обучения студентов. Усвоение знаний затруднено в силу того, что объем учебной информации достаточно велик и при этом когнитивная составляющая не всегда соответствует ее практической

востребованности. Кроме того, дидактическое обеспечение учебного процесса не в полной мере соответствует возрастающим требованиям социального заказа, одним из важных компонентов которого является ориентация на личностное обучение.

Одним из основных дидактических принципов личностно-ориентированного обучения является выбор студентом своей траектории обучения, соответствующей его конкретным целям и задачам. Она складывается из содержания, формы, методов и темпов обучения. Чтобы определить содержательную траекторию обучения студент должен хорошо ориентироваться в ценностно-смысловом аспекте изучаемых дисциплин.

Реализация этого принципа опирается на умение студентов самостоятельно устанавливать приоритеты в знаниях, которые они получают. Это подтвердили опросы и анкетирование студентов, проведенные в Пензенском архитектурно-строительном университете (ПГУАС). Из 103 опрошенных студентов:

91 % студентов в целостном системном объекте, представленном в виде разноуровневых знаний, не смогли выявить уровни, с помощью которых был задан этот объект (объект как образец многоуровневых знаний был предварительно сформирован на основании опроса экспертов);

57 % студентов испытывали затруднения в систематизации знаний, принадлежащих одному уровню: они не смогли выделить понятия, логически связанные между собой, раскрывающие предметную область знаний;

70 % студентов отметили, что не задумывались над различием соподчиненных знаний и причинно-следственных знаний.

Это обстоятельство свидетельствует о несформированности у студентов ценностно-смыслового отношения к получаемым знаниям. Это существенно снижает качество профессиональной подготовки. Исследование образовательного процесса ПГУАС показывает, что важным резервом повышения качества профессиональной подготовки современного специалиста является формирование у студентов ценностно-смыслового отношения к знаниям, развитие и становление которого происходит в процессе обучения.

В настоящей статье осуществлена попытка наметить пути совершенствования процесса формирования ценностно-смыслового отношения к геометро-графическим знаниям у студентов.

Принцип личностного целеполагания предусматривает необходимость осознания своих целей обучения. В результате любая образовательная ситуация или технологический этап обучения выступают для студента поводом, позволяющим определять характер и содержание его дальнейших действий. Таким образом люди научаются соотносить свои желания с реальными возможностями, индивидуальными способностями и интересами, у них формируется навык грамотного целеполагания. На основе

этого у студентов формируется ценностно-смысловое отношение к знаниям в процессе обучения.

В контексте проблемно-деятельностной теории процесс формирования ценностно-смыслового отношения к знаниям предполагает организацию проблемного обучения студентов. Оно основано на решении ряда специфических учебных проблемных задач по идентификации уровней знаний с их ролью и местом в общей структуре. В процессе обучения у студентов формируются представления о статусе знаний и их месте в структуре, отрабатываются умения дифференциации связей и отношений между знаниями. Кроме этого возникают умения, позволяющие выявлять приоритеты в знаниях. Это является условием адекватной ориентировки в потоках знаний и информации при увеличении учебной и научной нагрузки.

В педагогике существует направление – «Межпредметные связи». Они определяются как «...взаимодействие между содержанием отдельных учебных предметов, посредством которого достигается внутреннее единство образовательной программы, а также последовательное соединение нескольких различных программ в одно целое» [1, 2]. Межпредметные связи в обучении отражают комплексный подход к обучению, который позволяет вычлнить как главные элементы в содержании образования, так и взаимосвязи между учебными предметами. В основе межпредметных связей лежит «координационная сетка», в которой отражаются этапы развития фундаментальных понятий по всем программам обучения. Она помогает использовать материал одного предмета при изучении другого.

В процессе формирования структур мышления важно активизировать компонент оценивания знаний [3]. Одним из путей активизации этого компонента является организация обучения, которое позволяет сформировать ценностное отношение к знаниям. Студентам при этом предлагается выступить в роли экспертов по оценке знаний и решить ряд задач. Студент, таким образом, ставится в условия, когда с одной стороны ему необходимо дать оценку знаниям, определить их статус, выявить роль и место в общей структуре знаний. А с другой стороны, у него нет критериев оценки и соответствующего опыта. В результате возникает проблемная учебная ситуация. Разрешение данного противоречия происходит поэтапно, в процессе овладения способами анализа многомерных структур знаний и способами оценки этих знаний [4].

Процесс формирования ценностно-смыслового отношения к географическим знаниям обусловлен различными гранями познания: познавательно-преобразовательной, ценностно-оценочной, рефлексивной. В процессе познавательной деятельности у обучающихся формируются содержательные представления о смысле и значении знаний. В ходе рефлексивной деятельности происходит осознание инструментария познания, понимание и практическое овладение способом познания. Динамика этого процесса

нацелена на формирование важных для профессии качеств личности и приемов профессиональной деятельности. В процессе оценочной деятельности у обучающихся формируются структуры мышления, направленные на ценностное восприятие мира. Формирование оценочной деятельности у студентов при овладении практическими умениями дифференциации связей субординации знаний. Обучающиеся овладевают умениями распознавания знаний различного статуса.

Ценностно-смысловое отношение к геометро-графическим знаниям – интегративное образование познавательной сферы личности, характеризующееся идентификацией знаний с ролью и местом в общей структуре. Содержательное наполнение ценностно-смыслового отношения к знаниям обусловлено разными компонентами: когнитивным, оценочным и рефлексивным.

#### Библиографический список

1. Вишнякова, С.М. Профессиональное образование: Словарь. Ключевые понятия, термины, актуальная лексика [Текст] / С.М. Вишнякова. – М, 1999. – 538 с.
2. Зверев, И.Д. Межпредметные связи в обучении: РПЭ: в 2-х т. [Текст] / И.Д. Зверев, В.Н. Максимова. – М, 1999. – Т.1. – 672 с., Т2 (М–Я) – 567 с.
3. Столяренко, Л.Д. Психология и педагогика в вопросах и ответах [Текст] / Л.Д. Столяренко, С.И. Самыгин.. – Ростов н/Д: Феникс, 1999. – 576 с.
4. Найниш, Л.А. Проблемы профессиональной подготовки студентов технических вузов средствами геометро-графических дисциплин [Текст] / Л.А. Найниш, Л.Е. Гаврилюк // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2013. – № 4. – С. 88-91.

## Глава 2. ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

### 2.1. Проблемы геометрического образования

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения предъявляет повышенные требования к специальному техническому образованию. Одной из составляющей профессиональных компетенций специалистов инженерных и строительных профессий является умение работать с различными изображениями технических и архитектурных объектов. Умение проявляется в адекватном восприятии, преобразовании, передачи, обработки, фиксации и сохранении на тех или иных носителях геометрической информации этих объектов. Это умение состоит в измерении этих объектов, составлении конструкторской документации, чертежей (технических объектов, планов застроек, проектов землепользования и т.д.) и работе с этими чертежами.

Умения и навыки работы с геометрической информацией студенты получают при изучении комплекса геометро-графических дисциплин. Комплекс геометро-графических дисциплин составляют следующие учебные дисциплины:

- «Начертательная геометрия» – базовая теоретическая часть остальных учебных курсов комплекса. Ее цель состоит в освоении процесса создания чертежей, которые бы сохраняли всю геометрическую информацию исходного объекта. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: изучение закономерностей по построению плоских изображений трехмерных объектов и освоение приемов работы с ними. Языком, с помощью которого начертательная геометрия описывает указанные процессы, является многомерная проективная геометрия. Ее язык позволяет описывать процессы создания технических изображений с общих позиций. Это существенно упрощает понимание всех закономерностей возникновения плоских изображений трехмерных объектов.

- «Черчение» – сборник ГОСТов по оформлению технических изображений (чертежей). Основной задачей черчения является адаптация плоских технических изображений трехмерных объектов к определенным сферам человеческой деятельности.

- «Компьютерная графика» как средство реализации процесса создания технических изображений.

- «Инженерная графика» – часть базовых знаний одного из разделов начертательной геометрии и сборник стандартов по оформлению технических изображений.

Из приведенной характеристики видно, что начертательная геометрия является базовой дисциплиной, которую студенты осваивают в первую

очередь. Для этого им необходим соответствующий уровень обученности, который можно представить двумя составляющими:

1. Необходимым объемом и качеством знаний, умений и навыков в области геометрических знаний.

2. Интеллектуальными умениями, уровень которых позволяет решать новые задачи, являющиеся гностической основой формирования интеллектуальной компетентности человека.

Дадим более подробную характеристику этим составляющим.

Необходимый объем геометрических знаний составляют знания разделов, представленных в табл. 3. В этой таблице дан средний балл за пять лет, который был получен при обработке показателя результатов входного контроля школьных геометрических знаний у студентов направления подготовки «Землеустройство и кадастры».

Т а б л и ц а 3

Данные о геометрических знаниях студентов, которые приступили к освоению геометро-графических дисциплин в период с 2007 по 2013 годы

Разделы геометрических знаний, необходимых при изучении начертательной геометрии	Баллы	
	Максимальный	Полученный средний
Аксиомы планиметрии и стереометрии.	7	1
Признаки принадлежности, параллельности, перпендикулярности, подобия, равенства	11	2
Геометрические построения: касание, пропорциональное деление, серединный перпендикуляр, построение биссектрисы, равных треугольников, углов	5	1
Геометрические преобразования: симметрия, гомотетия, параллельный перенос.	6	2
Плоские фигуры их свойства и взаиморасположение	12	4
Определения поверхностей (тел) и их свойства	14	3
ИТОГО	54	13

Сравнивая средний балл с максимальным, видим, что базовых геометрических знаний явно недостаточно, для того чтобы можно было опереться на них при освоении начертательной геометрии.

К числу интеллектуальных умений, которые являются основой для освоения геометро-графических дисциплин, относятся умения концентрировать внимание, запоминать, анализировать, обобщать, классифицировать, систематизировать, абстрагировать, логически и теоретически мыслить. Выявление этих умений производилось у студентов-первокурсников по тестам, которые разработал Д. Векслер. При обследовании были применен вариант теста WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale), предназначенный для тестирования взрослых от 16 до 64 лет. Этот тест состоит из 11 субтестов, которые

позволяют выявить необходимые для освоения комплекса геометро-графических дисциплин интеллектуальные умения. В табл. 4 приведены данные результатов обследования студентов за пять лет, которые приступили к освоению геометро-графических дисциплин. В графе «Полученный балл» приведены результаты обработки в числах, которые являются средними арифметическими по каждому субтесту и результативному за указанный срок.

Т а б л и ц а 4

Данные об интеллектуальных умениях студентов,  
которые приступили к освоению геометро-графических дисциплин  
в период с 2007 по 2013 годы

Вид интеллектуальных умений	Субтесты Д. Векслера	Максимальный балл	Полученный балл
Уровень развития	Общая осведомленность	29	8
Теоретическое мышление	Понятливость	28	7
Языковая культура	Словарный запас;	84	21
Логическое мышление	Сходство	26	6
Память	Запоминание цифр	16	4
Произвольная концентрация внимания	Арифметический,	14	3
	Шифровка	100	23
	Недостающие детали	21	5
Анализ, синтез	Конструирование блоков	40	10
	Последовательные картинки	8	3
	Сборка объекта	4	1
		370	91

Интерпретация результатов производилась по классификатору IQ, разработанному Д. Векслером, в котором диапазон от 90–109 баллов считается нормой у 50 % процентов населения. Диапазон 80–89 баллов соответствует плохой норме. Полученный 91 балл показывает, что IQ студентов находится ближе к плохой норме .

При этом следует учитывать, что данные по каждому из исследуемых пяти лет показывали постоянное понижение результативной величины. Последние два года уровень базовых знаний постоянно понижался, а величина IQ находилась в плохой норме.

Данная ситуация порождает проблемы у студентов при освоении курса начертательной геометрии. Хотя значение геометрии не только в создании базы для изучения начертательной геометрии. Геометрия, как диалектически связанная с анализом часть математики, имела и имеет большое значение в жизни общества. Она дает человечеству свой синтетический образ познания реальности и решения различных задач, которые невозможно или затруднительно решать средствами анализа. Овладение геометрическими методами является важнейшей целью образования.

Первой из учебных дисциплин, которые составляют комплекс геометро-графических дисциплин, возникла начертательная геометрия. Она имеет четыре подвида: перспективу, аксонометрию, эпюр Монж и проекции с числовыми отметками.

Раньше всех остальных подвидов изображений обрела теоретическую базу перспектива. Первое упоминание об использовании геометрии для описания процесса построения перспективных изображений найдено в трудах Эсхила (525–456 гг. до н. э) и Демокрита (460–370 гг. до н. э). С тех пор развитием теории перспективы занимались многие геометры и художники древности, эпохи Ренессанса и современности.

Необходимость построения изображений, обладающих не только наглядностью, но и точностью, вызвала к жизни аксонометрию, впервые использованную в XVI веке для иллюстрации работ Г. Агриколы. Примерно в то же время Жирар Дезарг предложил строить перспективу по координатам. Тем самым он положил начало методу аксонометрических проекций, который до сих пор применяется как средство выражения технической и архитектурной мысли [1].

Бурное развитие техники требовало изображений, которые сохраняли форму и размеры исходных объектов. Это требование было удовлетворено Гаспаром Монжем в VIII в. Он предложил такой способ построения изображений, который позволял сохранять форму и размеры исходных объектов, однако это достоинство сочеталось с существенным недостатком: в этих изображениях практически отсутствовала наглядность. Трехмерный объект представлен как ряд изображений отдельных объектов и требуется некоторое напряжение наглядно-образного мышления, чтобы увидеть его пространственную форму. Иначе говоря, такие изображения не соответствуют тому, что воспринимают глаза человека. В настоящее время, несмотря на указанный недостаток, такой способ широко используется в самых различных областях науки и техники.

Эпоха путешествий требовала создания изображений, в которых нужно было фиксировать геометрическую информацию об объектах, имеющие значительные горизонтальные размеры. Это рельефы топографической поверхности земли и океанических глубин. Они изображались с помощью метода проекций с числовыми отметками. Этот метод лег в основу создания навигационных, топографических, геодезических и прочих карт.

Следует заметить, что процесс возникновения всех этих изображений описывается с помощью проективной и евклидовой геометрий. Проективная геометрия является одним из разделов математики. Во времена возникновения перечисленных выше разделов начертательной геометрии обе диалектически связанные части математики (анализ и синтез) развивались достаточно гармонично. Но со второй половины 19 века аналитические методы стали с нарастающей скоростью преобладать над геометричес-

кими. В настоящее время почти вся геометрия трактуется с аналитических позиций. Это обстоятельство пагубно отразилось на развитии начертательной геометрии, как науки.

В результате адаптация учебников по начертательной геометрии, написанных почти 200 назад, происходила с постоянным ухудшением, потому что постоянно снижался уровень геометрической подготовки их авторов. (Здесь имеется в виду синтетическая геометрия). Кроме этого в первых учебниках, которые представляли метод Г. Монжа, была заложена ошибка в понимании основной цели учебного курса «Начертательная геометрия». Изображения объектов трехмерного пространства на плоскости существенно отличаются от тех, которые видит глаза человека. В то время (да и сейчас) это обстоятельство вызывало серьезные трудности у людей, осваивающих этот метод. Их нужно было научить преодолевать эту трудность восприятия. Поэтому при формулировке цели произошло смещения акцента именно в этом направлении. Она была сформулирована как формирование видения неестественного для глаза человека плоского изображения трехмерного объекта. В последствие цель начертательной геометрии стали формулировать как формирование пространственного представления.

Однако пространственное представление формируется у человека еще в раннем детстве, когда он начинает перемещаться в пространстве. Это обусловлено особенностями восприятия реальной действительности глазом человека. Геометрическая схема восприятия представлена на рис. 4. На ней видно, что изображения высвечивается на задней стенке глаза в перевернутом виде. Начиная перемещаться в пространстве, маленький человек обретает знания об истинном расположении объектов. Эти знания формируют пространственное представление, благодаря которому объекты «становятся на ноги» и человек получает адекватное представление о пространстве. Если бы оно не было сформировано, то человек не смог бы жить. Но начертательной геометрии приходится с трудом выживать, двигаясь по неправильному пути, который задается ее целью.

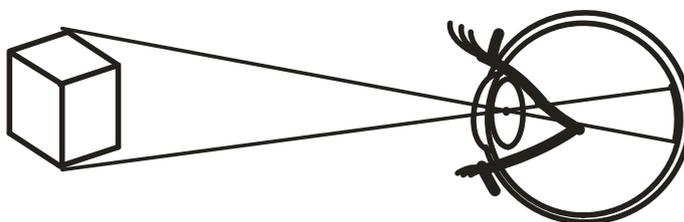


Рис. 4. Схема восприятия объектов глазом человека

Неправильно определенная цель изучения начертательной геометрии негативно сказывается на ценностное отношение к ней. Указанная ошибка бережно переносилась из одного учебного издания в другое. Перечить корифеям, создавшим этот курс, люди, слабо знающие геометрию, не

могли. Самыми неприятными последствиями этой ошибки оказалось некое «табу» на доказательную базу этой математической дисциплины. Отсутствие доказательной базы в математической дисциплине представляет абсурдную ситуацию, которая создает массу трудностей при ее изучении.

Непререкаемый авторитет Гаспара Монжа привел еще и к другому абсурду. Введенные на стадии становления учебного курса задачи на преобразования чертежей имеют доминирующий объем. Возможно, в те времена это имело смысл. Но в настоящее время оказалось, что эти задачи имеют узко ограниченную область практического применения. Эта ситуация закреплена в ГОС, перечить которому, как и Г. Монжу, не возможно. В результате большой объем учебного времени тратится на практически нецелесообразные задачи, вызывая негативное отношение к учебному курсу. Это отношение в итоге распространилось и на административно-образовательные структуры. Учебное время на курс, который обучает «неизвестно чему», стали сокращать. В настоящее время количество аудиторного времени настолько мало, что в него невозможно втиснуть даже минимум содержания учебного курса.

Указанные причины существенно отягощают изучение важной для инженера и для любого грамотного человека дисциплины. Сложилась традиция: учебный курс «Начертательная геометрия» не понятно о чем и трудно поддается изучению.

Еще труднее он стал изучаться, когда началось реформирование среднего образования. Оно привело к тому, что в школах перестали обучать черчению, а геометрию стали излагать с преимущественно аналитических позиций, нарушив тем самым дидактический принцип преемственности обучения. Лишив тем самым абитуриентов базовых знаний, а отсутствие синтетической геометрии, привело к недостаточному развитию образного мышления у школьников, которые крайне необходимы при изучении курсов геометро-графических дисциплин.

Таким образом, в высшем техническом образовании возникла сложная ситуация, которую можно охарактеризовать как «формальное обучение» комплексу геометро-графических дисциплин.

В комплексе геометро-графических дисциплин начертательная геометрия играет роль фундамента. Она объясняет, как возникают плоские изображения трехмерных объектов, и обучает приемам работы с ними. Если фундамент не создан, то строить на нем что-то уже не имеет смысла. А на этот фундамент опираются все остальные дисциплины этого комплекса.

**Черчение** – это учебный предмет, который дифференцирует плоские изображения трехмерных объектов по различным областям: машино и приборостроение, промышленность, строительство, землеустройство и кадастры. Студент, который осваивает черчение, изучает стандарты, вносящие соответствующую специфику в то или иное техническое изображение.

Благодаря этим стандартам изображения дополняются информацией, которая адаптирует их к соответствующей области применения.

Но здесь возникает вопрос: есть ли смысл адаптировать изображение, если оно искажает информацию исходного объекта? Теоретически ответ ясен: «нет», а практически происходит все наоборот. Студентам, которые получили весьма смутное представление о закономерностях построения плоских изображений трехмерных объектов, строят эти изображения с ошибками и с такими чертежами им приходится работать. Чертежи являются заменителями объектов, которые не только существуют, но которые находятся в стадии проектирования. И если в них искажена геометрическая информация (форма, размеры, положение в пространстве), то это, как правило, приводит к серьезным проблемам. Ошибки, возникшие на стадии проектирования, приводят к разрушению сооружений, зданий, быстрому выходу из строя различных приборов и т.д. При неправильно составленных картах и кадастровых описаниях возникают затяжные судебные и финансовые споры и прочие неприятности.

С развитием компьютерных технологий решение проблемы казалось само идет в руки. Люди, преувеличивая «умность» машин, решили, что вот наконец-то эта умная машина все сделает правильно! Решение проблемы найдено! В качестве такого решения в середине 20 века была создана **компьютерная графика**. Благодаря разработанным компьютерным программам появилась возможность создавать плоские изображения. Эти программы можно разделить на две части. Одни являются неким инструментом, как циркуль и линейка, позволяющим проводить различные линии. Другие позволяют создавать достаточно сложные изображения на базе имеющихся библиотек, с использованием имеющихся операторов и модификаторов.

Но проблема оказалась не решенной по двум причинам:

1. Первая группа программ не решила задачи грамотного построения плоских изображений трехмерных объектов, потому что не прибавила знаний ее пользователям в области закономерностей создания этих изображений.

2. Вторую группу программ создавали люди, как правило, не владеющие указанными знаниями. Поэтому полученные в итоге изображения изобилуют массой ошибок.

Тенденция сокращения учебного времени, которое отводится на освоение комплекса геометро-графических дисциплин, привела к появлению нового учебного курса под названием Инженерная графика. В ней соединена одна из частей начертательной геометрии (эпюр Монжа) с машиностроительным черчением. При этом все перечисленные выше ошибки, характерные для начертательной геометрии, бережно сохраняются. Кроме этого добавляются еще и другие, обусловленные сокращением объема учебного материала, которые часто нарушают логику учебного курса.

Таким образом, низкая геометрическая грамотность привела к серьезным методическим проблемам, решение которых ложится на плечи педагогов, обучающих комплексу геометро-графических дисциплин. Для этого им необходима, как минимум, соответствующая геометрическая подготовка и знания законов функционирования учебного процесса.

Геометрическая подготовка складывается из знания многомерной проективной геометрии (а в настоящее время еще и школьного курса стереометрии). Раньше такая подготовка осуществлялась на некоторых факультетах повышения квалификации педагогов, которые длились около четырех месяцев. За это время можно было получить необходимые геометрические и методические знания в области преподавания этих дисциплин. Но в настоящее время и это оказалось невозможным.

Кроме этого необходимо радикальное изменение всей базы учебно-методической литературы, с целью ее адаптации к сложившимся условиям. Это, безусловно, очень трудная задача. Но она осуществима при условии изменения стандартов на содержание учебных курсов комплекса геометро-графических дисциплин. Однако в обозримом будущем положительное решение этой задачи не предвидится.

Следующим обязательным условием решения возникших проблем обучения комплексу геометро-графических дисциплин является качественная педагогическая подготовка преподавательского состава. Для этого нужна достаточно широкая сеть педагогических вузов, в которых имеются художественно-графические факультеты. В России таких факультетов менее двадцати и имеется тенденция к их сокращению. Выпускники этих факультетов имеют как педагогическую подготовку, так и художественно-графическую подготовку по традиционной начертательной геометрии, в которой присутствуют перечисленные выше недостатки. Но и выпускников этих вузов явно не достаточно для обеспечения преподавателями геометро-графических дисциплин всех технических и строительных вузов России.

Таким образом, проведенный обзор современного состояния процесса профессиональной подготовки специалистов технических вузов в ходе изучения комплекса геометро-графических дисциплин показал, что в этой области существуют следующие проблемы:

1. Содержание учебных курсов не соответствует требованиям современности.

2. Несоответствие количества учебного времени основному объему учебных курсов.

Все эти проблемы являются производными от основной: слабая геометрическая подготовка на всех уровнях, как на преподавательском, так и студенческом.

Выделенные проблемы касаются в основном содержания когнитивной составляющей исследуемого процесса профессиональной подготовки. Но

эта составляющая тесно связана с ценностно-мотивационной. Очень трудно сформировать положительный настрой на изучение курса, содержание которого сформировано двести лет назад и не отвечает требованиям современности. Кроме этого студентам совершенно не интересно осваивать учебный курс, когда не понимаешь преподавателя, потому что не обладаешь элементарными знаниями в области геометрии.

Очевидно, что при отсутствии положительной мотивации и низком уровне содержания учебных курсов геометро-графических дисциплин не приходится говорить о высоком качестве формирования профессиональных компетенций. Таким образом, геометрическая подготовка, является самым слабым звеном в процессе профессиональной подготовки студентов технических вузов средствами комплекса геометро-графических дисциплин.

#### Библиографическое описание

1. Бойко, А.П. Логическая структура учебного курса. Логика [Текст] / А.П. Бойко. – М, 1994.

### 2.2. Проблемы и перспективы обучения инженерной графике при переходе к информационному обществу

Реформирование образования обусловлено переходом к информационному обществу, с интеграцией в мировую систему образования, что связано с освоением и внедрением в образовательный процесс новых информационных и коммуникационных технологий. Этот процесс рассматривается как создание единой образовательной электронной среды. Средства и формы обучения, основанные на новых информационных технологиях, становятся важной составляющей любого процесса обучения. Урсул А.Д. особо подчеркивал, что образование, использующее новые информационные технологии, должно стать ядром информационного общества и одним из приоритетных механизмов дальнейшего развития, а это вместе с тем означает усиление внимания ко всем информационным аспектам образовательного процесса [3]. В связи с этим проблема взаимоотношения между современными информационными технологиями и особенностями формирования целостного образовательного пространства значительно актуализируется [2].

Внедрению новых образовательных стандартов, постоянно растущий объем предлагаемых студентам знаний, введение новых предметов, при уменьшении часов аудиторных занятий и низком уровне знаний у абитуриентов – все это требует оптимизации времени учебного процесса для повышения эффективности обучения студентов в первую очередь за счет увеличения интенсивности самостоятельной работы [1]. Примером такой работы может служить создание электронных курсов дисциплины

«Инженерная графика»комбинированного типа в системе электронных курсов СФУ [ms.sfu-kras.ru](http://ms.sfu-kras.ru). Электронный курс в системе, отличается от обычной классической подачи учебного материала тем, что учебные материалы размещены и представлены таким образом, что самостоятельная работа студента составляет более 60 % от общей учебной нагрузки.

Наибольшую же эффективность принесет использование в процессе обучения электронный курс дисциплины, который содержит комплекс программно-технических и учебно-методических средств, обеспечивающих активную индивидуальную учебную деятельность обучаемых (студентов): глоссарий, видеоуроки, достаточный объем теоретического материала размещенного по разделам в интерактивной форме, что значительно упрощает поиск необходимой информации, тесты по каждому разделу курса, задания для практической работы.

Преимущества использования элементов коммуникации (форум, чат, обмен сообщениями) в отношениях студент – студент, студент – преподаватель: студент и преподаватель могут общаться в удобной для них обстановке и в удобное для них время; общение организованное таким образом может контролироваться учебным управлением. Поэтому использование электронных курсов в процессе обучения приобретает особое значение.

При работе в электронных курсах экономится время студента при самостоятельном выполнении заданий дома, даёт возможность преподавателю постоянно контролировать процесс обучения и уровень усвоения материала на любом из этапов выполнения, что позволяет мотивировать студента к своевременному выполнению данной работы. Так же студент без выполнения самостоятельной работы не имеет права получить доступ к контрольным упражнениям и тестам, которые влияют на итоговую оценку по дисциплине. Пока студент не выполнит самостоятельную работу на удовлетворительную оценку, он не сможет даже прочитать текст контрольного задания и упражнения. После каждой изученной темы студент должен выполнить тестовые задания, перед выполнением которых, повторить теоретический материал.

При общении на форуме внутри электронного курса со всеми участниками процесса создается атмосфера творчества, диалога, происходит общение как между студентами и преподавателем, так и между студентами по заданной тематике, что формирует столь необходимые качества как коммуникабельность и сотрудничество.

При использовании электронных курсов в интерактивной системе электронных курсов СФУ обучения у студентов отмечены значительные успехи – баллы за итоговое тестирование выше в среднем на 15-20 % в сравнении с прошлым годом, когда студенты еще не обучались в данной системе.

Успешность использования электронных курсов заключается в максимальной степени индивидуализации учебного процесса, постоянном контроле и эффективном управлении обучаемыми. Элементы и настройки курса мотивируют студентов на самостоятельное изучение дисциплины. Но эффективность инновационной деятельности в большей степени зависит от того, как и каким образом взаимодействуют друг с другом все участники этого процесса. Система отношений, возникающих в инновационной образовательной деятельности, направлена на обновление субъектно-субъектных отношений между преподавателем и студентом. В этом контексте значительно повышается роль личностно ориентированного подхода к организации учебно-воспитательного процесса. Преподаватель должен обеспечить свободу самоактуализации студента через творческий рост.

Несмотря на тот факт, что образование является одним из важнейших факторов в жизни современного человека, у многих представителей в современных условиях снизился общий интерес к получению знаний, как в рамках учебного процесса, так и за его пределами. Именно потребность в становлении новой системы образования призвана стимулировать студентов к получению профессионального образования, что подразумевает использование различных форм и методов организации учебного процесса.

Но проблема в том, что в результате смены ценностных ориентиров в отечественном образовании создалась ситуация, когда преподаватели не только не могут, но и не хотят стремиться к нововведениям. Это, в свою очередь, вызывает конфликтные ситуации между студентом и преподавателем, так как преподаватель не выступает в своей традиционной роли основного источника информации, а отправляет студента за той информацией, которая находится в глобальной сети Интернет. Другими словами, преподаватель часто ориентирует студента на самостоятельное изучение, хотя часто сам не знаком с этими источниками, что вызывает отрицательные моменты в процессе обучения. Для выпуска высококвалифицированных специалистов, необходимо чтобы и преподаватели имели желание совершенствовать свои знания, тогда подготовка студентов окажется максимально приближенной к реальным условиям их будущей деятельности. Именно использование информационных технологий позволит преподавателям не только сохранять свой уровень квалификации, но и постоянно повышать его.

Таким образом, новые методологические подходы необходимо использовать на всех уровнях образовательного процесса, как самостоятельно, так и в процессе проведения аудиторных занятий в интересах повышения качества образования и его адекватности современным проблемам развития цивилизации. Ведь современную систему обучения изменить

быстро невозможно, а улучшить – в наших силах, повысив тем самым успешность обучения в уже существующих условиях.

### Библиографический список

1. Борисенко, И.Г. Инновационные технологии в преподавании начертательной геометрии при формировании профессиональных компетенций [Текст] / И.Г. Борисенко // Вестник ИрГТУ. – 2011. – № 12 (59). – 398 с. С. 355–357.

2. Борисенко, И.Г. Информация в образовательной системе: особенности социально-философского исследования [Текст] / И.Г. Борисенко // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – №3. С. 20–24.

3. Урсул, А.Д. Образование в информационно-эволюционном ракурсе [Текст] / А.Д. Урсул // Открытое образование. – 2010. – № 6.

### 2.3. Анализ преподавания графических дисциплин для студентов механических специальностей ПГУПС

В последнее время происходят большие преобразования в процессе обучения студентов, в том числе и при изучении ими графических дисциплин. Рассмотрев предыдущие и действующий образовательные стандарты видно, что количество часов, выделяемых на их изучение для студентов механических специальностей, постоянно сокращается. При этом во учебных планах ставится задача изучить полный курс начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики.

#### *Историческая справка.*

Начертательная геометрия в середине XX века: лекции и практические занятия по 2 часа в неделю ( всего 72 часа в семестр). Студенты решали 24 задачи, и в итоге задание «Метрическая эпюра», выполняемое на формате А1, экзамен. Количество часов, выделенных на семестр, позволяло прочитать лекции по специальным разделам начертательной геометрии, например, «Методы вспомогательного проецирования» и др.

Дисциплина «Черчение» преподавалась в течении трех семестров: в первом и втором по 2 часа, в третьем – по 4 часа в неделю (всего 144 часа).

Выполнялись следующие задания:

1. «Проекционное черчение».
2. «Пересечение кривых поверхностей» (теоретический и практический варианты).
3. «Крепежные изделия и соединения».
4. «Деталирование простого машиностроительного узла».
5. «Деталирование сложного машиностроительного узла».
6. «Узел машинный простой».
7. «Узел машинный сложный».

Причем для последних двух заданий разрабатывалась полная конструкторская документация, включая в себя рабочие чертежи деталей и спецификацию. В завершении ставился дифференцированный зачет.

В новых Федеральных государственных образовательных стандартах 2011 года (ФГОС) для студентов механических специальностей на дисциплину «Начертательная геометрия» выделено 18 часов лекции и 18 часов практических занятий (всего 36 часов – в 2 раза меньше); «Инженерная компьютерная графика» – 36 часов практических занятий (в 4 раза меньше!).

Проверка остаточных знаний у студентов механических специальностей старших курсов показывает, что они недостаточны.

«Нельзя объять необъятное» – приходим к такому выводу, зная объем науки «Начертательная геометрия» и стараясь вписать ее в 36 часов.

Курдюмову В.И. принадлежат слова, определяющие суть этой науки: «Если чертеж является языком техники, одинаково понятным всем народам, то начертательная геометрия служит грамматикой этого мирового языка ...».

Вывод. Следует очень осмотрительно изменять «грамматику» чтобы не пострадал сам «язык».

Какими темами начертательной можно пожертвовать, не навредив инженерной графике, как сейчас называют черчение? Особенно сложно это сделать зная, что начертательная геометрия относится к тем наукам, изучать которые следует в строгой последовательности, т.к. очередная тема базируется на предыдущей.

Многолетний опыт преподавания всех аспектов графических дисциплин, предусмотренных программой, подсказал нам следующее решение проблемы:

а) ограничиться первым пространственным углом; б) из всех способов преобразования ортогональных проекций оставить только способ замены плоскостей проекций; в) понятие «следы плоскости» свести к минимуму.

Предлагаем следующий план освоения предмета и в соответствии с ним темы задач.

1. *Точка* (только в первом пространственном углу). Позиционные задачи на взаимное положение точек.

2. *Прямая*. Метрические задачи на определение величины отрезка прямой и углов наклона ее к плоскостям проекций.

3. *Плоскость*. Позиционные задачи на построение линий пересечения плоскостей.

4. *Способ замены плоскостей проекций*. Метрические задачи на определение расстояний и величин плоских фигур.

5. *Классификация поверхностей*. Позиционные и метрические задачи на построение линий пересечения поверхностей плоскостями и точек

пересечения их прямыми линиями. Определение натуральной величины сечения.

6. *Построение разверток поверхностей.*

7. *Построение срезов и вырезов поверхностей.*

8. *Взаимное пересечение поверхностей.*

Преподавателями нашей кафедры подготовлен обширный список методической литературы с подробным и поэтапным изложением этих тем. Студентам не составит особого труда освоить некоторые из них самостоятельно, тем более, что рабочими программами отводится на самостоятельную работу не менее 50 % часов, выделяемых на дисциплину.

Что касается черчения, оставляем следующие темы заданий.

1. Проекционное черчение.

2. Резьбовые соединения.

3. Сварной узел.

4. Узел машинный.

5. Детализация машиностроительного узла.

Это – что касается объема.

Для ускорения изложения материала и повышения качества изображений удобно пользоваться мультимедийными комплексами и проекторами (тем более, что меловых досок почти не осталось). Для этого у нас разработаны и внедрены в учебный процесс презентации лекций и практических занятий в программе «Power Point» компании «Microsoft». Ими пользуются все преподаватели, комбинируя темы по своему усмотрению в зависимости от специальности и количества часов. Большим плюсом такого изложения является демонстрация в 3D, что значительно облегчает восприятие материала.

Кроме того, не следует забывать о «старых и добрых» рабочих тетрадях, которыми удобно пользоваться, конспектируя материал. Это значительно повышает скорость и качество работы студентов.

Использование компьютерной графики способствует большей заинтересованности студентов в изучении предмета. В нашем вузе ряд заданий по черчению выполняются в графических редакторах «КОМПАС» и «AutoCAD». Почему не все? Мы считаем, что будущий инженер должен уметь работать и карандашом. Не за горами время, когда у каждого студента будет личный ноутбук. Изучив азы программы «КОМПАС», часть задач по начертательной геометрии можно будет выполнять на компьютере (при нынешней компьютерной сноровке молодежи это несложно), что также ускорит изучение дисциплины. Конечно, если до этого студент изучал в школе черчение и информатику.

Вот и подошло время сказать о школьной подготовке. 90 % первокурсников, поступивших в наш вуз, не изучали черчение в школе. Приходится начинать «с нуля». Пусть это звучит высокопарно, но без черчения

технический прогресс, а с ним и экономический рост страны невозможен. Предмет «Черчение» либо следует сделать факультативом в школе, либо всем абитуриентам, собирающимся поступать в технические вузы, заниматься этой дисциплиной на курсах довузовской подготовки.

#### 2.4. Подготовка специалистов, владеющих визуально-образным графическим языком и современными технологиями геометрического моделирования, как педагогическая проблема

Современный период развития общества обусловлен глубокими качественными изменениями, происходящими во всех сферах человеческой деятельности, новыми экономическими, политическими и социальными условиями их развития, интенсификацией процессов интеграции науки, производства и образования и одновременно серьезным отставанием системы высшего профессионального образования от темпов развития производства.

Подготовка высококвалифицированного специалиста и развитие его как личности всегда была и остается важнейшей задачей высшей школы. Образование, работает как сердце, выпуская «свежую кровь» – высококвалифицированных специалистов во все сферы человеческой деятельности. Специалист – это не только работник, получивший подготовку к избранному им виду трудовой деятельности в высшем учебном заведении, но и личность, обладающая высокими профессиональными качествами, имеющая творческий потенциал, способная к саморазвитию в процессе своей профессиональной деятельности. Обучение такого специалиста связано с формированием его профессионально значимых качеств, являющихся главным фактором его успешной дальнейшей деятельности. Таким образом, формирование целостной системы профессионально значимых качеств является узловым моментом становления личности инженера.

Актуальнейшей задачей профессионального становления современного специалиста является формирование и развитие визуально-образного геометрического языка профессионального общения, который в пространственной и временной перспективе обеспечит выявление и развитие природных способностей, обучающихся к творчеству, конструированию и развитию пространственного мышления.

Из всего многообразия знаковых систем и языков, созданных мировой культурой, графический язык является уникальным в представлении научно-технической информации, что позволяет ему стать профессионально-ориентированным языком в инжиниринге.

Этот язык – древнейший из языков мира. Он универсален: любая визуализация информации об объектах, процессах и явлениях в любой

области человеческих знаний осуществляется средствами графического языка, алфавитом которого является визуальный ряд графических фигур – точек, отрезков прямых и дуг плоских кривых линий. Это – международный язык общения, точный, наглядный и лаконичный.

В профессиональном плане язык графики необходим инженерам как международный язык профессионального технического общения, понятный без вербального сопровождения.

В социальном плане владение графическим языком играет коммуникативную роль, разрешая без помощи слов проблему понимания, так как визуальная образованность позволяет наглядно отображать любые объекты и процессы.

В личностном плане графическая грамотность способствует развитию творческого мышления, что дает инженеру дополнительный шанс к достижению успеха в мире конкуренции.

Следовательно, современный инженер должен владеть визуально-образным языком, уметь его использовать при создании геометрических моделей, иметь пространственно-конструктивное мышление – мыслить на этом языке. Уровень визуально-образного геометрического языка определяет уровень развития инженерной деятельности в целом.

Можно утверждать, что визуально-образный геометрический язык играет исключительно важную интегративную роль не только в инженерной деятельности, но и в развитии научного познания. А отсюда следует и исключительная важность геометро-графической подготовки, которая является базисной и её отставание от реалий дня потянет назад и другие дисциплины.

Базовая геометро-графическая подготовка должна осуществляться в рамках единого целостного фундаментального курса, состоящего из нескольких разделов, плавно переходящих один в другой в соответствии с логикой развития визуально-образного графического языка и имеющих единую цель, предмет и методологию изучения на протяжении всего периода обучения.

Из вышперечисленного вытекает необходимость спроектировать и апробировать систему формирования и развития визуально-образного геометрического языка, отражающую современный уровень развития инженерного геометрического моделирования, определить и обосновать междисциплинарные основы геометро-графической подготовки, создать комплект учебно-методических материалов, обеспечивающих непрерывность учебной деятельности студентов по овладению визуально-образным языком и современными технологиями инженерного геометрического моделирования.

Система формирования визуально-образного геометрического языка профессионального общения позволит повысить качество готовности

выпускников вузов к высокопроизводительному, творческому труду, если её проектирование и реализацию вести на основе:

- системного подхода;
- сквозного поэтапно развёртывающегося от курса к курсу, от одной дисциплины учебного плана к другой непрерывного процесса;
- преобразования студента в процессе обучения в вузе из объекта формирования его геометрического языка профессионального общения в субъект творческого саморазвития в этой области;
- преобразования структурных компонентов системы подготовки будущих специалистов (цели, содержания, методов обучения, деятельности преподавателей и студентов) в соответствии с требованиями системообразующего элемента цели (формирование визуально-образного геометрического языка общения) и системообразующего фактора (принципа преемственности);
- обеспечения участия преподавателей всех дисциплин учебного плана вуза в развитии визуально-образного геометрического языка профессионального общения студентов;
- создания учебной визуально-образной среды формирования у студентов геометрического языка профессионального общения для их поэтапного включения в разнообразные виды деятельности, способствующие развитию этого языка.

Данный курс должен строиться не просто на самых передовых, а перспективных технологиях геометрического моделирования, так как наша цель – подготовка специалистов завтрашнего дня.

## 2.5. Проблемы обучения студентов графическим дисциплинам в техническом вузе

Процесс конструирования – это широкий спектр решения проблем, который можно условно разделить на два периода. Первый период – процесс, рассчитанный на компетентность конструктора – создателя механизмов и машин, на его подготовленность к проектной деятельности, когда намечаются основные контуры изделия, которую могут ограничивать лишь возможности современных технологий и экономических факторов. Во второй период на основе проведенных расчетов выполняется так называемая конструкторская документация изделия, которая дополняет процесс обучения с учетом предметной области. Здесь очень важно плотное сотрудничество с выпускающей кафедрой, которое определяется, в основном, задачами и объемами разрабатываемых студентами элементов конструкций, не забывая при этом, что трудно представить одновременно целый образ и думать о его частях. При этом такой подход дает возмож-

ность студентам уже на первом курсе при выполнении учебных графических работ (конструкторской документации) знакомиться со структурой, устройством и условиями эксплуатации продукции.

Высшая ступень образования – это индивидуализация обучения, позволяющая не только углублять знания по общетехническим дисциплинам, но и развивать системность мышления в области профессионального конструирования, с учетом новейших информационных технологий.

В процессе обучения следует также обратить внимание на процесс создания в исходных данных для дальнейшего расчета, создание технического задания, эскизного проекта, технического проекта. Такие вопросы имеют важное значение для создания изделия, а на первом курсе этот процесс для студентов звучит как-то абстрактно. Для решения проблемы квалифицированного обучения студентов разработана рабочая тетрадь, позволяющая решать проблемы обучения графическим тонкостям дисциплины уже на первом курсе.

Рабочая тетрадь состоит условно из трех частей.

Первая часть наиболее трудоемкая, состоит из набора задач по темам, оговоренным учебным планом по данной специальности. Всего таких задач в тетради более пятидесяти. Они посвящены всем разделам курса начертательной геометрии. Особенность набора задач состоит в следующем: дается словесное описание задачи, исходные данные, а также необходимая часть результатов решения. Дается также графическая часть исходных данных с обозначением элементов, необходимых при решении задачи, их буквенное обозначение. Здесь же при графическом задании предусматривается место для нанесения графической части решения с использованием условных обозначений входящих в решения линий: линии связей, точки с их условным изображением и обозначением, невидимые участки элементов, как исходных данных, так и результатов решения, промежуточных построений и результатов решения. Весь объем задач условно разбит на темы (примерно 18–20). Все это сделано для того, чтобы обеспечить необходимость включения в учебный процесс второй части данной работы – обеспечение информационной составляющей учебного процесса в данном случае. Это краткое изложение тех частей лекционного курса, необходимость которого возникает при решении задач соответствующего раздела. Таких «подсказок» в данной работе 18–20. Они изображены в пособии на отдельных листах, обозначены соответствующими графическими изображениями и носят законченный характер.

Вторая часть рабочей тетради состоит в решении домашней работы. В этой работе выполняется шесть отличий от решаемых задач, на отдельном формате А3. Все исходные данные (40 вариантов) внесены в таблицу, которая также задана в данном учебном пособии. Помимо прочего, здесь же приводится пример выполнения данной домашней работы и подробный алгоритм ее решения. Также приводится задание работы №2, которое

решается здесь же в тетради. Здесь же приводятся контрольные вопросы, позволяющие достойно подготовиться к экзамену по инженерной графике.

Вся эта информация включена в одну общую сброшюрованную тетрадь, каждый студент получает ее в качестве задания на весь срок изучения начертательной графики.

Отдельно от тетради издан контрольный листок, на котором даются две заключительные задачи, со свободным местом для их решения, и контрольный вопрос из перечня, приведенного в тетради. Эти контрольные листы выдаются студентам на заключительной лекции в поточной аудитории (до 150 штук) и на последнем академическом часе за 45 минут производится решение контрольных задач и ответы на поставленные вопросы.

Таким образом, при качественном выполнении всех видов работ (решения задач, выполнение домашней работы, решение контрольных задач, ответ на вопрос) преподаватель имеет возможность заранее оценить и аттестовать успевающего студента.

Такой подход подачи учебного материала, на наш взгляд, имеет смысл, так как среди студентов имеет место неоднородность уровня знаний изучаемого предмета, поскольку в школе изучение «черчения» проводится, в основном, преподавателями, не имеющими никакого профессионального образования по данному предмету, да и в университете имеется широкий спектр уровня знаний, так как на первом курсе есть как школьники, так и студенты, которые закончили техникумы, колледжи. Если это технические учебные заведения, то инженерная графика для них не новость. Это позволяет, при наличии тетради, устанавливать свой индивидуальный график обучения.

Третий этап обучения начинается с индивидуального задания для разработки технической документации изделия. Каждое изделие подобрано так, чтобы оно соответствовало предметной области специальной дисциплины. Несмотря на кажущуюся разновидность механических изделий, между ними существуют общие элементы: резьбовые изделия, заклепочные соединения, чертежи пружин, конструкторская документация армированных изделий и т.п.

Все перечисленные работы охватывают значительную часть узлов и сборочных единиц приборных устройств. При этом для различных специальностей возможна двухступенчатая система обучения, с увеличивающейся степенью сложности от ступени к ступени, например: ознакомительно-образовательное – для специалистов управления, прикладной математики, информатики, медицинской техники и т.п.; с элементами конструирования и расчетов – для специалистов приборостроения и технологии изготовления радиоэлектронной аппаратуры.

Все вышесказанное является основой для использования студентами приобретенных навыков при выполнении курсовых работ (проектов), а также при выполнении дипломных проектов.

# Глава 3. ПУТИ РЕШЕНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

## 3.1. Оптимизация обучения инженерной графики

Открытость архитектуры программы AutoCAD позволяет пользователю создать приложение и настроить его на выполнение, редактирование и демонстрацию текстов, чертежей и трехмерных моделей.

Создано дополнительное меню AutoCAD для обучения дисциплины «Инженерная графика», файл меню ACAD.MNU автоматически загружается при запуске AutoCAD. Глава 32 создания меню "Виды меню и настройка панелей инструментов [1]». Наше меню содержит пункты указанной дисциплины, сгруппированные по функциональному назначению, причем каждая группа имеет в меню свой заголовок. Например, все текстовые файлы имеют заголовок *Лекции*, а все файлы для вычерчивания и решения задач имеют заголовок *Практика* (рис. 5).

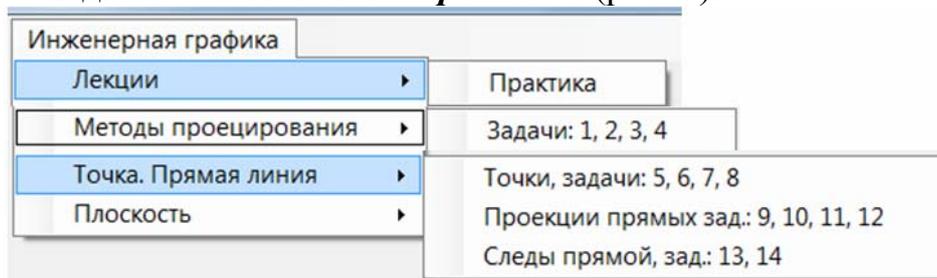


Рис. 5

Приложение представляет собой две виртуальные рабочие тетради:

первая по теории дисциплины, вторая тетрадь по выполнению графических задач и чертежей. Теорию дисциплины представляет текстовый файл – это лекции по инженерной графике. Приведен пример лекции с трехмерными моделями, которые можно загружать для просмотра в анимации или динамической демонстрации (рис. 6).

### 1. Основные методы проецирования

Центральное проецирование. Сущность центрального проецирования заключается в следующем: пусть даны плоскость  $\pi_1$  и точка  $C$  (рис. 1). Возьмем произвольные точки  $A$  и  $B$ , через заданную точку  $C$  и точки  $A$ ,  $B$  проведем прямые  $(CA, CB)$ , отмечаем точки  $A'$ ,  $B'$  в которых эти прямые пересекают плоскость  $\pi_1$ . Плоскость  $\pi_1$  называется плоскостью проекций, точка  $C$  – центром проекции, точки  $A'$ ,  $B'$  – центральными проекциями точек  $A$  и  $B$  на плоскость  $\pi_1$ , прямые  $(CA, CB)$  – проецирующими линиями. Положение плоскости  $\pi_1$  и центра  $C$  определяет аппарат центрального проецирования. Если он задан, то всегда можно определить положение центральной проекции любой точки пространства на плоскости проекции.

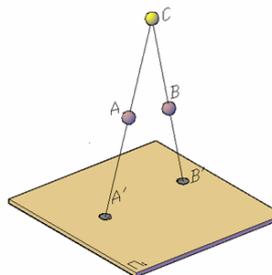


Рис. 1. Модель центрального проецирования

Параллельное проецирование является частным случаем центрального проецирования, когда центр проекции помещен в несобственной точке  $C^\infty$ . В этом случае

Рис. 6. Пример с трехмерными моделями

В разделе практика созданы файлы пространственных листов с двумя видовыми экранами. Графическое решение задачи выполняется в первом видовом окне с заготовками: условия задачи, плоскостями проекций и координатными осями. Во втором видовом окне показана 3D модель, для иллюстрации решаемой задачи (рис. 7).

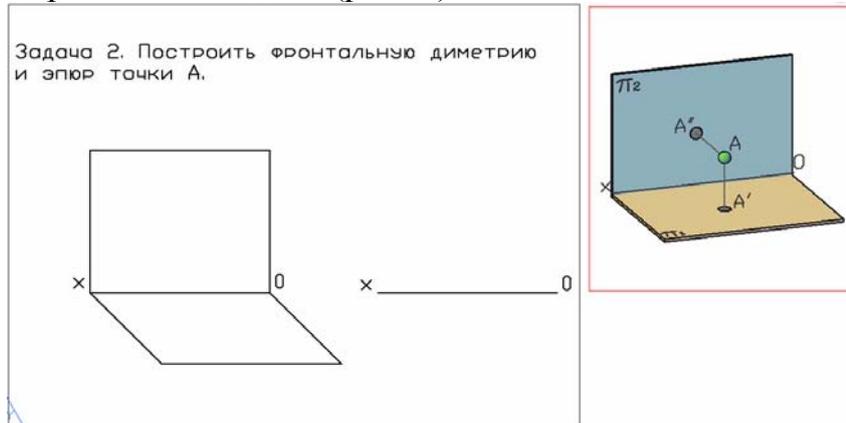


Рис. 7. 3D модель для иллюстрации решаемой задачи

Прежде, чем начать работать в видовом экране, в него нужно "войти". Переместим курсор внутрь видового экрана и дважды щелкнуть левой клавишей мыши, видовой экран приобретет утолщенную контурную линию. Это будет означать, что он стал активным, в нём можно работать.

Для того, чтобы "выйти" из видового экрана, дважды щелкнем клавишей мыши по пространству листа, за пределами видового экрана.

На рис. 8 приведен пример активного видового экрана с решенной задачей, где построена горизонтально проецирующая плоскость, заданная треугольником. Одна из вершин которого является заданная точка A. Горизонтальная проекция треугольника вырождена в отрезок прямой и расположен к прямой параллельной оси  $Ox$  под  $45^\circ$ .

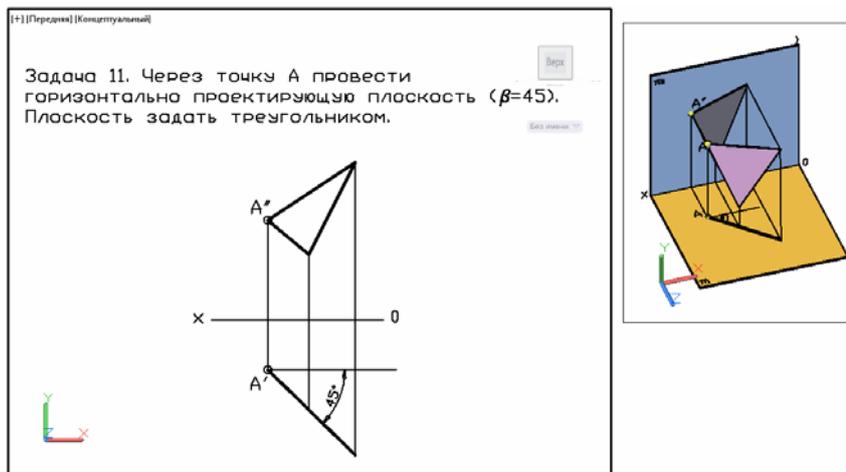


Рис. 8. Пример активного видового экрана с решенной задачей

Виртуальная среда пакета AutoCAD позволяет выполнять задания в двухмерном и трехмерном измерении, пересылать преподавателю на проверку, хранить в архиве.

#### Библиографический список

1. Эффективная работа: AutoCAD 2002 / Ш. Тику. – СПб.: Питер, 2003. – 1168 с.

### 3.2. Алгоритм и формы реализации процесса обучения

Реформирование современного образования, его интеграция в европейскую и мировую систему, возрастающие требования к качеству подготовки специалистов различного профиля, обуславливают актуальность повышения эффективности процесса обучения. Действия, направленные на достижения этой цели, не должны, в первую очередь, разрушить этот процесс. Поэтому авторы любых преобразований в указанной области обязаны действовать в соответствии с законами и принципами, которые характеризуют процесс обучения. К ним следует отнести алгоритм процесса обучения, основные законы и принципы дидактики.

Одним из важных законов дидактики является закон обратной связи. Чем выше степень его реализации, тем выше эффективность функционирования учебного процесса. Обратная связь в той или иной степени реализуется на всех этапах этого процесса. Результатом нашего исследования процесса обучения оказалась математическая модель, благодаря которой выявлена взаимосвязь основных параметров процесса обучения и различных уровней обратной связи. Таких уровней оказалось пять, где первый уровень является низшим, а пятый высшим [4].

Алгоритм процесса обучения составляют пять обязательных этапов, каждый из которых преследует свою цель. Целью первого этапа является подача новой информации. На втором этапе она усваивается, превращаясь в знания. На третьем этапе необходим контроль качества знания. После этого наступает этап оценки проконтролированных знаний. Завершает эту процедуру этап коррекции [1, 2, 3].

Безусловно, что выделенные этапы алгоритма процесса обучения взаимосвязаны друг с другом, что демонстрирует граф на рис. 9.

Каждый из выделенных этапов реализуется в различных формах. Самые распространенные формы подачи учебной информации представлены графом на рис.10, где: 1. Формы подачи учебной информации; 2. Первая группа; 3. Вторая группа; 4. Беседа; 5. Лекция; 6. Рассказ; 7. Просмотр видео; 8. Чтение; 9. Аудирование.

Они разделены на две группы в зависимости от источника сведений. Первая группа: беседа, рассказ, лекция (источником учебной информации

является педагог). Вторая группа: просмотр учебного фильма, чтение учебников, прослушивание аудиоматериалов (учебная информация получена самостоятельно). Оценивая эти формы с точки зрения закона обратной связи, заключаем, что самая высокая степень его реализации – когда носителем учебной информации является педагог. Причем, первое место занимает беседа (уровень обратной связи (Ос) соответствует пяти), за которой следует рассказ и лекция (уровень обратной связи (Ос) соответствует четырем).

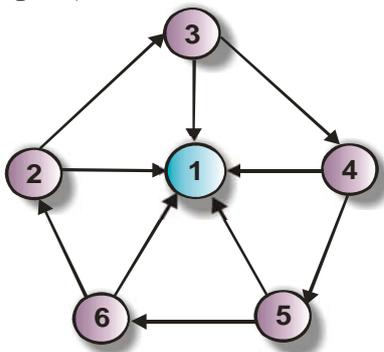


Рис. 9. Логическая структура алгоритма обучения

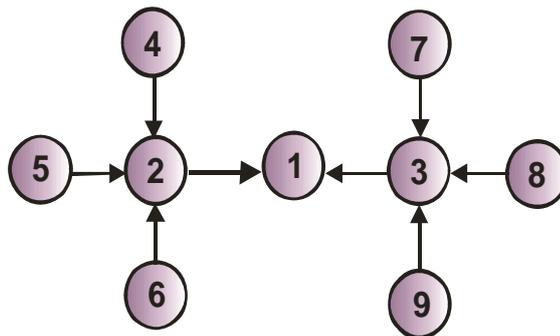


Рис. 10. Логическая структура форм подачи учебной информации

В плане работы закона обратной связи просмотр учебных фильмов, чтение учебников и аудирование соответствуют третьему, второму и первому уровням обратной связи. Однако, возможны варианты в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся.

Такое условное разделение форм подачи учебной информации и соответствующих им уровней обратной связи, представляется идеальным. На практике используются несколько форм одновременно, в зависимости от уровня квалификации педагога. Тем не менее, выделенная схема помогает ориентироваться при выборе соответствующей формы подачи учебной информации для формирования той или иной методики обучения.

Целью следующего этапа является усвоение учебной информации и трансформация ее в знания, умения и навыки. Дидактика предполагает, что прежде чем сформировать навыки необходимо получить теоретические знания. На их основе появляются умения, которые превращаются в навыки. Логику этих отношений описывает граф на рис. 11, где: 1. Усвоение учебного материала; 2. Знания; 3. Умения; 4. Навыки. Он демонстрирует неделимость процесса усвоения учебной информации.

С учетом обратной связи, можно выделить следующие уровни усвоения учебной информации: 1. Знания (100% по всему учебному курсу); 2. Частичные умения (до 50% от всего учебного курса); 3. Умения (100% по всему учебному курсу); 4. Частичные навыки (до 50% от всего учебного курса); 5. Навыки (100% по всему учебному курсу), где: 1, 2, 3, 4, 5 – соответствующие уровни обратной связи.

В реальности процесс обучения разнообразнее и предложенная нами схема помогает в нем ориентироваться. Предпочтительнее иметь сто процентные знания на всех пяти уровнях. Однако на втором и четвертом уровнях допускается наличие до пятидесяти процентов умений и навыков.

Назначение этапа контроля качества знаний состоит в выявлении соответствия уровня знаний, приобретенных обучающимися – образовательному стандарту по данной программе. Он является мощным средством реализации обратной связи в процессе обучения.

На рис. 12 представлен граф, моделирующий логическую структуру существующих видов и методов контроля качества знаний, где: 1. Индивидуальный контроль; 2. Комбинированный контроль; 3. Фронтальный контроль; 4. Всеобщий контроль; 5. Текущий контроль; 6. Выборочный контроль; 7. Итоговый контроль; 8. Письменный контроль; 9. Устный контроль; 10. Наблюдение; 11. Дидактические тесты; 12. Практические работы. Связность графа показывает, что все виды, формы и методы контроля взаимосвязаны. Кроме этого, симметричность графа свидетельствует о том, что выявленная логическая связь оказывается фундаментальной дидактической закономерностью. Анализ представленных видов контроля устанавливает их взаимодействие с уровнями обратной связи. Так, 1, 2, 3, 4, 5 уровням соответствуют следующие методы, формы и виды контроля: 1. Выборочный, итоговый, фронтальный; 2, 3, 4 – выборочный, текущий, групповой (с учетом объема учебного материала и среднего количества опрошенных студентов); 5. Всеобщий, текущий, индивидуальный [5].

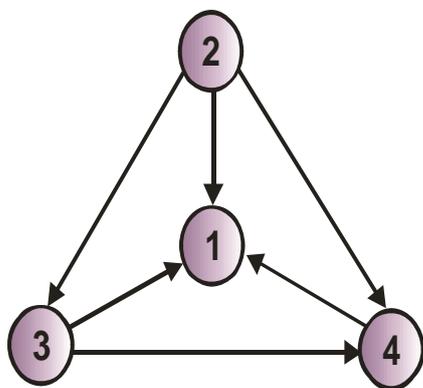


Рис. 11. Логическая структура методов и видов контроля качества знаний

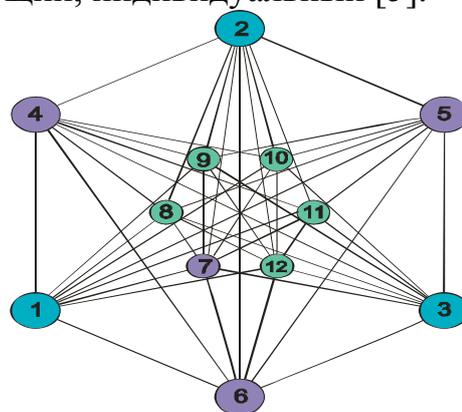


Рис. 12. Логическая структура форм усвоения учебного материала

Под оценкой знаний, умений и навыков дидактика понимает процесс сравнения достигнутого студентами уровня с эталонами, зафиксированными в учебной программе. Существующие формы оценки знаний можно поделить на три группы: числовая, словесная и комбинированная. Чем выше уровень обратной связи, тем в большей степени должна использоваться словесная оценка (Ос соответственно, 3, 4, 5). Тогда как величина числовой оценки должна понижаться с повышением уровня

обратной связи (Ос соответственно, 1, 2, 3). Применение комбинированной оценки зависит от уровня обратной связи. В каждом конкретном случае рассматривается индивидуально, и определяется степенью связности логической структуры курса.

Завершающим этапом алгоритма обучения является коррекция. Этап коррекции наступает после проведения контроля качества знаний и его оценки. По результатам контроля можно судить об успешности процесса обучения. Коррекция, как и все остальные этапы алгоритма обучения, имеет несколько форм, в которых она реализуется. Наиболее распространены следующие: фронтальная, групповая, индивидуальная.

Если соотнести их с уровнями обратной связи, то самому высокому уровню (пятому) соответствует индивидуальная коррекция, самому низкому (первому) – фронтальная. В зависимости от числа студентов в группе, в которой проводится коррекция, групповая коррекция может соответствовать оставшимся трем уровням обратной связи. Приведенная классификация является только ориентиром при формировании методики обучения в соответствии с уровнем обратной связи.

Таким образом, предложена логическая структура алгоритма обучения. Рассмотрены формы и методы его реализации. Установлены взаимоотношения уровней обратной связи с элементами алгоритма. Подобный подход позволяет по установленному уровню обратной связи, найденному с учетом параметров определяющих функционирования процесса обучения, назначить объективно выбранные характеристики, гарантирующие качественное протекание учебного процесса. Такие как: виды подачи учебной информации; формы усвоения учебного материала; виды и методы контроля качества знаний; способы и формы оценки качества знаний; виды коррекции.

Перспективным является дальнейшее использование предложенного алгоритма для разработки универсальных, адаптивных и эффективных методов, форм и методик обучения.

#### Библиографический список

1. Подласый, И.П. Исследование закономерностей дидактического процесса [Текст]: моногр. / И.П. Подласый. – Киев, 1991. – 122 с.
2. Третьяков, П.И. Адаптивное управление педагогическими системами [Текст]: учеб. для вузов / П.И. Третьяков [и др.]. – М.: «Академия», 2003. – 368 с.
3. Найниш, Л.А. К вопросу формирования алгоритма функционирования процесса обучения графическим дисциплинам [Текст] / Л.А. Найниш [и др.] // Актуальные проблемы современного строительства: сб. науч. работ. – Пенза: ПГАСА, 2001. – С. 39-41.

4. Тишина, Е.М. Влияние категории «Обратная связь» на качество обучения [Текст] / Е.М. Тишина // Профессиональная подготовка педагогов высшей школы: история, современность, перспективы: сб. ст. Третьей межд. науч.-практ. конф. – Пенза: АНОО «Поволжский Дом знаний», 2007. – С.33 – 36.

5. Найниш, Л.А. К вопросу систематизации форм реализации контроля качества знаний [Текст] / Л.А. Найниш [и др.] // Профессиональная подготовка учительства: история, теория, практика: тр. всерос. науч.-практ. конф. – Пенза: ПГПУ, 2006. – С. 317-322.

### 3.3. К вопросу математического моделирования педагогического процесса

Система высшего образования развивается в настоящее время в среде рыночных отношений. Поэтому, одной из задач современной высшей школы является подготовка выпускника, способного успешно конкурировать на рынке труда, что является признаком наличия качественного образования.

Получение качественного образования невозможно без эффективного функционирования процесса обучения. Чтобы сделать процесс обучения эффективным необходимо выявить соответствующие механизмы. Их выявление непосредственно на самом процессе обучения занятие чрезвычайно сложное в силу его динамичности и многопараметричности. Сложность ситуации заключается еще в том, что меры повышения эффективности учебного процесса окажутся ошибочными, что не всегда очевидно. В результате плата за ошибку может быть очень велика. Очевидность этой ситуации целесообразно выявлять на некоем заместителе исследуемого процесса – модели. Для этого необходимо составить модель учебного процесса. Нами предлагается математическая модель учебного процесса в виде геометрической конструкции, функционирующей в пятимерном пространстве. Благодаря модели преобразуются четыре параметра входа в один параметр выхода. К параметрам входа были отнесены: логическая структура учебного курса (Лс), квалификация педагога (Кв), обучаемость студентов (Об) и материально-техническое обеспечение учебного процесса (Мо). Параметром выхода оказалась обратная связь.

Выявление структуры указанной геометрической конструкции основывалось на методе предельного геометрического моделирования [2]. Сущность этого метода состоит в том, что моделируемое явление представляется как геометрическая конструкция в многомерном пространстве, размерность которого равна сумме параметров входа и выхода. В нашем случае размерность предельного пространства равна пяти. (Четыре параметра входа и один параметр выхода).

Чтобы нанести пометки на шкалы, необходимо было решить квалиметрическую задачу по выявлению обобщенных показателей качества и обоснование условий их использования. В результате были выделены три варианта изменения параметров входа (Кв, Мо, Лс, Об): 1 – ниже нормы, 2 – норма, 3 – выше нормы.

Выявление структуры многомерной конструкции происходило методом четырехмерных сечений, позволяющих установить закономерность влияния уровней обратной связи на характеристики, определяющие эффективность процесса обучения. И в частности:

1) уровень квалификации педагога (Кв), обучаемость студентов (Об), логическая структура учебного курса (Лс), обратная связь (Ос);

2) обучаемость студентов (Об), логическая структура учебного курса (Лс), материально–техническое обеспечение учебного процесса (Мо), обратная связь (Ос);

3) логическая структура учебного курса (Лс), материально–техническое обеспечение учебного процесса (Мо), уровень квалификации педагога (Кв), обратная связь (Ос);

4) материально–техническое обеспечение учебного процесса (Мо), уровень квалификации педагога (Кв), обучаемость студентов (Об), обратная связь (Ос).

Полученные сечения представлены на рис. 13, где изображены точки этой конструкции (в количестве 33). Каждой приписан номер, помещенный в тонированную окружность.

Анализ этих сечений позволил выявить пять уровней обратной связи, которые изображены треугольниками с соответствующими номерами от одного до пяти. Каждый уровень содержит определенное количество точек. Пятому уровню принадлежит одна точка, помеченная числом – 1. Наибольшее количество точек находится на третьем уровне, который соответствует норме (2). Сравнение точек критической (1) и оптимальной (3) зон, показывает, что в последней их количество выше.

Общую картину взаимосвязи параметров входа и соответствующих им точек для каждого уровня обратной связи дают графы, фрагменты которых представлены на рис.14, 15. В частности, иллюстрируются взаимоотношения параметров входа математической модели учебного процесса (Кв, Об, Лс, Мо) с четвертым и третьем уровнями обратной связи.

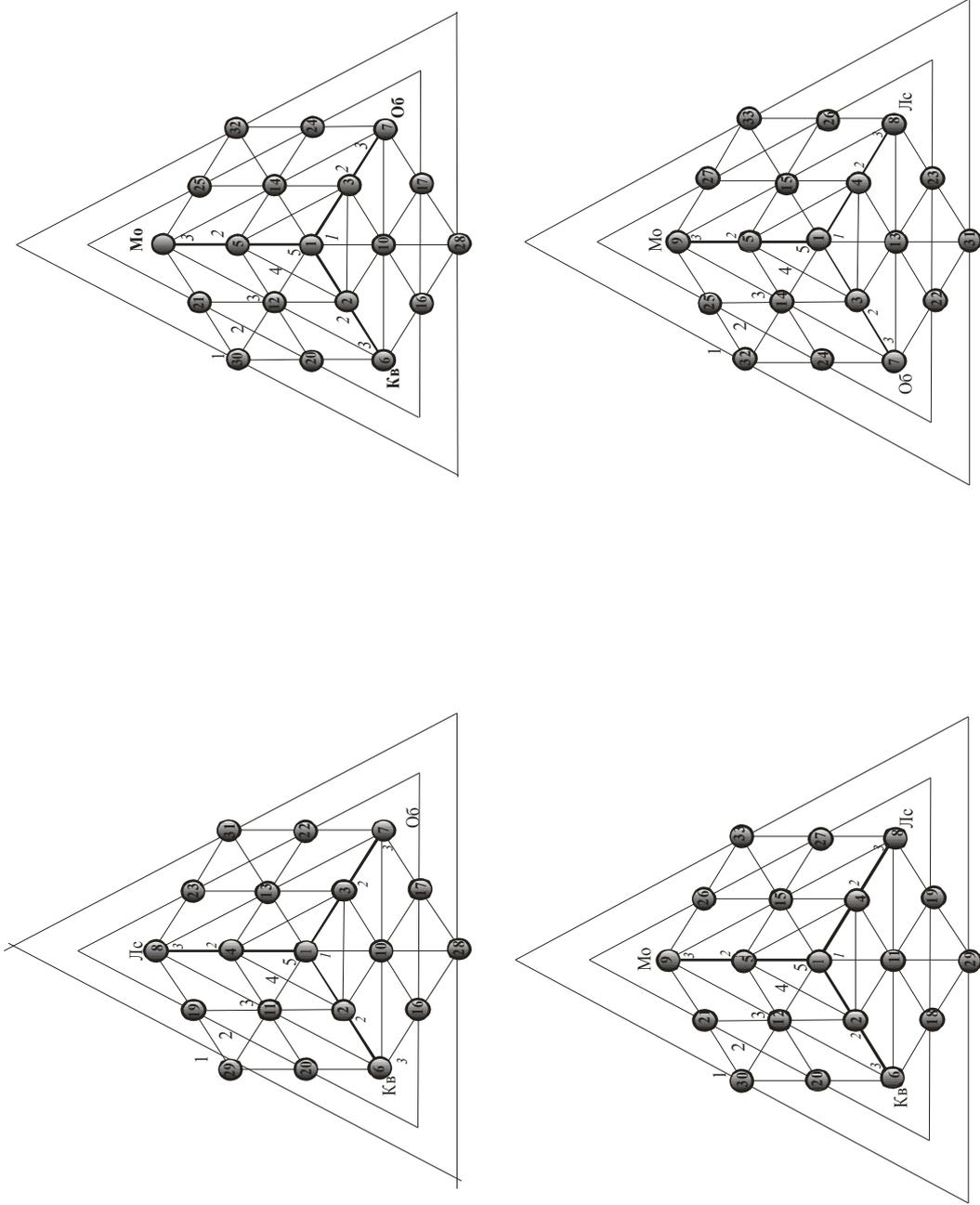


Рис. 13. Плоские изображения четырехмерных сечений (Кв, Об, Лс, Мо, Ос)

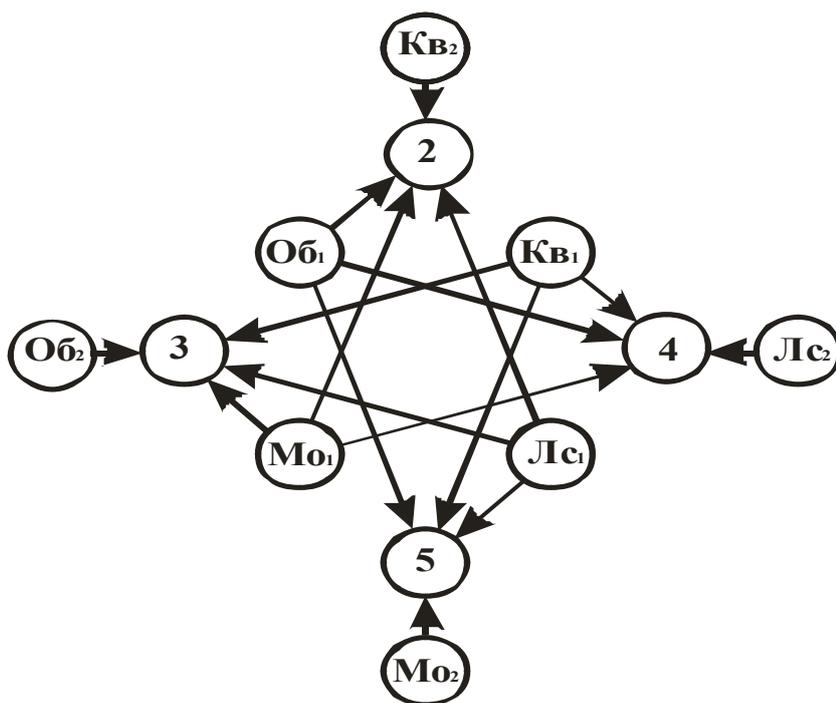


Рис. 14. Логическая структура взаимосвязи параметров входа и номеров точек четвертого уровня обратной связи

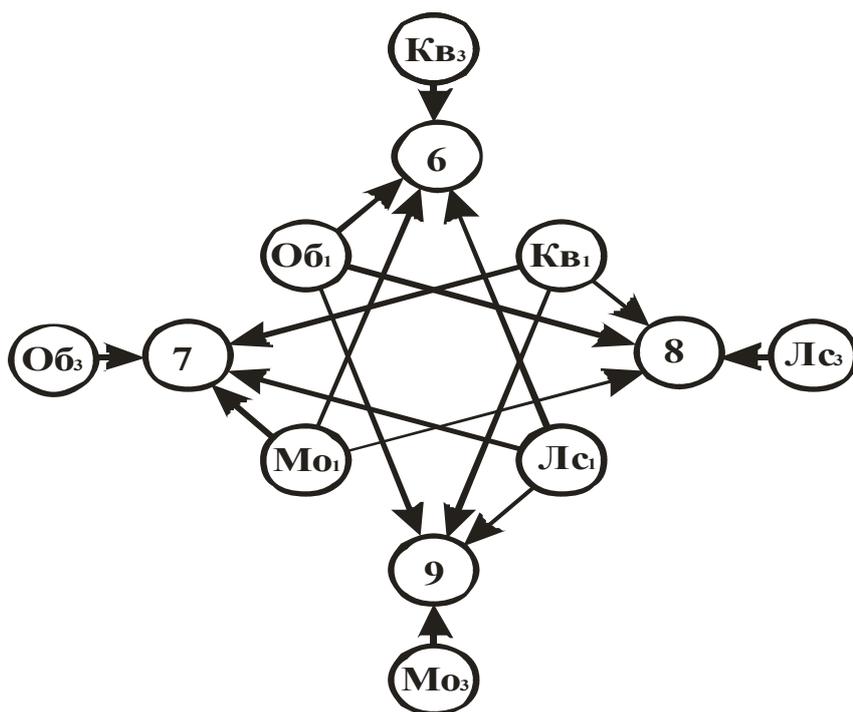


Рис. 15. Логическая структура взаимосвязи параметров входа и номеров точек третьего уровня обратной связи

Таким образом, предложена математическая модель учебного процесса, исходными параметрами, которой являются: обучаемость студентов, квалификация педагога, материально–техническое обеспечение учебного процесса, логическая структура учебного курса, а выходным параметром служит – обратная связь. Выявлены взаимоотношения между этими пока-

зателями. Математическая модель реализована в виде дискретной геометрической конструкции в пятимерном пространстве.

Построены плоские варианты четырехмерных сечений, устанавливающие закономерности влияния уровней обратной связи на характеристики, определяющие эффективность процесса обучения. Они позволяют выбирать совокупности исходных параметров, обеспечивающие повышение качества функционирования учебного процесса, за счет, нахождения оптимальных значений обучаемости студентов, квалификации педагогов, материально-технического обеспечения учебного процесса, логической структуры учебного курса с учетом соответствующего уровня обратной связи.

#### Библиографический список

1. Найниш, Л.А. Обратная связь в процессе обучения [Текст] / Л.А. Найниш, Н.Н. Туманова, Е.М.Тишина // Региональные особенности рыночных социально-экономических систем (структур) и их правовое обеспечение: сб. науч. тр. – Пенза: ПГТА. 2006. – С. 277 – 284.

2. Вальков, К.И. Геометрические методы научного моделирования [Текст] / К.И. Вальков. – Л.: ЛИСИ. 1977.

### 3.4. Проблемы математического моделирования в педагогике

Чтобы принять решение об уровне качества обучения, казалось бы, ничего особенного не надо. Подумал и принял решение. Правда, никакой гарантии в правильности принятого решения при этом нет. Что же гарантирует правильное решение? Правильное решение отчасти гарантирует доказательная база, на которую следует опираться. Доказательную базу в любой теории образуют модели, используемы данной областью знания.

Слово «модель» прочно вошло в наш лексикон. Толковый словарь иноязычных слов переводит термин «модель» с латинского – *modulus*, французского – *modele*, итальянского – *modello* как мера, образец. В толковом словаре русского языка (том 2) термин «модель» имеет шесть толкований:

1. Образцовый экземпляр, с которого снимается копия, а также образец для изготовления чего-либо.

2. Образцовый экземпляр, с которого снимается форма для отливки или воспроизведения в другом материале.

3. Тип, марка, образец конструкции.

4. Воспроизведение или схема чего-либо, обычно в уменьшенном виде.

5. Вспомогательный объект (или система), заменяющий изучаемый объект, представленный в наиболее общем виде.

6. То, что служит натурой для художественного воспроизведения.

Эта тема развивается в работах различных ученых. В.А. Штоф называет моделью «любую систему, мысленно представляемую или реально

существующую, которая находится в определенных отношениях с другой системе, называемой обычно оригиналом или натурой».

Шеннон Р. дает следующее определение: «Модель является представлением объекта, системы или понятия (идеи) в некоторой форме, отличной от формы их реального существования. Модель служит обычно средством, помогающим нам в объяснения, понимании или совершенствовании системы».

Проведем анализ данных в словаре толкований, используя понятие информации. Первое, второе и третье толкования свидетельствуют о том, что образец конструкции и образцовый экземпляр, с которого снимается копия, а также образец для изготовления чего-либо предполагают идентичность информации, которая доставляется наблюдателю от образца и его копий. Некоторое ограничение в этой информации предполагают все остальные толкования. Обобщая сказанное, можно сделать вывод, что модель служит заменителем (заместителем) исходного объекта по какому-то циклу информации. Следовательно, если даны, хотя бы два объекта, и они обладают одинаковой информацией, их можно заменять. При этом объект, которым заменяют, называется моделью, а объект, который заменяют, считаю исходным.

Назначение моделей бесконечно. Они могут использоваться для предсказания, сравнения, анализа, прогнозирования и т.д. Бесконечность информации, на основе которой происходит моделирования, порождает бесконечное многообразие моделей. Их можно классифицировать по разным признакам. Наиболее употребительной классификацией является деление моделей на физические и описательные.

К физическим моделям относят такие, которые являются некой физической копией реального объекта или процесса. К описательным относят различные описания. В зависимости от средств описания все описательные модели подразделяют на две группы: словесные и математические.

К словесным моделям относят литературу, математические – основаны на использовании числа и формы. Что позволяет разделить их на аналитические и синтетические (геометрические). Первые используют для описания объекта или процесса числа, вторые форму. Геометрические модели лежат в основе изображений, используемых в технике и изобразительном искусстве. Аналитические модели, благодаря хорошо развитому аналитическом аппарату, имеют чрезвычайно широкое применение в различных областях науки и техники. И везде они демонстрируют большую эффективность.

Применение математических моделей дает два существенных преимущества:

- получение быстрого ответа на поставленный вопрос, на что в реальной ситуации могут уйти годы;

- возможность экспериментирования, осуществить которое на реальном объекте зачастую просто невозможно.

Но математическим моделям, как и всем остальным, свойственны недостатки. Главный из них заключается в том, что модель описывает реальный объект не полностью. Она не может быть абсолютно адекватной объекту. Все результаты, полученные на модели, относятся только к самой модели. В этой связи надо четко представлять в каком смысле модель соответствует объекту, т.е. какие свойства она моделирует. Поэтому нужно, прежде всего, установить для какой цели создается модель. И только с этих позиций оценивать соответствие модели объекту.

Как правило, неадекватность модели объекту особенно описательной не всегда очевидна. Как же оценивать эту адекватность? Любая оценка представляет собой сравнение с неким эталоном. Но существует достаточно много областей, где такие эталоны отсутствуют. Тогда единственным мерилем правильности принятия решения является практика.

Целесообразность использования математической модели в педагогике объясняется тем, что чрезвычайно сложно сконструировать физическую модель учебного процесса, которая выявит все основные его закономерности и представит их в удобном для пользования виде. Кроме этого физическая модель не сможет быстро дать ответ на поставленный вопрос, что обусловлено достаточно большими временными рамками протекания учебного процесса.

В этой связи возникает вопрос: почему такая обширная область знаний как педагогика не отличается широким использованием математических моделей, хотя потребность в них, как в данном случае, постоянно возникает. И постоянно существуют попытки построить математическую модель для того или иного рассматриваемого случая. [1,2,3,4,5]. Возникает вопрос: почему использование математических моделей в педагогике осуществляется в основном на уровне попыток? На наш взгляд положение дел в педагогике таково, что она перешла от описательной стадии к стадии обобщенного толкования явлений и прогнозирования. Это естественный путь развития, ибо обобщать – это значит видеть и познавать, а видеть и познавать – значит пользоваться языком. В этом процессе вольно или невольно объекты-вещи заменились на объекты-слова.

Использование объектов-слов обострило научные споры в области педагогики. Особенно остро они разгораятся о понятийном составе научной терминологии. Считается, что любая развитая наука имеет определенный запас достоверных сведений, находящих свое выражение в однозначно понимаемых терминах, изменять которые можно только благодаря всестороннему обоснованию. Но при этом подчеркивается, что нет строгой упорядоченности в понятийном составе педагогики. [6]. Далее указывается, что в отличие от таких наук, как математика, физика, логика, педаго-

гика пользуется в основном общеупотребительными словами, которые, попадая в научный обиход, должны приобрести однозначность.

В этой связи поговорим немного о словах. В лингвистике много говорят и пишут о полисемичности слова [7, 8, 9.]. Но этот факт совершенно незначителен по сравнению с двусторонним значением слова. Оно состоит из предметной части (самого слова) и из внепредметной части (фона). Внепредметная часть слова, в принципе, не допускает определений в силу своей бесконечной множественности. Невозможно определить все бесконечное множество предметов, составляющих фон. Нельзя определить неопределимое, как нельзя заставить звучать тишину, нельзя определить белое, не имея черного, нельзя двигаться вперед, чтобы что-то не осталось позади, и т.д. Фон обычно оказывается неопределенным, и определить его в принципе невозможно. Если мы начнем его определять, то фоном окажется нечто другое, которое потребует очередного определения и так до бесконечности. В результате фон всегда окажется вне области определения. Он составляет некую инвариантную неопределенность, которая присутствует в любом языке.

Бесконечная неопределенность второй части слова отличает ее от определенно выраженной и единичной первой части. Понимание и эффективное использование любого языка возможно при наличии общего фона, общей инвариантной неопределенности. Это обстоятельство необходимо всегда учитывать при пользовании бытовым языком, который обычно пользуется объектами-вещами.

Формирование научной мысли идет по пути перехода от оперирования понятиями, относящимися к конкретным объектам, и их конкретным соотношениям, к утверждениям об объектах вообще и их соотношениям вообще. Тогда водятся понятия об аксиоматике и о структурах. Наука начинает оперировать не только объектами-вещами, а еще и объектами-словами. Язык все более и более глубоко втягивается в орбиту науки. Он становится научным. Превращение обычного языка в научный заключается в том, что идут постоянные попытки определить фон. (Иногда они выдаются за научные поиски) Эти попытки не прекращаются, поскольку научные изыскания ориентированы на широкий круг пользователей, которые должны понимать, о чем идет речь. Но это в принципе невозможно потому, невозможен для всех общий инвариантный фон. Принцип инвариантной неопределенности накладывает запрет на попытки определить фон, подобно тому, как принцип сохранения энергии, например, накладывает запрет на поиск вечного двигателя. Хотя существует большая потребность сделать научный язык понятным всем или хотя бы коллегам.

История развития науки знает немало дискуссий, основанных на непонимании тех или иных терминов, которые отнимают драгоценное время ученого и существенным образом тормозят развитие научного

знания. Особенно грешат этими спорами те науки, которые оперируют в основном объектами-словами. В таких областях знания трудно сформировать доказательную базу, являющуюся очень важным моментом в научных изысканиях.

Известно, что процедуры доказательств делятся на две группы: предъявительные и формальные. Предъявительная процедура свободна от слов и основана на непосредственном погружении в реальность. Формальное доказательство базируется всегда на инвариантной неопределенности. Хотя сама идея классического формального доказательства прямо противоположна любой неопределенности. Доказано то, что не подлежит сомнению. Как же в этом случае возможно проведение доказательств, которые проводятся в научных исследованиях постоянно? Это становится возможным потому, что слово превращается в сигнал [10].

В сигнал слово превращается тогда, когда его беспредметная часть фиксируется. Таким образом, в сигнал превращаются не только слова, но и целые выражения. В отличие от слова сигнал не имеет своего конкретного лица. Многоликость его отличительная черта. Слово всегда единственно, как единственна человеческая личность. Его можно толковать, объяснять, но его невозможно заменить (синоним – это уже другое слово). Сигнал же не требует никаких толкований. Кроме этого всегда можно заменить одну систему сигналов на другую, что имеет огромное практическое значение. Это обстоятельство является основополагающим моментом в различных процессах моделирования. [11] Другим важным практическим значением сигнала является то, что он, как и слово, доставляет некую информацию. Это обстоятельство позволяет его использовать в формальных доказательствах. Примером самого широкого использования сигналов является математическая логика, где даже самые простые и короткие слова заменяются сигналами.

Самыми распространенными сигналами являются математические объекты: числа и формы. Их беспредметная часть бесконечно велика: все реальные объекты могут быть в каком-либо количестве, и каждый объект имеет какую-либо форму. Это обстоятельство позволяет число и форму считать объектами высочайшей степени абстракции. Математики на этом основании считают их объектами любой природы. Иначе говоря, под ними подразумевают любые объекты, которые представляют их фон (внепредметную часть). Когда же этот фон зафиксирован, он становится нам безразличным, а объекты-слова превращаются в сигналы. Имея зафиксированную инвариантную неопределенность, они обеспечивают непротиворечивую доказательную базу, лежащую в основе той или иной математической модели. Логика этого доказательства однозначна внутри формального механизма, но когда мы включаем фон, то получаем в принципе бесконечный гомоморфизм математической модели. В этом заключается

сила математики. Одна формальная математическая модель может описывать различные реальные ситуации и объекты. Таким образом, использование математических моделей позволяет снизить остроту полемики по поводу значения тех или иных научных терминов и ввести доказательную базу формальной логики.

#### Библиографический список

1. Архангельский, С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы [Текст] / С.И. Архангельский. – М.: Высш. шк., 1980.
2. Белкин, Е.Л. Дидактические основы управления познавательной деятельностью [Текст] / Е.Л. Белкин. – Ярославль: ЯГИП, 1974.
3. Сквирский, В.Я. О роли педагогического взаимодействия [Текст] / В.Я. Сквирский // Вест. высш. шк. – 1987. – № 6. – С. 29–33.
4. Кузьмина, Н.В. Основы вузовской педагогики [Текст] / Н.В. Кузьмина. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1972.
5. Басова, Н.В. Педагогика и практическая психология [Текст] / Н.В. Басова. – Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 416 с.
6. Третьяков, П.И. Адаптивное управление педагогическими системами [Текст] / П.И. Третьяков [и др.]. – М.: Академия, 2003. – 368 с.
7. Педагогика [Текст] / под общ. ред. П.И. Пидкасистого. – М.: Педагогическое общество России, 1998. – 640 с.
8. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде. – М.: Мир, 1976.
9. Гальперин, И.Р. Информативность единиц языка [Текст] / И.Р. Гальперин. – М.: Высшая школа, 1974.
10. Городецкий, Б.Ю. Методы семантического исследования ограниченного подъязыка [Текст] / Б.Ю. Городецкий, В.В. Раскин. – М.: МГУ, 1971.
11. Вальков, К.И. Машину учат говорить? [Текст] / К.И. Вальков // Вопросы геометрического моделирования. – Л., 1980. – С. 7–43.
12. Кейслер, Г. Теория моделей [Текст] / Г. Кейслер, Ч.Ч. Чэн. – М.: Мир, 1977.

### 3.5. Оптимизационные методы обучения геометро-графических дисциплин

Качество образования, которое дает высшее учебное заведение, в настоящее время оказывается одним из способов выживания вуза. К этой проблеме приковано внимание структур всех уровней высшего образования России. Усилия многих ученых направлены на решение этой проблемы. Предлагаются различные педагогические концепции, разрабаты-

ются разнообразные обучающие технологии. В этой связи нами предлагается использование идей оптимального проектирования для разработки адекватной методики обучения тому или иному учебному курсу.

Основные положения оптимизации достаточно хорошо разработаны и с большим успехом применяются для решения многих технических проблем. Хотя они являются весьма общими и носят абстрактный характер. Это обстоятельство позволяет расширить область применения методов оптимального проектирования, в частности, использовать их в педагогике.

В наиболее общем смысле оптимизация представляет собой совокупность фундаментальных математических результатов и численных методов, ориентированных на нахождение и идентификацию наилучших вариантов из множества альтернатив и позволяющих избежать полного перебора и оценивания возможных вариантов. Процесс оптимизации лежит в основе всей деятельности человека, вообще, и педагога, в частности. Его профессиональные классические функции заключаются в проектировании новых методик обучения, которые должны быть эффективными и недорогими.

Эффективность оптимизационных методов, позволяющих осуществить выбор наилучшего варианта без непосредственной проверки всех возможных вариантов, тесно связана с широким использованием математики путем реализации интерактивных вычислительных схем, опирающихся на строго обоснованные логические процедуры и алгоритмы. Поэтому для реализации методов оптимального проектирования требуется привлечение важнейших результатов теории матриц, элементов линейной алгебры и дифференциального исчисления, а также положений математического анализа.

Для того чтобы использовать математические результаты и численные методы теории оптимизации для решения конкретных задач педагогики, необходимо выполнить следующее:

- установить границы подлежащей оптимизации педагогической системы;
- определить количественный критерий, на основе которого можно осуществить анализ вариантов с целью выявления «наилучшего»;
- осуществить выбор внутри системных переменных, которые используются для определения характеристик и идентификации вариантов;
- построить модель, отражающую взаимосвязь между переменными.

Эта последовательность действий составляет содержание процесса постановки задачи педагогической оптимизации. Конкретная постановка задачи служит ключом к успеху оптимизационного исследования и ассоциируется в большей степени с искусством, нежели с точной наукой. Искусство постановки задачи постигается в практической деятельности на примерах успешно реализованных методик обучения и основывается на

четком представлении преимуществ, недостатков и специфических особенностей различных методов теории оптимизации.

Прежде чем приступить к оптимизационному исследованию, важно четко определить границы изучаемой. В данном контексте она представляется как некоторая изолированная часть реального мира. Границы системы задаются пределами, отделяющими систему от внешней среды, и служат для выделения ее из окружения. При проведении анализа обычно предполагается, что взаимосвязи между системой и внешней средой зафиксированы на некотором выбранном уровне представлений. Тем не менее, поскольку такие взаимосвязи всегда существуют, определение границ системы является первым шагом в процессе приближенного описания реального процесса обучения.

Предположим, что на учебный процесс влияют следующие переменные: логическая структура учебного курса, квалификация педагога, уровень обучаемости студентов, материальная оснащенность учебного процесса, учебное время, экономические затраты, качество обучения.

Может показаться, что такой выбор границ является слишком жестким. Для полного анализа процесса обучения может возникнуть потребность расширения установленных границ путем включения других подсистем, оказывающих существенное влияние на функционирование учебного процесса. Например, рассмотреть качество обучения той или иной школе, которые поставляют абитуриентов в данный вуз, или включить условия отдыха студентов и уровень их медицинского обслуживания в данном вузе.

Если подлежащий исследованию учебный процесс определен и установлены его границы, то на следующем этапе постановка задачи оптимизации необходимо осуществить выбор критерия, на основе которого можно осуществить оценку его характеристик. По этим характеристикам можно выявить наилучшую методику обучения. В педагогике обычно выбираются критерии, связанные с качеством обучения. Однако спектр возможных формулировок таких критериев весьма широк. Например, о качестве обучения можно судить только по оценкам, которые получают студенты в процессе обучения, или по количеству молодых специалистов, которые успешно реализовались в своей профессиональной деятельности.

Здесь важно отметить, что невозможно получить такое решение, при котором одновременно обеспечиваются минимальные экономические затраты и максимальное качество обучения. Эти две целевые установки в педагогике являются противоречивыми. Один из путей учета совокупности противоречивых целевых установок состоит в том, что какой-либо из критериев выбирается в качестве первичного. Тогда все остальные считаются вторичными. В этом случае первичный критерий используется при оптимизации как характеристическая мера, а вторичные критерии

порождают ограничения оптимизационной задачи. Они устанавливаю диапазон изменений соответствующих показателей от минимального до максимального приемлемого значения.

В частности, в примеры с высшим учебным заведением его руководители различного ранга могут выбрать различные критерии. Ректор вуза отдает предпочтение такой методике обучения, которая позволяет подготовить высококачественных специалистов, которых успешно бы конкурировали на рынке труда. Главный бухгалтер заинтересован в том, чтобы методы обучения требовали минимальных экономических затрат.

Нетрудно заметить, что такие критерии не могут быть реализованы при оптимизации одновременно. Приемлемым компромиссом является выбор в качестве первичного характеристического показателя качество обучения с учетом всех вторичных условий.

На третьем основном этапе постановки задачи оптимизации осуществляется выбор переменных, которые должны адекватно описывать допустимые методики обучения. В процессе выбора независимых переменных следует принять во внимание ряд важных обстоятельств.

Во-первых, необходимо провести различие между переменными, значения которых могут изменяться в достаточно широком диапазоне, и переменными, значения которых фиксированы и определяются внешними факторами. Так, например, экономические показатели учебного процесса бюджетного вуза определяются внешними обстоятельствами. С другой стороны, качество обучения почти полностью зависит от того, как поставлено обучение в данном конкретном вузе.

Далее важно провести различие между теми параметрами процесса обучения, которые могут предполагаться постоянными, и параметрами, которые подвержены флуктуациям вследствие воздействия внешних или неконтролируемых факторов. Например, уволились несколько ведущих педагогов, которые давали высокие показатели в качестве обучения студентов, а на их смену пришли молодые педагоги, не имеющие опыта преподавания. Это может оказать заметное влияние на качество обучения. Ясно, что существенное изменения этого важного параметра должно быть принято во внимание при постановке задачи построения оптимальной методики обучения, если требуется, чтобы составленная методика давала максимально высокое в этой ситуации качество обучения.

Во-вторых, при постановке задачи следует учитывать все основные переменные, которые влияют на функционирование процесса обучения. При этом необходимо учитывать, что они должны выбираться таким образом, чтобы все важнейшие дидактические решения нашли отражения в формулировке задачи. Исключение возможных альтернатив приводит к получению субоптимальных решений.

В-третьих, одним из существенных факторов, влияющим на выбор переменных, является уровень детализации при исследовании процесса обучения. Очень важно ввести в рассмотрение все основные независимые переменные, но не менее важно не перегружать задачу большим количеством мелких, несущественных деталей. Например, расположении лекционных помещений друг относительно друга или относительно студенческой столовой очень мало влияют на качество обучения. Оно также практически не зависит от того, в какой одежде ходят на лекции студенты. При выборе независимых переменных целесообразно руководствоваться правилом, согласно которому следует рассматривать только переменные, оказывающие существенное влияние на характеристический критерий для анализа процесса обучения.

После того как характеристический критерий и независимые переменные выбраны, необходимо построить модель. Она предназначена для описания взаимосвязи между переменными задачи и отражения влияния независимых переменных на степень достижения цели, которая определяется характеристическим критерием.

В принципе оптимизационное исследование можно провести на основе непосредственного эксперимента с процессом обучения. Для этого следует зафиксировать значения независимых внутрисистемных переменных, реализовать процедуру наблюдения за функционированием процесса обучения в этих условиях и оценить значение характеристического показателя качества обучения, исходя из зарегистрированных характеристик. Затем с помощью оптимизационных методов можно скорректировать значения независимых переменных и продолжить серию экспериментов. В связи с длительностью процесса обучения эксперименты потребуют больших экономических и временных затрат.

Это обстоятельство обуславливает применение математических моделей. Как правило, на практике оптимизационные исследования проводятся, на основе упрощенного математического представления системы, которое носит название модели. Очевидно, что процесс построения модели учебного процесса, который характеризуется огромным количеством переменных, является весьма трудоемким и требует четкого понимания его специфических особенностей.

Из выше изложенного следует, что задача в виде, пригодном для применения оптимизационных методов, объединяет характеристическую меру, множество независимых переменных и модель, отражающую взаимосвязь переменных.

### 3.6. Формирования оптимальной обучающей технологии

Известно, что в числе вопросов, стимулирующих прогресс человечества, являются следующие:

1. Как произвести качественный продукт?
2. Как на это потратить мало средств?

Общий подход в поиске ответа на эти вопросы дает теория оптимального проектирования, которая в настоящее время она получила широкое распространение [5]. Существует несколько определений этого термина, характеризующих его с различных сторон, которые обусловлены сферой применения оптимизации. Результат поиска общности в решении задач оптимизации позволили сформировать методологию теории оптимального проектирования, имеющую свое основание, свою структуру, принципы, средства, логику, условия и нормы деятельности. Применительно к различным областям знания она наполняется тем или иным содержанием. Особенно широко используются методы оптимизации в тех областях знания, где применяются численные методы: машиностроение, автоматизация, производство строительных конструкций, строительных материалов и т.п. В настоящее время сложилась тенденция распространения методологии теории оптимального проектирования на те области знания, где математические модели используются мало или не применяются вообще. К одной из таких областей знания относится педагогика. Актуальность применения теории оптимального проектирования в педагогике не вызывает сомнения, особенно в настоящее время, когда остро встает вопрос об оптимальном соотношении требований к качеству обучения и экономических затратах на него [1, 7].

Основные принципы методологии теории оптимального проектирования позволяет сформировать пути поиска наилучшего решения, которым является обучающая технология [2, 4]. Опыт педагогической деятельности авторов показал, что оптимальной технологией обучения является такая, которая в наибольшей степени соответствует конкретным педагогическим условиям. Исходя из общей формулировки основных этапов оптимизации, в табл. 5 дана формулировка этих этапов для нужд педагогики.

Т а б л и ц а 5

Этапы конструирования оптимальной обучающей технологии

	В теории оптимального проектирования	В педагогике
1	Формулировка задачи	Обучающая технология должна соответствовать конкретной педагогической ситуации
2	Сбор и анализ исходных данных	Выявление и комплексная оценка конкретной педагогической ситуации
3	Выбор оптимального решения поставленной задачи	Алгоритм создания оптимальной обучающей технологии

Рассмотрим выделенные этапы подробнее. Формулировка задачи оптимального проектирования уже приведена в табл. 5.

На втором этапе необходимо выявить и оценить конкретную педагогическую ситуацию. Поскольку любая педагогическая ситуация является достаточно сложной совокупностью, целесообразно иметь ее комплексную оценку. Для этого была разработана математическая модель [3, 6, 8].

Анализ педагогической ситуации, в которой происходит процесс обучения, позволил выявить следующие параметры, которые на наш взгляд являются главными [6]:

- 1) квалификация педагога;
- 2) уровень обучаемости студентов;
- 3) логическая структура учебного курса;
- 4) материально – техническое обеспечение учебного процесса;
- 5) учебное время;
- 6) экономические затраты.

К сожалению в современных условиях учебное время и экономические затраты находятся вне сферы влияния педагога, поэтому они исключаются из рассмотрения. Четыре оставшиеся параметра были исходными при конструировании математической модели педагогической ситуации. Результативным параметром оказался уровень обратной связи, которая является уровнем воздействия обучаемого на педагога и который оказался комплексной оценкой педагогической ситуации. В нашей модели таких уровне оказалось пять. В качестве математической модели, связывающей эти параметры, была выбрана дискретная конструкция в пятимерном пространстве, построенная методом предельного геометрического моделирования [3]. Схема этой модели представлена на рис. 16.



Рис. 16. Схема математической модели педагогической ситуации

Для выявления исходных параметров необходимо было выявить следующие составляющие педагогической ситуации:

- 1) уровень соответствия квалификации педагогов, которые проводят обучение, профилю.

2) уровни обученности и обучаемости студентов, участвующих в процессе обучения;

3) особенности логических структур учебных курсов, которым нужно обучать этих студентов;

4) соответствие нормативам по обеспечению учебного процесса различным дидактическим материалом и техническими устройствами.

Полученные данные вводятся в математическую модель. На выходе получается один из пяти уровней обратной связи, который характеризует конкретную педагогическую ситуацию.

Соответственно этой ситуации теперь можно выбрать обучающую технологию. Но для этого необходимо выявить уровень обратной связи, который реализуется в этой технологии. Если он окажется таким же, как и у педагогической ситуации, то тогда эта технология окажется оптимальной.

Итак, при реализации третьего этапа необходимо дать схему ее анализа. Основанием для такой схемы нами был предложен алгоритм учебного процесса, схема которого дана на рис. 17.



Рис. 17. Структура алгоритма процесса обучения

Каждый из выделенных этапов реализуется в той или иной форме, уровень обратной связи, которых различен. Анализ этих форм позволил выявить пять групп, зависящих от уровня реализации обратной связи. Сведения об этих уровнях приведены в табл. 6–10.

Т а б л и ц а 6

Классификация форм реализации  
первого этапа алгоритма процесса обучения

Уровень обратной связи	Источник получения информации	Получатель учебной информации
1	Непосредственно самими обучающимися	Обучающиеся
2	Посредством методического обеспечения	Обучающиеся
3	Педагог, методическое обеспечение (преобладание)	Обучающиеся (21 и более чел.)
4	Педагог (преобладание) методическое обеспечение	Обучающиеся (11–20 чел.)
5	Педагог	Обучающиеся (1–10 чел.)

Т а б л и ц а 7

Классификация форм реализации второго этапа  
алгоритма процесса обучения

Уровень обратной связи	Формы усвоения учебной информации
1	Знания
2	Знания, частичные умения
3	Умения
4	Умения, частичные навыки,
5	Навыки

Т а б л и ц а 8

Классификация форм реализации третьего этапа  
алгоритма процесса обучения

Уровень обратной связи	Формы и методы контроля качества знаний
1	Фронтальный, итоговый, дидактические тесты, устный.
2	Выборочный контроль, дидактические тесты, наблюдение, устный
3	Дидактические тесты, письменный, практические работы.
4	Дидактические тесты, комбинированный, письменный.
5	Всеобщий, индивидуальный, текущий, дидактические тесты, письменный

Т а б л и ц а 9

Классификация форм реализации четвертого этапа  
алгоритма процесса обучения

Уровень обратной связи	Формы оценок
1	Стобалльная
2	Пятибалльная
3	Пятибалльная, словесная
4	Четырехбалльная, словесная
5	Двухбалльная, словесная

Т а б л и ц а 10

Классификация форм реализации пятого этапа  
алгоритма процесса обучения

Уровень обратной связи	Формы коррекции
1	Фронтальная.
2	Комбинированная (групповая, фронтальная)
3	Групповая
4	Комбинированная (групповая, индивидуальная)
5	Индивидуальная.

Каждая из форм реализации любого этапа алгоритма обучения должна иметь такой же уровень обратной связи, как и педагогическая ситуация. Эти формы составят конкретную обучающую технологию. Она может оказать одной из уже созданных, а может отличаться от существующих. Это не самое главное. Главное то, что эта обучающая технология окажется оптимальной относительно конкретной педагогической ситуации. При

этом ее постоянно можно корректировать в зависимости от изменения педагогической ситуации, в соответствии со следующими этапами алгоритма: Для создания такой обучающей технологии предлагается следующий алгоритм [8]:

1. Сбор данных об основных входных параметрах сложившейся педагогической ситуации.

2. Получение комплексной оценки сложившейся педагогической ситуации в виде уровня обратной связи, благодаря работе математической модели.

3. Выбор оптимальной педагогической технологии, как системы форм реализации алгоритма обучения, соответствующих полученному уровню обратной связи.

Ограниченный объем данной публикации не позволяет подробно изложить представленную схему формирования оптимальной обучающей технологии, но дает ориентир в поиске оптимального решения задач, которые определены вопросом: как подготовить качественного специалиста с минимальными затратами.

#### Библиографический список

1. Бабанский, Ю.К. Оптимизация процесса обучения [Текст] / Ю.К. Бабанский. – М., 1977. – 169 с.

2. Башарин, В.Ф. Педагогическая технология: что это такое [Текст] / В.Ф. Башарин // Специалист. – 1993. – № 9.

3. Вальков, К.И. Лекции по основам геометрического моделирования [Текст] / К.И. Вальков. – Л., 1975.

4. Гузеев, В.В. Развитие образовательной технологии [Текст] / В.В. Гузеев. – М.: Знание, 1998.

5. Курицкий, Б.Я. Оптимизация вокруг нас [Текст] / Б.Я. Курицкий. – Л.: Машиностроение. 1989.

6. Найниш, Л.А. Инженерная педагогика [Текст] / Л.А. Найниш, В.Н. Люсев. – М.: ИНФРА-М, 2013.

7. Найниш, Л.А. Основные принципы оптимального проектирования в педагогике [Текст]: сб. / Л.А. Найниш // Региональные особенности рыночных социально-экономических систем (структур) и их правовое обеспечение. – Пенза, 2006.

8. Найниш, Л.А. Алгоритмы и формы реализации процесса обучения [Текст]: сб. / Л.А. Найниш // Инновационные технологии организации процесса обучения в техническом вузе. – Пенза, 2008.

### 3.7. О строении некоторых допустимых пятимерных комплексов двумерных плоскостей в проективном пространстве $P^5$

Данная работа относится к многомерной проективно-дифференциальной геометрии, той ее части, в которой изучаются семейства плоскостей различных размерностей в проективном пространстве. Этой теории посвящено большое количество работ советских, российских и зарубежных геометров. Такая проблематика оформилась в работах по теории конгруэнций прямых, а также по теории комплексов прямых. Эти исследования объединены в известных монографиях С.П. Финикова [1] и Н.И. Кованцова [2] соответственно. Впоследствии с использованием метода внешних форм Картана [3] эти теории были развиты в более общей ситуации семейств  $m$ -мерных плоскостей в пространствах произвольной размерности. Многие ее вопросы представляют интерес не только для многомерной дифференциальной геометрии, но и для интегральной геометрии Радона-Хелгассона – нового направления в современной математике, которому посвящена книга [4] И.М. Гельфанда, С.Г. Гиндикина и М.И. Граева, а также для общей теории дифференциальных уравнений с частными производными, например исследуемой в работе [5] И.М. Гельфанда и М.И. Граева, где рассматриваются гипергеометрические функции, связанные с грассмановым многообразием двумерных плоскостей пятимерного пространства. В интегральной геометрии при решении основной задачи рассматриваются комплексы  $m$ -мерных плоскостей, размерность которых совпадает с размерностью пространства.

Одной из наиболее красивых областей дифференциальной геометрии, где всей полнотой проявляются преимущества инвариантных бескоординатных методов исследования, является теория комплексов многомерных плоскостей проективного пространства. Этот интерес к теории комплексов многомерных плоскостей был обусловлен также и задачами интегральной геометрии, в которых требуется восстановить функцию, зная ее интегралы по плоскостям некоторого семейства. Основная задача состоит в выделении так называемых допустимых комплексов, для которых такое восстановление возможно. Для успешного решения этой задачи необходимо, очевидно, соединить методы интегральной геометрии с многообразными и красивыми конструкциями, которые получаются в рамках проективной теории комплексов многомерных плоскостей. В этой связи, дифференциально-геометрические исследования допустимых комплексов плоскостей, которые играют важную роль в интегральной геометрии, остаются в то же время в стороне. Поэтому актуальной представляется также проективно-дифференциальная геометрия комплексов многомерных плоскостей. Некоторые допустимые пятимерные комплексы двумерных плоскостей в проективном пространстве  $P^5$  и являются объектом исследования в данной

работе. Комплексы двумерных плоскостей в пятимерном пространстве являются обобщением комплексов прямых трехмерного пространства в том смысле, что двумерные плоскости в пятимерном пространстве самодвойственны так же, как и прямые в трехмерном пространстве. Семейство двумерных плоскостей  $p$  в пятимерном проективном пространстве  $P^5$  также будет самодвойственным, так как при коррелятивном преобразовании ему соответствует семейство того же типа. Ввиду этого построения, связанные с таким семейством, допускают двойственное истолкование. Двойственные построения позволяют проводить исследования без дополнительных рассуждений. В дифференциальной геометрии семейств пятимерных комплексов двумерных плоскостей [6] такие построения широко применяются.

Впервые некоторые обобщения допустимых комплексов прямых проективного пространства  $P^n$  и описание их геометрической структуры рассматривались Л.З. Кругляковым в работах [7, 8] (назовем их  $K$ -допустимыми комплексами), А.М. Васильевым и В.А. Нерсесяном в работах [9, 10] (назовем их  $N$ -допустимыми комплексами), а также венгерского геометра К. Майуса [11, 12, 13] и А.Б. Гончарова [14, 15, 16] (назовем их допустимыми в смысле интегральной геометрии или просто допустимыми комплексами плоскостей). При этом конструкции  $K$ -допустимых комплексов двумерных плоскостей совпадают с некоторыми описанными конструкциями допустимых комплексов двумерных плоскостей в работах А.Б. Гончарова [14, 15, 16] и К. Майуса [11, 12, 13], а конструкции  $N$ -допустимых комплексов двумерных плоскостей не совпадают с описанными конструкциями допустимых комплексов двумерных плоскостей в смысле интегральной геометрии.

В  $n$ -мерном проективном пространстве  $P^n$  А.М. Васильев и В.А. Нерсесян [9, 10]  $n$ -мерные комплексы  $C^n$   $m$ -мерных плоскостей называют допустимыми ( $N$ -допустимыми) такие комплексы, которые обладают следующим свойством: для точки  $M$  произвольной образующей  $p \in C^n$  содержащая касательная плоскость к конусу, образованному плоскостями комплекса, проходящими через точку  $M$ , не зависит от выбора точки  $M \in C^n$ . Л.З. Кругляков [7, 8]  $n$ -мерные комплексы  $C^n$   $m$ -мерных плоскостей называет допустимыми ( $K$ -допустимыми) такие комплексы, которые обладают следующим свойством: для  $(m-1)$ -мерной плоскости  $p^{m-1}$  произвольной образующей  $p \in C^n$  содержащая касательная плоскость к конусу, образованному плоскостями комплекса, проходящими через  $(m-1)$ -мерную плоскость  $p^{m-1}$ , не зависит от выбора  $(m-1)$ -мерной плоскости  $p^{m-1} \in C^n$ .

Грассманово отображение [17] представляет собой биективное отображение многообразия  $G(2,5)$  двумерных плоскостей проективного пространства  $P^5$  на девятимерное точечное алгебраическое многообразие  $\Omega(2,5)$ ,

принадлежащее проективному пространству  $P^{19}$ . Касательное пространство  $T_p\Omega(2,5)$  к многообразию  $\Omega(2,5)$  в его произвольной точке  $p$  содержит пятимерный асимптотический конус  $B_p(2)$  [18], связанный с окрестностью второго порядка, проективизация которого является многообразием Сегре  $S_p(2,2)$ . Многообразием Сегре  $S_p(2,2)$  остается при этом инвариантным при проективных преобразованиях пространства  $P^8=PT_p\Omega(2,5)$ , являющемся проективизацией с центром в точке  $p$  касательного пространства  $T_p\Omega(2,5)$  к многообразию  $\Omega(2,5)$ . Кроме того, пространство  $T_p\Omega(2,5)$  содержит восьмимерный асимптотический конус  $B_p(3)$  [18], связанный с окрестностью третьего порядка, проективизацией которого является кубическая гиперповерхность  $PB_p(3)$  в пространстве  $P^8$ .

Пятимерному комплексу двумерных плоскостей  $C^5$  на алгебраическом многообразии  $\Omega(2,5)$  соответствует пятимерное гладкое многообразие  $V^5$ . Изучение взаимного расположения четырехмерной касательной плоскости  $PT_pV^5$ , являющейся проективизацией с центром в точке  $p$  касательного пространства  $T_pV^5$  к многообразию  $V^5$  с многообразием Сегре  $S_p(2,2)$  и кубической гиперповерхностью  $PB_p(3)$ , дает возможность выделить  $N$ -допустимые и  $K$ -допустимые комплексы с единой точки зрения. А именно, как выясняется в книге [6]  $N$ -допустимые комплексы характеризуются тем, что для каждой двумерной образующей  $p$  четырехмерная плоскость  $PT_pV^5$  пересекает гиперкубику  $PB_p(3)$  по трехмерной кубической поверхности  $Q_3$ , которая распадается на конус  $Q_2$  второго порядка и трехмерную плоскость, принадлежащую  $\alpha$ -образующей гиперкубики  $PB_p(3)$ , а  $K$ -допустимые комплексы характеризуются тем, что для каждой двумерной образующей  $p$  четырехмерная плоскость  $PT_pV^5$  содержит  $\alpha$ -образующую многообразия Сегре  $S_p(2,2)$ . Более того, такой методический подход позволяет выделить также и некоторые пятимерные комплексы двумерных плоскостей, которые являются допустимыми комплексами в смысле интегральной геометрии.

Поэтому возникает задача обобщения понятия допустимости комплекса прямых в проективном пространстве  $P^N$  на основе отображения грасманова многообразия  $G(m,n)$  на алгебраическое многообразие  $\Omega(m,n)$  пространства  $P^N$ , где  $N=n-1$ . Для выделенных  $n$ -мерных допустимых комплексов  $m$ -мерных плоскостей в проективном пространстве  $P^N$  ставится задача нахождения полного геометрического описания и строения. Полное геометрическое описание выделенных комплексов позволит использовать некоторые его результаты в многомерной дифференциальной геометрии, а также в интегральной геометрии. Естественно такие исследования начать с обобщения комплекса прямых в трехмерном проективном пространстве, а именно с пятимерных комплексов двумерных плоскостей в проективном пространстве  $P^5$ .

2. В проективном пространстве  $P^5$  двумерная плоскость  $p$  определяется тремя линейно независимыми точками. Из матрицы координат этих точек

можно составить  $\binom{3}{6}=20$  определителей третьего порядка, которые называются грассмановыми координатами плоскости  $p$ . Они связаны системой алгебраических уравнений и определяют биективное отображение грассманова многообразия  $G(2,5)$  двумерных плоскостей пространства  $P^5$  на девятимерное алгебраическое многообразие  $\Omega(2,5)$  проективного пространства  $P^{19}$ . Это отображение называется грассмановым отображением [17].

Исследуем более детально строение алгебраического многообразия  $\Omega(2,5)$ . Рассмотрим в пространстве  $P^5$  две двумерные плоскости, пересекающиеся по прямой. Они порождают линейный пучок плоскостей, т.е. семейство двумерных плоскостей, проходящих через прямую и лежащих в некоторой трехмерной плоскости. Этому линейному пучку на многообразии  $\Omega(2,5)$  соответствует прямолинейная образующая. При этом прямая и проходящая через нее трехмерная плоскость вполне определяют линейный пучок, а следовательно и прямую на многообразии  $\Omega(2,5)$ .

Рассмотрим все двумерные плоскости, лежащие в некоторой фиксированной трехмерной плоскости. Они образуют линейное трехпараметрическое семейство, которому на многообразии  $\Omega(2,5)$  соответствует трехмерная плоская образующая, называемой  $\alpha$ -образующей. Поскольку в пространстве  $P^5$  содержится восьмипараметрическое семейство трехмерных плоскостей, то многообразие  $\Omega(2,5)$  несет семейство  $\alpha$ -образующих, зависящее от восьми параметров.

Пусть в пространстве  $P^5$  фиксирована некоторая прямая. Рассмотрим все двумерные плоскости, проходящие через нее. Такие двумерные плоскости порождают трехпараметрическую связку, которой на многообразии  $\Omega(2,5)$  также соответствует трехмерная плоская образующая, называемая  $\beta$ -образующей. Поскольку пространство  $P^5$  содержит восьмипараметрическое семейство прямых, то многообразие  $\Omega(2,5)$  несет семейство  $\beta$ -образующих, зависящее от восьми параметров. Таким образом, многообразию  $\Omega(2,5)$  несет два семейства трехмерных плоских образующих.

Если трехмерная плоскость пространства  $P^5$  содержит фиксированную прямую, то соответствующие  $\alpha$ - и  $\beta$ -образующие многообразия  $\Omega(2,5)$  пересекаются по прямой. Если трехмерная плоскость в пространстве  $P^5$  не содержит прямую, то соответствующие им плоские образующие многообразия  $\Omega(2,5)$  общих точек не имеют.

Рассмотрим в пространстве  $P^5$  фиксированную двумерную плоскость  $p$ . Через эту плоскость проходит двупараметрическое семейство трехмерных плоскостей. Поэтому через соответствующую плоскости  $p$  точку на многообразии  $\Omega(2,5)$  проходит двупараметрическое семейство  $\alpha$ -образующих.

В то же время плоскость  $p$  содержит двупараметрическое семейство прямых. Следовательно, через точку  $p$  проходит двупараметрическое семейство  $\beta$ -образующих многообразия  $\Omega(2,5)$ . При этом две образующие

различных семейств многообразия  $\Omega(2,5)$ , проходящие через точку  $p$ , имеют общую прямую, которой в пространстве  $P^5$  соответствует линейный пучок двумерных плоскостей, а две образующие одного семейства имеют единственную общую точку  $p$ . Отсюда следует, что все трехмерные плоские образующие, проходящие через точку  $p$ , являются плоскими образующими конуса Сегре  $C_p(3,3)$  [18] с вершиной в точке  $p$ , лежащего на многообразии  $\Omega(2,5)$ . Этот конус представляет собой пересечение касательной плоскости  $T_p\Omega(2,5)$  в точке  $p$  к многообразию  $\Omega(2,5)$  с самим многообразием. В пространстве  $P^5$  конусу Сегре  $C_p(3,3)$  соответствует совокупность двумерных плоскостей, пересекающих двумерную плоскость  $p$  по прямым.

Рассмотрим в проективном пространстве  $P^5$  пятипараметрическое семейство двумерных плоскостей – пятимерный комплекс  $C^5$ . Комплексу  $C^5$  при грассмановом отображении [17, 18, 19] соответствует пятимерное многообразие  $V^5$ , принадлежащее алгебраическому многообразию  $\Omega(2,5)$ . Многообразию  $V^5$  в каждой своей точке  $p$  имеет пятимерную касательную плоскость. Проективизация плоскости с центром в точке  $p$  представляет собой четырехмерную плоскость. Различным видам взаимного расположения плоскости и многообразия Сегре  $S_p(2,2)$  соответствуют различные классы комплексов  $C^5$  [17, 18, 19]. Многообразию Сегре  $S_p(2,2)$  представляет собой четырехмерную алгебраическую поверхность шестого порядка, несущую два дупараметрических семейства двумерных плоских образующих. При этом две образующие, принадлежащие различным семействам, имеют общую точку, а две образующие, принадлежащие одному семейству, не пересекаются. Поскольку многообразию Сегре  $S_p(2,2)$  является алгебраической поверхностью шестого порядка, то в общем случае плоскость пересекает это многообразие в шести точках. Эти точки определяют на многообразии  $V^5$  шесть полей направлений, интегральным кривым которых на комплексе соответствует шесть семейств торсов (развертывающихся поверхностей с двумерными плоскими образующими) [6], образованных двумерными соприкасающимися плоскостями к некоторой кривой. При этом через каждую образующую комплекса проходит шесть торсов, по одному из каждого семейства. Каждый торс комплекса определяет для двумерной образующей  $p$  комплекса  $C^5$  характеристическую прямую – прямую пересечения двух бесконечно близких образующих торса и трехмерную характеристическую плоскость – касательную к торсу.

3. В проективном пространстве  $P^5$  рассмотрим семейство точечных реперов  $\{A_I\}$ ,  $I, J, K=0, 1, \dots, 5$  и семейство реперов, образованных гиперплоскостями  $d\alpha^I = (-1)^I(A_0, \dots, A_{I-1}, A_{I+1}, \dots, A_5)$ . Уравнения перемещения этих реперов имеет вид:

$$\begin{aligned} dA_I &= \omega_I^J A_J; \\ d\alpha^I &= -\omega_J^I \alpha^J, \end{aligned}$$

где  $\omega_i^j$  – линейные дифференциальные формы, удовлетворяющие структурным уравнениям проективного пространства  $P^5$ :

$$d\omega_i^j = \omega_i^k \wedge \omega_k^j.$$

Свяжем с двумерной плоскостью  $p$  пространства  $P^5$  семейство точечных реперов так, чтобы точки  $A_i$ ,  $i = 0, 1, \dots, 5$  принадлежат плоскости  $p$ . Тогда

$$dA_i = \omega_i^j A_j + \omega_i^p A_p,$$

$$dA_p = \omega_p^i A_i + \omega_p^q A_q,$$

где  $i, j = 0, 1, 2$  и  $p, q = 3, 4, 5$ . Отсюда видно, что двумерная плоскость  $p$  в пространстве  $P^5$  зависит от девяти параметров, линейными комбинациями дифференциалов которых являются формы  $\omega_i^p$ .

Пусть  $\omega_i^p$  ( $i=0, 1, 2$ ;  $p=3, 4, 5$ ) – линейные дифференциальные формы, определяющие перемещение плоскости  $p = A_0 \wedge A_1 \wedge A_2$  в пространстве  $P^5$ . Тогда поскольку размерность рассматриваемого комплекса  $C^5$  равна пяти, то на нем будут выполняться четыре независимых уравнения:

$$\lambda_p^{\alpha i} \omega_i^p = 0, \quad (1)$$

где  $\alpha = 1, 2, 3, 4$ . Эти же уравнения определяют четырехмерную плоскость  $PT_p V^\delta$  в пространстве  $P^\delta = PT_p \Omega(2,5)$ .

Однопараметрическое семейство двумерных плоскостей  $p$  представляет собой трехмерную поверхность с двумерными плоскими образующими. Эта поверхность является торсом [20], если она тангенциально вырожденная ранга один. Торсу на многообразии  $\Omega(2,5)$  соответствует кривая, касательные к которой служат прямолинейными образующими этой поверхности. Данная кривая совпадает с асимптотической линией многообразия  $\Omega(2,5)$ . Поэтому в произвольной точке этой линии выполняется равенство

$$\text{rang}(\omega_i^p) = 1. \quad (2)$$

Следовательно, уравнения торсов в пространстве можно записать в параметрическом виде

$$\omega_i^p = \alpha_i \chi^p dt.$$

На многообразии  $\Omega(2,5)$  асимптотические направления второго порядка, выходящие из точки  $p$ , определяются условием:

$$d^2 p = 0 \pmod{T_p \Omega(2,5)},$$

откуда следует, что уравнения конуса асимптотических направлений второго порядка имеют вид:

$$\omega_i^p \omega_j^q - \omega_i^q \omega_j^p = 0.$$

Из этих уравнений видно, координаты  $\omega_i^p$  точки конуса удовлетворяют  $B_p(2)$  условию (2) и, следовательно, допускают параметрическое представление:

$$\omega_i^p = \alpha_i x^p.$$

Поэтому конус  $B_p(2)$  асимптотических направлений второго порядка совпадает с конусом Сегре  $C_p(3,3)$ .

Асимптотические направления третьего порядка многообразия  $\Omega(2,5)$ , выходящие из точки  $p$ , задаются условием

$$d^3 p = 0 \pmod{T_p^3 \Omega(2,5)}, \quad (3)$$

где  $d^3 p = 6 \det(\omega_i^p) A_3 \wedge A_4 \wedge A_5 \pmod{T_p^2 \Omega(2,5)}$ .

Рассмотрим проективизацию касательной плоскости  $T_p \Omega(2,5)$  с центром в точке  $p$ . Эта проективизация представляет собой проективное пространство  $P^8 = PT_p \Omega(2,5)$ , в котором  $\omega_i^p$  – однородные координаты произвольной точки. Асимптотические направления третьего порядка многообразия  $\Omega(2,5)$  образуют конус с вершиной в точке  $p$ , который обозначается  $B_p(3)$ . Конус  $B_p(3)$  определяется в силу (3) уравнением

$$\det(\omega_i^p) = 0. \quad (4)$$

Ввиду этого конус  $B_p(3)$  представляет собой гиперконус третьего порядка в касательной плоскости  $T_p \Omega(2,5)$  в точке  $p$  к многообразию  $\Omega(2,5)$ .

Геометрический смысл конуса  $B_p(3)$  описывается следующим образом. Каждая гиперплоскость в пространстве  $P^5$ , проходящая через плоскость  $p$ , содержит шестипараметрическое семейство двумерных плоскостей, которому на алгебраическом многообразии  $\Omega(2,5)$  соответствует подмногообразие  $\Omega(2,4)$ , проходящее через точку  $p$ . Шестимерные касательные плоскости к этим подмногообразиям образуют одно семейство плоских образующих конуса  $B_p(3)$ , которые называются  $\alpha$ -образующими. Через каждую точку плоскости  $p$  проходит шестипараметрическое семейство двумерных плоскостей, которому на многообразии  $\Omega(2,5)$  соответствует подмногообразие  $\Omega^*(2,4)$ , также проходящее через  $p$ . Шестимерные касательные плоскости к таким подмногообразиям образуют второе семейство плоских образующих конуса  $B_p(3)$ , которое называется его  $\beta$ -образующими. Таким образом, конус  $B_p(3)$  несет два семейства шестимерных плоских образующих. Из (3) следует, что шестимерное подпространство, определяемое в пространстве  $T_p \Omega(2,5)$  уравнениями

$$\alpha_p \omega_i^p = 0,$$

принадлежит асимптотическому конусу  $B_p(3)$ . Это подпространство совпадает с  $\alpha$ -образующими конуса  $B_p(3)$ . Шестимерное подпространство, определяемое в пространстве  $T_p \Omega(2,5)$  уравнениями

$$\beta^i \omega_i^p = 0,$$

также принадлежит асимптотическому конусу  $B_p(3)$ . Оно совпадает с  $\beta$ -образующими конуса  $B_p(3)$ . Легко видеть, что две образующие различных семейств конуса  $B_p(3)$  пересекаются по четырехмерной плоскости, которой в пространстве  $P^5$  соответствует совокупность двумерных плоскостей, проходящих через некоторую точку и принадлежащих фиксированной гиперплоскости, а две образующие одного семейства пересекаются по трехмерной плоскости, совпадающей с образующей конуса  $B_p(2)$  асимптотических направлений второго порядка.

Асимптотическому конусу  $B_p(3)$  в пространстве  $P^8 = PT_c \Omega(2,5)$  соответствует кубическая гиперповерхность  $P B_p(3)$ , определяемая тем же уравнением (4), что и конус  $B_p(3)$  в касательном пространстве  $T_p \Omega(2,5)$ . Гиперкубика  $P B_p(3)$  несет семейство  $\alpha$ -образующих, полученных при проективизации с центром в точке  $p$   $\alpha$ -образующих конуса  $B_p(3)$ , и семейство  $\beta$ -образующих, полученных при проективизации  $\beta$ -образующих конуса  $B_p(3)$ . Отметим, что многообразие Сегре  $S_p(2,2)$  представляет собой совокупность двойных точек гиперкубики  $P B_p(3)$ . Плоскость  $PT_p V$  и гиперкубика  $P B_p(3)$  пересекаются, в общем случае, по трехмерной кубической поверхности  $Q_3$ , несущей два двупараметрических семейства прямолинейных образующих, причем через каждую ее точку проходят две образующие различных семейств.

4. Пятимерные комплексы  $C^5$  в проективном пространстве  $P^5$  можно определить как пересечение четырех гиперкомплексов, принадлежащих одной связке. В результате указанной выше специализации репера уравнение связки  $\mu$  гиперкомплексов  $C^8$  двумерных плоскостей  $p$  в проективном пространстве  $P^5$  запишется в виде

$$\mu_\alpha \wedge_p^{\alpha i} \omega_i^p = 0, \quad (5)$$

где  $i=0, 1, 2$ ;  $p=3, 4, 5$ ;  $\alpha=1, 2, 3, 4$ , а  $(\omega_i^p)$  – линейные дифференциальные формы, обращение в нуль которых фиксирует двумерную плоскость  $p$  на пятимерном комплексе  $C^5$ . Проективизация этой связки гиперкомплексов представляет собой трехмерное проективное пространство  $P^{*3}$ , однородными координатами точек которого являются коэффициенты  $\mu_\alpha$  связки гиперкомплексов.

Рассмотрим гиперкомплекс  $C^8$ , определяемый уравнением (3) при фиксированных значениях коэффициентов  $\mu_\alpha$ . Через каждую прямую  $p^1 \subset p$  проходит двухпараметрическое семейство двумерных плоскостей  $p$  гиперкомплекса  $C^8$ , образующих гиперконус с вершиной  $p^1$ . Касательные гиперплоскости к этим конусам пересекаются в общем случае по двумерной плоскости  $p$ :

$$\mu_\alpha \wedge_p^{\alpha i} x^p = 0.$$

Если выполняется условие

$$\text{rang}(\mu_\alpha \wedge_p^{ai})=1, \quad (6)$$

то система уравнений (5) определяет гиперплоскость, касательную к гиперконусу двумерных плоскостей  $p$  с одномерной вершиной  $p^1 \subset p$ . При этом каждая трехмерная плоскость, лежащая в этой касательной гиперплоскости, является касательной трехмерной плоскостью к некоторому торсу, принадлежащему пятимерному комплексу  $C^5$ .

Проведем теперь двойственные построения. В каждой трехмерной плоскости  $p^3 \supset p$  содержится дупараметрическое семейство двумерных плоскостей  $p$  гиперкомплекса  $C^8$ , огибающей которого является двумерная тангенциально невырожденная поверхность, т.е. в каждой трехмерной плоскости  $p^3$  существует такая точка, которая описывает двумерную тангенциально невырожденную поверхность. Многообразие всех таких точек задается системой уравнений

$$\mu_\alpha \wedge_p^{ai} a_i = 0.$$

При выполнении условия (6) эта система уравнений определяют точку – центр пучка прямых, лежащих в двумерной образующей  $p$  гиперкомплекса  $C^8$ , и при этом каждая прямая этого пучка является характеристической прямой некоторого торса, принадлежащего пятимерному комплексу  $C^5$ .

Условие (6) определяет в трехмерном проективном пространстве  $P^{*3}$  пересечение четырех линейно независимых квадратичных поверхностей  $Q_\alpha$ , которые в общем случае не имеют общих точек. Рассмотрим пятимерные комплексы  $C^5$  двумерных плоскостей  $p$ , которые определяются связкой гиперкомплексов  $C^8$ , характеризующуюся тем, что при грасмановом отображении гиперплоскости, принадлежащие связке гиперплоскостей  $PT_pV^8$ , содержат одну  $\alpha$ -образующую кубической гиперповерхности  $PB_p(3)$ , а пересечение четырехмерной плоскости  $PT_pV^5$  с многообразием Сегре  $S_p(2,2)$  содержит две прямые, принадлежащие двум различным  $\alpha$ -образующим многообразия  $S_p(2,2)$ , и одну прямую, принадлежащую  $\beta$ -образующей многообразия  $S_p(2,2)$ . Назовем выделенные пятимерные комплексы  $C^5$  двумерных плоскостей  $p$   $B$ -комплексами. Отметим при этом, что пятимерные  $B$ -комплексы двумерных плоскостей являются допустимыми комплексами [14, 15, 16].

Выбор указанного типа комплексов  $C^5$  двумерных плоскостей  $p$  приводит к четырем гиперкомплексам, для которых соответствующие при грасмановом отображении гиперплоскости  $PT_pV^8$  содержат  $\alpha$ -образующие гиперкубики  $PB_p(3)$ :

$$\omega_0^5=0, \omega_1^4=0, \omega_2^3=0, \omega_1^5 - \omega_2^5=0. \quad (7)$$

Уравнение связки  $\mu$  гиперкомплексов  $C^8$  двумерных плоскостей  $p$  в этом случае запишется в виде

$$\alpha\omega_0^5 + \beta\omega_1^4 + \gamma\omega_2^3 + \delta(\omega_1^5 - \omega_2^5) = 0.$$

Центром этой связки  $\mu$  гиперкомплексов  $C^8$  служит пятимерный  $B$ -комплекс  $C^5$  двумерных плоскостей  $p$ , являющийся пересечением четырех вышеуказанных гиперкомплексов  $C^8$  и определяемый системой четырех дифференциальных уравнений (7).

Не составляет трудности проверить, что пересечение четырехмерной плоскости  $PT_pV^5$  с многообразием Сегре  $S_p(2,2)$  содержит две прямые, принадлежащие двум различным  $\alpha$ -образующим многообразия  $S_p(2,2)$

$$\omega_0^4=0, \omega_2^4=0, \omega_1^5=0 \quad (8)$$

и

$$\omega_0^3=0, \omega_1^3=0, \omega_1^5=0 \quad (9)$$

и одну прямую, принадлежащую  $\beta$ -образующей многообразия  $S_p(2,2)$

$$\omega_1^3=0, \omega_2^4=0, \omega_1^5=0. \quad (10)$$

Теперь выясним строение пятимерных  $B$ -комплексов  $C^5$  двумерных плоскостей  $p$ . Имеет место утверждение:

*Теорема 1. Пятимерные  $B$ -комплексы  $C^5$  представляют собой многообразие двумерных плоскостей, принадлежащих гиперплоскостям однопараметрического семейства и касающихся в каждой гиперплоскости этого семейства двух трехмерных тангенциально невырожденных поверхностей.*

*Доказательство.*  $B$ -комплекс  $C^5$  определяется дифференциальными уравнениями (7) и на нем формы  $\omega_0^3, \omega_0^4, \omega_1^3, \omega_2^4, \omega_1^5$  являются линейно независимыми, следовательно, их можно принять в качестве базисных форм на  $B$ -комплексе  $C^5$ . Дифференцируя внешним образом уравнения (7), получим квадратичные уравнения вида:

$$\begin{aligned} \omega_3^5 \wedge \omega_0^3 + \omega_4^5 \wedge \omega_0^4 + (\omega_0^1 + \omega_0^2) \wedge \omega_1^5 &= 0, \\ \omega_1^0 \wedge \omega_0^4 - \omega_3^4 \wedge \omega_1^3 + \omega_1^2 \wedge \omega_2^4 - \omega_5^4 \wedge \omega_1^5 &= 0, \\ \omega_2^0 \wedge \omega_0^3 + \omega_2^1 \wedge \omega_1^3 - \omega_4^3 \wedge \omega_2^4 - \omega_5^3 \wedge \omega_1^5 &= 0, \\ \omega_3^5 \wedge \omega_1^3 + \omega_4^5 \wedge \omega_2^4 - (\omega_1^1 - \omega_2^2 + \omega_1^2 - \omega_2^1) \wedge \omega_1^5 &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Из первого квадратичного уравнения этой системы следует, что формы  $\omega_3^5, \omega_4^5$  выражаются через базисные формы  $\omega_0^3, \omega_0^4, \omega_1^5$   $B$ -комплекса  $C^5$ , а из последнего квадратичного уравнения системы вытекает, что те же формы выражаются через базисные формы  $\omega_1^3, \omega_2^4, \omega_1^5$ . Ввиду единственности разложения форм  $\omega_3^5, \omega_4^5$  по базису  $B$ -комплекса  $C^5$  получим, что

указанные формы выражаются лишь через одну базисную форму  $\omega_1^5$ , т.е. имеют место следующие уравнения:

$$\omega_3^5 = a\omega_1^5, \omega_4^5 = b\omega_1^5. \quad (12)$$

Дифференциал гиперплоскости  $A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4$  в силу этих уравнений запишется так:

$$\begin{aligned} d(A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4) = & (\omega_0^0 + \omega_1^1 + \omega_2^2 + \omega_3^3 + \omega_4^4)(A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4) - \\ & - \omega_1^5 \{ (A_0 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4 \wedge A_5) - (A_0 \wedge A_1 \wedge A_3 \wedge A_4 \wedge A_5) + \\ & + a(A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_4 \wedge A_5) - b(A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_5) \}. \end{aligned} \quad (13)$$

Отсюда следует, что гиперплоскость  $A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4$  описывает однопараметрическое семейство с трехмерной характеристической плоскостью, определяемой уравнением

$$x^1 + x^2 + ax^3 + bx^4 = 0. \quad (14)$$

Поместим в эту трехмерную характеристическую плоскость однопараметрического семейства гиперплоскостей  $A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4$  вершины  $A_0, A_1 - A_2, A_3, A_4$  подвижного репера. Ввиду такой специализации подвижного репера будем иметь, что

$$a = b = 0 \quad (15)$$

и уравнение (14) трехмерной характеристической плоскости примет вид:

$$x^1 + x^2 = 0.$$

В фиксированной гиперплоскости  $A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4$ , т.е. при  $\omega_1^5 = 0$  получим, что двумерные плоскости  $p$   $B$ -комплекса  $C^5$  касаются двух тангенциально невырожденных трехмерных поверхностей, уравнения которых имеют вид:

$$\omega_1^4 = 0, \omega_2^3 = 0. \quad (16)$$

При этом точки  $A_1$  и  $A_2$  в каждой гиперплоскости  $A_0 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4$  однопараметрического семейства описывают трехмерные тангенциально невырожденные поверхности, касательные 3-плоскости к которым совпадают соответственно с трехмерными плоскостями  $A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3$  и  $A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_4$ .

Таким образом, двумерные образующие  $p$  пятимерного  $B$ -комплекса  $C^5$  принадлежат гиперплоскостям однопараметрического семейства и касаются в каждой гиперплоскости этого семейства двух трехмерных тангенциально невырожденных поверхностей.

Докажем теперь обратное утверждение. Рассмотрим множество двумерных плоскостей  $p$ , принадлежащих гиперплоскостям однопараметрического семейства и касающихся в каждой гиперплоскости этого семейства двух трехмерных тангенциально невырожденных поверхностей.

Поместим вершины  $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4$  подвижного репера  $\{A_1\}$  в гиперплоскость однопараметрического семейства, а точки  $A_0, A_1 - A_2, A_3, A_4$  в трехмерную характеристическую плоскость этого семейства. Вершины  $A_1$  и  $A_2$  совместим с текущими точками трехмерных тангенциально невырожденных поверхностей. Точки  $A_0, A_1, A_2$  поместим в двумерную плоскость, являющуюся пересечением трехмерных касательных плоскостей к тангенциально невырожденным поверхностям, а вершины  $A_3$  и  $A_4$  расположим соответственно в трехмерных касательных плоскостях к тангенциально невырожденным поверхностям.

Ввиду указанной специализации подвижного репера однопараметрическое семейство гиперплоскостей  $A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4$  будет определяться уравнениями

$$\omega_0^5 = 0, \omega_1^5 - \omega_2^5 = 0, \omega_3^5 = 0, \omega_4^5 = 0, \quad (17)$$

где форма  $\omega_1^5$  является базисной на этом семействе гиперплоскостей. Трехмерные тангенциально невырожденные поверхности, лежащие в каждой гиперплоскости  $A_0 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge A_4$  однопараметрического семейства гиперплоскостей, в результате специализации подвижного репера будут задаваться уравнениями (16). На основании уравнений (16) и (17) получаем, что уравнения (7) определяют пятимерный комплекс  $C^5$  двумерных плоскостей  $p$ . При этом не представляет трудности установить, что такие комплексы определяются связкой гиперкомплексов  $C^8$ , которая при грассмановом отображении характеризуется тем, что гиперплоскости, принадлежащие связке гиперплоскостей  $PT_pV^8$ , содержат одну  $\alpha$ -образующую кубической гиперповерхности  $PB_p(3)$ , а пересечение четырехмерной плоскости  $PT_pV^5$  с многообразием Сегре  $S_p(2,2)$  содержит две прямые, принадлежащие двум различным  $\alpha$ -образующим многообразия  $S_p(2,2)$ , определяемые уравнениями (8) и (9), и одну прямую, принадлежащую  $\beta$ -образующей многообразия  $S_p(2,2)$ , определяемую уравнениями (10), т.е. являются пятимерными  $B$ -комплексами двумерных плоскостей  $p$ . Таким образом, утверждение о строении пятимерных  $B$ -комплексов двумерных плоскостей  $p$  полностью доказано.

Можно провести двойственные построения, т.е. в определении  $B$ -комплексов  $C^5$  двумерных плоскостей  $p$  в проективном пространстве  $P^5$  взять  $\beta$ -образующие кубической гиперповерхности  $PB_p(3)$ . Рассмотрим пятимерные комплексы  $C^5$  двумерных плоскостей  $p$  в проективном пространстве  $P^5$ , определяющиеся связкой  $\mu$  гиперкомплексов  $C^8$ , которая при грассмановом отображении характеризуется тем, что гиперплоскости, принадлежащие связке гиперплоскостей  $PT_pV^8$ , содержат одну  $\beta$ -образующую гиперкубики  $PB_p(3)$ , а пересечение четырехмерной плоскости  $PT_pV^5$  с многообразием Сегре  $S_p(2,2)$  содержит две прямые, принадлежащие двум

различным  $\beta$ -образующим многообразия  $S_p(2,2)$ , и одну прямую, принадлежащую  $\alpha$ -образующей многообразия  $S_p(2,2)$ . Назовем такие пятимерные комплексы  $S^5$  двумерных плоскостей  $p$  дуальными  $B$ -комплексами. Для этих комплексов имеет место утверждение, двойственное утверждению теоремы 1:

*Теорема 2. Дуальные пятимерные  $B$ -комплексы  $S^5$  представляют собой многообразие двумерных плоскостей, пересекающих некоторую кривую и касающихся двух тангенциально невырожденных гиперповерхностей.*

#### Библиографический список

1. Фиников, С.П. Теория конгруэнций [Текст] / С.П. Фиников. – М.; Л.: Гос. изд-во технико-теоретической литер., 1950. – 528 с.
2. Кованцов, Н.И. Теория комплексов [Текст] / Н.И. Кованцов. – Киев: Киевский гос. ун-т, 1963. – 292 с.
3. Фиников, С.П. Метод внешних форм Картана [Текст] / С.П. Фиников. – М.: Изд-во гос. технико-теоретической литер., 1948. – 433 с.
4. Гельфанд, И.М. Избранные задачи интегральной геометрии [Текст] / И.М. Гельфанд, С.Г. Гиндикин, М.И. Граев. – М.: Добросвет, 2007. – 235 с.
5. Гельфанд, И.М. Гипергеометрические функции, связанные с грассманианом  $G_{3,6}$  [Текст] / И.М. Гельфанд, М.И. Граев // Математический сборник. – 1989. – Т.180. – №1. – С. 3 – 38.
6. Бубякин, И.В. Геометрия пятимерных комплексов двумерных плоскостей [Текст] / И.В. Бубякин. – Новосибирск: Наука, 2001. – 84 с.
7. Кругляков, Л.З. О некоторых комплексах многомерных плоскостей в проективном пространстве [Текст] / Л.З. Кругляков // Функциональный анализ и его приложения. – 1982. – Т. 16. – Вып. 3. – С. 66–67.
8. Кругляков, Л.З. Допустимые комплексы коразмерности два многомерных плоскостей проективного пространства [Текст] / Л.З. Кругляков, А.Г. Мизин // Сибирский математический журнал. – 1986. – Т. 27. – №5. – С. 110–115.
9. Нерсесян, В.А. Допустимые комплексы  $k$ -мерных плоскостей в  $P^n$  [Текст] / В.А. Нерсесян // Ученые записки Ереванского государственного университета. – 1986. – №2. – С. 34–38.
10. Нерсесян, В.А. Классификация допустимых комплексов двумерных плоскостей в  $R^5$  [Текст] / В.А. Нерсесян // Доклады Академии Наук Армянской ССР. – 1980. – Т. 70. – №3. – С. 151 – 155.
11. Майус, К. Структура допустимых комплексов прямых в  $CP^n$  [Текст] / К. Майус // Труды Московского математического общества. – 1979. – Т. 39. – С. 181–211.
12. Майус, К. Структура допустимых комплексов прямых в  $S^n$  [Текст] / К. Майус // Функциональный анализ и его приложения. – 1973. – Т. 7. – Вып. 1. – С. 79–81.

13. Майус, К. Допустимые комплексы прямых с одной критической точкой [Текст] / К. Майус // Функциональный анализ и его приложения. – 1975. – Т. 9. – Вып. 2. – С. 81–82.
14. Гончаров, А.Б. Интегральная геометрия на семействах  $k$ -мерных подмногообразий [Текст] / А.Б. Гончаров // Функциональный анализ и его приложения. – 1989. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 11–23.
15. Гончаров, А.Б. Интегральная геометрия и многообразия минимальной степени в  $CP^n$  [Текст] / А.Б. Гончаров // Функциональный анализ и его приложения. – 1990. – Т. 24. – Вып. 1. – С. 5–20.
16. Гончаров, А.Б. Допустимые семейства  $k$ -мерных подмногообразий [Текст] / А.Б. Гончаров // Доклады Академии Наук СССР. – 1988. – Т.300. – №3. – С. 535–539.
17. Akivis M.A. On the differential geometry of a Grassmann manifold // Tensor. – 1982. – V. 38. – P. 273–282.
18. Akivis M.A, Goldberg V.V. On the structure of submanifolds with degenerate Gauss maps // Geom. Dedic. – 2001. – V. 86. – № 1. – 3. – P. 205–226.
19. Akivis M.A. Goldberg V.V. Projective differential geometry of submanifolds. – Amsterdam: North-Holland, 1993. – 374 p.
20. Landsberg J.M. Algebraic geometry and projective differential geometry // Lect. Notes Series. Seoul National Univ. – 1999. – № 45. – 268 p.

### 3.8. Оптимизация учебного процесса по геометро-графическим дисциплинам

На формирование концепции развития высшего инженерного образования существенное влияние оказывает состояние промышленного производства и его потребность в квалифицированных специалистах. Современное положение российской промышленности в целом еще нельзя определить как стадию подъема, однако в ряде отраслей реального сектора экономики наметились позитивные сдвиги: постепенно внедряется новое оборудование, осваиваются новые технологии, выпускаются новые виды продукции. Наряду с этим отмечается снижение уровня развития научно-технической сферы, фундаментальной науки и главное – острый недостаток специалистов инженерно-технического профиля.

В условиях модернизации российской промышленности на инновационной основе, приоритетной задачей ставится создание условий для подготовки специалистов, способных обеспечить конкурентоспособность российской продукции и технологий на внутреннем и международном рынках, что актуализирует проблему формирования высокоэффективной системы подготовки инженерных кадров. И здесь свою существенную роль должны сыграть, прежде всего, вузы страны. В этой связи хотелось бы кратко коснуться таких аспектов формирования инновационной системы

образования, как развитие двухуровневой системы подготовки выпускников вузов по инженерным направлениям деятельности, совершенствование подходов к формированию содержания образовательных программ подготовки бакалавров и магистров и форм их реализации в вузах.

В связи с введением в действие новых федеральных государственных образовательных стандартов ВПО критическим стал вопрос о содержании формах и месте геометро-графических дисциплин, что в свою очередь требует глубокой диагностики их текущего состояния и определения дальнейших перспектив графической подготовки студентов в технических вузах.

В настоящее время геометро-графическая подготовка в вузах представлена комплексом дисциплин: начертательной геометрией, инженерной и компьютерной графикой, изучение которых способствует формированию графической культуры выпускников и является необходимой основой для подготовки компетентных специалистов в области техники и технологии.

Но, как известно, в системе образования происходит постоянное введение новых специальных дисциплин за счет сокращения других. В связи с тем, что недельная нагрузка и продолжительность обучения не могут увеличиваться, то увеличилась плотность потока учебной информации, поступающей студенту. Такое сокращение уже коснулось ряда дисциплин, в том числе начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики. И это, несмотря на то обстоятельство, что начертательная геометрия является основополагающей базой, фундаментом для всех технических дисциплин. Все вышесказанное налагает двойную ответственность: при постоянном сокращении учебных часов, увеличении плотности потока учебного материала и все еще весьма низком уровне графической подготовки поступающих в вузы обеспечить значительный, достаточно прочный запас знаний по начертательной геометрии, необходимых для дальнейшего обучения в техническом вузе и в будущей профессиональной деятельности. Перечисленные обстоятельства заставляют искать более эффективные методы обучения, заниматься внедрением новых информационно-коммуникационных технологий обучения начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики с целью интенсификации учебного процесса. На кафедре «Инженерная и компьютерная графика» Восточно-Сибирского государственного университета технологии и управления было создано и внедрено автоматизированные обучающие системы по начертательной геометрии и инженерной графике. В обучающую систему входят теория, задачи и контрольно-измерительные работы. Система была разработана с целью повышения качества геометро-графического образования, как дополнение к основному курсу начертательная геометрия и инженерная графика. Автоматизированная обучающая система используется для самостоятельной работы студентов и для дистанционного обучения. Также обучающая система успешно применяется в аудиторные часы в качестве входного, промежуточного и выходного контроля.

Применение графических пакетов оказывает огромную помощь в восприятии и понимании начертательной геометрии и инженерной графики, а также способствует развитию студенческих научных исследований, интенсификации использования студентами полученных теоретических знаний. Отметим, что опыт преподавания начертательной геометрии и инженерной графики показывает, что полный переход к автоматизированным системам при изучении этих дисциплин имеет свои недостатки. Одна из них невозможность автоматизированного контроля правильности решения учебных заданий требует от преподавателя больших временных затрат на проверку, что в конечном итоге снижает качество обучения. Наиболее часто применяется метод сравнения с заранее подготовленным шаблоном. Следует отметить, что в случае сложной формы пространственного объекта его визуальное сравнение с шаблоном становится затруднительным. Высшее инженерное образование предусматривает основательную графическую подготовку будущих специалистов, поэтому очень важно при составлении учебно-методического комплекса документации учитывать возможность выполнения работ как в бумажной, так и в электронной формах представления. Кроме того, при постоянном сокращении учебных часов совершенствуется структура курса этих дисциплин, в результате объединяются родственные разделы и в дидактической обработке учебного материала, в разработке форм и методов обучения студентов начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики с целью повышения качества знаний и формирования умений и навыков, необходимых в будущей учебной и профессиональной деятельности.

#### Библиографический список

1. Будажапова, Б.Б. Проблемы и качество подготовки инженеров в системе высшего технического образования [Текст] / Б.Б. Будажапова // Материалы Междунар. науч.-метод. конф. «Проблемы высшего технического образования в России и за рубежом». – Улан-Удэ. – Изд-во ВСГУТУ, 2012. – С. 257 – 262.

### 3.9. Системный подход в формировании геометро-графической компетентности бакалавров

Современное высшее образование направлено на подготовку профессионала, обладающего социальной, коммуникативной, информационной, когнитивной и специальной компетенциями. Компетенции профессионала формируются профессиональной компетентностью [1], под которой принято понимать интегральную характеристику деловых и личностных качеств специалиста

Процесс формирования геометро-графической компетентности является сложным, целостным, многоплановым и непрерывным процессом образо-

вания, формирования и становления определенных компонентов и развития способностей личности бакалавра. Рассмотрим процесс формирования с позиций общенаучного системного подхода. Как всякая система, процесс формирования геометро-графической компетентности связан с двумя принципами – целостности и иерархичности. Целостность связана с тем, что свойства объекта оцениваются на уровне целого («целое и части целого»). Модели явлений и процессов в теории систем строятся как целостные объекты с учетом иерархии уровней функционирования системы и взаимодействия ее с окружающей средой.

Первым уровнем формирования геометро-графической компетентности является элементарная геометро-графическая грамотность (рис.18).

Элементарная геометро-графическая грамотность, формируется такими учебными предметами, как изобразительное искусство, черчение и геометрия. В настоящее время из базисного учебного плана средней школы исключен предмет – черчение. С исключением этого предмета процесс формирования геометрическо-графической грамотности перестает быть целостным и непрерывным. Становление необходимого базового навыка в настоящее время осуществляется в стенах вуза. В Пензенском государственном университете архитектуры и строительства в августе проводится цикл вводных лекций с будущими первокурсниками. На этих курсах изучается теория построения технических изображений, осваиваются стандарты чертежа. Таким образом, удалось сохранить процесс формирования геометро-графической подготовки целостным, непрерывным и перейти на второй уровень формирования геометро-графической компетентности графическими дисциплинами (рис.18).



Рис.18. Процесс формирования геометро-графической компетенции

Геометро-графическая компетентность это интегральная характеристика деятельности бакалавра направленная на восприятие, преобразование, передаче, фиксации и сохранению геометро-графической информации.

Определение этого понятия подтверждается выделением в рамках системного подхода взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов компетентности:

1. Готовность к овладению геометрической информацией (мотивационный компонент).

2. Владение знаниями законов построения геометрических моделей и умениями работать с геометрическими моделями (когнитивный компонент).

3. Опыт проявления знаний в разнообразных стандартных и нестандартных ситуациях, в определенных и неопределенных условиях (поведенческий компонент).

4. Восприятие, преобразование, передача, фиксация и сохранение геометрической информации (операциональный компонент).

5. Способность соотнесения к определенному уровню значимости, полученных знаний в общей системе знаний (ценностно-смысловой компонент к получению знаний умений и навыков).

6. Владение информационными технологиями – компьютерной графикой (коммуникационный компонент).

7. Готовность и способность обучаться самостоятельно, критично оценивать результат деятельности (когнитивной, операциональной) и рефлексировать (эмоционально-волевой компонент).

Внутри каждого компонента можно выделить подкомпоненты, представляющие определенную структуру или подструктуру, и рассмотреть их с позиций других принципов системного подхода – целенаправленности, эмерджентности и синергизма.

#### Библиографический список

1. Общая и профессиональная педагогика [Текст] / под ред. В.Д. Симоненко. – М.: Вентана-граф, 2006. – 150 с.

### 3.10. К вопросу об Особенности обучения студентов дисциплине «Начертательная геометрия» в условиях дефицита учебного времени

Стратегической целью вуза является подготовка специалистов разного уровня, умеющих инициативно, самостоятельно решать сложнейшие профессиональные и жизненные проблемы, владеющих современными достижениями науки и техники, способных применять и приумножать на практике полученные знания, умения, навыки, несущих ответственность за

результаты собственной деятельности и ориентированных на эффективное самообразование.

Данная цель реализуется на основании компетентностного подхода, который предусматривает широкое использование в учебном процессе компьютерных форм обучения, таких, как дистанционное, виртуальное обучение, основанных на сетевых технологиях, кейс-технологиях. Однако преобладающими формами обучения в классическом вузе до сих пор остаются традиционные формы, основанные на непосредственном взаимодействии преподавателя со студентами. Поэтому актуальными являются разработка и реализация таких образовательных технологий, которые используют преимущества компьютерных форм обучения и вместе с тем способны модернизировать традиционные формы обучения с целью качественного повышения уровня образовательного процесса в вузе и профессиональных компетенций.

Дефицит учебного времени приводит к тенденции фрагментарного изложения разделов изучаемых дисциплин, в том числе начертательной геометрии, что, в свою очередь, может привести к снижению уровня фундаментальности и системности изложения учебного материала.

На основе реализации ФГОС третьего поколения, содержания дисциплины «Начертательная геометрия» в ФГБОУ ВПО «Сахалинский государственный университет» разработан цикл динамических слайд-лекций для студентов 1 курса направления подготовки «Техносферная безопасность».

Направление, связанное с созданием и развитием мультимедийных лекций, в настоящий момент является достаточно распространенным. Мультимедийные лекции – это видео изображение, на котором реальный лектор ведет лекцию, находясь в той среде, о которой говорит, и манипулируя моделями реальных объектов, о которых идет речь в данный момент [1]. Учебный материал разбивается на дидактические единицы, представленные в графическом изображении на слайде, которые воспринимаются как образ в едином пространстве и времени. Использование анимированных фрагментов позволяет наглядно представить весь изучаемый материал, сконцентрировать внимание на отдельных наиболее трудных местах, многократно повторить его быстро, без больших временных и энергетических затрат. Озвучивает материал, как правило, преподаватель. Поэтапное, пошаговое создание чертежа на экране позволяет студенту детально разобраться в ключевых принципах построения проекций геометрических элементов.

В качестве основы для проектирования динамической слайд-лекции по дисциплине «Начертательная геометрия» была выбрана программа Microsoft PowerPoint. Microsoft PowerPoint – это инструмент подготовки презентаций и лекций, позволяет структурировать, иллюстрировать и профессионально представлять различные объекты. Выбор данного продукта

связан с широкими возможностями и одновременно простотой использования, не требующих специальных навыков программирования. Далее определяется совокупность учебных элементов, отобранных для изучения студентами начертательной геометрии с учетом основной образовательной программы, учебного плана по дисциплине «Начертательная геометрия», имеющихся учебников и учебных пособий, используемых в образовательном процессе.

Определив целесообразность использования динамических слайд-лекций в целом и отдельных методических приемов слайд-лекции, логичным является изучение вопроса трудоемкости создания динамических слайд-лекций. Изучив опыт создания слайд-лекций по дисциплине «Начертательная геометрия», можно отметить на начальном этапе разработки отдельных слайд-лекций увеличение трудоемкости подготовки лекций. Однако в сравнении с разработкой новой дисциплины и ее внедрением в учебный процесс, создание динамических слайд-лекций сопоставимо с этим процессом. Различие и некоторое увеличение времени подготовки лекций по дисциплине составляет разработка программного средства (в техническом аспекте). Так как это связано в большей степени с приобретением технических навыков работы с программой, то постепенно время, затрачиваемое на создание слайд-лекций уменьшается. Также при доработке и обновлении учебной дисциплины или отдельных ее элементов (что неминуемо происходит с течением времени) не требуется заново переписывать содержание дисциплины, конспекты лекций, расстановки новых «смысловых» и логических акцентов. Для решения этой задачи необходимо лишь переставить (с помощью изменения порядкового номера слайда и незначительной содержательной корректировки) соответствующие учебные элементы, входящие в динамические слайд-лекции или дополнить существующие лекции новыми. В процессе применения слайд-лекций было определено, что несмотря на некоторое увеличение трудозатрат на разработку лекций, повышается качество усвоения представляемого учебного материала за счет усиления его наглядности и максимальной насыщенности учебной информацией.

Необходимо отметить, что предлагаемая методика использования динамической слайд-лекции при обучении студентов дисциплины «Начертательная геометрия» используется и при самостоятельной подготовке студентов к практическим занятиям. Поэтапное, пошаговое создание чертежа на экране позволяет студенту детально разобраться в ключевых принципах построения чертежа.

Таким образом, целью использования динамической слайд-лекции по дисциплине "Начертательная геометрия" является повышение качества обучения студентов в условиях дефицита учебного времени, что достигается за счет систематизации учебного материала, увеличения его наглядности и доступности для восприятия.

## Библиографический список

1. Аксенова, Е.И. Методика создания и применения динамических слайд-лекций при обучении физике в вузе [Текст]: дис. ... канд. наук:13.00.02 / Е.И. Аксенова. – М, 2005. – 187 с.

### 3.11. Инновационные технологии преподавания геометро-графических дисциплин

Реформирование образования в России поставило глобальные задачи перед преподавателями высшего профессионального образования. Этот вопрос затрагивает множество аспектов, среди которых в первую очередь следует обратить внимание на образовательные технологии. Традиционные формы и методы обучения во многих случаях не отвечают требованиям сегодняшнего дня.

Главнейшей задачей образования в соответствии с ФГОС ВПО является формирование компетенций у будущего специалиста и в этой связи актуальным становится не получение суммы знаний как таковых, а стремление к самообразованию, формирование навыков «добывания информации», выдвигая на передний план так называемые интеллект-развивающие технологии обучения.

Последние годы ведутся дискуссии по поводу баланса традиционных и инновационных технологий обучения геометро-графическим дисциплинам [1, 2, 3]. На наш взгляд, излишнее увлечение инновациями может привести к снижению качества образования в этой сфере, поскольку не всегда учитывается специфика содержания и цели изучения графических дисциплин.

Особое место в образовательных учреждениях разного уровня последние десятилетия занимают информационные технологии, которые позволяют рациональнее использовать аудиторное время, формировать у учащихся базовые знания и навыки для дальнейшего самообразования, сокращать и автоматизировать проведение расчётов.

Несмотря на общеобразовательную направленность дисциплин (цикла ЕН, ОПД), реализуемых на кафедре «Инженерная и компьютерная графика», преподаватели неуклонно стремятся включать профессиональную составляющую в изучаемую дисциплину при разработке заданий курсовых, индивидуальных, исследовательских работ. К примеру, студенты-технологи, изучая дисциплины, обеспечиваемые кафедрой ИКТ, получают теоретические знания и навыки решения разнообразных задач в среде AutoCAD, MathCAD, MS Excel, КОМПАС и др. Для усиления профильной направленности индивидуальные задания учащегося включают выполнение математической и статистической обработки экспериментальных данных, компоновок цеха с учетом требований ЕСКД, ЕСТД, СПДС.

Сотрудничество с выпускающими кафедрами позволяет корректировать задания с учетом требований к ЗУНам студентов старших курсов, а также пополнять электронную базу оборудования, востребованную при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Последнее десятилетие ведутся дискуссии об изучении графических дисциплин с применением компьютерных программ. Нет единого мнения на этот счет. С одной стороны, окружающая действительность диктует идти в ногу со временем и избавляться от ватмана, линейки и карандаша. С другой стороны, компьютер – только средство для выполнения чертежей, и это средство в отдельных случаях может быть недоступно, к тому же в графических редакторах невозможно выполнить чертеж, не зная стандартов его оформления, не представляя конечного результата. С этим утверждением, по сути, не согласен В. Рукавишников [1], выступающий за объединение графических дисциплин в единый курс «Инженерное геометрическое моделирование», призванный использовать графические редакторы для формирования двухмерных чертежей. По мнению В. Рукавишникова, незачем развивать пространственное мышление студентов, поскольку есть возможность автоматического перехода от трехмерной модели к двухмерной с помощью компьютерных программ. На наш взгляд, такой подход приведет к полной атрофии пространственного мышления у студентов. Безусловно, компьютерные технологии необходимы, но в разумных пределах, в частности, для уменьшения трудоемкости оформления КД, избавления от рутины. Кроме того для студента бывает необходимо изучить пространственные модели, созданные при использовании компьютерных программ, чтобы визуализировать образ, а затем построить комплексный чертеж данной модели либо с помощью компьютерной программы (несколькими щелчками мыши), либо с помощью чертёжных инструментов на бумаге.

Как известно, количество часов, отводимых новыми стандартами на аудиторную работу студента, обучающегося по программе бакалавриата, снизилось. К примеру, для графических дисциплин уменьшение оказалось значительным: более чем на 40%. Однако объем материала, который должны усвоить студенты, не уменьшился. В связи с этим преподавателю приходится рассмотрение отдельных тем, разделов выносить на самостоятельную работу, однако во многих случаях это не означает, что данная тема будет проработана студентом. Задача преподавателя – организовать проверочные работы таким образом, чтобы объективно оценить знания студентов, в особенности, сформированных в результате самостоятельной работы.

В то же время, не учитывая специфику преподавания графических дисциплин, учебные поручения последних лет не предусматривают аудиторские часы для проверки графических работ. Кроме того появляется опасная тенденция увлечения интерактивными занятиями. Учебные планы

для бакалавриата в настоящее время составлены так, что примерно равное количество часов отведено на интерактив – и для графических дисциплин, и для гуманитарных, и для дисциплин специального цикла, т.е. без учета их специфики. Технология интерактивного обучения предполагает вовлечение каждого студента в учебный процесс через взаимодействие его с коллегами. Безусловно, применение интерактивных методов обучения говорит об инновационном подходе преподавателя к организации проведения занятий, однако важно всё-таки учитывать цели и задачи, реализуемые в результате изучения дисциплины. Следует особо отметить, что основная направленность графических дисциплин – формирование навыков выполнения и чтения чертежей, первый опыт работы с ГОСТами и справочными материалами, кроме того овладение навыками выполнения чертежей достаточно индивидуально.

В качестве решения проблемы интерактива отчасти могло бы стать электронное обучение (ЭО) с применением дистанционных технологий (ДТ). Поскольку современная молодежь хорошо адаптирована к информационным коммуникационным сетям, следует ожидать заинтересованности студентов в ЭО. Если дистанционные курсы будут содержать форумы для обсуждения и проработки различных вопросов, включать в себя тесты обучающего характера, задания разного уровня сложности и содержания, студенту будет легче осваивать материал по данной дисциплине. Такой информационный ресурс окажется важным в организации самостоятельной работы студента любой формы обучения. При формировании заданий для ЭО преподаватели стараются учитывать все нюансы, возникающие в преподавании графических дисциплин: профессиональную направленность, сложность восприятия студентами отдельных тем и т.д., для чего разрабатываются различные элементы курса – глоссарий, задания, лекции, видеоматериалы, АОСы по дисциплинам.

Для объективной оценки учебных достижений студента важно создавать КИМы различной формы и сложности и глубоко продуманную балльно-рейтинговую систему оценки. В этом контексте уместно вспомнить о так называемом личностно-ориентированном подходе к обучению и возможности организации опережающего обучения по отдельным темам в рамках ЭО.

Однако внедрение ЭО также не остается без вопросов. Стоит отметить разную подготовленность к восприятию графических дисциплин студентов-первокурсников. Многие приходят учиться в вуз с недостаточной базовой подготовкой, слабой мотивацией к учебе, неумением и нежеланием самостоятельно работать с литературой. Специфика ЭО требует выполнения графических работ с использованием компьютера, поэтому приходится пересматривать учебные планы с целью корректировки последовательности изучения дисциплин, их содержания. Безусловно, инновационные методы обучения необходимо внедрять в учебный процесс, но при этом важно учитывать цели и задачи изучения курса, а также некоторые отрицательные

аспекты таких новшеств. К примеру, Интернет уже давно является хорошим помощником для ленивых студентов, использующих готовые, кем-то выполненные работы. При тестировании в период электронного обучения студента также нет уверенности, что студент самостоятельно выполняет задания, а не пользуется «помощью друга». Поэтому главным двигателем обучения с использованием ДТ, по-видимому, будет являться мотивация студента к учёбе, а не стремление любой ценой получить диплом.

Таким образом, реформирование образования всё настойчивее выдвигает новые требования и к организации учебного процесса, и к качеству подготовки абитуриента. Однако скоропалительное, невзвешенное внедрение инновационных технологий обучения вместо применяющихся традиционных, может привести к непредсказуемым последствиям. Поэтому инновационные технологии обучения должны рассматриваться как новшество, требующее многолетних апробаций, перестройки отношения к образованию, как со стороны педагога, так и студента, творческого подхода, учитывающего множество аспектов.

На современном рынке труда, как известно, востребованы личности, способные к самообразованию, саморазвитию, мобильности. В связи с этим мотивация к учёбе в современном мире является основой получения образования, поскольку «ученик, который учится без желания, – это птица без крыльев».

#### Библиографический список

1. Рукавишников, В. Геометро-графическая подготовка инженера: время реформ [Электронный ресурс] – URL: <http://www.ispu.ru/system/files/-HEducation-05-3-2008.pdf>
2. Мациевский, Г.О. Инновации и традиции в образовании // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 9. – С. 160 – 162 [Электронный ресурс] – URL: [www.rae.ru/use/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=7785193](http://www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=7785193)
3. Шалимова, Л.И. Применение интерактивных методов обучения на уроках «Инженерной графики» [Электронный ресурс]. – URL: <http://festival.1september.ru/articles/520846/>

### 3.12. Введение пропедевтического этапа в образовательную систему вуза

В настоящее время темпы развития строительного производства требуют высокого уровня профессиональной подготовки инженеров, архитекторов, строителей, поэтому вопрос повышения качества знаний остается одним из актуальных вопросов образования. Целью современного образования, в связи с вступлением России в Болонский процесс и с переходом высшего профессионального образования с моноструктуры к европейской двухуровневой системе «бакалавриат – магистратура», является профес-

сиональная подготовка конкурентоспособного специалиста, способного к применению знаний и умений при решении профессиональных задач в различных областях – как в конкретной области знаний, так и в областях, слабо привязанных к конкретным объектам. То есть обладающего высокими профессиональными качествами и способного проявлять гибкость в изменяющихся условиях рынка труда [1].

Освоение процесса геометрического моделирования является одним из основных этапов в профессиональной подготовке специалистов строительного направления. Основной задачей геометрического моделирования является формирование навыков в создании плоских изображений трехмерных объектов, которые бы сохраняли всю геометрическую информацию (размеры, форму и относительное положение в пространстве) исходного объекта. Традиционно к таким моделям относятся различные изображения на бумажных и электронных носителях: чертежи, рисунки, карты, фотографии и т.п. Сохранность геометрической информации обеспечивается соответствующими законами, изучение которых предусматривает комплекс геометро-графических дисциплин. Эти дисциплины формируют общекультурные, профессиональные, геометро-графические компетенции архитекторов, инженеров строительных и технических специальностей.

Однако сложившаяся в настоящее время проблема недостаточных базовых геометрических знаний вчерашних школьников из-за отмены черчения, как обязательного школьного предмета и аналитического подхода к преподаванию геометрии, обусловила трудности усвоения учебных курсов цикла графических дисциплин.

Пропедевтика (от др. греч. προπαιδείω – предварительно обучаю) – введение в какую-либо науку. Пропедевтический этап, включающий в себя работу со школьниками в стенах вуза и проведение адаптационных курсов для первокурсников, позволяет поддерживать мотивационную направленность выбора профессии и обеспечивает условия формирования необходимых геометро-графических компетенций бакалавров технических и строительных специальностей.

Необходимость введения пропедевтического этапа для всех поступающих в вуз подтверждает эффективность практического опыта – работы со школьниками. Так в течение нескольких лет, на кафедре «Начертательной геометрии и графики» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства на базе профильных классов лицея №3 «Архитектуры и дизайна» проводилось обучение основам начертательной геометрии и черчению по специальной адаптированной программе. Основной целью довузовского обучения является формирование необходимого уровня базовой геометро-графической подготовки школьников. Программа разработана для подготовки учащихся лицея к дальнейшему обучению в техническом вузе. Она рассчитана на углубленное изучение черчения и основ начертательной геометрии. Важнейшей задачей курса является

ознакомление учащихся с процессом проектирования, сборки, анализу и систематизации информационных данных для геометрического моделирования и работы с техническими изображениями. В процессе обучения предполагается формирование и развитие гармоничного логического и образного мышления учащихся. Обучающиеся приобретают знания, умения и навыки графических дисциплин в факультативной форме. В содержание программы учебного курса включены следующие темы: приемы работы с чертежными инструментами; линии чертежа; узкий архитектурный шрифт; основные правила простановки размеров на чертежах; геометрические построения; сопряжения; лекальные и циркульные кривые; архитектурные обломы; построение декоративной вазы; основы прямоугольного проецирования; изображение объемных геометрических тел и нахождение точек и линий на этих поверхностях; аксонометрия.

По каждой теме проводилась лекция с проблемным изложением материала. Постановка проблемы перед учащимися мотивирует познавательную деятельность, затем на практическом занятии отрабатывались умения и навыки, необходимые для решения задач в стандартных ситуациях. По мере овладения знаниями, обучающимся предлагались задачи возрастающей степени сложности и применения алгоритма решения задач в нестандартных условиях, что способствует развитию способностей к креативному (творческому) мышлению.

В процессе изучения графики преподаватели обучали школьников правильной организации рабочего места, техническому оснащению и размещению чертежного оборудования. Умение работать чертежными инструментами и знания элементарных геометрических построений значительно ускоряли выполнение технических изображений традиционными средствами. Результаты обучения проявляются в ежегодно проводимых всероссийских конкурсах-олимпиадах архитектурно-строительного творчества им. В.Е. Татлина.

Преподаватели, работающие в этом направлении, выделяют вчерашних лицейцев среди остальных студентов по более высокому уровню базовых геометрических знаний, по умению решать задачи и качеству графического выполнения чертежей.

Таким образом, введение пропедевтического этапа в образовательную систему вуза позволяет сохранить целостность и иерархичность системы формирования геометро-графической компетенции как составляющей профессиональной готовности бакалавров технического вуза.

#### Библиографический список

1. Гаврилюк, Л.Е. Пропедевтический этап формирования профессиональной готовности студентов технических вузов [Текст] / Л.Е. Гаврилюк [и др.] // Материалы Междунар. науч.-метод. конф. «Инновационные технологии организации обучения в техническом вузе». – Пенза: ПГУАС, 2012. – С. 58–62.

## Глава 4. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

### 4.1. Многобалльная система оценки уровня геометро-графической готовности студентов технических вузов

Профессионализм определяет высокий уровень теоретических знаний и овладение трудовыми умениями и навыками в практической деятельности. Качественная профессиональная подготовка специалистов – цель современного образования. Поэтому наиболее актуальной проблемой современного образования является проблема оценки качества знаний, объективного измерения результатов профессиональной готовности формируемой в процессе учебной деятельности.

Результатом учебной деятельности студентов до сих пор считается оценка успеваемости. Однако распространенная пятибалльная оценка успеваемости (а фактически трехбалльная) является в настоящее время необъективной, вследствие ряда причин: предвзятостью или великодушием педагога, стремлением избежать крайних оценок, недостаточной разработанности критериев оценивания. Поэтому компьютерная и тестовая форма контроля с минимальным участием педагога в настоящее время является наиболее привлекательной и для студентов и для преподавателя. Однако тестовая форма контроля предполагает использование тестов, удовлетворяющих общепринятым критериям качества педагогического измерения: объективность, надежность, валидность.

Тесты должны составляться специалистами в области педагогических измерений, а не как в настоящее время, преподавателями тех или иных дисциплин. Автором настоящей публикации были исследованы тесты, направленные на выявление уровня знаний по начертательной геометрии и инженерной графике. В результате поверхностного анализа некоторых тестов были обнаружены явные ошибки составления тестов:

1. Необоснованный отбор содержания заданий.
2. Неточный подбор форм заданий, подходящих для того или иного содержания.
3. Отсутствие концептуализации измеряемого свойства.

Учитывая недостатки вышеизложенных форм контроля и оценивания, нам представляется эффективным и возможным следующий метод педагогического измерения. В некоторой мере он представляется рейтинговой системой оценки знаний, однако имеются особенности. В качестве оценки уровня геометро-графической готовности студентов мы применяем многобалльную систему оценивания. В данной системе количество баллов не имеет фиксированного характера. Общая сумма баллов оценивания зави-

сит от: учебной нагрузки, количества и качества контрольных мероприятий, уровня обучаемости студенческих групп.

Контрольные и проверочные мероприятия учебного курса подразделяется на **содержательную** и **операциональную** часть.

**Содержательная часть** это теоретическое знание студентом учебного материала. Цель измерения содержательной части – это получение численных эквивалентов уровней знаний. Уровни знаний представляют собой уровни, отражающие основные свойства геометро-графической информации: целевая направленность, прагматическая ценность, отражение, преобразование, взаимодействие, сохранение, материальный носитель информации. Формой метода многобалльной системы оценивания был избран мониторинг. Он включает все этапы контроля в соответствии с логической структурой учебного курса. Контрольный опрос осуществляется на каждом практическом занятии после лекционного изложения учебного материала. Студентам задаются вопросы по теме лекции с последующим письменным ответом на него. Количество вопросов не имеет фиксированного характера и соответствия последовательности изложения лекции, что исключает возможности использования «домашней заготовки». Во время написания студентами ответов преподаватель наблюдает и пресекает всякие попытки списывания, пользования шпаргалками. При проверке контрольного опроса по лекции ставится балл за каждый правильный полный ответ, в итоге выставляется общий балл и фиксируется максимальный балл равный количеству вопросов. Студентам сообщается о возможности получения более высокого балла по пройденной теме. Для этого студенту требуется выучить теоретический материал и устно ответить преподавателю в консультационные часы или на практическом занятии.

**Операциональная** часть это решение задач и выполнение расчетно-графических работ. Целью измерения операциональной части – это получение численных эквивалентов уровней владения алгоритмами решения задач. Задачи имеют индивидуальный характер, выдаются на печатной основе, для каждого студента свой вариант с пятью задачами. За каждую решенную задачу выставляется балл, разрешено не решить только одну задачу из пяти. Проверка правильности решения задач осуществляется в присутствии студента с качественной оценкой преподавателя и заданием вопросов по существу решения задачи. Особое внимание уделяется знанию алгоритмов решения задачи, чтобы исключить «чужую помощь». Основной дидактической функцией такой формы проверки «является обеспечение обратной связи между учителем и учащимися, получение педагогом объективной информации о степени освоения учебного материала, своевременное выявление недостатков и пробелов в знаниях». [1] Расчетно-графические работы студенты выполняют самостоятельно с дальнейшей защитой, предварительно оговариваются критерии оценки

работ. За соответствие критериям выставляются баллы. Общий балл оценивания РГР зависит от степени сложности и трудоемкости.

Баллы фиксируются в экране успеваемости студенческой группы в соответствующей графе. У студентов всегда имеется возможность ознакомления с результатами их учебы. По истечении каждого месяца учебы выставляется аттестация по результатам набранных баллов.

По завершению семестра каждому студенту выдается рейтинговая карта успеваемости. Студенты самостоятельно заполняют карту, проставляя реальные баллы, сравнивают с общим количеством максимальных баллов. В соответствии с градацией баллов, в процентном соотношении, соответствующих общепринятой оценке (отметке) экзамена «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» или зачета, имеют объективное представление о своей успеваемости. Для того чтобы повысить свою отметку студенты могут устно ответить теоретический материал или выполнить практические задания, набирая тем самым больше личных баллов. В зависимости от личного реального балла выставляется итоговая отметка.

В пределах настоящей публикации сложно передать весь опыт, нюансы практического применения вышеизложенного метода педагогического измерения. Существенным недостатком метода многобалльного оценивания является высокая нагрузка преподавателя. Эффективность метода многобалльного оценивания заключается в следующем:

1. Объективность оценивания, исключаются типичные субъективные тенденции оценивания – ошибки великодушия, ореола, центральной тенденции, контраста, близости.

2. Отсутствие цены контрольного мероприятия, когда назначенная цена, выраженная в баллах, создает возможности субъективности оценивания. В методе многобалльного оценивания за каждый правильный ответ и каждую правильно решенную задачу присуждается один балл.

3. Учитывается индивидуальный темп учебно-познавательной деятельности обучающегося – тип мышления, памяти, внимания, восприятия, отражения учебной информации. Мы не используем систему штрафных баллов за не вовремя сданную работу, так как учитываем жизненные личные обстоятельства и состояние здоровья студентов.

4. Обучение стало индивидуальным, совместная проверка контрольных работ, позволяет преподавателю выяснить сильные и слабые стороны студента, скорректировать обучение. Устное поощрение или порицание в процессе беседы стимулирует познавательную деятельность.

5. Стимулирование регулярной систематической работы и повышение мотивации к изучению предмета.

6. Повышение качества обучения.

#### Библиографический список

1. [http://xpt.narod.ru/files/html/xpt/materials/pedagogicheskij\\_kontrol.htm](http://xpt.narod.ru/files/html/xpt/materials/pedagogicheskij_kontrol.htm)

## 4.2. Особенности контроля знаний в курсе начертательной геометрии

Одной из основных составляющих процесса обучения является контроль его качества. Контроль знаний обучающихся является одной из основных задач организации учебного процесса и здесь необходимо научное осмысление и обоснование применяемых методов контроля. Контроль усвоения знаний занимает важное место в осуществлении дидактического процесса, но контроль не как средство наказания, а как средство диагностики и коррекции процесса обучения. К числу основных функций контроля относятся следующие:

- индицирующая функция, как определение результата обучения для оценки деятельности обучающегося и преподавателя;
- корректирующая функция, как средство исправления возможных ошибок в усвоении;
- обучающая функция, как простейшее повторение при соответствующей организации контроля;
- мотивационная и воспитательная функции, направленные на формирование нравственных качеств личности.

Диагностика, как метод определения качества учебного процесса, состоит из операций выявления требуемого качества, измерения его величины и присвоения качеству некоторой оценки. Основным критерием, на который должна ориентироваться диагностика в курсе начертательной геометрии является определение качества умений и навыков по изображению объектов трехмерного пространства на плоскости [1].

С точки зрения изоморфного моделирования, обучающиеся должны научиться строить такие изображения, которые сохраняют всю геометрическую информацию исходного объекта. Этому условию должна быть подчинена и основная задача дидактической диагностики, состоящая в определении параметров усвоения заданной деятельности. Умение следить за ходом процесса усвоения и управлять им, имеет большое значение и для преподавателей и для обучающихся. Первым она помогает совершенствовать преподавание, вторым – свою познавательную деятельность.

Для реализации этого процесса на кафедре начертательной геометрии и графики разработана система контроля качества знаний, которая имеет свои особенности. Такая система контроля знаний необходима для такой дисциплины как начертательная геометрия, поскольку она имеет четкую логическую структуру, как и любая математическая дисциплина. При ее изучении необходима строгая последовательность, связывающая звенья этой структуры.

Исходными положениями для разработки качественного подхода к диагностике качества усвоения знаний обучающимися могут служить

основные принципы теории уровней усвоения: узнавание, воспроизведение, умение, навыки, творчество. Для оценки знаний нами разработана специальная схема, в которую заложен определенный алгоритм. Он основан на пятибалльной шкале оценок. Используемый алгоритм состоит из трех операций:

1. Определяется качество усвоения теоретического материала.
2. Отрабатывается решение простых задач на основе изученной теории.
3. Решаются более сложные задачи.

В предложенной форме контроля качества знаний хорошо отражается динамическая картина уровней усвоения. Каждый студент имеет возможность улучшить свою оценку по конкретной части изученного материала. Но оценка может быть снижена, если студент не подтверждает ранее диагностированные знания. Это показывает, что на самых маленьких объемах информации можно проследить качество их усвоения. Дробление на малые объемы обуславливается тем, что логическую связь имеют даже самые малые части учебного курса. По курсу начертательной геометрии нами разработаны индивидуальные задания. В первую очередь контролируется теоретическая часть. Изученный материал разбивается на отдельные части и по каждой из них составляются теоретические вопросы. Тем самым выявляется глубина и прочность овладения знаниями, а также усвоение логики изучаемого материала.

При проведении контрольных работ обеспечивается самостоятельное выполнение учащимися контрольных заданий, которые состоят из решения задач. Для этого разработаны различные варианты одного и того же задания по каждой части теоретического материала. Методы выполнения деятельности на любом из ее этапов условно называют ориентировочной основой действия. По способу использования усвоенной информации различают два вида деятельности: репродуктивную и продуктивную. Репродуктивная деятельность всегда предшествует продуктивной. При изучении нашего курса репродуктивная деятельность заключается в запоминании алгоритмов решения задач и воспроизведения их при написании контрольной работы. При решении сложных задач необходимо делать анализ таких задач, разбивая их на более простые задачи с целью применения ранее изученных алгоритмов.

В конце семестра из контрольных листов по теории и листов с решениями задач составляется рабочая тетрадь. Она является документом по формированию умений и навыков у каждого студента на основе полученных знаний по курсу начертательной геометрии.

#### Библиографический список

1. Найниш, Л.А. Начертательная геометрия [Текст] / Л.А. Найниш: учебник. – Пенза: ПГАСА, 2000. – 197 с.

### 4.3. Контроль качества знаний, как средство оптимизации обучения геометро-графическим дисциплинам

Сложившиеся в настоящее время рыночные условия позволяют успешно реализоваться только тем специалистам, которые обладают высоким уровнем профессионализма. Одной из его составляющих является соответствующее образование, определяемое той или иной профессиограммой. Подавляющее большинство профессиограмм технических специальностей включает в себя навыки и умения конструировать геометрические модели и работать с ними. Задача формирования таких навыков решается на кафедрах, где преподаются графические дисциплины. Основой всех графических дисциплин является начертательная геометрия. Традиция обучения этой дисциплине определяет ее, как достаточно сложную для освоения.

Известно, что любое обучение предполагает две диалектически связанные части: подачу нового учебного материала и контроль знаний. Успешность обучения зависит от того, насколько качественно будет реализована каждая из этих частей. Это особенно важно при изучении начертательной геометрии, представляющей жесткую, логически связанную систему, где каждая порция учебного материала должна быть доведена "до рук". Иначе говоря, при изучении любого, даже небольшого по объему раздела, студент должен приобрести соответствующие навыки. Для этого он должен знать все теоретические положения так твердо, чтобы они были руководством при решении задач. И решать эти задачи настолько легко, чтобы узнать их, когда они являются составляющими элементами в более сложных задачах. Эта ситуация требует безупречного изложения нового материала и соответствующего уровня контроля качества знаний.

Разработанная на кафедре начертательной геометрии и графики ПГАСА структура курса дает основу для качественного изложения нового учебного материала и высокоэффективной формы контроля качества знаний. Основная идея методики этого контроля заключается в том, что с каждого студента необходимо спросить весь учебный материал. По своей форме, предложенный контроль можно отнести к одной из форм рейтингового контроля качества знаний.

Реализация разработанного контроля качества знаний осуществляется по двум основным блокам, составляющим структуру учебного курса начертательной геометрии. Один блок включал в себя весь материал по изображению трехмерных объектов на плоскости с помощью различных вариантов метода двух изображений. Другой блок состоял из алгоритмов по работе с этими изображениями. Каждый крупный блок складывался из более мелких блоков. Контроль осуществлялся как по крупным блокам, так и по мелким.

Средствами для такого контроля служат:

1. Опросные листы по темам всех лекций.

2. Задачи по теме каждой лекции, которые студенты самостоятельно решали на занятиях.

3. Домашнее задание, содержание которого определялось более крупным блоком.

Контрольные вопросы, которые включены в опросные листы, отражают все существенные моменты теоретического материала. Эти листы раздаются каждому студенту и заполняются им в отведенное для этого на практических занятиях время под контролем преподавателя.

Задачи составлены таким образом, чтобы они позволили отработать все необходимые навыки в построении геометрических моделей и работе с этими моделями. По соответствующему разделу каждый студент получает свой комплект задач. Для удобства оценки по пятибалльной системе количество задач в комплекте равно пяти. Условия задач одинаковы в каждом комплекте, а разнообразие обеспечивается за счет графической части условия. При этом соблюдается условие: для всех вариантов задачи должны иметь примерно одинаковую сложность. Решение задач осуществляется в аудиториях на практических занятиях под контролем преподавателя.

Опросные листы и листы с решенными задачами комплектуются в рабочие тетради. В результате у каждого студента образуется своя, отличная от других, индивидуальная рабочая тетрадь, которая демонстрирует путь освоения курса начертательной геометрии ее владельца. Анализируя этот путь, можно выявить все причины, препятствующие успешному освоению этого курса.

Введение индивидуальных рабочих тетрадей является также хорошей формой обратной связи, по которой преподаватель может своевременно корректировать все недочеты по объяснению теоретического материала и по решению задач.

Домашнее задание выполняется каждым студентом самостоятельно во внеаудиторное время по индивидуальному варианту. Содержание этих вариантов определяется утилитарным назначением соответствующего раздела, в котором демонстрировались возможности применения полученных по соответствующей теме теоретических знаний и умений решения простых задач.

Оценивая разработанную методику рейтингового контроля знаний, можно выделить следующие положительные моменты.

1. Она является оптимальной формой взаимной связи двух сторон, участвующих в процессе обучения: обучаемой и обучающей.

2. Она позволяет максимально индивидуально осуществить обучение, сохраняя существующее соотношение количества студентов на одного преподавателя.

3. Использование методики такого контроля существенно активизирует процесс обучения начертательной геометрии.

#### 4.4. Критерии и показатели успеваемости студентов обучающихся геометро-графическим дисциплинам

Одной из профессиональных составляющих таких профессий как землеустроитель, инженер земельного или городского кадастров является умение работать с различными рельефами местности и архитектурными объектами. Важной частью этой работы является получение, фиксация и обработка геометрической информации этих объектов. Она состоит в измерении этих объектов, составлении их чертежей (планы застроек, проекты землепользования, карты, топографо-геодезическое и картографическое обеспечение землеустройства и кадастров) и работе с этими чертежами.

Знания в этой работе студенты получают при изучении комплекса геометро-графических дисциплин. Различают теоретические (декларативные) знания – как результат познавательной деятельности (знаю – что) и практические (процедурные) знания – навыки и умения (знаю – как). Для расширения предметной области декларативных и практических знаний была выделена семантическая основа уровней знаний. Содержание уровней было представлено в виде ключевых слов.

**Высший уровень** иерархии знаний несет основную смысловую нагрузку системы знаний. Этот уровень задает функцию *целеполагания* в данной области знаний, определяет ее сущностные характеристики и смысловые значения. Признаки отнесения знания к данному уровню – целевая направленность знания, функция цели, определение назначения предметов и явлений. Знания высшего уровня: смысл, замысел, целеполагание, направленность, цель, идея, идеал, назначение.

**Второй уровень** иерархии знаний фиксирует опыт, накапливает информацию об объекте познания и определяет его ценность по отношению к цели. С течением времени на практике знания раскрывают значения через категорию ценности знаний. Признаками отнесения знаний к данному уровню является значимость объектов познания. Знания этого уровня: сущность, культура, содержание, опыт, память, ценность, ценностные ориентации, статус.

**Третий уровень** иерархии знаний отражает свойства и характеристики знаний как динамических объектов, развивающихся в пространстве и во времени. Знания этого уровня представляют собой последовательность шагов во времени, они фиксируют события, ситуации и состояния объекта в динамике процесса. Признаками знаний данного уровня является наличие прошлого, настоящего или будущего времени, с которым связаны рассматриваемые события и ситуации. Ключевое слово третьего уровня иерархии знаний: преемственность во времени. Примеры знаний данного уровня: действие, деятельность, поступок, событие, ситуация, организация, управление, ориентировка, принятие решений, организационная форма.

Приоритет **четвертого уровня** иерархии знаний имеет элемент, несущий свойство знака. Этот элемент указывает на связь, контакт, коммуникацию знаний. Присутствие в предмете или явлении элемента знака, обеспечивающего связи знаний друг с другом, является признаком принадлежности знания данному уровню. Примерами знаний данного уровня являются: язык, знак, символ, текст, преобразование, контакт, коммуникация, связь, мышление, речь, метод, усвоение.

**Пятый уровень** иерархии знаний обнаруживает такую характеристику как активность взаимоотношений и взаимодействий знания и внешней среды. Знания этого уровня: отношение, взаимоотношение, средства, взаимодействие, эмоционально-волевая сфера личности, разделение труда, полномочия, средства преобразования.

**Шестой уровень** знаний указывает на продуктивность взаимодействия знания и окружающего мира. Знания этого уровня: продуктивность, результативность, оценка, самооценка, контроль и коррекция, нормы и санкции, психофизиология.

**Седьмой уровень** знаний несет информацию об условиях существования объекта, жизнеобеспечении его, способах выживания, физическую целостность, сохранность при взаимодействии с другими знаниями, систему безопасности жизнедеятельности. Отнесение знания к данному уровню иерархии осуществляется на основе признаков выживаемости системы, безопасности жизнедеятельности. Понятия данного уровня: устойчивость, лабильность, целостность, безопасность, выживаемость, адаптация, условия, существование, жизнеобеспечение, хранение, экология, ниша, материальная база.

Для оценки результатов уровня знаний студентов направления «Землеустройство и кадастры» средствами геометро-графических дисциплин необходимо выделить соответствующие критерии. Критерий (др.-греч. κριτήριον – способность различения, средство суждения, мерило) — признак, основание, правило принятия решения по оценке чего-либо на соответствие предъявленным требованиям (мере) [122 ].

Основным критерием является показатель успеваемости (знаний) студентов по учебным предметам г-г цикла. В табл. 11 представлены показатели декларативных и процедурных знаний, соответствующих определенному уровню семантических критериев. Уровни находятся во взаимосвязанных иерархических отношениях. Без качественного освоения нижних уровней декларативных и процедурных знаний невозможно освоение вышележащих. Однако первый уровень является определяющим, целевым по отношению к другим.

Т а б л и ц а 11

## Критерии и показатели успеваемости

№	Семантические критерии успеваемости	Показатели декларативных знаний	Показатели процедурных знаний
1	2	3	4
1.	Целевая направленность	Знает возможности использования знаний г-г дисциплин в предметной и профессиональной сфере	Умеет использовать знания в предметной и профессиональной сфере
2.	Прагматическая ценность	Сформированность системы знаний (содержание учебных курсов – начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика) г-г дисциплин.	Умеет оценивать полученные знания и навыки с позиций применения в учебной, практической и профессиональной деятельности. Имеет все необходимые умения и навыки согласно содержанию учебных дисциплин
3.	Отражение	Знает различные виды геометрических моделей (чертежи, карты, схемы, таблиц, номограммы, планы), и как их использовать по назначению	Умеет ориентироваться в пространственно-временном континууме технических изображений, моделей; умеет применять различные виды технических изображений (чертежи, карты, схемы, таблиц, номограммы, планы) в зависимости от видов деятельности (проектная деятельность, научно-исследовательская)
4.	Преобразование	Знание и использование законов построения объектов трехмерного пространства на плоскости и алгоритмов работы с геометрическими моделями, и законов представления реального объекта по сохраненным данным изображенного объекта (геометрической модели)	Умеет практически использовать законы построения г-г моделирования технических изображений; имеет навыки в использовании приемов работы с ними. Умеет применять алгоритмы решения задач как в стандартных ситуациях так и измененных условиях, (творческие умения)
5.	Взаимодействие	Знает способы и условия переноса знаний по геометрическому моделированию из одной области знаний, деятельности в другую (межпредметная связь)	Умеет использовать умения и навыки в других сферах знаний, учебных дисциплин, обеспечивать их взаимодействие. Для обеспечения быстрого взаимодействия умеет использовать электронные инструменты

Окончание табл. 1

1	2	3	4
6.	Фиксация (сохранение)	Знание способов сохранения информации в ходе его взаимодействия со средой, а также передачи без возможных ошибок, допущенных источником или приемником геометро-графической информации. Это основные правила выполнения, оформления чертежей и обращения конструкторских документов, устанавливающих ГОСТ входящих в ЕСКД, правила оформления планово-картографических материалов	Умения сохранения – умеет фиксировать знания и передавать без возможных ошибок допущенных источником или приемником, умеет выполнять технические изображения в соответствии с правилами построения, оформления, обозначения технических изображений. Умеет фиксировать и сохранять технические изображения в графическом редакторе. Умеет пользоваться компьютерными средствами (создавать, сохранять, находить, изменять, преобразовывать в соответствии с правилами)
7.	Наличие материального носителя	Знает возможности традиционных средств изображения и компьютерной графики, знание поисковых информационных сетей	Умеет использовать как традиционные средства (на бумажном носителе) и инновационные средства (на электронном носителе) работы с техническими изображениями

Как видно из табл. 1 критерии успеваемости составлялись на основе ключевых слов уровней знаний. Показатели сформированности декларативных и процедурных знаний определяются по владению выпускниками основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки геометрической информации, навыками работы с техническими изображениями, а также владение компьютерными программами как средством управления геометрической информацией.

Библиографический список

1. Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений [Текст] / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова // Российская академия наук. Институт русского языка им. В.В. Виноградова. – 4-е изд., доп. — М.: Азбуковник, 1999. — 944 с.

4.5. Надежность как показатель качества обучения

Процесс создания качественных услуг, в том числе и подготовки высококвалифицированных специалистов, во все времена являлась и является одной из актуальных проблем не только для России, но и для всего мирового сообщества [1]. Подготовка высококвалифицированных специа-

листов неразрывно связана с качеством образования. В общем случае качество образования, это социальная категория, определяющая состояние и результативность процесса обучения и воспитания в соответствии потребностям и ожиданиям общества (различных социальных групп) в развитии и формировании гражданской, бытовой и профессиональной компетенций личности [12, 13, 43].

Вопросами исследования проблем качества образования занимались многие ученые (Каменский, Ушинский, Лернер, Сластенин, Бабанский, В.А. Кальней, Н.Н. Мельников, М.М. Поташник, Н.А. Селезнева, А.И. Субетто, В.П. Панасюк и многие др.) [2–11]. Отражение результатов этих исследований явилось обоснование и развитие теории процесса образования, как науки («Педагогика», «Дидактика», «Управление образовательными системами» и т.п.).

В настоящее время мир стремительно изменяется во всех сферах деятельности. Эти изменения не могли не коснуться процесса обучения, как составляющей процесса образования. Основными объективными факторами, необходимости переоценки реорганизации процесса обучения являются следующие глобальные изменения:

- возникновение конкурентной борьбы на рынке образовательных услуг;
- постоянно меняющиеся позиции государства по отношению к высшей школе, которые приводят к быстрой смене организационных и экономических условий деятельности вузов;
- возникновение инновационных технологий обучения;
- разработка и введение новых образовательных стандартов;
- исключение существующих и введение новых дисциплин из программ обязательного и специализированного обучения;
- создание образовательных учреждений различных видов и форм собственности;
- нарастающая ориентация на получение новых профессиональных знаний при сокращении сроков обучения.

Учитывая эти глобальные изменения, становится очевидным, что успешная работа по подготовке высококвалифицированных специалистов невозможна без постоянного совершенствования системы управления качеством обучения.

Одним из путей управления качеством обучением является разработка математического аппарата, который был бы способен количественно оценивать качество подготовки специалиста, точки зрения его профессиональной пригодности, при любых изменениях в системе обучения.

Чтобы разработать такой математический аппарат, возникает вопрос, а как оценивать качество обучения? В общем случае это означает, в каких пределах изменяются свойства восприятия, освоения и способность к

применению на практике, получаемого уровня знаний, умений и навыков при изменении условий обучения.

Если учесть что, обучение есть услуга, как товар [1], который вузы предъявляют на международном, национальном и региональных рынках, то качество его должно характеризоваться уровнем приспособленности их к выполнению требуемых функций. Следовательно, обучение, как товар, должно описываться показателями назначения и показателями приспособленности к применению.

Показатели назначения должны характеризовать направленность области применения получаемых знаний, умений и навыков. Они выражаются в виде рекомендаций по организации процесса обучения исходя из требований решаемых задач. Эти показатели, в основном описывают облик обучения и не описывают приспособленность его к применению.

Одним из важнейших свойств качества любого товара является его надежность. В общем случае, надежность это свойство товара, которое количественно характеризует его приспособленность к выполнению требуемых функции для различных режимов и условий применения [4]. Исходя из общего определения надежности товара, тогда надежность обучения должна количественно характеризовать уровень знаний, умений и навыков с точки зрения выполнения требуемых функции при решении профессиональных задач. Т.е. это свойство в достаточной мере характеризует приспособленность полученных знаний, умений и навыков к практическому применению.

В настоящее время четкого научного обоснования свойства надежности обучения не существует. Хотя термин надежность в педагогике используется как красивый термин, не учитывая его информационного смысла. В основном в прямом понимании этого свойства его применяют только частично для оценки качества тестов [31, 32]. Такое положение дел не позволяет в полной мере количественно оценить надежность обучения, а тем более делать прогнозы по применению, получаемого уровня знаний, умений и навыков для различных условий его применения. **Противоречие** между требованиями по определению уровня знаний, умений и навыков и существующими методами обуславливает актуальность разработки теории по оценке качества обучения с точки зрения надежности.

В общем случае **путь решение** данной проблемы (задачи) должен включать последовательную реализацию следующих положений.

1. Разработка теории надежности, применительно к уровню получаемых знаний, умений и навыков.
2. На основе теоретических положений обосновать состав показателей, характеризующих каждую составляющую свойства надежности.
3. Выбрать наиболее оптимальные и эффективные методы прогнозирования численных значений этих показателей.

4. Определить достоверность точности результатов прогноза и реальности по надежности уровня знаний, умений и навыков.

5. Выработать рекомендации по управлению оценкой и прогнозированием качеством процесса обучения с точки зрения управления уровнем получаемых знаний, умений и навыков.

В данной монографии рассматриваются только два положения общей задачи. Это разработка теории надежности и обоснование показателей, составляющих надежности, применительно к уровню получаемых знаний, умений и навыков из решения.

#### 4.5.1. Анализ применения надежности в жизнедеятельности общества

Анализ литературы описывающей свойство «Надежность» показал, что этот термин применяется во всех областях жизнедеятельности человека. Для систематизации применения этого термина целесообразно использовать понятия предмет исследования и объект исследования. Так согласно [12, 13, 14] предмет исследования – существенные свойства или отношения объекта исследования, познание которых важно для решения теоретических или практических проблем. Предмет исследования определяет границы изучения объекта в конкретном исследовании, т.е. объект исследования это то, на что направлена познавательная деятельность исследователя. Если свойство «Надежность» рассматривать как предмет исследования, а объекты исследования разделить по принадлежности их к жизнедеятельности человека, то все источники можно разделить на четыре основные группы. При анализе не рассматривались здравоохранение, экология, торговля и т.п.

Объекты технического назначения – машины, аппараты, комплексы, сети технического назначения и их элементы [15-18]. Строительные объекты – здания, сооружения и их конструктивные элементы [19-23]. Объекты организация финансовой деятельности – банки, предприятия и их финансовая деятельность [24, 25, 26]. Объекты социального назначения, в том числе и объекты педагогической деятельности [27-32].

Для объектов технического назначения надежность определяет качественную составляющую объектов, т.е. свойство объектов сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания [15]. По сравнению применения этого термина к другим объектам исследования оно наиболее полно описывает качественную сторону объектов исследования. Например, надежность строительных объектов трактуется, как свойство строительных объектов выполнять заданные функции в течение требуемого промежутка времени [19]. Но по своей сути это свойство в основном сводится к прочностным показателям строительных конструкций

(коэффициентам запаса прочности) и к физико-химическим свойствам материалов, применяемых при строительстве [20-23]. Что касается объектов организации финансовой деятельности, то здесь даже не существует самого определения термина надежности. Хотя этот термин применяется к денежно-кредитной политике банковских организаций, как обязательное условие управления финансовыми средствами с точки зрения их экономии и получения максимальной прибыли для банков [24, 25, 26].

В педагогику надежность пришла из техники. Но в качестве объектов исследования выступают требования, предъявляемые к тестам в статистическом смысле. Т.е. обеспечение постоянства, устойчивости результатов, получаемых с помощью тестов. Согласно [31, 32], надежность теста определяется путем установления корреляций между результатами первого и повторного применения теста (коэффициент надежности теста) или – сопоставления данных, полученных при проведении теста, с результатами применения эквивалентного теста. Такой подход к надежности в педагогике только косвенным путем, да и то не в полном объеме, позволяет оценить саму систему обучения и в том числе ее составляющую – уровень получаемых знаний.

Исходя из выше указанного, определение термина «Надежность» для системы образования будет иметь вид. Надежность это свойство получения и сохранения во времени в установленных пределах значения всех параметров уровня знаний, характеризующий его способность выполнять требуемые функции в заданных условиях их применения.

Согласно теории надежности [33, 34] надежность описывается составляющими, которые характеризуют безотказность объектов, сохраняемость их параметров, долговечность этих параметров и приспособленность объектов к поддержанию и восстановлению необходимого уровня его параметров. По аналогии составляющих надежность, используемых в технике [18] по их сути они могут быть применены для оценки надежности уровня знаний. Анализ таких составляющих приведен в табл. 12.

Чтобы выбрать показатели, характеризующие эти составляющие надежности, применительно к получаемым знаниям необходимо представить знания в виде логических структур их применения.

## Составляющие надежности

Применительно к технике (ГОСТ 27.002-89) [18]		Применительно к уровню знаний (предлагается)	
Термин	Определение	Термин	Определение
Безотказность	Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки	Безотказность использования полученных знаний	Под безотказностью понимается свойство системы обучения, которое позволяет непрерывно сохранять возможность использования полученных знаний в течение некоторого (заданного) времени
Долговечность	Свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта	Долговечность получаемых знаний	Свойство системы обучения сохранять субъектами (обучаемыми) полученные знания в пределах заданного уровня от начала их приобретения до наступления предельного состояния (т.е. полной утраты знаний) или необходимого (заданного) срока, при установленной системе поддержания необходимого уровня знаний и восстановления его при утрате
Сохраняемость	Свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования	Сохраняемость получаемых знаний	Свойство системы обучения сохранять обучаемыми в заданных пределах уровень знаний, характеризующей способность его выполнить требуемые функции в течение и после определенного промежутка времени, когда обращение к этим знаниям не производилось
Ремонтопригодность	Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта	Восстанавливаемость утраченных знаний	Свойство системы обучения, заключающееся в приспособленности ее к поддержанию и восстановлению необходимого уровня знаний путем проведения специальных мероприятий

#### 4.5.2. Элемент, система, комплекс

Решение любой задачи в общем случае представляет собой выполнение отдельных операций (шагов). Если последовательность выполнения операций удовлетворяет требованиям дискретности, определенности, результативности и массовости, то согласно теории алгоритмизации она называется алгоритмом решения. Значит алгоритм – это последовательность математических, логических или вместе взятых операций, отличающихся детерминированностью, массовостью, направленностью и приводящая к решению всех задач данного класса за конечное число шагов [35].

С другой стороны если каждый шаг алгоритма принять за отдельный элемент, то алгоритм можно рассматривать как систему элементов, взаимодействующих в процессе выполнения заданной функции. В этом случае последовательность решения будет характеризовать, взаимодействие элементов, т.е. их соединения. Такой подходу позволяет рассматривать алгоритм как систему с точки зрения ее надежности [36].

Рассмотрим алгоритм решения задач, как структуру, состоящую из совокупности отдельных элементов с точки зрения теории надежности.

**Элемент** – это один шаг решения задачи, заключающийся в применении конкретной формулы, отдельной операции, использования отдельного навыка, принятие промежуточного решения по принципу «да – нет» и т.п. Говоря другими словами это элементарное действие или этап в процессе решения задачи.

**Система** – это по сути алгоритм. Говоря другими словами, это точный набор инструкций, описывающих порядок действий исполнителя для достижения результата решения задачи за конечное время.

**Комплекс** – это набор различных систем, используемых для решения комплексных задач. По своей сути комплекс это тоже алгоритм только в качестве элементов здесь выступают системы.

Согласно теории структурного анализа [37] различают три основных способа соединения элементов в системах:

- 1) последовательное (основное);
- 2) параллельное (кроме основного включает избыточные элементы);
- 3) смешанное соединение, т.е. часть элементов соединены последовательно, а часть параллельно.

**Последовательное соединение.** Оно еще называется основным (рис.19).

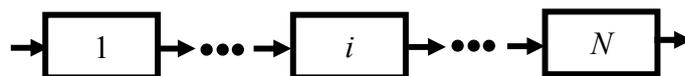


Рис.19. Последовательное соединение элементов

При таком соединении результат решения последующего элемента зависит от правильности решения предыдущего. Говоря другими словами,

правильность общего решения такой системы зависит от правильности решения каждого элемента этой системы, т.е. в таком соединении любой элемент из совокупности  $\{1, \dots, i, \dots, N\}$  является основным.

**Параллельное соединение.** Такая система кроме основного соединения имеет резервные (рис.20).

В таком соединении любой элемент из совокупности  $\{1, \dots, i, \dots, N\}$  может быть основным, а остальные резервными. При решении задач с использованием этой системы положительный результат зависит от правильности решения любого элемента.

**Смешанное соединение.** Такой тип соединения подразделяется на два вида последовательно-параллельное (рис. 21) и параллельно-последовательное (рис. 22) соединения элементов.

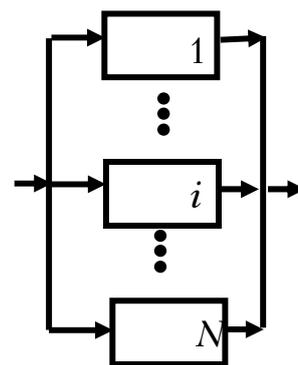


Рис. 20.  
Параллельное  
соединение  
элементов

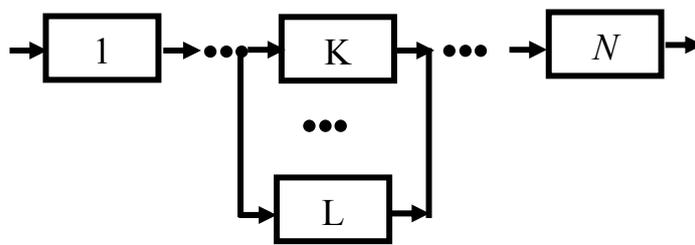


Рис. 21. Последовательно-параллельное соединение элементов

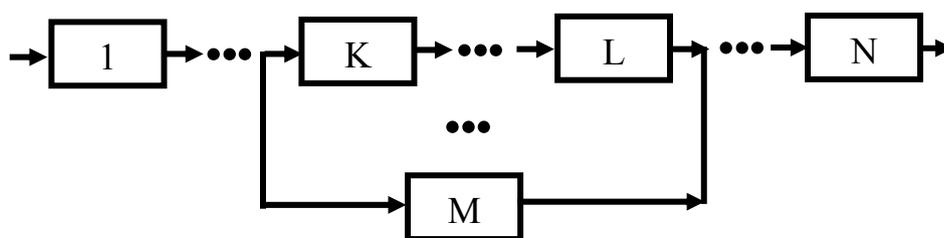


Рис. 22. Параллельно-последовательное соединение элементов

В последовательно-параллельном соединении элементов все элементы от 1-го до совокупности  $\{K, \dots, L\}$  и после нее до  $N$ -го соединены последовательно, а совокупность элементов  $\{K, \dots, L\}$  – параллельно. Правильность общего решения в такой системе зависит от правильности решения двух последовательных соединений и одного параллельного.

Параллельно-последовательное соединение элементов от последовательно-параллельного соединения отличается тем, что в совокупность параллельных элементов включаются цепочки с последовательным соединением. В такой системе правильность общего решения будет зависеть от правильности решения каждой цепочки и от способов их соединения.

Сочетая эти способы соединения элементов можно составлять алгоритмы решения любых задач. Если за элемент соединения принять отдельный алгоритм, то используя принципы соединения элементов можно описывать комплексы.

Для комплексов соединения составляющих аналогично вышеуказанным структурам (рис.19-22) только в качестве составляющих в комплексах выступают схемы или сочетания схем и элементов.

Рассмотрим эффективность влияния уровня знаний, умений и навыков на конечный результат решения с помощью графической интерпретации (рис. 23). Для этого введем понятия работоспособное состояние и состояние отказа элемента, системы или комплекса с точки зрения уровня знаний, умений и навыков в текущий момент времени. Если под работоспособным состоянием (зона положительного решения) элемента, системы или комплекса понимать такое состояние уровня знаний, умений и навыков испытуемого, при котором он может достичь положительного результата решения, то не возможность получения положительного решения будет являться состоянием отказа (зона не возможности положительного решения) элемента, системы или комплекса.

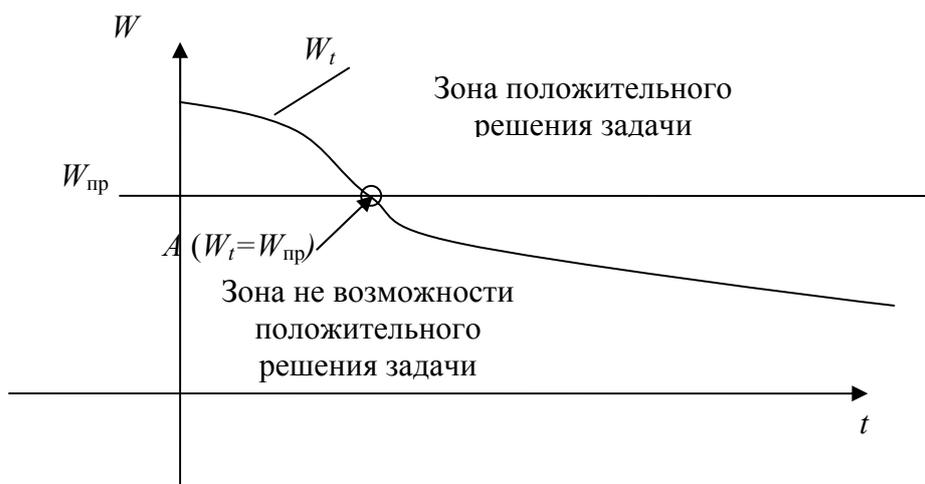


Рис. 23. Возможные состояния элемента, системы или комплекса

Здесь  $t$  – текущее время;  $W$  – уровень знаний, умений и навыков;  $W_t$  – текущее значения уровня знаний, умений и навыков;  $W_{пр}$  – минимальное значение уровня знаний, умений и навыков, необходимых для положительного решения задачи;  $A$  – точка пограничного (критического) состояния ( $W = W_{пр}$ ), т.е. результат решения на границе «решено – не решено»).

Пусть имеется зависимость изменения уровня знаний умений и навыков по времени  $W_t$  и предельное состояние уровня  $W_{пр}$  при котором задача может быть решена положительно. Тогда в любой момент времени если  $W_t > W_{пр}$ , то элемент, система или комплекс является работоспособным. В противном случае ( $W_t < W_{пр}$ ) элемент, система или комплекс будет находиться в состоянии отказа.

Отказ может возникнуть внезапно или постепенно.

### 4.5.3. Жизненный цикл знаний, умений и навыков

Процесс жизнедеятельности любого объекта, в том числе и для уровня знаний умений и навыков характеризуется его жизненным циклом. В общем случае [38, 39], жизненный цикл объекта - это непрерывный процесс, который начинается с момента принятия решения о необходимости создания объекта и заканчивается в момент ее полного изъятия из эксплуатации. Такое определение жизненного цикла наиболее подходит к объектам технического назначения, но оно может быть применено и к системе обучения, с точки зрения уровня получаемых знаний, умений и навыков [40, 41]. В этом случае **жизненный цикл знаний, умений и навыков** – это непрерывный процесс, который начинается с момента принятия решения о необходимости получения определенных знаний, умений и навыков, а заканчивается в момент, когда эти знания, умения и навыки становятся невостребованными.

В общем случае жизненный цикл знаний, умений и навыков включает в себя четыре основных этапа[38-48]:

- разработка облика объема знаний, умений и навыков;
- проектирование процесса получения необходимого объема знаний, умений и навыков;
- процесс получение необходимого объема знаний, умений и навыков;
- использования полученного объема знаний, умений и навыков по назначению.

**Первый этап – выбор облика.** Облик это определение состава блоков по объему знаний, умений и навыков и их взаимосвязь между собой. Облик представляется в виде многоуровневой схемы формирования общего объема знаний, умений и навыков, необходимого для решения определенного круга задач специального назначения. Пример такого облика, приведен на рис.6.

Формирование облика начинается с определения общего объема знаний, умений и навыков ( $W^0$ ), необходимого для решения комплекса задач конкретного назначения (на рис.24 уровень комплекса).

Расчлняя общий объем знаний, умений и навыков  $W^0$  на составляющие для решения конкретных задач в комплексе, определяют наборы объемов знаний, умений и навыков для систем решения (уровень схем) и элементов решения (уровень элементов)  $W_c$  и  $W_s$  соответственно. Кроме того в схему облика вводят уровень базового объема знаний, умений и навыков, объем которого составляет  $W_B$ . Следует отметить, что элементы этого уровня могут непосредственно входить в составляющие уровня схем и уровня комплекса.

После составления общего облика объема знаний, умений и навыков его оптимизируют и определяют коэффициенты его сложности.

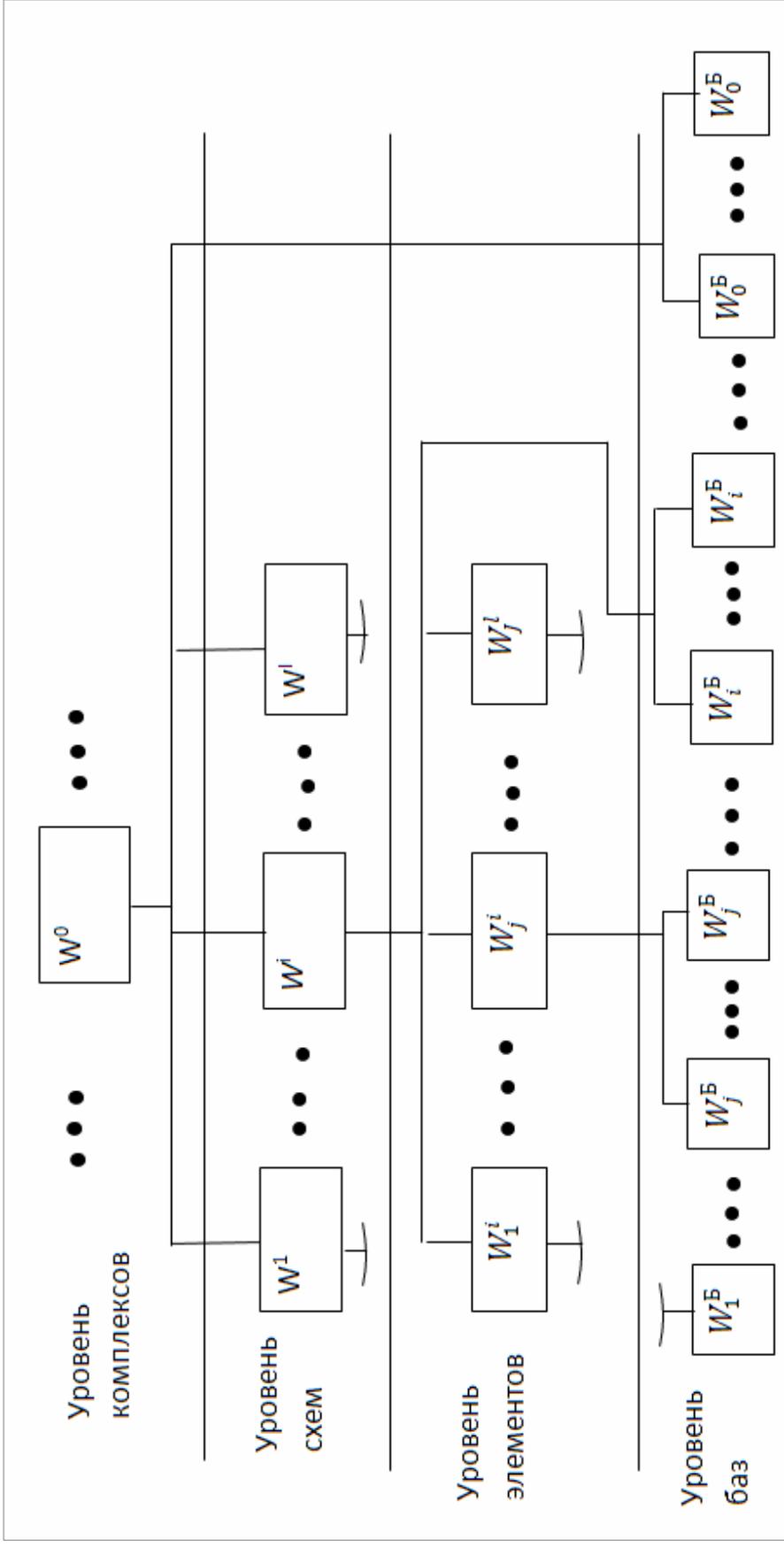


Рис.24. Облик комплекса (вариант)

Оптимизация заключается в определении минимального объема знаний, умений и навыков для каждого уровня облика, путем исключения повторяющихся элементов знаний, умений и навыков из всех составляющих уровня кроме одного.

В общем случае под коэффициентом сложности понимается отношение объема получаемых знаний, умений и навыков при освоении какой-либо составляющей облика  $\Delta W$  к общему объему требуемых знаний, умений и навыков для этой составляющей  $\sum W$ .

$$K = \frac{\Delta W}{\sum W}, \quad (1)$$

где  $\sum W = \Delta W + W_{\text{баз}}$ ;  $W_{\text{баз}}$  – объем знаний, умений и навыков, входящих в составляющую облика как базовый.

Если учитывать, что объем знаний, умений и навыков, входящий в составляющую высшего уровня из составляющих низшего уровня, считается как базовый, то общий объем знаний, умений и навыков комплекса будет иметь вид

$$W^o = \Delta W^o + \sum_{i=1}^I W^i + \sum_{k=1}^K W^k, \quad (2)$$

где  $\Delta W^o$  – получаемый объем знаний, умений и навыков на уровне комплекса;  $W_{\text{баз}} = \sum_{i=1}^I W^i + \sum_{k=1}^K W^k$ ;  $I$  – число алгоритмов, входящих в комплекс;  $W^i$  – общий объем знаний, умений и навыков  $i$ -го алгоритма;  $K$  – число базовых элементов непосредственно входящих в комплекс;  $W^k$  – объем знаний, умений и навыков  $k$ -го базового элемента, непосредственно входящих в комплекс.

Величина общего объема знаний, умений и навыков  $i$ -го алгоритма  $W^i$  рассчитывается по следующей формуле

$$W^i = \Delta W^i + \sum_{j=1}^J W_j^i + \sum_{m=1}^M W_m^i, \quad (3)$$

здесь  $\Delta W^i$  – получаемый объем знаний, умений и навыков в  $i$ -м алгоритме;  $J$  – число элементов, входящих в  $i$ -й алгоритм;

$W_{\text{баз}} = \sum_{j=1}^J W_j^i + \sum_{m=1}^M W_m^i$ ;  $W_j^i$  – общий объем знаний, умений и навыков  $j$ -го элемента в  $i$ -том алгоритме;  $M$  – число базовых элементов, непосредственно входящих в  $i$ -й алгоритм;  $W_m^i$  – объем знаний, умений и навыков  $m$ -го базового элемента, непосредственно входящих в  $i$ -й алгоритм.

Общий объем ЗУН для любого  $j$ -го элемента в  $i$ -м алгоритме определяется как

$$W_j^i = \Delta W_j^i + \sum_{l=1}^L W_l, \quad (4)$$

здесь  $\Delta W_j^i$  – получаемый объем знаний, умений и навыков в  $j$ -ом элементе  $i$ -го алгоритма;  $W_{\text{баз}} = \sum_{l=1}^L W_l$ ;  $L$  – число базовых элементов, непосредственно входящих в  $j$ -й элемент;  $W_l$  – объем знаний, умений и навыков  $l$ -го базового элемента, непосредственно входящих в  $j$ -й элемент.

Из анализа формулы (1) и количественной оценки объема знаний, умений и навыков становится очевидным, что значение коэффициента сложности находится в пределах  $0 \leq K < 1$ . Исходя из теории ошибок, отклонение от реального значения может составлять  $\delta = 0,05$ , как ошибка вычислений.

Этап заканчивается:

- получением оптимальной структурной общей схемы облика знаний, умений и навыков комплекса в целом;
- определением объема знаний, умений и навыков, необходимого для освоения комплекса;
- определением объема базовых знаний, умений и навыков, необходимых для освоения комплекса;
- расчетом коэффициентов сложности комплекса в целом и его составляющих структурных единиц.

**Второй этап – проектирование.** Под проектированием понимается выбор путей и способов реализации облика.

Основной задачей этого этапа является планирование процесса усвоения знаний, умений и навыков при минимальных затратах на его организацию и получения максимальной эффективности усвоения.

Исходя из облика комплекса (этап выбор облика) на этом этапе разрабатываются логическая последовательность усвоения знаний, обосновывается количество часов и их распределение по видам занятий, определяется необходимое материально-техническое обеспечение и квалификация преподавательского состава и т.п.

В общем случае проектирование производится на основе процесса получения знаний, умений и навыков (рис. 25), суть которого заключается в следующем.

В начале обучаемый имеет базовый уровень знаний, умений и навыков ( $W^b$ ). Путем взаимодействия «обучаемый – средства обучения – обучающий» этот уровень повышается на величину ( $\Delta W^0$ ) до уровня комплекса ( $W^0$ ).

Следует отметить, что на качество усвоения учебного материала влияют внешние воздействия (блок «Внешние воздействия»). Внешние воздействия – организация учебного процесса не связанная с методологией проведения занятий. Это наличие помещений, аудиторий, лабораторий,

участков, и рабочих мест, их пригодность к проведению занятий, удаленность, время работы и т.д. Кроме этого могут быть и другие внешние воздействия, например, бытовые.

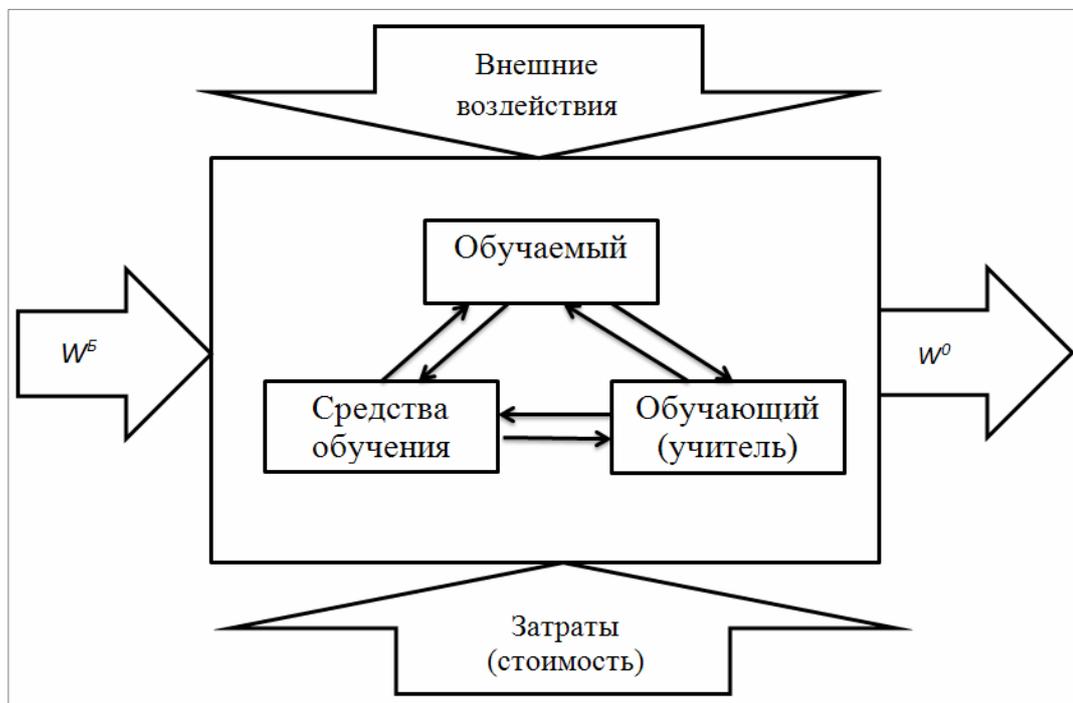


Рис. 25. Процесс получения знаний, умений и навыков)

Кроме того, на эффективность усвоение учебного материала, а следовательно и на его качество, влияют затраты на организацию и проведения процесса получения знаний, умений и навыков. Очевидно, что чем больше затраты тем эффективней процесс обучения.

С точки зрения надежности уровня знаний, умений и навыков на этом этапе выбирается состав показателей, характеризующих ее составляющие, и обосновываются их численные значения. Выбор и обоснование численных значений показателей производится исходя из объема, уровня и интенсивности использования знаний, умений и навыков в практических целях.

Для этого определяют параметры функции использования знаний, умений и навыков в практических целях, как

$$F(U;K_w), \quad (5)$$

где  $U$  – интенсивность использования знаний, умений и навыков в практических целях за определенный период времени;  $K_w$  – коэффициент объема использования полученных знаний, умений и навыков.

Интенсивность использования знаний, умений и навыков ( $U$ ) рассчитывается понимать по формуле

$$U = \frac{n}{T}, \quad (6)$$

где  $n$  – количество обращений по использованию знаний, умений и навыков за период времени  $T$ .

За коэффициент объем использования принимают отношение используемого уровня знаний, умений и навыков ( $W^{\hat{E}}$ ) к общему получаемому уровню знаний ( $W^0$ )

$$K_W = \frac{W^{\hat{E}}}{W^0} . \quad (7)$$

По своей сути функция (5) затухающая во времени по экспоненциальной зависимости.

Кроме того, на этом этапе разрабатываются рекомендации по восстановлению и поддержанию необходимого уровня знаний, умений и навыков для этапа использования полученного объема знаний, умений и навыков.

**Третий этап – получение знаний.** На этом этапе производится реализация проекта и его корректировка.

Следует отметить, что корректировка принятых решений на этапе проектирования допускается не более чем на 10%. Если корректировка составляет более 10%, то следует, что на этапе проектирования были допущены ошибки. В этом случае необходимо провести анализ второго этапа и выявить допущенные ошибки. Устранить эти ошибки и учесть их при отработке проектов для других комплексов.

С точки зрения надежности на этапе получения знаний формируются численные значения показателей надежности знаний, умений и навыков.

**Четвертый этап – использование.** Этап использования это этап реализации полученного уровня знаний, умений и навыков.

В зависимости от объема и интенсивности использования полученных знаний, умений и навыков этап может характеризоваться режимами непосредственного использования и режимом восстановления утраченных знаний, умений и навыков (на рис. 26 приведен вариант взаимодействия режимов):

- режим интенсивного использования;
- режим постоянного использования;
- режим частичного использования;
- режим хранения;
- режим восстановления.

Распределение режимам использования определяется согласно табл. 13.

Т а б л и ц а 13

Распределение по режимам использования

Режим использования	Коэффициент объема использования ( $K_W$ )	Интенсивность использования ( $U$ ), 1/сутки
Интенсивное использование	$0,8 < K_W < 1,0$	$U > 0,0667$
Постоянное использование	$0,5 < K_W < 0,8$	$0,0333 < U < 0,0667$
Частичное использование	$0,1 < K_W < 0,5$	$0,0055 < U < 0,0333$
Хранение	$K_W < 0,1$	$U < 0,0055$

При определении непосредственного режима использования приоритет отдается интенсивности использования.

Коэффициент объема используется как вспомогательный показатель при определении режима использования, когда численное значение интенсивности использования находится на границах режимов использования. Переход в режим восстановления может быть плановым или внезапным.

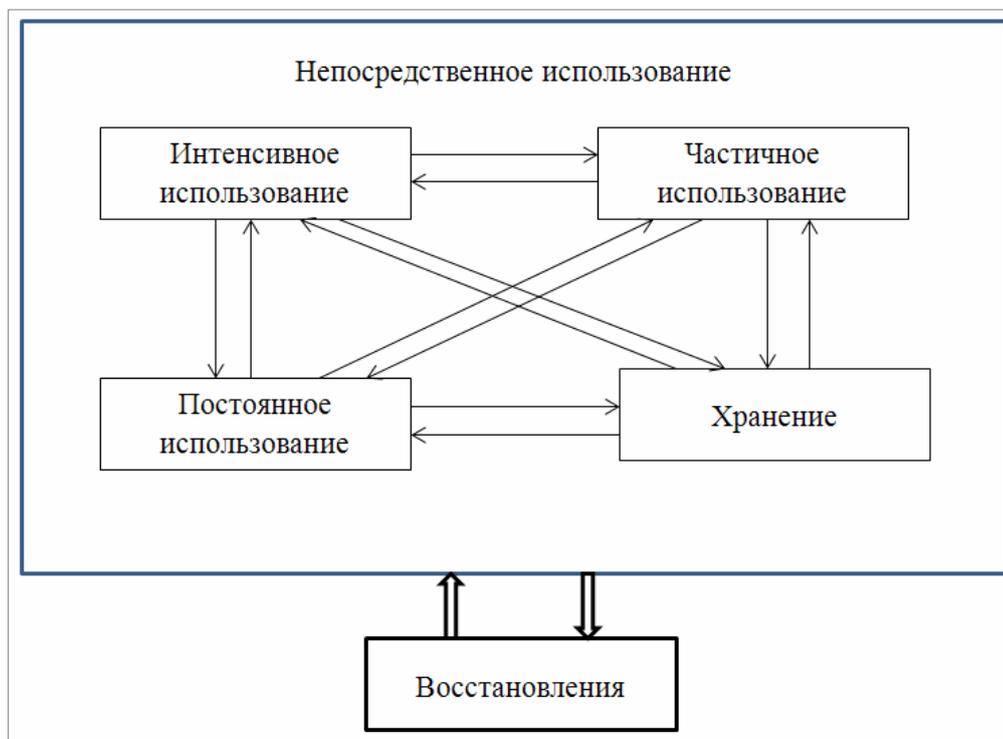


Рис. 26. Процесс взаимодействия режимов (вариант)

#### 4.6. Показатели для оценки надежности

##### Показатели безотказности знаний, умений и навыков

Под безотказностью понимается свойство системы обучения, которое позволяет непрерывно сохранять возможность использования полученных знаний в течение некоторого (заданного) времени.

Для всесторонней количественной оценки этого свойства надежности наиболее подходящими показателями лучше всего использовать вероятность безотказности полученных знаний, умений и навыков, вероятность утраты знаний, умений и навыков, интенсивность утраты знаний, умений и навыков, параметр потоков утраты знаний, умений и навыков, среднее время утраты знаний, умений и навыков и среднее время безотказности знаний, умений и навыков [50-56].

Рассматривая результат обучения как взаимодействие элементов (см. разд. «Элемент, система, комплекс»), то показатели безотказности подразделяются на показатели безотказности элементов и показатели безотказности систем и комплексов.

#### 4.6.1. Показатели безотказности элементов знаний, умений и навыков

**Вероятность безотказности полученных знаний (ВБЗ)** – является основным показателем безотказности и он определяет вероятность того, что в пределах заданного времени утрата знаний, умений и навыков не произойдет. Символически это можно записать в таком виде

$$p(t)=p(Q>t_1), \quad (8)$$

где  $Q$  – случайное время возникновения утраты знаний, умений и навыков;  $t_1$  – заданное время.

Кроме ВБЗ, при оценке безотказности используется и другая вероятность – **вероятность утраты знаний, умений и навыков (ВУ)**. Это вероятность события, противоположного безотказности в знаниях, умениях и навыках. Вероятность утраты (ВУ) называется вероятностью того, что случайное время возникновения утраты знаний, умений и навыков  $Q$  окажется меньше заданного времени  $t_2$ , т.е.

$$q(t)=p(Q<t_2). \quad (9)$$

Из теории вероятности известно, что сумма вероятностей для противоположных событий (утрата – безотказность) равна 1, т.е.

$$p(t)+q(t)=1. \quad (10)$$

Практически ВБЗ можно определить по следующей статистической формуле

$$\hat{P}(t_1-t_2)=\frac{N_0-n(t_1-t_2)}{N_0}=\frac{N(t_1-t_2)}{N_0}, \quad (11)$$

где  $N_0$  – число испытуемых до начала наблюдений;  $t_1-t_2$  – отрезок времени, в течение которого велись наблюдения;  $n(t_1-t_2)$  – число испытуемых, утративших знания, умения и навыки за время  $(t_1-t_2)$ .

По формуле (11) можно определить ВБУ только за отрезок времени  $(t_1-t_2)$  и невозможно определить  $p(t)$  за другой период времени и тем более нельзя предсказать ее в будущем.

Если принять во внимание, что ВБУ подчиняется экспоненциальному закону распределения, то его можно характеризовать **интенсивностью утрат знаний, умений и навыков**  $\lambda(t)$ . Под интенсивность утрат знаний, умений и навыков следует понимать отношение числа испытуемых  $n(t)$ , утративших знание, умения и навыки в единицу времени, к среднему числу испытуемых, не утративших знание, умения и навыки в данный отрезок времени  $\Delta t$  при условии, что утратившие знания, умения и навыки не восстанавливают их, т.е.

$$\hat{\lambda}(t)=\frac{n(\Delta t)}{N_{cp}\Delta t}, \quad (12)$$

где  $n(\Delta t)$  – число испытуемых, утративших знание, умения и навыки за время  $\Delta t$ ;

$$N_{cp}=\frac{N(t)+N(t+\Delta t)}{2}, \quad (13)$$

здесь  $N(t)$  – число испытуемых до начала испытаний;  $N(t + \Delta t) = N(t) - n(\Delta t)$  – количество испытуемых не утративших знания, умения и навыки во время и после испытаний.

Следующий показатель, характеризующий безотказность знаний, умений и навыков является **среднее время утраты знаний, умений и навыков** –  $T_{cp}(t)$ . Этот показатель применяется при условии, что испытуемые в процессе испытаний утерянные знания, умения и навыки восстанавливают.

Среднее время утраты знаний, умений и навыков (СВУЗ) называется математическое ожидание времени до первой утраты знаний, умений и навыков.

Практически величину  $\hat{T}_{cp}$  можно определить по следующим статистическим формулам.

Для случая, когда все испытуемые утратили необходимые знания, умения и навыки

$$\hat{T}_{cp} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} t_i, \quad (14)$$

где  $N_0$  – число испытуемых;  $t_i$  – время до  $i$ -й утраты знаний, умений и навыков.

Для случая, когда испытания проводятся для определенного промежутка времени  $T_{cp}$ . При этом часть испытуемых утратила полученные знания, умения и навыки, а другие не утратили. Формула имеет вид

$$\hat{T}_{cp} = \frac{1}{m} \left[ \sum_{i=1}^m t_i + (N_0 - m)T \right], \quad (15)$$

где  $m$  – количество испытуемых утративших знания, умения и навыки.

В случаях, когда испытания проводятся до получения заданного количества утрат знаний, умений и навыков –  $r$ . При этом  $N_0 - r$  испытуемых свои знания, умения и навыки не утратили. Расчет можно произвести следующим образом

$$\hat{T}_{cp} = \frac{1}{r} \left[ \sum_{i=1}^r t_i + (N_0 - r)t_r \right], \quad (16)$$

где  $t_r$  – время последней ( $r$ -й) утраты знаний, умений и навыков.

При условиях, когда в процессе испытаний утраченные знания, умения и навыки восстанавливаются, то для оценки безотказности использования знаний необходимо использовать **параметр потоков утраты знаний, умений и навыков и среднее время безотказности знаний, умений и навыков**.

Параметр потоков утраты знаний, умений и навыков (ППУ) называется отношение числа испытуемых утрачиваемых знания, умения и навыки в единицу времени, к числу испытуемых при условии, что все испытуемые

утратившие знания, умения и навыки их восстанавливают и продолжают участвовать в испытаниях. На основании этого утверждения имеем

$$\widehat{\omega}(t) = \frac{n_{\Sigma}(t)}{N_0 \Delta t} , \quad (17)$$

где  $n_{\Sigma}(t)$  – число всех отрезков, получаемых за время  $\Delta t$ .

Если считать, что ППУ для каждого испытуемого является простейший, т.е. характеризуется тремя основными свойствами: стационарностью, ординарностью и без последствия:

- а) если  $\omega(t) = \text{const}$ , то поток считается стационарным;
- б) если вероятность одновременного возникновения двух утрат знаний, умений и навыков близка к нулю, то поток называется ординарным;
- в) Если утраты знаний, умений и навыков независимы, то поток считается без последствия.

Применяя эти утверждения к каждому испытуемому в отдельности, становится очевидным, что поток простейший. Следовательно, для простейшего потока (ВУ) принимает закон Пуассона

$$P_m = \frac{(\omega t)^m}{m!} e^{-\omega t} , \quad (18)$$

где  $P_m$  – вероятность возникновения  $m$  утерь знаний, умений и навыков за время  $t$ .

Если положить  $m=0$  (не возникает ни одной потери знаний, умений и навыков), что означает  $p_0$  – вероятность утраты знаний, умений и навыков за время  $t$ , то получаем

$$p_0 = p(t) = e^{-\omega t} . \quad (19)$$

По этой формуле можно определять  $p(t)$  только для простейшего потока потери знаний, умений и навыков.

Среднее время безотказности знаний, умений и навыков (СВБЗ). Будем считать, что СВБЗ есть отношение суммарного времени использования испытуемого к математическому ожиданию его потерь знаний, умений и навыков в течении этого времени. Из этого определения следует

$$T = \frac{t_{\Sigma}}{M[r(t_{\Sigma})]} , \quad (20)$$

где  $M[r(t_{\Sigma})]$  – математическое ожидание числа утрат знаний, умений и навыков  $r(t_{\Sigma})$ ;  $t_{\Sigma}$  – суммарное время использования.

Практически СВБЗ определяется по формуле

$$\widehat{T} = \frac{t}{r(t_{\Sigma})} , \quad (21)$$

где  $r(t_{\Sigma})$  – число утери знаний, умений и навыков, наступивших в течении времени  $t_{\Sigma}$ .

Для стационарного потока утраты знаний, умений и навыков формула (21) имеет следующий вид:

$$\hat{T} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{\sum_{i=1}^N r_i} N, \quad (22)$$

где  $t = \sum_{i=1}^N t_i$ ;  $r(t_\Sigma) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i$ .

Формула (14) применима для полной выборки [NiN].

В случае, когда количество испытуемых ( $N_0$ ) велико расчет величины  $T$  удобнее определять по следующей формуле:

$$\hat{T} = \frac{N_0 t_r}{r}, \quad (23)$$

где  $t_r$  – наибольшее время последнего  $r$ -го отказа;  $t_r$  – время (наибольшей) последней  $r$ -й утраты знаний, умений и навыков;  $r$  – количество всех отказов за время  $t_r$ .

Таким образом, используя математические зависимости (8-23) и статистические данные по усвоению полученных знаний всегда можно определить количественную и качественную оценку безотказности применяемой системы подачи знаний.

#### 4.6.2. Показатели безотказности систем знаний, умений и навыков

Согласно теории структурного анализа [54] для безотказности системы знаний предлагается использовать только один показатель – вероятность безотказности полученных знаний, умений и навыков системы  $p_c(t)$  (ВБЗС). Расчет ВБЗС зависит от способа соединения элементов.

Различают три основных способа соединения элементов в системах:

- а) последовательное (основное);
- б) параллельное (кроме основного включает избыточные элементы);
- с) смешанное соединение, т.е. часть элементов соединены последовательно, а часть параллельно.

**Последовательное соединение.** Оно еще называется основным (рис.27).

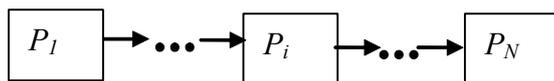


Рис.27. Последовательное соединение

В этом соединении нет резервных элементов. При таком соединении утрата знаний, умений и навыков (отказ) хотя бы по одному элементу приводит к наступлению отказа всей системы, т.е. задача не может быть

решена. Для определения ВБЗС, имеющей основное соединение элементов, существует мнемоническое правило:  $p_c(t)$  равна произведению вероятностей безотказности полученных знаний всех элементов  $p_i(t)$ , т.е.

$$p_c(t) = \prod_{i=1}^N p_i(t) , \quad (24)$$

где  $N$  – количество элементов в системе;  $p_i(t)$  – вероятность вероятностей безотказности полученных знаний, умений и навыков по  $i$ -му элементу.

Формула (24) справедлива в том случае, когда отказы  $i$ -х элементов являются независимыми. Для зависимых отказов используются другие формулы. Вероятности не утраты знаний, умений и навыков  $p_i(t)$  могут быть определены, согласно [5,6], по следующей статистической формуле

$$\hat{P}(t_1 - t_2) = \frac{N_0 - n(t_1 - t_2)}{N_0} = \frac{N(t_1 - t_2)}{N_0} , \quad (26)$$

где  $\hat{P}(t_1 - t_2) = p_c(t)$ ;  $N_0$  – число испытуемых до начала наблюдений;  $t_1 - t_2$  – отрезок времени, в течении которого велись наблюдения;  $n(t_1 - t_2)$  – число испытуемых, утративших знания, умения и навыки за время  $(t_1 - t_2)$ .

В некоторых случаях в место значения  $p_i(t)$  можно задаются интенсивностью утраты знаний, умений и навыков составляющих элементов системы  $\lambda_i$ . Учитывая, что

$$\Lambda_c t = \sum_{i=1}^N \lambda_i , \quad (27)$$

где  $\Lambda_c t$  – интенсивность отказа в положительном решении для системы в целом по истечению времени  $t$ .

Тогда

$$p_c(t) = e^{-\Lambda_c t} \cong 1 - \Lambda_c t . \quad (28)$$

Правая часть зависимости (28) определяется при разложении в ряд величины

$$e^{-\Lambda_c t} = 1 - \Lambda_c t + \frac{(\Lambda_c t)^2}{2!} - \frac{(\Lambda_c t)^3}{3!} + \dots . \quad (29)$$

На практике желательно использовать только составляющие первого порядка, составляющие высших порядков на точность расчетов оказывают несущественное влияние. При этом зависимость  $1 - \Lambda_c t$  можно использовать при условии, когда

$$\Lambda_c t \leq 0,2 . \quad (30)$$

**Параллельное соединение.** При параллельном соединении только один элемент является основным, все остальные – избыточные (резервные). В

этом случае система откажет тогда, когда откажут и 1-й, и 2-й, и 3-й, и N-й элементы (рис.28).

Для параллельного постоянного соединения элементов существует мнемоническое правило: вероятность отказа системы  $Q_c(t)$  равна произведению вероятностей утраты знаний, умений и навыков составляющих элементов  $q_i(t)$ , т.е.

$$Q_c(t) = \prod_{i=1}^N q_i(t) \quad (31)$$

В этом случае ВБЗС определяется по формуле

$$p_c(t) = 1 - Q_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^N q_i(t) \quad (32)$$

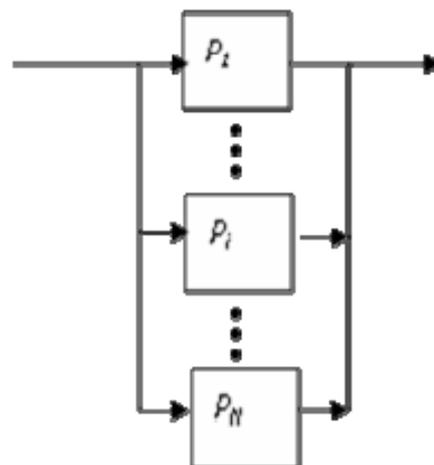


Рис.28. Параллельное соединение

Если для составляющих  $i$ -х элементов заданы вероятности безотказности полученных знаний, умений и навыков  $p_i(t)$ , то зависимость (32) можно записать в следующем виде:

$$p_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^N [1 - p_i(t)] \quad (33)$$

**Общая схема соединения элементов.** На практике чаще всего встречается общие схемы соединения элементов, их еще называют смешенными соединениями элементов. В общем случае эти соединения имеют две разновидности, упрощенный вид их приведен на рис.29.

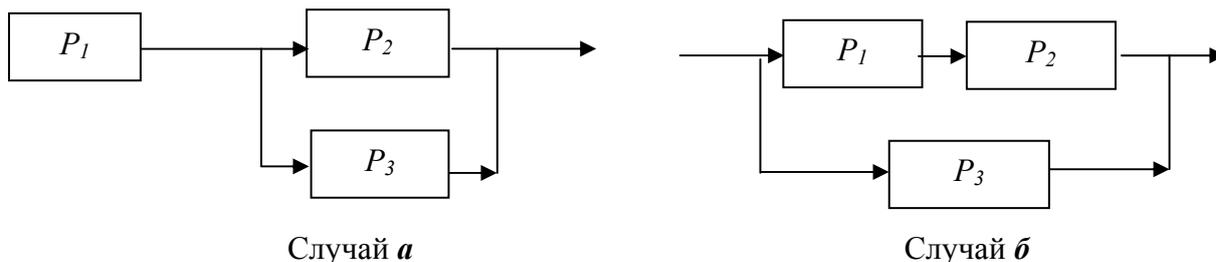


Рис.29. Смешенное соединение (вариант)

На рис.29 (случай *a*) схема имеет последовательно-параллельное соединение отдельных элементов. Элементы 2 и 3 соединены параллельно, а элемент 1 соединяется последовательно к ним. В этом случае в основу берется основное соединение. Величина  $p_c(t)$  всей системы определяется по формуле

$$p_c(t) = P_1 \times P_{2,3} \quad (34)$$

где  $P_1$  – вероятность безотказности полученных знаний, умений и навыков 1-го элемента;  $P_{2,3}$  – вероятность безотказности полученных знаний, умений и навыков подсистемы, состоящей из элементов 2 и 3.

Подсистема элементов 2 и 3 определяется на основе параллельного соединения элементов

$$P_{2,3} = 1 - Q_{2,3} = 1 - q_2 q_3 = 1 - (1 - P_2)(1 - P_3) \quad , \quad (35)$$

где  $Q_{2,3}$  – вероятность утраты знаний, умений и навыков подсистемы элементов 2 и 3.

Теперь, подставляя (35) в формулу (34), окончательно получим:

$$p_c(t) = P_1 P_{2,3} = P_1 [1 - (1 - P_2)(1 - P_3)] \quad . \quad (36)$$

Если вместо исходных величин  $P_1, P_2, P_3$  будут заданы интенсивности утраты знаний  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  и время использования системы  $t$ , то величину  $p_c(t)$  этой системы можно определить также по формуле (35). Вместо  $P_i$  здесь надо подставить значение  $P_i(t) = 1 - \lambda_i t$ , полученное по формуле (27). Тогда

$$p_c(t) = (1 - \lambda_1 t) [1 - (\lambda_2 t)(\lambda_3 t)] \quad . \quad (37)$$

Общая схема имеет параллельное соединение одной или нескольких подсистем или элементов. На рис.29, случай **б** подсистема (1, 2) параллельно соединена с элементом 3. В этом случае за основу расчета берется параллельное соединение (см рис.10). Для случая **б** (рис.29)

$$\left. \begin{aligned} Q_c &= Q_{1,2} q_3 = (1 - P_{1,2})(1 - P_3), \\ p_c &= 1 - Q_c = 1 - (1 - P_{1,2})(1 - P_3) \end{aligned} \right\} \quad , \quad (38)$$

где  $P_{1,2}$  – вероятность безотказности полученных знаний, умений и навыков подсистемы (1, 2), которая определяется по формуле (24)

$$P_{1,2} = P_1 P_2 \quad . \quad (39)$$

Теперь окончательно формула (38) будет иметь вид:

$$p_c = 1 - (1 - P_1 P_2)(1 - P_3) \quad . \quad (40)$$

Если в качестве исходных данных будут заданы интенсивности утраты знаний, умений и навыков системы  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  и время использования системы  $t$ , то формула (40) запишется в следующем виде:

$$p_c(t) = 1 - [1 - (1 - \lambda_1 t)(1 - \lambda_2 t)] \lambda_3 t \quad . \quad (41)$$

Рассмотрим пример для предмета «Начертательная геометрия». В состав этого предмета входят темы: тока; прямая; плоскость; позиционные задачи; метрические задачи; поверхности; тела; построение сечений проецирующей плоскостью; позиционные задачи для тел; перспектива;

тени; пересечение тел; разверстки и т.д. Взаимосвязь решаемых задач в пределах данной дисциплины может иметь множество подходов.

Через год после изучения данной дисциплины в результате экспертного опроса были выявлены следующие результаты вероятностей безотказности полученных знаний, умений и навыков по пройденным темам. Некоторые результаты этого опроса приведены в табл. 14.

Т а б л и ц а 14

№ п/п	Наименование темы	Вероятность безотказности полученных знаний, умений и навыков $P_i$
1	Точка на эпюре Монжа	0,92
2	Прямая на эпюре Монжа	0,90
3	Прямые частного положения	0,89
4	Определение натуральной величины отрезка способом прямоугольного треугольника	0,64
5	Определение натуральной величины отрезка способом замены плоскостей проекций	0,69
6	Определение натуральной величины отрезка способом вращения вокруг проецирующей прямой	0,59

Задача № 1. Построить Эпюр фронтали, проходящей через точку  $A(40;50;30)$  под углом  $45^\circ$  к плоскости проекций  $\Pi_1$ . Рассчитать вероятность безотказного решения задачи студентами через год после изучения курса «Начертательная геометрия».

Р е ш е н и е. Чтобы решить задачу по построению фронтали необходимо знать темы: точка на эпюре Монжа; прямая на эпюре Монжа; прямые частного положения. Следовательно, имеется три элемента: элемент 1 – точка на эпюре Монжа; элемент 2 – прямая на эпюре Монжа; элемент 3 – прямые частного положения. Не знание одной из этих тем приводит к отрицательному результату решения. Значит, элементы соединены между собой последовательно (рис.28) и описывается формулой (24). Из табл.14 имеем  $P_1=0,92$ ,  $P_2=0,90$ ,  $P_3=0,89$ . Теперь вероятность правильности решения задачи составит

$$p_c(t = 1 \text{ год}) = P_1 P_2 P_3 = 0,92 \cdot 0,90 \cdot 0,89 = 0,73692 \approx 0,74 \text{ .}$$

Задача №2. По заданным точкам  $A(10;20;30)$  и  $B(90;100;80)$  найти натуральную величину отрезка  $[AB]$ . Рассчитать вероятность безотказного решения задачи студентами через год после изучения курса «Начертательная геометрия».

Р е ш е н и е. Для решения задачи вначале необходимо построить отрезок  $[AB]$ , а затем определить его натуральную величину. Для определения натуральной величины отрезка можно использовать следующие методы: метод прямоугольного треугольника; метод замены плоскостей

проекций; метод вращения вокруг проецирующей прямой. Следовательно, система смешанного типа (рис 29, случай б) и состоит из пяти элементов: элемент 1 – точка на эюре Монжа; элемент 2 – прямая на эюре Монжа; элемент 3 – определение натуральной величины отрезка способом прямоугольного треугольника; элемент 4 – определение натуральной величины отрезка способом замены плоскостей проекций; элемент 5 – определение натуральной величины отрезка способом вращения вокруг проецирующей прямой. Причем, элементы 1 и 2 соединены последовательно, а элементы 3, 4 и 5 параллельно. Из табл. 14 имеем  $P_1=0,92$ ,  $P_2=0,90$ ,  $P_3=0,64$ ,  $P_4=0,69$ ,  $P_5=0,59$ . Теперь используя зависимости (39) и (40), применительно к данной системе, вероятность правильности решения задачи составит

$$\begin{aligned} p_c(t=1 \text{ год}) &= P_{1,2}P_{3,4,5} = P_1P_2[1 - (1 - P_3)(1 - P_4)(1 - P_5)] = \\ &= 0,92 \cdot 0,90 \cdot [1 - (1 - 0,64) \cdot (1 - 0,69) \cdot (1 - 0,59)] = \\ &= 0,790114032 \approx 0,79. \end{aligned}$$

Рассмотренные способы определения вероятностей безотказности системы полученных знаний, умений и навыков для различных случаев применимы к различным задачам для любых дисциплин.

#### 4.6.3. Показатели долговечности и сохраняемости знаний, умений и навыков

**Долговечностью** называется свойство системы обучения сохранять субъектами (обучаемыми) полученные знания, умения и навыки в пределах заданного уровня от начала их приобретения до наступления предельного состояния (т.е. полной утраты знаний, умений и навыков) или необходимого (заданного) срока, при установленной системе поддержания необходимого уровня знаний, умений и навыков и восстановления его при утрате

Из определения долговечности видно, что она является вторым, после безотказности, составным свойством надежности и характеризует сохранение полученных знаний. В отличие от свойства безотказности [15, 18, 41], которое характеризует непрерывность сохранения знаний, умений и навыков за определенный промежуток времени, независимо от того, когда и где берется этот промежуток, то долговечность тоже характеризует сохранение знаний, умений и навыков, но промежуток времени здесь строго определен – от начала получения знаний, умений и навыков до полной утраты их. При этом он может прерываться на восстановление утраченных знаний, умений и навыков. Имеется еще одно принципиальное отличие долговечности от безотказности. При оценке безотказности рассматриваются любые отказы (внезапные и постепенные), не учитываются характер и причины их появления. При оценке долговечности, как пра-

вило, учитываются только постепенные отказы, которые связаны с постепенной утерей знаний, умений и навыков.

Сохраняемость знаний, умений навыков является третьим составным свойством надежности системы обучения.

Под *сохраняемостью* понимается свойство системы обучения сохранять обучаемыми в заданных пределах уровень знаний, умений и навыков, характеризующей способность его выполнить требуемые функции в течение и после определенного промежутка времени, когда обращение к этим знаниям, умениями навыкам не производилось.

Сохраняемость это такое же свойство, как и долговечность. Только сохраняемость от долговечности отличается тем, что она характеризует уровень знаний испытуемого, когда интенсивность использования этих знаний, умений и навыков приближается к нулю или равно нулю.

Показатели долговечности и сохраняемости, как и показатели безотказности подразделяются на показатели элементов и показатели систем, умений и навыков.

#### 4.6.4. Показатели долговечности элементов знаний, умений и навыков

Долговечность каждого элемента или системы характеризуется сроком безотказного применения знаний, умений и навыков. Это означает, что после приобретения определенного уровня знаний, умений и навыков они не утратятся в течении каково-то промежутка времени  $T_p$  (величину  $T_p$  в последующим будем называть сроком службы элемента).

**Срок службы элемента** ( $T_{p,i}$ ) – это календарная продолжительность использования элемента знаний, умений и навыков одного  $i$ -го испытуемого от начала его приобретения до наступления предельного состояния, т.е. полной утраты элемента знаний, умений и навыков.

На рис. 30 показана графическая интерпретация формирования срока безотказного применения  $i$ -х элементов системы знаний, умений и навыков. Из рис. 30 видно, что величина продолжительности срока безотказного знания, умения или навыка в значительной степени зависит от допуска  $\delta$  задаваемого уровня знаний, умений и навыков, определяемого по формуле

$$\delta = x_{np} - x_{0,i} , \quad (42)$$

где  $x_{np}$  – предельное значение параметра уровня знаний, умений и навыков, до которого допускается его уменьшение;  $x_{0,i}$  – начальное значение параметра уровня знаний, умений и навыков  $i$ -го элемента.

Срок службы элемента, как и любая случайная величина, характеризуется законом распределения, в частности, плотностью распределения ресурса  $f(T_p)$ , показанной на рис. 30.

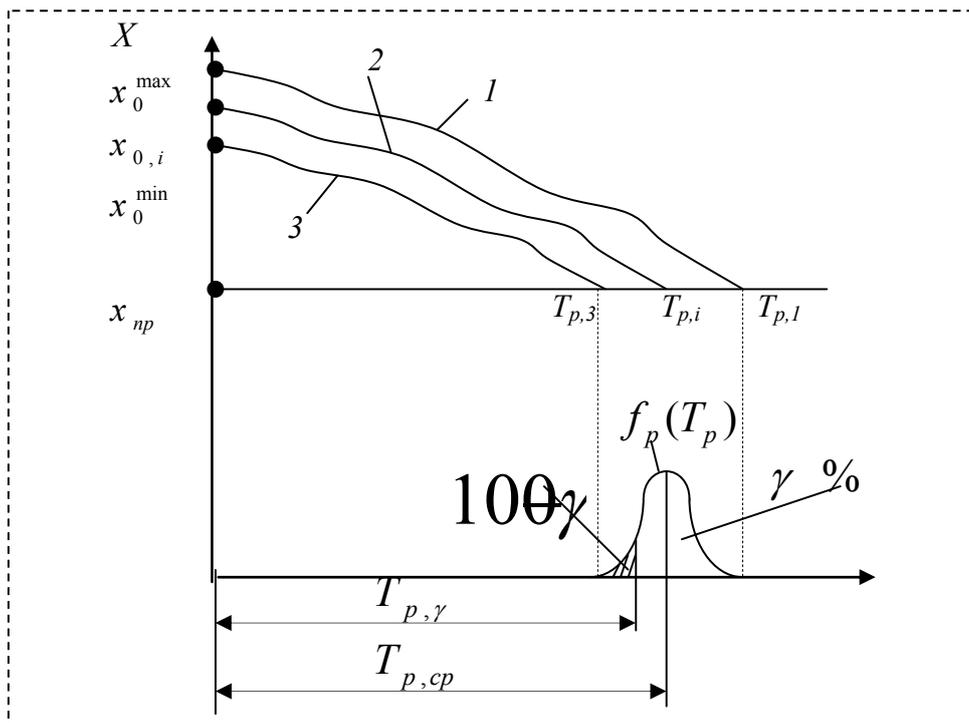


Рис. 30. Графическая интерпретация формирования срока службы:  
 1-го испытуемого –  $T_{p,1}$ ; 2-го испытуемого –  $T_{p,2}$ ; 3-го испытуемого –  $T_{p,3}$ ;  
 среднего срока службы элемента –  $T_{p,cp}$ ;  
 гамма-процентного срока службы элемента –  $T_{p,\gamma}$

Для оценки совокупности испытуемых для отдельного элемента знаний, умений и навыков существуют специальные показатели долговечности – средний срок службы элемента ( $T_{p,cp}$ ) и гамма-процентный срок службы элемента ( $T_{p,\gamma}$ ).

**Средний срок службы ( $T_{p,cp}$ )** – это математическое ожидание календарной продолжительности использования элемента знаний, умений и навыков для совокупности испытуемых от начала его приобретения до наступления предельного состояния, т.е. полной утраты элемента знаний, умений и навыков.

**Гамма-процентный срок службы элемента ( $T_{p,\gamma}$ )** – эта величина срока службы элемента, при которой обеспечивается вероятность безотказности полученных знаний, умений и навыков  $p(T_{p,\gamma})$ , равной значению  $\gamma$ , выраженному в процентах.

Величина  $\gamma$  назначается или выбирается (90; 95; 99; 99,9%). Гамма-процентный срок службы элемента определяется так же, как  $T_{p,\gamma}$  календарным временем.

#### 4.6.5. Показатели долговечности и сохраняемости для систем знаний, умений и навыков

По сравнению с расчетом показателей безотказности системы знаний, умений и навыков для показателей долговечности и безотказности системы используется принцип выбора максимального или минимального численного значения этих показателей рассчитанных для элементов.

Для последовательного соединения элементов (рис.19) значения показателей должно выбирается как

$$T_{(k)}^c = T_{(j)}^{\min} \quad \text{из} \quad \{T_{j,1}; \dots T_{j,i}; \dots T_{j,N}\}, \quad (43)$$

где  $T_{(k)}^c$  – параметр системы применительно к конкретному свойству надежности [здесь  $k$  означает: средний срок службы системы знаний, умений и навыков ( $p, cp$ ); гамма-процентный срок службы системы ( $p, \gamma$ ); средний срок хранения системы знаний, умений и навыков ( $x, cp$ ); гамма-процентный срок хранения системы знаний, умений и навыков ( $x, \gamma$ )];  $\{T_{j,1}; \dots T_{j,i}; \dots T_{j,N}\}$  – значения параметров множества элементов (от 1 до  $N$ ), входящих в систему [здесь  $j$  означает: средний срок службы элемента знаний, умений и навыков ( $p, cp$ ); гамма-процентный срок службы элемента знаний, умений и навыков ( $p, \gamma$ ); средний срок хранения элемента знаний, умений и навыков ( $x, cp$ ); гамма-процентный срок хранения элемента знаний, умений и навыков ( $x, \gamma$ )];  $T_j^{\min}$  – минимальное численное значение параметра  $j$ -го назначения из совокупности элементов  $\{T_{j,1}; \dots T_{j,i}; \dots T_{j,N}\}$ ;  $N$  – число элементов в системе знаний, умений и навыков.

Для параллельного соединения элементов (рис. 20) показателей должно выбирается как

$$T_{(k)}^c = T_{(j)}^{\max} \quad \text{из} \quad \{T_{j,1}; \dots T_{j,i}; \dots T_{j,N}\}, \quad (44)$$

где  $T_j^{\min}$  – максимальное численное значение параметра  $j$ -го назначения из совокупности элементов  $\{T_{j,1}; \dots T_{j,i}; \dots T_{j,N}\}$ .

Для смешанных соединений элементов. При таких соединениях существуют два случая: случай (рис. 31а) – последовательно-параллельное; случай (рис. 31б) – параллельно-последовательное. На рис.31 приведены упрощенные схемы таких соединений.

Для таких случаев систему упрощают путем последовательного объединения элементов, приводя их в конечном случае к виду рис.19 или

рис.20. Например, система рис. 31а приводится к виду рис.19, а система рис. 31б – к виду рис.20.

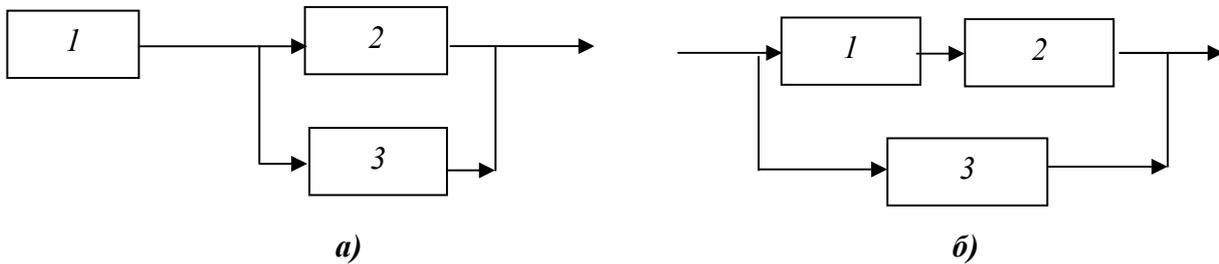


Рис. 31. Упрощенные смешанные соединения элементов

Если система имеет наиболее сложную схему соединений элементов, то в этом случае схему постепенно упрощают, расчлняя ее на элементарные подсистемы (рис. 31а, б) и используя зависимости (43), (44) приводят промежуточные и окончательный расчеты численных значений показателей.

#### 4.6.6. Показатели восстанавливаемости знаний, умений и навыков

**Восстанавливаемость знаний, умений и навыков** – это свойство системы обучения, заключающееся в приспособленности ее к поддержанию и восстановлению необходимого уровня знаний, умений и навыков путем проведения специальных мероприятий.

Учитывая, определения элемент и система, то показатели восстанавливаемости знаний, умений и навыков можно подразделять на показатели восстанавливаемость знаний, умений и навыков элементов и показатели восстанавливаемость систем знаний, умений и навыков.

Переход от состояния отказа к работоспособному состоянию элемента или системы знаний, умений и навыков будет называться процессом восстановления. Процесс восстановления утраченных знаний, умений и навыков требует временных, материальных и экономических затрат. К таким показателям относятся:

$T_B$  – среднее время восстановления утраченных знаний, умений и навыков;

$T_{B\%}$  – гамма-процентное время восстановления утраченных знаний, умений и навыков;

$P_B(\tau)$  – вероятность восстановления необходимого уровня знаний, умений и навыков в заданное время  $\tau$ ;

$\mu(t)$  – интенсивность восстановления утраченных знаний, умений и навыков;

$S$  – трудоемкость восстановления утраченных знаний, умений и навыков;

$C$  – стоимость восстановления утраченных знаний, умений и навыков.

**Среднее время восстановления утраченных знаний, умений и навыков** – это математическое ожидание времени восстановления утраченных знаний, умений и навыков. Оно определяется по известной формуле математического ожидания

$$T_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i, \quad (45)$$

где  $n$  – количество отказов, устраняемых в периоды между планируемыми мероприятиями по поддержанию необходимого уровня знаний умений и навыков;  $\tau_i$  – продолжительность восстановления утраченных знаний, умений и навыков при  $i$ -м отказе.

По своей сути  $\tau_i$  это время необходимое на поиск причины отказа, подготовительных мероприятий к восстановлению утраченных знаний, умений и навыков, а также на сам процесс восстановления.

Показатель  $T_B$  можно определить и на основании статистических данных, полученных для  $M$  однотипных восстанавливаемых утраченных знаний, умений и навыков. Структура расчетной формулы остается той же:

$$T_B = \frac{\sum_j^M \tau_j}{\sum_j^M n_j}, \quad (46)$$

где  $M$  – количество однотипных восстанавливаемых утраченных знаний, умений и навыков, для каждого из которых определено общее время восстановления  $\tau_j$  за заданное время наблюдений;

$$\tau_j = \sum_{i=1}^n \tau_{ij}; \quad (47)$$

здесь  $\tau_{ij}$  – время восстановления  $j$ -го утраченного знания, умения или навыка после его  $i$ -го отказа;  $n_j$  – количество восстановлений  $j$ -го утраченного знания, умения или навыка за время наблюдений, причем  $1 \leq j \leq M$ .

**Вероятность восстановления необходимого уровня знаний, умений и навыков в заданное время  $P_B(\tau)$**  называется вероятностью того, что время восстановления утраченных знаний, умений и навыков не превысит заданного времени  $\tau_3$ . Символично это определение можно записать следующим образом:

$$P_B(\tau) = p(\tau \leq \tau_3) = F(\tau), \quad (48)$$

где  $\tau$  – текущее время восстановления утраченных знаний, умений и навыков;  $\tau_3$  – заданное время восстановления утраченных знаний, умений и навыков.

Практически вероятность восстановления можно определить по статистической формуле

$$P(\tau) = \frac{n(\tau_3)}{N_B}, \quad (49)$$

где  $n(\tau_3)$  – число испытуемых у которых, время восстановления утраченных знаний, умений и навыков не превысило заданного значения  $\tau_3$ ;  $N_B$  – общее число испытуемых.

**Гамма-процентное время восстановления утраченных знаний, умений и навыков  $T_{\gamma\%}$ ,** называется такое значение времени восстановления утраченных знаний, умений и навыков, при котором вероятность восстановления  $P_B(\tau)$  будет не менее  $\gamma\%$ . Обычно  $\gamma\%$  задаются 0,9, 0,99 или 0,999 в зависимости от значимости решаемых задач.

**Интенсивность восстановления утраченных знаний, умений и навыков  $\mu(t)$**  – это отношение условной плотности вероятности восстановления утраченных знаний, умений и навыков, определенной для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено, к продолжительности этого интервала.

Статистическая оценка этого показателя находится как

$$\mu(t) = \frac{n_B(\Delta t)}{N_{н.ср} \Delta t}, \quad (50)$$

где  $n_B(\Delta t)$  – количество восстановлений однотипных утраченных знаний, умений и навыков за интервал  $\Delta t$ ;  $N_{н.ср}$  – среднее количество утраченных знаний, умений и навыков, находящихся в невосстановленном состоянии на интервале  $\Delta t$ .

В частном случае, когда интенсивность восстановления постоянна, а вероятность восстановления за заданное время  $\tau$  подчиняется экспоненциальному закону, т.е.

$$P_B(\tau) = 1 - e^{-\mu\tau}. \quad (51)$$

Этот частный случай имеет наибольшее практическое значение, поскольку реальный закон распределения времени восстановления большинства утраченных знаний, умений и навыков (поток восстановлений) близок к экспоненциальному. Используя свойства этого распределения, зависимость между средним временем восстановления и интенсивностью восстановления может определяться следующим образом

$$T_B = \frac{1}{\mu} \text{ или } \mu = \frac{1}{T_B}. \quad (52)$$

Эта взаимосвязь между  $T_B$  и  $\mu$  использоваться при анализе систем знаний, умений и навыков.

**Трудоемкость необходимая для восстановления утраченных знаний, умений и навыков  $S$ .** Этот показатель характеризует затраты труда на восстановление утраченных знаний, умений и навыков. Трудоемкость зависит от объема восстанавливаемых знаний, умений и навыков, а также от числа необходимых специалистов, привлекаемых для подготовки и

проведения мероприятий по восстановлению. В общем случае он определяется для  $i$ -го объема восстановления утраченных знаний, умений и навыков по формуле

$$S_i = \sum_{j=1}^m n_j t_j, \quad (53)$$

где  $m$  – количество мероприятий, необходимых для восстановления  $i$ -го объема утраченных знаний, умений и навыков;  $n_j$  – количество специалистов, необходимых для  $j$ -го мероприятия при восстановлении  $i$ -го объема утраченных знаний, умений и навыков;  $t_j$  – время, затрачиваемое на выполнение  $j$ -го мероприятия при восстановлении  $i$ -го объема утраченных знаний, умений и навыков.

**Стоимость восстановления утраченных знаний, умений и навыков  $C$ .** Этот показатель представляет собой суммарные затраты, необходимые для восстановления утраченных знаний, умений и навыков. Он включает в себя затраты на вспомогательные операции и операции связанные непосредственно с процессом восстановления утраченных знаний умений и навыков. К основным этим операциям относятся – закупка или аренда средств обучения и помещений, транспортные расходы, оплата персонала, привлекаемого для организации и проведения мероприятий по восстановлению утраченных знаний, умений и навыков. Для восстановления  $i$ -го объема знаний, умений и навыков он рассчитывается по формуле

$$C_i = \sum_{k=1}^L C_k, \quad (54)$$

где  $L$  – количество операций связанных с экономическими затратами при восстановлении  $i$ -го объема знаний, умений и навыков;  $c_k$  – затраты (стоимость) проведения  $k$ -й операции при восстановлении  $i$ -го объема знаний, умений и навыков.

## 4.7. Комплексные показатели надежности знаний, умений и навыков

### 4.7.1. Виды комплексных показателей и их характеристика

Рассмотренные единичные свойства надежности – безотказность, долговечность и сохраняемость характеризуют только сохранение и работоспособность уровня знаний, умений и навыков, находящегося в различных режимах использования по назначению, а восстанавливаемость – только поддержание и восстановление указанных состояний уровня знаний, умений и навыков. Однако в процессе использования знаний, умений и навыков происходит непрерывная и случайная смена указанных состояний, т.е. в них возникают отказы (неработоспособные состояния), которые

затем устраняются, и уровень знаний, умений и навыков снова возвращается в работоспособное состояние. В этой связи возникает необходимость иметь такие показатели, которые характеризовали бы надежность с учетом возможных состояний уровня знаний, умений и навыков одновременно. Такие показатели, которые характеризуют состояние части надежности совместно называются комплексными.

Для элементов, систем и комплексов знаний, умений и навыков по аналогии с техническими устройствами [18, 39, 55] предлагается устанавливать следующие комплексные показатели надежности:

$K_{и}$  – коэффициент использования знаний, умений и навыков;

$K_{г}$  – коэффициент готовности знаний, умений и навыков;

$K_{ог}$  – коэффициент оперативной готовности знаний, умений и навыков;

$K_{эф}$  – коэффициент сохранения эффективности знаний, умений и навыков.

Кроме того к комплексным показателям надежности относятся также организационные и организационно-экономические показатели:

$\tau_{\Sigma}^y(t_3)$  – удельная суммарная продолжительность всех видов восстановления, установленная для конкретного направления знаний, умений и навыков за время их использования  $t_3$ ;

$S_{\Sigma}^y(t_3)$  – удельная суммарная трудоемкость всех видов восстановления, установленная для конкретного направления знаний, умений и навыков за время их использования  $t_3$ ;

$C_{\Sigma}^y(t_3)$  – удельная суммарная продолжительность всех видов восстановления, установленная для конкретного направления знаний, умений и навыков за время их использования  $t_3$ .

Указанные показатели характеризуют суммарные затраты времени, труда и стоимости на установленную для рассматриваемого направления знаний, умений и навыков систему восстановления их уровня, т.е. они характеризуют организационно-экономическую эффективность применяемой системы восстановления и поддержания необходимого уровня знаний, умений и навыков.

#### 4.7.2. Коэффициент использования знаний, умений и навыков

Коэффициент использования знаний, умений и навыков определяет вероятность застать уровень знаний, умений и навыков в работоспособном состоянии (успешно решить поставленную задачу) в любой момент времени. При этом время  $t_p$  берется в пределах возможного использования (по долговечности) этих знаний, умений и навыков. Этот показатель является комплексным, так как характеризует одновременно и безотказность, и долговечность, и восстанавливаемость уровня знаний, умений и навыков.

Коэффициент  $K_{и}$  вначале определяется для каждого элемента в отдельности, а затем для систем и комплексов знаний, умений и навыков.

Коэффициент использования знаний, умений и навыков для элементов определяется по формуле

$$K_{и}^i(t_p) = \frac{t_{и}^i}{t_{и}^i + \tau_{пв}^i + \tau_{вв}^i}, \quad (55)$$

где  $K_{и}^i(t_p)$  – коэффициент использования знаний, умений и навыков  $i$ -го элемента за время  $t_p$ ;  $t_{и}^i$  – суммарное время нахождения уровня знаний, умений и навыков в состоянии успешно решать поставленные задачи за время  $t_p$ ;  $\tau_{пв}^i$  – суммарное время отводимое на плановые восстановления и поддержания необходимого уровня знаний, умений и навыков для успешного решения поставленных задач за время  $t_p$ ;  $\tau_{вв}^i$  – суммарное время внеплановых восстановлений (устранение внезапных отказов) уровня знаний, умений и навыков чтобы успешно решать поставленные задачи за время  $t_p$ .

Учитывая, что коэффициент использования является вероятностной величиной, то для систем знаний, умений и навыков он определяется в зависимости от схемы соединения элементов в системе.

Для последовательного соединения элементов в системе знаний, умений и навыков (рис.19)

$$K_{и}^c(t_p) = \prod_{i=1}^N K_{и}^i(t_p), \quad (56)$$

где  $K_{и}^c(t_p)$  – коэффициент использования системы знаний, умений и навыков за время  $t_p$ ;  $N$  – количество элементов в системе знаний, умений и навыков.

Для параллельного соединения элементов в системе знаний, умений и навыков

$$K_{и}^c(t_p) = 1 - \prod_{i=1}^N [1 - K_{и}^i(t_p)]. \quad (57)$$

Для последовательно-параллельных соединений системы знаний, умений и навыков (рис. 31а). На рис. 31а элементы 2 и 3 соединены параллельно, а элемент 1 соединяется последовательно к ним. В этом случае в основу берется основное соединение и расчетная формула(56). Величина всей системы определяется по формуле

$$K_{и}^c(t_p) = K_{и}^1(t_p) \cdot K_{и}^{2,3}(t_p), \quad (58)$$

где  $K_{и}^1(t_p)$  – коэффициент использования знаний, умений и навыков 1-го элемента за время  $t_p$ ;  $K_{и}^{2,3}(t_p)$  – коэффициент использования знаний, умений и навыков 2-го и 3-го элементов за время  $t_p$ , рассчитанного по формуле (57).

Для параллельно-последовательного соединении элементов системы знаний, умений и навыков (рис. 31б). На рис. 31б, подсистема (1, 2) параллельно соединена с элементом 3. В этом случае за основу расчета берется параллельное соединение и формула (57). Величина всей системы определяется по формуле

$$K_{и}^c(t_p) = 1 - \left[ (1 - K_{и}^{1,2}(t_p)) \right] \cdot \left[ (1 - K_{и}^3(t_p)) \right], \quad (59)$$

где  $K_{и}^3(t_p)$  – коэффициент использования знаний, умений и навыков 3-го элемента за время  $t_p$ ;  $K_{и}^{1,2}(t_p)$  – коэффициент использования знаний, умений и навыков 2-го и 3-го элементов за время  $t_p$ , рассчитанного по формуле (56).

Если система или комплекс имеет наиболее сложную схему соединений элементов, то в этом случае схему постепенно упрощают, расчлняя ее на элементарные подсистемы (рис.19, 20, 31а,б) и используя зависимости (55), (56), (57), (58), (59) приводят промежуточные и окончательный расчеты численных значений показателей использования.

#### 4.7.3. Коэффициент готовности знаний, умений и навыков

Коэффициент готовности знаний, умений и навыков  $K_{г}$  определяет вероятность застать уровень знаний, умений и навыков в работоспособном состоянии (успешно решить поставленную задачу) в любой момент времени за период между очередными плановыми мероприятиями по его восстановлению. В отличие от коэффициента  $K_{и}$  здесь вместо время  $t_p$  берется промежуток времени  $t_{г}$  равной времени между очередными плановыми мероприятиями по восстановлению знаний, умений и навыков. Этот показатель является комплексным, так как он характеризует в промежутке времени  $t_{г}$  одновременно безотказность, и восстанавливаемость уровня знаний, умений и навыков.

Коэффициент  $K_{г}$  вначале определяется для каждого элемента в отдельности, а затем для систем и комплексов знаний, умений и навыков.

Коэффициент готовности знаний, умений и навыков для элементов определяется по формуле

$$K_{г}^i(t_{г}) = \frac{t_{и}^i}{t_{и}^i + \tau_{вв}^i}, \quad (60)$$

где  $K_{\Gamma}^i(t_{\Gamma})$  – коэффициент готовности знаний, умений и навыков  $i$ -го элемента за время  $t_{\Gamma}$ ;  $t_{\text{и}}^i$  – суммарное время нахождения уровня знаний, умений и навыков в состоянии успешно решать поставленные задачи за время  $t_{\Gamma}$ ;  $\tau_{\text{вв}}^i$  – суммарное время неплановых восстановлений (устранение внезапных отказов) уровня знаний, умений и навыков чтобы успешно решать поставленные задачи за время  $t_{\Gamma}$ .

Учитывая, что коэффициент готовности является вероятностной величиной, то для систем знаний, умений и навыков он определяется в зависимости от схемы соединения элементов системе.

Для последовательного соединения элементов в системе знаний, умений и навыков (рис.19)

$$K_{\Gamma}^i(t_{\Gamma}) = \prod_{i=1}^N K_{\Gamma}^i(t_{\Gamma}), \quad (61)$$

где  $K_{\Gamma}^i(t_{\Gamma})$  – коэффициент готовности системы знаний, умений и навыков за время  $t_{\Gamma}$ ;  $N$  – количество элементов в системе знаний, умений и навыков.

Для параллельного соединения элементов в системе знаний, умений и навыков

$$K_{\Gamma}^c(t_{\Gamma}) = 1 - \prod_{i=1}^N [1 - K_{\Gamma}^i(t_{\Gamma})]. \quad (62)$$

Для последовательно-параллельных соединений системы знаний, умений и навыков (рис. 31а). На рис. 31а элементы 2 и 3 соединены параллельно, а элемент 1 соединяется последовательно к ним. В этом случае в основу берется основное соединение и расчетная формула (60). Величина всей системы определяется по формуле

$$K_{\Gamma}^c(t_{\Gamma}) = K_{\Gamma}^1(t_{\Gamma}) \cdot K_{\Gamma}^{2,3}(t_{\Gamma}), \quad (63)$$

где  $K_{\Gamma}^1(t_{\Gamma})$  – коэффициент готовности знаний, умений и навыков 1-го элемента за время  $t_{\Gamma}$ ;  $K_{\Gamma}^{2,3}(t_{\Gamma})$  – коэффициент готовности знаний, умений и навыков 2-го и 3-го элементов за время  $t_{\Gamma}$ , рассчитанного по формуле (62).

Для параллельно-последовательного соединении элементов системы знаний, умений и навыков (рис. 31б). На рис.13б, подсистема (1, 2) параллельно соединена с элементом 3. В этом случае за основу расчета берется параллельное соединение и формула (62). Величина всей системы определяется по формуле

$$K_{\Gamma}^c(t_{\Gamma}) = 1 - \left[ (1 - K_{\Gamma}^{1,2}(t_{\Gamma})) \right] \cdot \left[ (1 - K_{\Gamma}^3(t_{\Gamma})) \right], \quad (64)$$

где  $K_{\Gamma}^3(t_{\Gamma})$  – коэффициент готовности знаний, умений и навыков 3-го элемента за время  $t_{\Gamma}$ ;  $K_{\Gamma}^{1,2}(t_{\Gamma})$  – коэффициент готовности знаний, умений и навыков 2-го и 3-го элементов за время  $t_{\Gamma}$ , рассчитанного по формуле (60).

Если система или комплекс имеет наиболее сложную схему соединений элементов, то в этом случае схему постепенно упрощают, расчлняя ее на элементарные подсистемы (рис.19, 20, 31а,б) и используя зависимости (60), (61), (62), (63), (64) приводят промежуточные и окончательный расчеты численных значений показателей готовности.

#### 4.7.4. Коэффициент оперативной готовности знаний, умений и навыков

Коэффициент оперативной готовности знаний, умений и навыков  $K_{ог}$  определяется вероятностью того, что уровень знаний, умений и навыков, находясь в режиме ожидания в произвольный момент времени, начиная с этого момента, будет достаточным для положительного решения задач в течении заданного времени интервала времени от  $t$  до  $t_3$ . Этот показатель является комплексным, так как характеризует одновременно и безотказность, и сохраняемость, и восстанавливаемость уровня знаний, умений и навыков.

Коэффициент  $K_{ог}$  вначале определяется для каждого элемента в отдельности, а затем для систем и комплексов знаний, умений и навыков.

На основе приведенного определения  $K_{ог}$  для элементов знаний, умений и навыков он определяется по формуле

$$K_{ог}^i(t, t+t_3) = K_{г}^i(t) \cdot P_i(t, t+t_3), \quad (65)$$

где  $K_{ог}^i(t, t+t_3)$  – коэффициент оперативной готовности знаний, умений и навыков  $i$ -го элемента за время  $(t+t_3)$ ;  $K_{г}^i(t)$  – коэффициент готовности знаний, умений и навыков  $i$ -го элемента, находящегося в режиме ожидания (перерывы в использовании, частичного использования, хранения) до момента  $t_3$  (определяется по формулам подразд. 4.7.3);  $P_i(t, t+t_3)$  – вероятность безотказности уровня знаний, умений и навыков в период его применения в интервале времени от  $t$  до  $t_3$  (определяется по формулам подразд. 4.6.1).

Учитывая, что коэффициент оперативной готовности является вероятностной величиной, то для систем знаний, умений и навыков он определяется в зависимости от схемы соединения элементов системе.

Для последовательного соединения элементов в системе знаний, умений и навыков (рис.19) коэффициент оперативной готовности определяется как

$$K_{ог}^c(t, t+t_3) = \prod_{i=1}^N K_{ог}^i(t, t+t_3), \quad (66)$$

где  $K_{ог}^c(t, t+t_3)$  – коэффициент оперативной готовности системы знаний, умений и навыков за время от  $t$  до  $t_3$ ;  $N$  – количество элементов в системе знаний, умений и навыков.

Для параллельного соединения элементов в системе знаний, умений и навыков

$$K_{\text{ор}}^c(t, t + t_3) = 1 - \prod_{i=1}^N [1 - K_{\text{ор}}^i(t, t + t_3)]. \quad (67)$$

Для последовательно-параллельных соединений системы знаний, умений и навыков (рис. 31а). На рис. 31а элементы 2 и 3 соединены параллельно, а элемент 1 соединяется последовательно к ним. В этом случае в основу берется основное соединение и расчетная формула (66). Величина всей системы определяется по формуле

$$K_{\text{ор}}^c(t, t + t_3) = K_{\text{ор}}^1(t, t + t_3) \cdot K_{\text{ор}}^{2,3}(t, t + t_3), \quad (68)$$

где  $K_{\text{ор}}^1(t, t + t_3)$  – коэффициент оперативной готовности знаний, умений и навыков 1-го элемента за время от  $t$  до  $t_3$ ;  $K_{\text{ор}}^{2,3}(t, t + t_3)$  – коэффициент оперативной готовности знаний, умений и навыков 2-го и 3-го элементов за время от  $t$  до  $t_3$ , рассчитанного по формуле (67).

Для параллельно-последовательного соединения элементов системы знаний, умений и навыков (рис. 31б). На рис. 31б, подсистема (1, 2) параллельно соединена с элементом 3. В этом случае за основу расчета берется параллельное соединение и формула (67). Величина всей системы определяется по формуле

$$K_{\text{ор}}^c(t, t + t_3) = 1 - [1 - K_{\text{ор}}^{1,2}(t, t + t_3)] \cdot [1 - K_{\text{ор}}^3(t, t + t_3)], \quad (69)$$

где  $K_{\text{ор}}^3(t, t + t_3)$  – коэффициент оперативной готовности знаний, умений и навыков 3-го элемента за время от  $t$  до  $t_3$ ;  $K_{\text{ор}}^{1,2}(t, t + t_3)$  – коэффициент оперативной готовности знаний, умений и навыков 2-го и 3-го элементов за время от  $t$  до  $t_3$ , рассчитанного по формуле (66).

Если система или комплекс имеет наиболее сложную схему соединений элементов, то в этом случае схему постепенно упрощают, расчленяя ее на элементарные подсистемы (рис. 19, 20, 31а,б) и используя зависимости (65), (66), (67), (68), (69) приводят промежуточные и окончательный расчеты численных значений показателей оперативной готовности.

На основе анализа использования термина «Надежность» в различных областях жизнедеятельности общества были выработаны основные положения составляющих надежности применительно к получаемым знаниям, умениям и навыкам. К составляющим относятся безотказность, сохраняемость, долговечность и восстанавливаемость знаний, умений и навыков.

Рассматривая жизненный цикл получаемых знаний, умений и навыков разработан алгоритм формирования и реализации облика применительно к уровню их требования для практических целей.

Используя теорию надежности, были обоснованы основные показатели для составляющих надежности, как для элементов, так и для систем получаемых знаний, умений и навыков. Эти показатели позволяют численно определить качество обучения и кроме того используя их можно управлять процессом организации обучения.

#### Библиографический список

1. Реформа и развитие высшего образования. Программный документ [Текст]. – Париж: Изд-во ЮНЕСКО, 1995. – С. 35-36.

2. Ахлибинский, Б.В. Теория качества в науке и практике: Методологический анализ [Текст] / Б.В. Ахлибинский, Н.И. Храленко. – Л., 1989.

3. Безуглов, Ю.И. Управление качеством образования [Текст] / Ю.И. Безуглов // Перспективы создания региональной системы непрерывного профессионального образования. – Оренбург, 1998.

4. Беспалько, В.П. Стандартизация образования: основные идеи и понятия [Текст] / В.П. Беспалько // Педагогика. – М., 1993. – № 5. – С.16-25.

5. Качество продукции, испытания, сертификация. Терминология [Текст]: справочное пособие.— Вып.4.- М, 1989.

6. Полонский, В.М. Научно-педагогическая информация [Текст]: словарь-справочник / В.М. Полонский. – М., 1995.

7. Садков, В.Г. Система оценки качества высшего образования в регионе [Текст] / В.Г. Садков, О.П. Овчинникова // Мониторинг качества образования: направления и опыт; Материалы IX Симпозиума "Квалиметрия человека и образования: методология и практика". Кн. 4; под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н.А. Селезневой и д-ра филос. и экон. наук А.И. Субетто. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2000. – 121 с.

8. Силаева, О.А. Методические основы повышения качества образования на основе мониторинга рынка труда [Текст] / О.А. Силаева // Управление качеством жизни, образования, продукции и окружающей среды в регионах России; Материалы междунар. науч.-практ. конф. 17-29 апреля 2001 г. В 2 ч. Ч. II. – Орел: ОГТУ, 2001. – 336 с.

9. Садков, В.Г. Система управления качеством высшего образования в регионе [Текст] / В.Г. Садков, О.П. Овчинникова, О.В. Попова, О.А. Силаева, Т.Б. Брехова, Л.П. Кириллова // Проблемы и опыт обеспечения качества в производстве и образовании; междунар. науч.-практ. конф. – Тула, 2001. – 297.

10. Садков, В.Г. Концептуально-методические подходы к оценке качества образования [Текст] / В.Г. Садков, Т.Г. Вайдерова, Т.Б. Брехова, О.П. Овчинникова, О.В. Попова // Управление качеством жизни, образования, продукции и окружающей среды в регионах России; материалы междунар. науч.-практ. конф. 17-29 апреля 2001 г. В 2 ч. Ч. II. – Орел: ОГТУ, 2001. – 336 с.

11. Силаева, О.А. Управление качеством образования: методологические аспекты [Текст] / О.А. Силаева, Т.Б. Брехова // Управление инновационно-инвестиционными процессами на основе вовлечения в хозяйственный оборот интеллектуальной собственности и качеством подготовки специалистов в регионах России: материалы науч.-практ. конф. Ч. II. 24-26 апреля 2002 г. – Орел: ОГТУ, 2002. – 325 с.
12. Даль, В. Толковый словарь живого великорусского языка [Текст] / В. Даль. – М., 1979. – Т. 2. – С. 635; Т. 3. – С. 386.
13. Ожегов, С.И. Словарь русского языка [Текст] / С.И. Ожегов. – М., 1960. – С. 428, 570.
14. Яценко, Н.Е. Толковый словарь обществоведческих терминов [Текст] / Н.Е. Яценко. – СПб., 1999. – С. 280, 330.
15. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения [Текст].
16. ГОСТ 25359-82. Изделия электронной техники. Общие требования по надежности и методы испытаний [Текст].
17. Когге, Ю.К. Основы надежности авиационной техники [Текст] / Ю.К. Когге, Р.А. Майский. – М.: Машиностроение, 1993. – 176 с.
18. Надежность технических систем [Текст]: справочник / Ю.К. Беляев [и др.]; под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
19. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету [Текст].
20. Руководство по обеспечению долговечности железобетонных конструкций предприятий черной металлургии при их реконструкции и восстановлении [Текст]. – М.: Стройиздат, 1982.
21. Добромыслов, А.Н. Оценка эксплуатационной надежности строительных конструкций по внешним признакам [Текст] / А.Н. Добромыслов.
22. Виноградский, Д.Ю. Эксплуатация и долговечность мостов [Текст] / Д.Ю. Виноградский [и др.]. – Киев: Будівельник, 1985.
23. Добромысловым, А.Н. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам [Текст] / А.Н. Добромыслов [и др.]. – М.: ЦНИИПромзданий, 2001
24. Буздалин, А.В. Как построить рейтинг стратегической надежности банков [Текст] / А.В. Буздалин // Банковское дело. – 2000. – №11.
25. Новикова, В.В. Методологические основы формирования рейтинга надежности коммерческих банков [Текст]: дис. ... канд. экон. наук / В.В. Новикова. – М., 1996.
26. Панова, Г.С. Анализ финансового состояния коммерческого банка [Текст] / Г.С. Панова. – М.: Финансы и статистика, 1996.
27. Морев, И.А. Образовательные информационные технологии. Ч. 2. Педагогические измерения [Текст]: учеб. пособие / И.А. Морев. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. – 174 с.

28. Осадчук, О.Л. Компетентностный подход к развитию профессиональной надежности педагога в процессе подготовки [Текст] / О.Л. Осадчук // Известия Уральского государственного университета. – 2009. – № 1/2(62). – С. 135-140.
29. Симонов, В.П. Образовательный минимум: Измерения, достоверность, надежность [Текст] / В.П. Симонов, Е.Г. Черненко, // Педагогика. – 1994– №4. – С.30-33.
30. Аванесова, В.С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе [Текст] / В.С. Аванесова. – М.: МИСиС, 1989. – 167 с.
31. Большой психологический словарь [Текст] / Сост. Б. Мещеряков, В. Зинченко. – М.: Олма-пресс. 2004.
32. Педагогические тесты. Термины и определения. Отраслевой стандарт Министерства образования РФ [Текст]. – М., 2001.
33. Основы математической теории надежности [Текст]. – М.: Радио и связь, 1988.
34. Барлоу, Р. Математическая теория надежности [Текст] / Р. Барлоу, Ф. Прошан. – М.: Сов.радио, 1969.
35. Каймин, В.А. Информатика [Текст]: учебник для студентов / В.А. Каймин. – М.: ИНФРА-М, 2009.
36. Поляков, Л.Г. Показатели безотказности системы полученных знаний [Текст]: сб. ст. междунар. науч.-метод. конф. Ч. 1 / Л.Г. Поляков, Е.Е. Петрикова. – Пенза: ПГУАС, 2010.
37. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования [Текст] / Б.Ф. Хазов, Б.А. Дедусев. – М.: Машиностроение, 1986.
38. ГОСТ 15.000-94 Система разработки и постановки продукции на производство. Общие положения [Текст].
39. Чухнин, В.Н. Надежность вооружения [Текст]: учеб. пособие / В.Н. Чухнин, Н.Н. Вершинин. – Пенза: ПГУ, 2001. – 160 с.
40. ГОСТ 15.001-94 Система разработки и постановки продукции на производство. Разработка и постановка продукции на производство. Основные положения [Текст].
41. Чухнин, В.Н. Обеспечение надежности вооружения на различных стадиях жизненного цикла [Текст]: учеб. пособие / В.Н. Чухнин. – Пенза: ПАИИ, 2003. – 159 с.
42. ГОСТ 2.103-68 ЕСКД Стадии разработки [Текст].
43. ГОСТ 2.118-73 ЕСКД Техническое предложение [Текст].
44. ГОСТ 2.119-73 ЕСКД Эскизный проект [Текст].
45. ГОСТ 2.120-73 ЕСКД Технический проект [Текст].
46. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД Основные требования к чертежам [Текст].
47. ГОСТ 3.1102-81 ЕСТД Стадии разработки и виды документов [Текст].

48. ГОСТ 14.301-83 ЕСТПП Общие правила разработки технологических процессов [Текст] .

49. Трегубова, Е.С. Словарь. Понятия, термины, определения. (Для преподавателей высшей школы) [Текст] / Е.С. Трегубова. – СПб., 2003.

50. Поляков, Л.Г. К вопросу о безотказности использования полученных знаний [Текст]: сб. ст. 1-й городской межвузовской науч.-практ. конф. / Л.Г. Поляков, Е.Е. Петрикова // Молодежь XXI столетия: вопросы образования, воспитания и социализации. – Пенза: ПГПУ, 2010.

51. Теоритические основы эксплуатации артиллерийского вооружения [Текст] / К.В. Салуквадзе, В.Г. Староселец, В.Н. Чухнин. – М.: Воениздат, 1985.

52 Поляков, Л.Г. Показатели безотказности системы полученных знаний [Текст]: сб. ст. междунар. науч.-метод. конф. / Л.Г. Поляков, Е.Е. Петрикова // Инновационные технологии организации обучения в техническом ВУЗе. Ч. 1. – Пенза: ПГУАС, 2010.

53. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию [Текст] /Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович. – М.: Транспорт, 1987.

54. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования [Текст] / Б.Ф. Хазов, Б.А. Дедусев. – М.: Машиностроение, 1986.

55. Надежность вооружения [Текст] / В.Н. Чухнин, Н.Н. Вершинин. – Пенза: ПГУ, 2001.

56. Теоретические основы эксплуатации и ремонта вооружения [Текст] / В.Н. Чухнин, Н.Н. Вершинин. – Пенза: ПГУ, 2001.

## Глава 5. СРЕДСТВА ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

### 5.1. Использование геометрического моделиера CAD-сред «SolidWorks» и «Компас–3D» для изучения основ начертательной геометрии

Мировая экономика характеризуется все более жесткой конкуренцией, повышением сложности и наукоемкости выпускаемой продукции. Вновь создаваемые изделия должны отвечать новым требованиям: запуск в производство в минимальные сроки; с минимальными затратами на разработку; с заданными показателями качества. Для решения этих проблем необходима автоматизация управления жизненным циклом продукции. Информационная поддержка изделий (ИПИ) охватывает все этапы жизненного цикла изделия (ЖЦИ) от маркетинга до утилизации. Центральным этапом ИПИ технологий является создание изделий в полностью параметрических CAD- средах.

Принцип создания чертежа это представление реального трехмерного пространства, как совокупности двухмерных (плоских) изображений выполненных на чертежной бумаге. В основе этой технологии создания чертежей лежит концепция представления пространства и тел в нем проецированием их на три взаимно перпендикулярные плоскости. При таком подходе грамматикой для создания чертежа и решения конструкторских задач служит начертательная геометрия, базирующаяся на аналитической геометрии в пространстве.

В CAD средах деталь любой сложности создается синтезом из простейших тел путем их объединения или вычитания. Технология твердотельного моделирования деталей сводится к созданию базового тела, как множества точек, образующих его при операции выдавливания эскиза из плоскости по нормали к ней или вращения эскиза вокруг примитива или перемещения по траектории.

При этом большинство задач раздела начертательной геометрии, геометрического черчения, проекционного черчения при использовании компьютерной технологии проектирования, решается автоматически геометрическим ядром CAD-сред (моделером).

Для обеспечения адекватности проектируемой модели и детали к созданному первоначально телу добавляется или удаляется твердотельный элемент операцией сложения или вычитания множеств. При сложении множеств на первоначальном теле появляется бобышка, а при вычитании – вырез. На рис.32 представлена модель головки вакуумного насоса, выполненная в CAD-среде «SolidWorks» студентом первого курса первого

семестра направления «САПР». Все линии перехода поверхностей выполнены автоматически геометрическим ядром САД-сред (моделером).

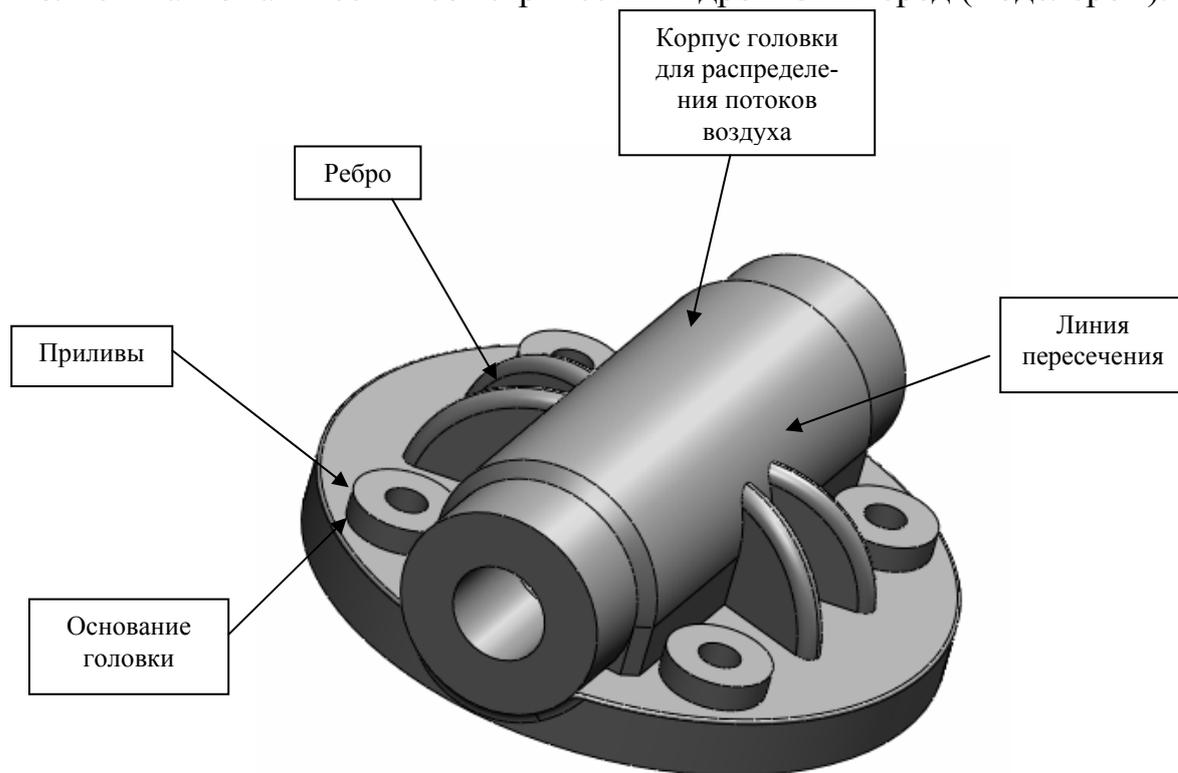


Рис. 32. Головка вакуумного насоса

При представлении изделия в качестве совокупности твердотельных моделей деталей и сборочных единиц появляется возможность выполнения чертежей в виде 2D-образов 3D-моделей с их размерами, ассоциативно связывающими чертежи с моделями. Это обеспечивает автоматическое изменение чертежей при корректировке 3D-моделей в процессе проектирования.

На рис. 33 представлен чертеж корпуса вакуумного насоса, выполненного в САД-среде «SolidWorks», студентом первого курса первого семестра направления «САПР».

Внедрение в учебный процесс САД-сред позволяет студентам быстрее формировать пространственное воображение, понимания форм элементов изделия за счет синтеза простейших тел путем их объединения или вычитания.

#### **Выводы.**

1. Для успешной работы студентов в компьютерных классах и видимых результатов, руководство учебных заведений должно осознавать, что все это возможно при наличии современного оборудования, программного обеспечения и наличия служб, обеспечивающих нормальную работу этого оборудования.

2. Обязательное деление на подгруппы, в которых должно быть не более двенадцати человек.

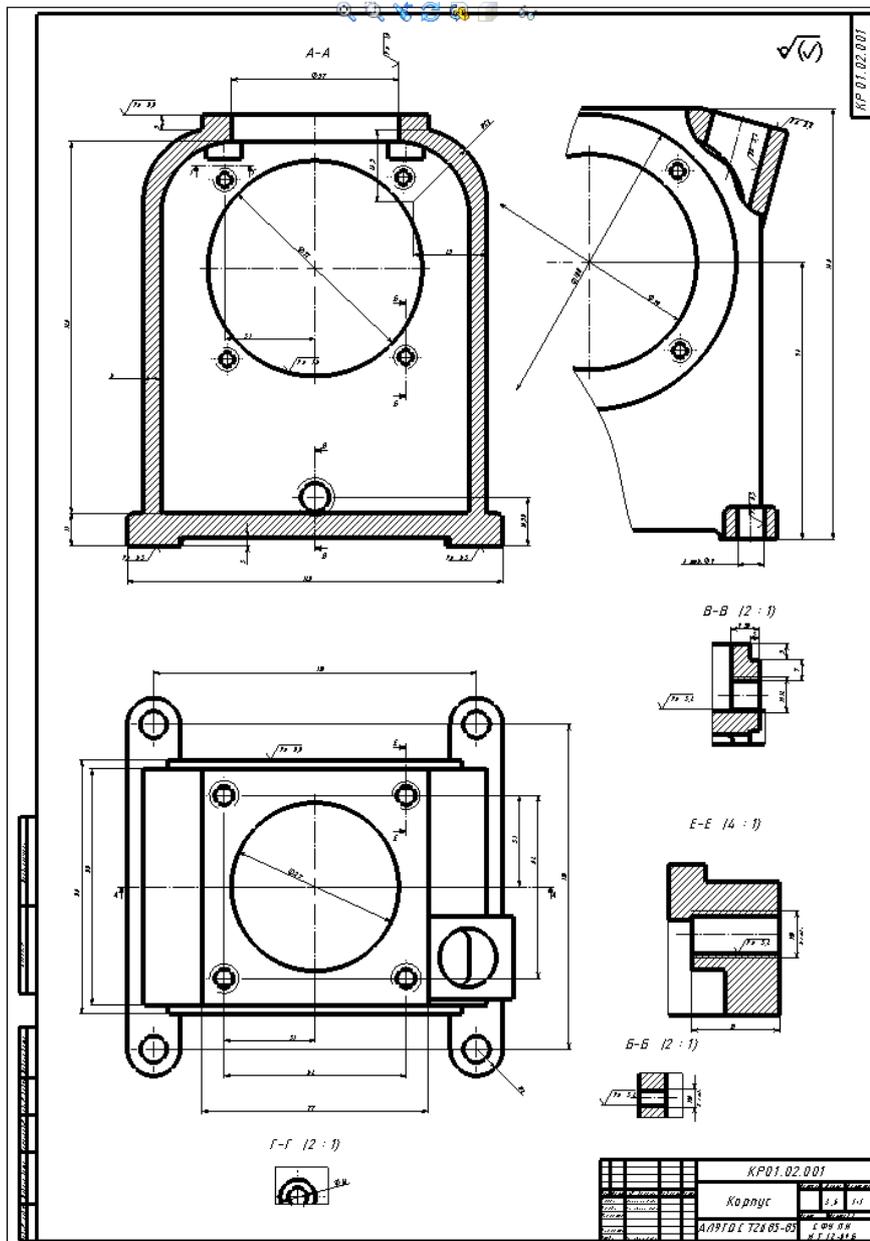


Рис. 33. Головка вакуумного насоса

### Библиографический список

1. SolidWorks 2010\ \ Справочная система программного комплекса

## 5.2. К вопросу о геометрическом моделировании

Потребность в построении изображений по законам геометрии (проекционного черчения) возникла из практических задач строительства сооружений, укреплений, пирамид и т.д., а на более позднем этапе- из запросов

машиностроения и техники. Традиционный способ плоского геометрического моделирования состоял в применении линейки, циркуля и транспортира на чертежной доске.

Появление ЭВМ стало благоприятной почвой для развития машинной графики, включившей дисциплины геометрического моделирования и вычислительной геометрии. К началу 1980-х гг. началось бурное развитие плоских САДсистем. С появлением персональных компьютеров внедрение «электронных кульманов» стало носить массовый характер. Инженеры сразу же оценили такие преимущества как: автоматизация построения геометрических элементов, копирование фрагментов, простота редактирования геометрической и текстовой информации, автоматическая штриховка и нанесение размеров, точность и качество документации, компактность хранения и др.

Отметим два подхода к плоскому моделированию в САД системах. В чертежном способе (яркий представитель AutoCAD) основными инструментами являются отрезки, дуги, полилинии и кривые. Базовыми операциями моделирования на их основе являются продление, обрезка и соединение. В твердотельном способе основными инструментами являются замкнутые контуры; остальные элементы играют вспомогательную или оформительскую роль. При этом главными операциями являются: объединение, дополнение, пересечение. Современные системы, как правило, эксплуатируют оба эти способа одновременно. При всех своих неоценимых достоинствах, плоское представление, а самое главное, система чертежных размеров, однозначны лишь до определенного уровня сложности конфигурации изделия.

Идеология систем объемного моделирования базируется на объемной мастер-модели. Речь идет не просто о фрагментарно точной модели поверхности, которую обеспечивает плазовошаблонный метод для эксклюзивных сечений, но о каждой точке поверхности. Однозначность модели по сравнению с чертежом несет в себе залог безошибочного взаимодействия всех участников процесса проектирования и подготовки производства. Очевидно, что работа в пространстве требует несколько иных навыков, нежели традиционное черчение, но это совсем не означает, что для получения поверхности требуется рассчитать и ввести в компьютер координаты каждой ее точки. В основе систем объемного моделирования лежат методы построения поверхностей на основе плоских и неплоских профилей. В общем случае профиль – объект, описываемый отрезками, дугами и кривыми.

Поверхностное моделирование популярно в первую очередь в инструментальном производстве, твердотельное, в основном, в машиностроении. Современные системы, как правило, содержат и тот, и другой инструментари. Очень часто в инженерной практике довольно сложно найти

критерии для формулировки геометрической задачи. Далеко не все параметры изделия находятся расчетным способом или в результате геометрических построений. Наивысшая эффективность от внедрения геометрического моделирования проявляется тогда, когда система включает в себя не только конструкторское, но и технологическое моделирование.

При решении любой задачи геометрического моделирования во главе всего стоит “ее величество” геометрия. На основе геометрических закономерностей определяется возможность, количество и схема решения. Далее формируется алгоритм решения в зависимости от квалификации и возможностей исследователя. Возможны три варианта. Первый – можно решать методами начертательной (или проективной) геометрии. Они близки нам, красивы и изящны, но, как правило, дают ограниченные частные случаи решения. Во-вторых, можно применить аналитические методы. Считается, что это наиболее совершенный метод исследования или решения, приводящий к доказательным заключениям. И, в-третьих, можно применить современные методы компьютерного 3D геометрического моделирования, которые, особенно в сочетании с программированием, позволяют полно, наглядно и точно не только получить решение, но и выполнить исследование геометрической модели.

### 5.3. Некоторые составляющие учебной оснастки для качественного обучения графическим дисциплинам

Начертательная геометрия и черчение – базовые, фундаментальные дисциплины для формирования профессиональных инженерных качеств. Внимание, чёткость мышления, логические обдуманые действия, формирование конструктивного моделирования, способностей к осознанным результативным решениям воспитываются и развиваются в процессе успешного освоения этих наук. В условиях полного отсутствия предварительной подготовленности студентов и стабильной тенденции к сокращению часов на их изучение в вузе правильная и эффективная организация учебного процесса очень важна и является единственным спасательным кругом в нынешних жёстких условиях.

На начертательную геометрию, черчение и компьютерную графику даже для инженерных направлений подготовки в нашем вузе, по видимому, как и в большинстве других, отводится всего два семестра. Причём, в последние годы на 20 часов сокращены лекции по начертательной геометрии. Попробуем выделить некоторые подходы и учебные элементы, способствующие, на наш взгляд, качественному обучению.

**Модульная компоновка всего изучаемого материала.** Многие годы на всех потоках и по начертательной геометрии, и по черчению обучение реализуется с использованием этой технологии. В курсе начертательной

геометрии выделено четыре модуля, а в черчении – семь. Объединение большого числа задач в чётко характеризуемые группы позволяет выстроить единый алгоритмический подход к их решению. Реализация принципа от частного к общему и наоборот способствует системному восприятию и усвоению всех рассматриваемых задач. Разработаны технологические карты, размещённые в образовательном портале сайта университета. В любое время студент может получить нужную информацию о содержании каждого блока, правилах и сроках выполнения всех видов работ, ознакомиться с необходимой методической литературой. Создаются благоприятные условия для организации всех видов учебной деятельности.

**Текущий тестовый контроль.** Еженедельное практическое занятие по начертательной геометрии должно начинаться с тестового опроса. Входной контроль в тему, знание-репродукция, пять минут на пять вопросов стимулируют систематическую подготовку, существенно, без дополнительных временных затрат увеличивают диапазон просмотра геометрических объектов. Устанавливается своевременная обратная связь, когда студент анализирует свои ошибки и имеет возможность тут же их исправить. На данный период на кафедре разработаны новые карты контроля, которые будут выполнять в большей степени обучающую функцию. Если в прежних картах из четырёх ответов вопроса был только один правильный, то в новых – три изображения правильные и только одно от них отличается. У всех преподавателей есть свои комплекты тестов по всем пятнадцати темам курса начертательной геометрии, естественно, с разной кодировкой. Нет опасности в утечке шифров. Можно надеяться, что при усвоении всех вариантов тестов по данной теме теоретический минимум будет освоен.

**Контрольные работы** для допуска к защите индивидуальных домашних заданий. Основное время практических занятий, как по начертательной геометрии, так и по черчению занято объяснениями по решению задач и выполнению текущих заданий. Все эти практические и лекционные обзоры делает, конечно, преподаватель. При всём старании, большом мастерстве и великом желании донести до каждого студента нужную информацию, нет никакой гарантии, что наши благие намерения увенчаются успехом. Только собственное осмысление решения и собственноручные построения могут пролить свет на истинную картину научения и завершить её должным образом. Зачастую выясняется, что самостоятельное решение оказывается весьма затруднительным и здесь очень важно выстоять, добиваясь правильного решения, пусть даже с пятой попытки. Немаловажен правильный, рациональный подбор, с методических позиций, задач для таких видов контрольных работ. В данный период на кафедре успешно используются четыре контрольные работы по начертательной геометрии и три – по черчению.

**Задачи повышенной трудности.** Все, кто работают в вузе не менее десяти лет, отмечают снижение качества знаний новых студентов, отсутствие стремления к тщательной, полноценной подготовке к занятиям и, как следствие, отсутствие интереса к изучаемой науке. Несмотря на эту печальную статистику, в процессе изучения графических дисциплин есть возможность создать условия для возрождения личности, для воспитания веры в себя. И одним из ключей для решения этих проблем являются задачи повышенной трудности. Ежедневно хотя бы одна или две задачи для самых умных или для тех, кому это интересно, вовлекут в процесс познания многих и наверняка сформируют стремление к постоянному самосовершенствованию и саморазвитию. Творчество, особенно инженерное, зарождается в процессе познания графических наук.

**Внешнее итоговое тестирование.** По обоим предметам в нашем вузе предусматривается промежуточное и заключительное тестирования без присутствия преподавателей в специальных компьютерных аудиториях. Для допуска к тесту должен быть выполнен определённый объём работ. Количество баллов, полученных при тестировании, существенно влияет на общую рейтинговую оценку. Этот вид контроля дисциплинирует студентов, ведь при пропуске теста невосполнимо теряется приличное количество баллов. Кроме того, существенную лепту в качество знаний вносит информативность тестов.

Нет сомнений, что каждый преподаватель нацелен на положительный конечный результат. Все мы радуемся правильным решениям и ответам, все мы стремимся заложить не только долговременные знания по предмету, но и привить потребность к поиску и творчеству в процессе познания. Особенность графических наук заключается в том, что они изучаются на первом курсе, когда вчерашний школьник не в состоянии осознать всю важность, всю необходимость этих знаний для будущей профессии и, когда он практически ещё не созрел к восприятию некоторых разделов, связанных, например, с технологией изготовления, обработкой и т.д. Тем большая ответственность ложится на преподавателей этих дисциплин. Важно донести не только основные правила и положения, но и помочь заглянуть в будущее этих наук. А будущее их – это пространственный интеллект, инженерное творчество и успешный, конкурентоспособный специалист.

#### 5.4. Интерактивное компьютерное решение задач начертательной геометрии

Существующие обучающие программы по графическим дисциплинам состоят в основном из теоретической и контрольной части. Обучающих же программ для решения задач начертательной геометрии, использующих интерактивные средства компьютерной графики, практически нет или очень мало.

Одним из подходов решения данной проблемы является создание модуля задач с автоматической подсказкой и контролем выполнения геометрической задачи. Для интерактивного диалога с компьютером более всего подходит графический пакет AutoCAD со своим встроенным языком программирования AutoLISP. Для решения задач разрабатывается базовая AutoLISP – программа для каждого метода решения.

Методика решения задач на компьютере максимально приближена к традиционному безмашинному методу.

Перед программированием составляем базовый алгоритм решения, например, позиционных задач:

1. Построить и написать исходные условия:
2. Даны две пересекающиеся конические поверхности, основания которых совпадают с плоскостью  $\Pi_1$  (рис.34). Построить линию пересечения поверхностей [пакет AutoCAD].

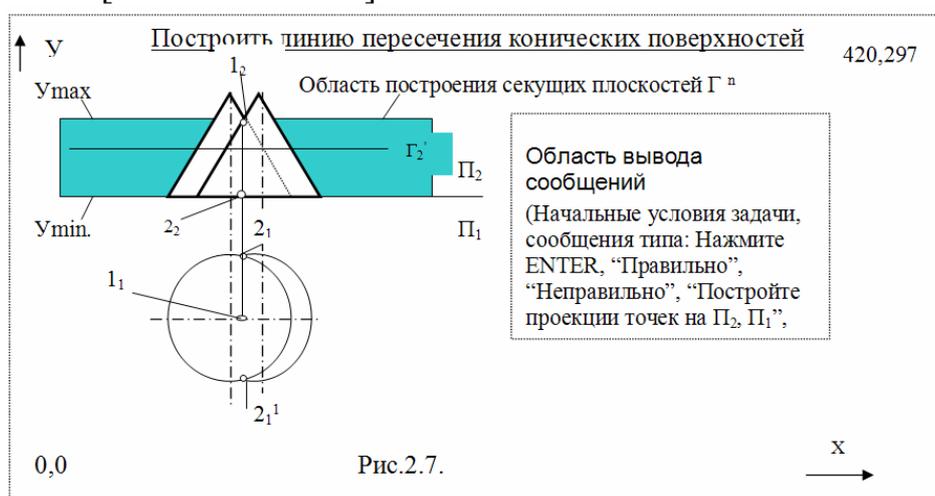


Рис. 34

3. Выбор метода решения:
4. а) уточнение положения конусов относительно плоскостей проекций; правильные выводы: обе поверхности занимают общее положение, решение задачи сводится к 3-му случаю; неправильные выводы: все другие выводы, кроме правильных;
5. б) какие секущие поверхности провести?; правильные действия: секущие проецирующие плоскости  $\Gamma$  уровня к  $\Pi_2$  ( $\Gamma \perp \Pi_2$  и  $\Gamma \parallel \Pi_1$ ); неправильные: секущие сферы,  $\Gamma \perp \Pi_1$  и др.
6. в) границы проведения секущих плоскостей  $\Gamma$ : правильные – на рис.34 [пакет AutoCAD]: затемненная область построения секущих плоскостей  $\Gamma$ , от  $U_{max}$  до  $U_{min}$  (координаты  $U_1 = U_2$ ,  $X_1 \neq X_2$ ); неправильные – секущая плоскость проведена за пределами затемненной области, неправильный выбор поля проекций и другие действия неудовлетворяющие правильным условиям;

7. Решение: (указать) построить опорные точки; правильные: на  $\Pi_2 - 1_2$  и  $2_2 \equiv 2_2'$ ; на  $\Pi_1 - 2_2, 2_2'$  и  $1_1$ ; неправильные: выбор других примитивов и проекций.

8. Провести проекцию секущей плоскости; правильно:  $\Gamma_2' \perp \Pi_2$  и  $\Gamma_2' \parallel \Pi_1$ ,  $U_{\min} < Y_1 < U_{\max}$ ,  $U_{\min} < Y_2 < U_{\max}$  и  $Y_1 = Y_2$ , а  $X_1$  и  $X_2$  – любые в границах затемненной области координаты; неправильно: проведение любых плоскостей вне указанных пределов (рис.34) [пакет AutoCAD].

9. Провести проекции окружностей сечений (параллелей) на  $\Pi_1$ ; правильные действия: измерить радиусы проекций параллелей на  $\Pi_2$  и провести из центров конусов проекций окружностей на  $\Pi_1$ ; неправильные действия: неправильный выбор полей проекций, неправильное измерение радиусов, неправильный выбор центров поверхностей и др.

10. Построить проекции точек пересечения параллелей (окружностей); правильные действия: построение пересечения проекций окружностей на  $\Pi_1$  (две проекций), на  $\Pi_2$  находим на пересечении линии связи из этих проекций с плоскостью  $\Gamma_2'$ ; неправильные действия: неправильный выбор проекций точек, неправильное обозначение, неправильный выбор полей, неточные действия.

11. Если все действия на предыдущих шагах правильные, то проводим следующую секущую плоскость  $\Gamma_2''$  с координатами  $Y_3 = Y_4$ , а  $X_3, X_4$  – любые в указанных границах и повторить пункты 4÷6.

12. После построения проекций точек пересечения соединяем, их плавной кривой на  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , определяем видимость, невидимые линии проводим штриховой и записываем возможные неправильные действия.

13. После составления базовой программы, разработчик непосредственно вводит в компьютер начальные варианты задания, условия и координаты точек для каждой конкретной задачи. Обычно задаются две проекции геометрических фигур, как начальные условия. Можно включать в программы трехмерные анимационные рисунки.

База данных модуля решения задач состоит из AutoLISP-программ и таблицы координат точек или координаты точек можно включать непосредственно в программы.

Суть решения задач сводится к постоянному диалогу студента с компьютером. Компьютер отслеживает выполняемые действия студента, подсказывая, что делать на каждом последующем этапе. Подсказки выводятся непосредственно на экране или в строке состояния в виде слов: «Правильно», «Неправильно», «Нажмите ENTER», «Укажите проекцию точки на  $\Pi_1$  или  $\Pi_2$ » и т. д.

Для вывода итогового результата запоминается количество неправильных действий. К неправильным действиям относятся: неправильный выбор поля проекции, неправильный выбор проекции точек. Разумеется, надо выделить случайные ошибки, такие, как непопадание курсором в соответ-

ствующую область координат точек, случайные нажатия на кнопки «мышь». Вся совокупность правильных действий принимается за 100%. Процент неправильных ответов вычитается, в результате чего выводится оценка студенту. AutoLISP-программы решения основных задач разработаны на кафедре «Инженерная и компьютерная графика» ВСГУТУ. Преимущество таких программ: небольшой объем, занимаемый базой данных на жестком диске компьютера.

## 5.5. Общие требования к структуре данных представления чертежа

Создание систем разработки и сопровождения конструкторской документации требует переосмысления традиционных способов фиксации структуры и формы использования наиболее эффективных способов описания и хранения информации о детали в памяти ЭВМ.

Разработка общих требований к структуре данных представления детали должна формироваться с учетом всех основных этапов создания и использования чертежа на современном производстве.

Необходимо отметить три основных этапа описания детали на принципах традиционного формирования чертежа:

- конструирование детали,
- разработка технологии изготовления детали,
- изготовление детали.

На каждом этапе решаются присущие ему задачи с использованием соответствующих источников информации. Для анализа этого процесса необходимо использование модели последовательно связанных этапов проектирования, разработки технологии и изготовления изделия. При этом следует иметь в виду, что источником информации при проектировании является умственное представление конструктора, а чертеж детали, в свою очередь, есть источник информации для разработки техпроцесса, результатом этого этапа выступает технологическая карта с технологическими эскизами. Источником информации на последнем этапе являются чертеж и технологическая карта, а конечным результатом – готовая деталь. Необходимо заметить, что представление проектировщика на первом этапе есть некоторая совокупность элементов, близкая к понятию «структура детали». Второй этап характеризуется взаимодействием технолога с конструкторским чертежом и фиксацией в виде технологического эскиза. На третьем этапе вновь производится мысленное восстановление формы детали и формируется последовательность ее обработки.

Системы автоматизации должны снизить затраты на всех перечисленных этапах. Для эффективного использования этих систем должно

производиться кодирование всех обрабатываемых поверхностей, что является типичным для систем САПР/ТП.

Естественно предположить, что деятельность человека всегда будет необходима в рамках использования систем автоматизации, следовательно, необходимы и подсистемы, позволяющие в «наглядном» представлении воспроизводить на каждом этапе форму детали в традиционной или трехмерной модели.

В теории баз данных существует положение, что информация об объекте должна храниться в одном месте, ее дублирование исключается. «Параллельность» представлений о детали должна быть чисто логической с принятием единой формы описания.

Таким образом, форма описания детали в системе разработки и сопровождения конструкторской документации на производстве должна исключать многократные этапы анализа и кодирования поверхностей. В связи с этим возможны два принципиально различных подхода:

- чисто геометрический (линия, окружность и т.п. или плоскость, цилиндр, конус и т.д);
- чисто конструкторский, который выражен в классификаторе ЕСКД, где все многообразие деталей классифицировано по классам, подклассам, группам, подгруппам и видам.

Другим вариантом описания структуры детали является использование методов объектно-ориентированного программирования, когда объединяются структуры данных и методы их обработки. Применение объектного подхода оправданно в случае реализации данной структуры с использованием языков, поддерживающих принципы объектно-ориентированного программирования.

## 5.6. Основные принципы и алгоритмы геометрического описания трехмерных объектов

Алгоритмы, сформированные в курсе начертательной геометрии, позволяют подготовить обучающегося к процессу построения трехмерных объектов на плоскости [1]. Но этот процесс будет затруднен одним обстоятельством. Реальные объекты часто имеют форму далекую от абстрактной геометрической, на которую ориентированы созданные алгоритмы. Здесь необходимо связующее звено между реальностью и этими алгоритмами. Таким звеном является геометрическое описание реальных объектов. Это позволяет ввести в структуру курса теории изображения новый учебный элемент – геометрическое описание. Рассмотрим его основные особенности.

Сущность геометрического описания заключается в том, что любой реальный объект получает геометрический аналог. Он представляется как

совокупность геометрических поверхностей. Это дает возможность применить для их изображения алгоритмы по построению плоских изображений трехмерных геометрических поверхностей, разработанные в курсе начертательной геометрии.

Разрабатывая методику обучения геометрическому описанию, необходимо учитывать следующие аспекты:

1. Логическая структура геометрического описания.
2. Основные этапы создания плоских изображений трехмерных объектов.
3. Особенности методики, определяемые степенью сложности исходных объектов.
4. Особенности умственного развития обучающегося.

Учитывая методический аспект, геометрическое описание целесообразно представить, как процесс, состоящий из трех этапов. Первый этап определяется умением подобрать геометрическую поверхность или совокупность поверхностей, которые по возможности аппроксимирует весь объект целиком.

В традиционной методике рисования первый этап является изображением абриса, который показывает очертания основной массы объекта, а также границ основных частей. При этом внимательно прослеживаются направления различных участков контура, их характеры и размеры. И далее внимание концентрируется на характере линии абриса, которая должна выразить характер всей массы объекта. Очевидно, что такой подход только делает попытку на ориентацию по восприятию объекта, как трехмерного, на самом деле основной упор делается на его жесткую привязку к плоскости. Итогом традиционного обучения на этом этапе будет формирование навыков изображения плоской линии (абриса), без понимания объемной трехмерной конструкции. Ни этот абрис, ни дальнейшая работа по проработки объема и изображению светотени далеко не сразу приведет к получению качественного рисунка, потому, что отсутствуют алгоритмы, позволяющие формировать видение геометрической конструкции трехмерного объема. Хотя в традиционных методиках, несомненно, существует ориентация на понимание этой конструкции.

Плоскостное понимание абриса возникает еще и благодаря отсутствию понятия геометрической модели, как плоского заменителя исходного трехмерного объекта по циклу геометрической информации. Использование его в теории изображения существенно облегчает процесс освоения этого курса. Очевидно, что использование понятия «геометрическая модель» является целесообразным с методической точки зрения. Если же заменить исходный объект его геометрическим аналогом - поверхностью, то первый этап построения плоского изображения превратится из рисования абриса в изображение выделенной поверхности, обобщающей объект.

Второй этап заключается в детальном геометрическом анализе исходного объекта. В результате его он представляется, как совокупность более мелких геометрических поверхностей.

В традиционной методике рисования второй этап представляет собой попытку анализа трехмерного объема, которая называется типизацией и индивидуализацией и выражается в его прорисовывании. Выбранные на этом этапе поверхности должны выявить его типовые и индивидуальные признаки, которые придают ему неповторимое своеобразие. Благодаря им, он становится отличим от многих аналогичных объектов.

В геометрическом описании на этом этапе происходит детализация объекта с точки зрения геометрии. Обобщающая поверхность разбивается на более мелкие геометрические поверхности, определяется положение этих поверхностей относительно друг друга и по отношению к проекционному аппарату, которым является глаз рисующего. После этого объект прорисовывается, т.е. выполняется линейный рисунок выделенных поверхностей. Итогом этого этапа является построение контуров собственных и падающих теней. Если происходит рисование с натуры, то положение источника освещения определено. Останется правильно нанести его положение на перспективное изображение и строить тени, используя алгоритмы начертательной геометрии. Таким образом, использование геометрии не вступает в противоречии с традиционной задачей рисовальщика. Наоборот, включение алгоритмов по построению плоских изображений трехмерных объектов, геометрия расширяет его возможности.

После геометрического анализа возникает необходимость обобщить детали, соотнеся их с первоначально выбранным общим объемом. Этим определяется содержание третьего этапа геометрического описания. Третий этап – завершающий этап, как в традиционной методике, так и с использованием геометрического описания определяется обобщением, которое должен выполнить рисующий. Необходимость этого этапа обусловлена тем, что пристальное изучение деталей объекта сосредоточивает внимание рисующего на них. В результате возникает ощущение самостоятельного существования этих деталей. Размеры и движение частей оказываются несогласованными, нестройными. Возникает противоречие между главным и второстепенным, большим и малым, светлым и темным. Возникает ощущение дробности рисунка. Объект не воспринимается как единое целое. Для восстановления целостности изображения объекта необходимо обобщить его изображение.

Использование геометрического описания позволяет на завершающем этапе вернуться к исходной обобщенной форме. Зная, как строятся на ней тени, можно легко обобщить все тени, построенные на деталях. Конечно, при этом необходимо выверить правильность пропорций на исходном объекте и его изображении. В начертательной геометрии для этих целей тоже существует алгоритмы, основанные на простых приемах деления отрезка в заданном отношении [1].

Оценивая с точки зрения методики эти этапы, можно сказать, что переход от первого этапа ко второму основан на дедукции, а переход от второго этапа к третьему – на индукции. В традиционной методике это соответствует двум принципам рисования: от общего – к частному и от частному – к общему. Следует обратить внимание на то, что такие этапы присущи и всему процессу рисования. С ними органично сливаются этапы геометрического описания, имеющие ту же логику. На каждом из этих этапов геометрическое описание должно работать как механизм, благодаря которому можно включать в работу алгоритмы из области начертательной геометрии по изображению на плоскости трехмерных объектов и выполнять различные операции с этими изображениями.

Учитывая последовательность при обучении геометрическому описанию, его можно разделить на три этапа. Основанием к такому делению являются структура исходных объектов:

Геометрическое описание объектов, имеющих четкую и простую геометрическую форму, которая легко угадывается. К таким можно отнести достаточно большое количество архитектурных сооружений, предметы быта, технические изделия и т.п.

Геометрическое описание объектов, форма которых достаточно сложна, но может быть представлена как множество более простых геометрических форм. Это тоже, как правило, рукотворные объекты: архитектурные сооружения, предметы быта, технические изделия и т.п.

Геометрическое описание объектов, форма которых может быть представлена как геометрическая только путем аппроксимации. К таким объектам можно отнести элементы рельефа, деревья, кустарник и т.п.

Выделенные этапы целесообразны с методической точки зрения, потому что находятся в соответствии с одним из основных принципов дидактики – принципом доступности обучения. Это позволяет постепенно наращивать сложность учебных заданий, идя от простого к сложному, и развивать навыки геометрического описания реальных объектов.

При изображении рукотворных объектов простой формы последовательность геометрического описания складывается из подбора геометрических поверхностей, из которых сконструирован данный объект. После этого определяется их положение в пространстве и делается вывод о том, как это положение влияет на изображение данной поверхности. В заключение решается вопрос о положении источника освещения и анализируется проблема построения контуров собственных и падающих теней на этих поверхностях.

#### Библиографический список

1. Найниш, Л.А. Начертательная геометрия [Текст] / Л.А. Найниш. – Пенза: ПГАСА, 2000. – 197 с.

## 5.7. Опыт использования графического пакета КОМПАС при изучении инженерной графики

В Брянском государственном техническом университете (БГТУ) на кафедре «Начертательная геометрия и графика» (НГиГ) почти 15 лет используется графический пакет КОМПАС. Этот программный продукт АО АСКОН был подарен кафедре НГиГ за многолетние успешные выступления на олимпиадах различного уровня по графическим дисциплинам.

В соответствии с рабочими программами по инженерной графике студенты различных специальностей и направлений подготовки выполняют в графической среде КОМПАС 3D-модель и чертеж деревянных моделей; детали, заданной двумя видами; модели с двойным проницанием, заданной описанием; вала по описанию; вала, зубчатого колеса и детали типа полумуфты. А также выполняют: по сборочной единице 3D-модели ее деталей, по ним 3D-модель сборки, по ней – сборочный чертеж; по чертежу общего вида сборочной единицы 3D-модели ее деталей, по ним их рабочие чертежи.

Многолетний опыт показывает, что студенты с увлечением овладевают технологией выполнения различных чертежей в графической среде КОМПАС.

Использование средств компьютерной графики помогает студентам разобраться с методом прямоугольного проецирования, с правилами изображения предметов. Возможность рассмотреть под различным углом зрения разрезанный плоскостью предмет позволяет им увидеть, что попало в секущую плоскость и что расположено за ней.

Наиболее подготовленные студенты принимают участие в олимпиаде по компьютерному моделированию, которое включает в себя решение с помощью моделей разнообразных геометрических задач.

На рис.35 представлено задание [1], предложенное участникам олимпиады в 2011 году. В нем по двум видам предмета сложной формы необходимо было выполнить в графической среде его 3D-модель. Как оказалось, наибольшие затруднения возникли при чтении внутренней формы предмета.

В 2012 году требовалось по схеме сборки несложной сборочной единицы и рабочим чертежам ее деталей выполнить 3D-модель изделия. В этом задании ошибки возникали как при чтении конструкции, так и при ее сборке из составляющих.

На рис.36 изображены составляющие задания «Топор» [2], предложенное участникам олимпиады в 2013 году, которое оказалось наиболее сложным. Чтобы выполнить 3D-модели составляющих топора, а затем 3D-модель изделия в целом, необходимо было на достаточно

высоком уровне знать геометрическое черчение и правила нанесения размеров, а также, разумеется, читать чертежи.

Опыт использования графического пакета КОМПАС при изучении инженерной графики показал, что студенты с интересом и пользой овладевают графической средой. Полученные умения и навыки в дальнейшем будут востребованы при изучении основ проектирования на кафедре «Детали машин».

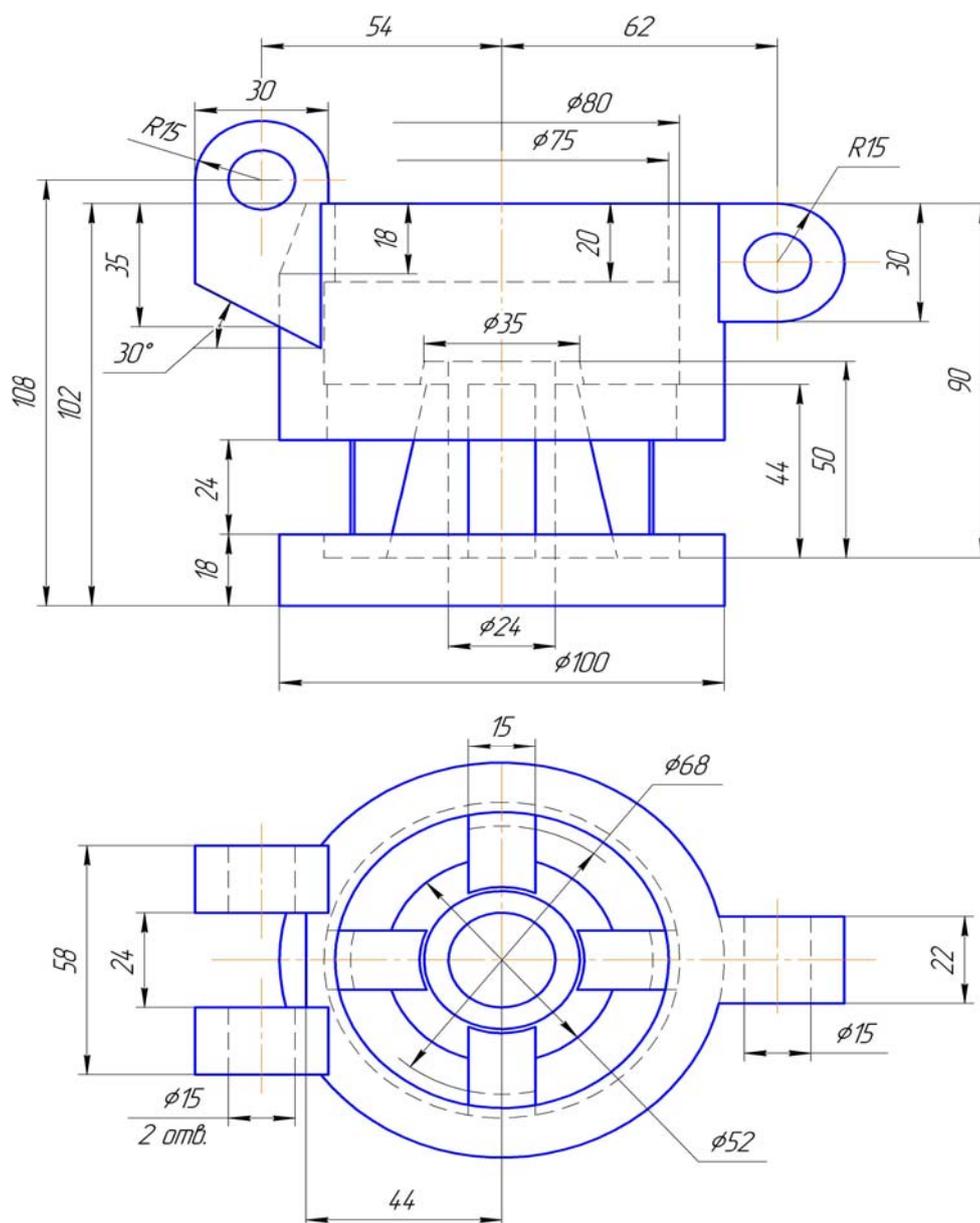


Рис.35. Пример задания за 2011 г.



## 5.8. Повышение сложности заданий в курсе изучения начертательной геометрии

Главной задачей преподавания начертательной геометрии в техническом университете является формирование у студентов конструкторско-геометрического мышления. Перед выпускниками технических вузов жизнь ставит сложнейшие задачи – конструкторские, организаторские, и задачи эти требуют порой молниеносных решений. Нам, преподавателям начертательной геометрии, очень бы хотелось, чтобы изучаемый курс мог способствовать решению возникающих задач.

В сегодняшней ситуации, когда количество часов, предусматриваемое учебными планами на изучение геометрических дисциплин, меняется не в сторону увеличения, особенно необходимо преподавателям предусмотреть возможность предоставления студентам технических специальностей действительно качественных знаний, не упрощая курс до самого низкого уровня. Одним из вариантов может быть насыщение более простых заданий элементами сложности.

В нашем университете студенты разных специальностей выполняют отличающиеся друг от друга задания. Для специальностей с конструкторской составляющей нами были предложены задания по выполнению эпюра № 3 «Сечение поверхности плоскостью» следующего содержания – поверхность (гранная или вращения), имеющая сквозное отверстие разных форм (призматическое, цилиндрическое), пересекается плоскостью частного положения. Ранее студенты этих специальностей выполняли эпюры № 3 по более простым заданиям (рис.37).

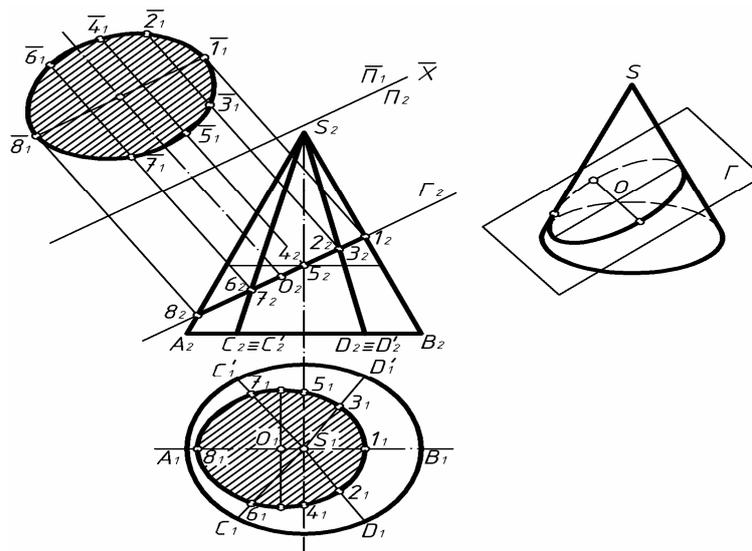


Рис. 37

Студентам предлагается выполнять эпюры № 3 в следующей последовательности.

При решении задач по построению линии сечения плоскостью частного положения поверхности, имеющей сквозное отверстие, на первом этапе выполняется построение сквозного отверстия (рис.38), а затем – непосредственно сечение поверхности плоскостью.

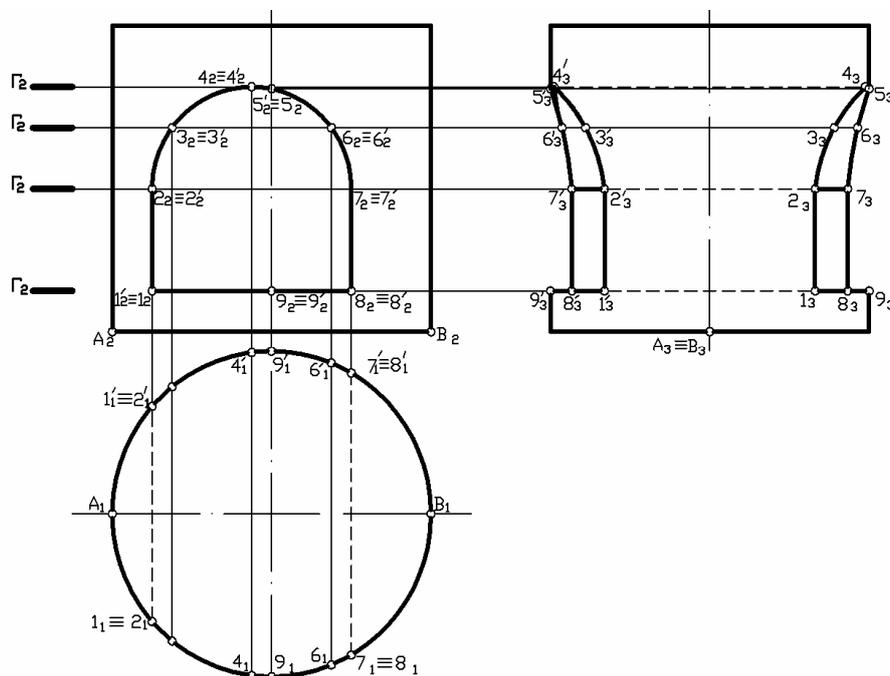


Рис. 38

На линии контура сквозного отверстия выбираем точки от 1 до 9. Все они являются парными. Поскольку цилиндр является проецирующей поверхностью (его боковая поверхность перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций), проекции всех точек на горизонтальной плоскости проекций будут находиться на окружности (проекция основания цилиндра). Для нахождения проекций точек на профильной плоскости проекций необходимо пользоваться вспомогательными плоскостями уровня ( $\Gamma_1 - \Gamma_4$ ). Проекции плоскостей уровня будут определять положение точек по высоте, а положение точек по ширине на каждом уровне будет определяться расстояниями проекций точек от горизонтальной оси ( $A_1 B_1$ ) вверх и вниз, отложенными на профильной плоскости проекций от вертикальной оси симметрии влево и вправо соответственно. Найденные точки соединяем плавной кривой ( $1_3-2_3-3_3-4_3-5_3-6_3-7_3-8_3$ ) или прямыми ( $1_3-9_3-8_3$ ) линиями.

На втором этапе работы выполняется линия сечения поверхности плоскостью (рис. 39).

На проекции секущей плоскости выбирается ряд точек ( $C_2, D_2, E_2, F_2, M_2, N_2$ ) и определяется их положение на горизонтальной и профильной плоскостях проекций (аналогично действиям на первом этапе). Найденные точки соединяются плавными кривыми или прямыми линиями. Площадь сечения штрихуется. Предполагается, что мы мысленно удаляем часть



## 5.9. 3D-моделирование в инженерной графике

Рост производительных сил, развитие страны и научно-технический прогресс предъявляют высокие требования к подготовке инженерно-технического персонала.

Одной из главных задач, которые стоят перед высшими учебными заведениями страны, является подготовка квалифицированных специалистов, имеющих глубокие теоретические знания и твердые практические навыки по специальности. Важным условием успешного овладения техническими знаниями является графическая грамотность, т.е. умение читать и выполнять чертежи. В курсе инженерного образования основу составляет изучение начертательной геометрии и инженерной графики, которые способствуют развитию пространственного мышления, умению выполнять и «читать» чертежи различного назначения.

Дисциплина инженерная графика изучает пространственные формы и их отношения, используя метод «начертания», с помощью которого строятся различные предметы, в том числе и чертежи. Рисунок и чертеж входят в жизнь человека с детства. Уже в средней школе мы знакомимся с чертежами и наглядными изображениями, помогающими понять и усвоить материал. В инженерной графике и начертательной геометрии основополагающим является понятие изображения. Изображение – графическая модель предмета (изделия), существующего в виде реального физического объекта или в виде образа в сознании конструктора. На основе изображений выполняются чертежи как сложнейших машин и механизмов, так и простых деталей и моделей.

В настоящее время достаточно широко распространенной является система AutoCAD, содержащая необходимые средства для выполнения чертежей, а также удобные инструменты трехмерного моделирования.

Не вызывает сомнений, что чертежи, выполненные на компьютере отличаются высокая точность, быстрота, аккуратность, возможность многократного воспроизведения изображений, получение твердой копии чертежа.

Формулируя законы построения изображений предметов, существующих в природе, технике, AutoCAD позволяет изображать (давать изобразительную форму жизни) и такие предметы, которые существуют лишь в воображении человека, являясь результатом его творческой деятельности (инженерной, художественной).

Знание системы AutoCAD на основе графической грамотности приобретает особое значение в условиях современного производства, оснащенного станками с программным управлением, робототехникой и системами проектирования (САПР).

Использование AutoCAD в учебном курсе по инженерной графике способствует приобретению навыков работы на компьютере, умению форма-

лизовать и алгоритмизировать решение задач, повышению уровня геометрического мышления, как основы конструирования, что является решающим в подготовке современного инженера. Общеизвестна роль чертежа в технике и на производстве. Самое подробное описание конструкции механизма или прибора не может заменить по емкости информации чертеж.

Совершенствуя способность по плоскому изображению, мысленно создавать представление о форме пространственного объекта, инженерная графика готовит будущего инженера к техническому творчеству – проектированию и созданию чертежей на компьютере.

Стандарты и правила черчения перенеслись из традиционного черчения на доске в автоматизированное черчение. Пакет программ AutoCAD реализует эти правила с множеством дополнительных возможностей. Однако программа AutoCAD не выбирает автоматически правильный символ, размер, тип линии или другой аспект черчения, чтобы применить его к текущему рисунку. Студент должен знать, как предположительно должен выглядеть окончательный чертеж.

Так же, как и чертеж на бумаге, электронное изображение должно давать полное и однозначное представление об изделии, его форме, размерах, конструкции, материале. Электронный чертеж должен быть лаконичным и содержать минимальный объем графических изображений и текста и соответствовать требованиям стандартов ЕСКД.

Выполнение требований стандартов обеспечивается путем назначения: типов линий и их толщины, стилей размеров, типа штриховки, выбором форматов и общими методами построения изображений.

Процесс создания изображений в системе AutoCAD по существу аналогичен традиционному черчению с тем лишь отличием, что функции чертежных инструментов и приспособлений выполняет система программ.

Процесс черчения сводится к управлению программами посредством различных команд.

3D-модели в отличие от изображений на бумаге в AutoCAD выполняются с использованием поверхностей, поэтому, вначале студент должен изучить и мысленно представить конструкцию детали, затем провести анализ геометрии заданной детали: определить типы элементарных поверхностей, из которых она состоит, взаимное расположение этих поверхностей.

Основу 3D-технологии построения чертежа составляет создание реалистичной виртуальной (т.е. на экране) модели. Каждый преподаватель знает, что наличие наглядной модели существенно облегчает построение ее чертежа.

В связи с этим, что может быть лучше динамичной (можно на экране вращать рассмотреть со всех сторон) объемной модели, полученной самим студентом. Умение строить объемные модели формируется за два – три занятия и далее совершенствуется в процессе выполнения заданий (рис.40).

Трехмерная компьютерная графика позволяет создать пространственную реалистичную модель проектируемого объекта: деталей, узлов машин, зданий.

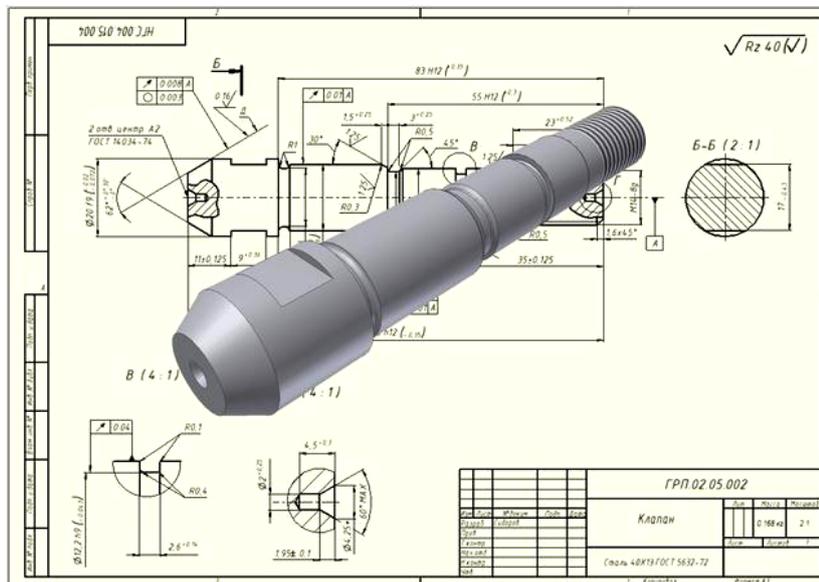


Рис. 40

Трехмерная графика AutoCAD обладает возможностями наглядной фотореалистичной визуализации, позволяя воспроизводить материалы, моделировать свет и тени.

### Библиографический список

1. Аксарин, П.Е. Чертежи для детализования [Текст]: учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов / П.Е. Аксарин. – М.: Машиностроение, 1978.
2. Инженерная 3D-компьютерная графика [Текст]: учеб. пособие для бакалавров / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2013.

## 5.10. Геометро-графические дисциплины как средство подготовки Web-дизайнеров

В современном обществе, которое характеризуется развивающимися рыночными отношениями, важной составляющей является продвижение товара на рынке. Для этого необходимы умения грамотно сконструировать и произвести товар, а также эффективно донести необходимую информацию на широком уровне. Самой широкой информационной сетью в настоящее время являются Интернет и телевидение, которые основаны на компьютерных технологиях. Пользование этими технологиями стало отличительной чертой современного человека. Они дают возможность

получать необходимую информацию, смотреть фильмы, играть в игры, слушать музыку и читать электронные книги. При этом важной составляющей является художественное оформление страниц сайтов. Эти задачи выполняют Web-дизайнеры.

Человек, занимающийся Web-дизайном, должен уметь художественно оформить страницу сайта, спроектировать его структуру и правильно подать информацию на этом сайте. Своевременное получение информации об Интернет-технологиях и её грамотное применение помогут подчеркнуть индивидуальность специалиста, его эстетический вкус и оригинальность, не говоря уже об эффективности созданного сайта.

Необходимость подготовки хорошего специалиста в области знаний. Web-дизайна является очень важной задачей современного технического образования. Выпускника технического вуза готовят к тому, чтобы полученные им знания помогли ему оперировать геометрическими визуальными образами, т.е. совершать над ними определённые действия. Именно умение оперирования над визуальными образами развивает образное мышление, что в дальнейшем приводит к объединению образного мышления и рациональных действий и в итоге – получение результата в виде вещественного продукта или изделия, или интеллектуальной собственности. Поэтому все больше внимания уделяется месту геометро-графических дисциплин в высшем образовании.

Задача геометро-графических дисциплин состоит не только в том, чтобы дать студентам геометро-графическое образование, благодаря содействию выявлению и развитию у них профессиональных способностей в сфере Web-дизайна. Ведь необходимо учесть, что эстетическим и художественным вкусом, образным мышлением должен обладать не только человек, обучающийся на художественно-графическом факультете педагогического вуза, но и специалист, выходящий из стен технического вуза. Поэтому при обучении студентов технических специальностей по направлению Web-дизайна необходимо совмещать преподавание геометро-графических дисциплин с развитием тех способностей и личных качеств, которыми должен обладать специалист.

Государственный образовательный стандарт РФ к выпускникам данного направления подготовки предъявляет определенные квалификационные требования, позволяющие сформировать необходимые личностные качества. Личностные качества – это индивидуальные особенности человека, включающие деловые качества и свойства личности, не имеющие непосредственного отношения к выполняемой профессиональной деятельности (табл. 15).

Для Web-дизайнера обладание такой способностью как эстетический и художественный вкус даёт обладание такого качества как креативность. Помимо вкуса, креативность вытекает из образного и аналитического

мышления, долговременной и оперативной памяти, а также постпроизвольного внимания.

Т а б л и ц а 15

Средства геометро-графических дисциплин,  
позволяющие формировать необходимые профессиональные качества  
Web-дизайнера

Личностные качества	Средства формирования
Активное внимание	При выполнении различных построений на геометрических моделях развивается способность сосредоточиться на выбранной цели
Постпроизвольное внимание	Способность выполнять работу, не прилагая особых усилий воли, а опираясь на интерес к ней, начинает развиваться при условии успешного выполнения приемов работы с геометрическими моделями
Оперативная память	Осуществляя приемы работы с геометрическими моделями, развивается необходимость выбирать и пользоваться полученными ранее знаниями
Долговременная память	Развивается при решении задач по заданным алгоритмам, где необходимо пользоваться учебной информацией, зафиксированной в памяти задолго до ее применения
Образно-логическая память	При освоении начертательной геометрии запоминать одновременно логику и образ
Алгоритмическое мышление	Решение по начертательной геометрии задач по заданным алгоритмам
Логическое мышление	Осваивать переход по правилам логики от некоторых данных предложений-посылок к их следствиям, и устанавливать истинность или ложность заключений на основе изученных алгоритмов решения задач
Аналитическое мышление	При решении задач развивается способность расчленять целостный объект на его составляющие и оперировать ими
Образное мышление	Развивать способность зрительно представить ситуацию и изменять её без применения практических действий над ней. При мысленной прокрутки ситуации возникают соответствующие образы, качество и характеристики которых в процессе мышления можно изменить, т.е. придать нужный оттенок
Эстетический и художественный вкус	Освоение законов построения плоских изображений трехмерных объектов и приемов работы с ними. Оформление чертежей с учетом правильной композиции изображений и ГОСТ по их оформлению

Внимательность, конечно, связана с активным и постпроизвольным вниманием, с оперативной и образной памятью, а также аналитическим и логическим мышлением. Терпеливость связана с логическим и аналитическим мышлением, долговременной памятью. Усидчивость в первую очередь зависит от внимания, как активного, так и постпроизвольного, а также образной памяти. Аккуратность связана с логическим мышлением,

долговременной памятью, активным и постпроизвольным вниманием. Ответственность связана с логическим и аналитическим мышлением, а также с оперативной памятью. Систематичность вытекает из эстетического и художественного вкуса, так как помогает процессу творчества, аналитического мышления и постпроизвольного внимания. Обладание выше перечисленными способностями и личностными качествами помогает сформировать профессиональные качества специалиста в области Web-дизайна.

В современных условиях формирование системного мышления студентов при изучении геометро-графических дисциплин предполагает применение полученных знаний и умений в профессиональной деятельности для реализации инновационных проектов в сфере Web-дизайна.

#### Библиографический список

1. Найниш, Л.А. Инженерная педагогика [Текст]: науч. метод. / Л.А. Найниш, В.Н. Люсев. – М.: Инфра-М, 2013. – 88 с.
2. Найниш, Л.А. Формирование профессиональной готовности студентов технических вузов в процессе обучения геометро-графическим дисциплинам [Текст] / Л.А. Найниш, Л.Е. Гаврилюк. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 165 с.
3. Найниш, Л.А. Структура процесса подготовки специалистов к использованию компьютерных имитационных средств [Текст] / Л.А. Найниш, В.Н. Галкин // Научное обозрение. – 2012. – №3. – С. 12–21.
4. Найниш, Л.А. Проблемы профессиональной подготовки студентов технических вузов средствами геометро-графических дисциплин [Текст] / Л.А. Найниш, Л.Е. Гаврилюк // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2013. – № 4. – С. 88–91.

#### 5.11. Использование 3D-моделей и видеороликов в преподавании начертательной геометрии

Изложение теоретических основ курса начертательной геометрии традиционно сопровождается рисунками и чертежами. Большинство рисунков, иллюстрирующих понятия и методы решения задач, представлены в наглядном изображении в виде трехмерной модели и на эюре (плоском чертеже).

На примере учебного пособия [1] далее представлен принцип проведения лекционных занятий. Лекционный материал содержит текстовую и графическую части. При этом графическая часть делится на трехмерные модели отражающие тему лекции и несущие иллюстративный характер, и на эюры, представленные в виде заготовок. Их студент должен закончить непосредственно в учебно-методическом пособии во время лекции, по мере прочтения ее преподавателем, повторяя за ним геометро-графические построения. Текстовая часть лекции закончена и не нуждается в доработке

студентом, при этом она содержит ссылки на эпюры, которые студент выполнил самостоятельно на лекции.

Для закрепления материала студенту дается индивидуальный вариант контрольного домашнего задания по теме каждой лекции. В помощь студент получает видеоурок, в котором опытным преподавателем дается пошаговое решение подобного задания в виде мультимедийного (сопровождение анимации звуковым пояснением) видеоролика. Обучающийся имеет возможность приостановить видеоролик и просмотреть его частями или полностью необходимое количество раз.

Для иллюстрации алгоритмов решения задач в учебном процессе используются следующие способы:

- статические рисунки в виде наглядного изображения;
- завершение эпюра (плоского чертежа) обучающимся;
- трехмерные модели изображенного на рисунке объекта, выполненные в редакторе Компас 3D;
- динамические пошаговые демонстрации алгоритма решения задачи на эпюре с помощью мультимедийных видеороликов.

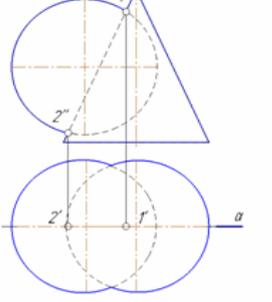
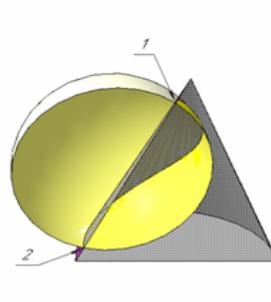
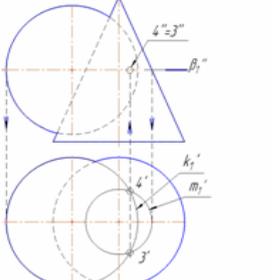
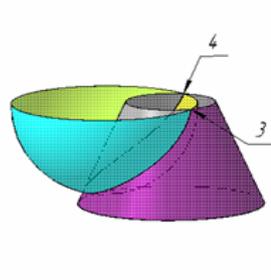
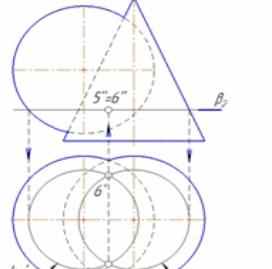
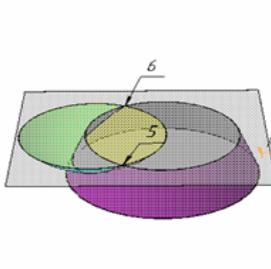
Для большей наглядности также применяются динамические пошаговые демонстрации алгоритма решения задачи на пространственной модели. Иллюстрацией подобных пошаговых демонстраций служит пример решения задачи нахождения линии пересечения конической и сферической поверхностей, представленный таблицей.

На рис. 41 представлен итоговый вид решения задачи пересечения поверхностей конуса и сферы.

Наглядное изображение операций выполнено в Компас-3D V13 (лицензионная копия является собственностью ПГТУ). Данный программный продукт позволяет осуществлять анимацию, что делает возможным вести разговор о полноценной пошаговой динамической демонстрации алгоритма решения задачи на пространственной модели (табл. 16).

Под геометро-графическими дисциплинами, преподаваемыми в вузе, понимают главным образом начертательную геометрию и инженерную графику. Сегодня передовые вузы практически полностью отказались от «ручной, карандашной» технологии обучения инженерной графике и используют IP-технологии. Более того, предпринимаются успешные шаги применения компьютера и для преподавания начертательной геометрии. И то, что начертательная геометрия традиционно изучается перед инженерной графикой, ведет к раннему освоению одного или нескольких графических редакторов. При дальнейшем практическом освоении инженерной графики студент является уверенным пользователем систем 2D- и 3D-моделирования.

Пошаговая демонстрация решения задачи пересечения

Построение на эюре	Наглядное изображение	Описание
		<p>Проведя вспомогательную секущую фронтальную плоскость <math>\beta</math>, через контурные образующие конуса, получим в пересечении с главным меридианом шара опорные точки 1 и 2</p>
		<p>Вспомогательная секущая горизонтальная плоскость <math>\beta_1</math> используется для нахождения точек 3 и 4. Пересечением <math>\beta_1</math> с цилиндром является окружность <math>k_1</math>, а с конусом - окружность <math>m_1</math>. Их пересечение на горизонтальной поверхности образует точки 3' и 4'.</p>
		<p>Аналогично предыдущему пункту вспомогательная секущая плоскость <math>\beta_2</math> используется для нахождения точек 5 и 6. Пересечением <math>\beta_2</math> с цилиндром является окружность <math>k_2</math>, а с конусом - окружность <math>m_2</math>. В пересечении окружностей находятся искомые точки 5 и 6.</p>

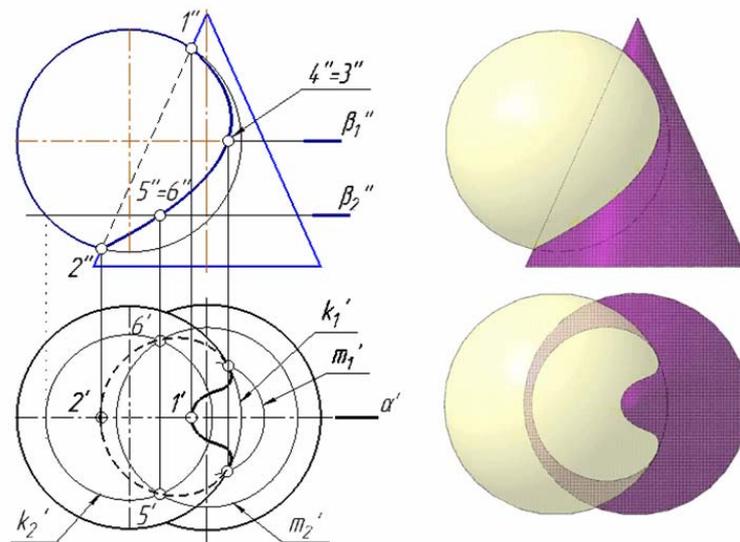


Рис.41. Итоговый вид решения задачи пересечения поверхностей

Современные условия производства диктуют новое отношение к изучению и применению на практике геометро-графических дисциплин. Сегодня, если рассматривать передовые технологии производства, то в них информационные технологии настолько тесно сплетены с этапами проектирования, что изучение геометро-графических дисциплин уже немислимо в отрыве от IP-технологий. За последние 10–15 лет проектирование и конструирование от бумажных чертежей перешло сначала к двумерным системам автоматизации проектирования, затем к трехмерным и, наконец, к технологии цифрового макетирования digital mock-up (DMU), позволяющей заменить физическое моделирование цифровым (DMU и PLM технологии).

Необходимость готовить специалистов для разработки и функционирования подобных систем назрела. Сегодня уже нельзя этого не замечать. Изучение начертательной геометрии и инженерной графики должно более тесно, чем сейчас сращиваться с IP-дисциплинами.

Аксонметрические изображения и тем более 3D компьютерные модели обладают значительно большей наглядностью, чем проекционные чертежи [2].

Переход к чертежу от 3D компьютерной модели более понятен студенту, чем простое построение изображений чертежа по координатам [3, 4].

#### Библиографический список

1. Нестеренко, Л.А. Начертательная геометрия [Текст]: конспект лекций / Л.А. Нестеренко, В.В. Бурлов, Л.В. Ремонтова. – Пенза: ПГТА, 2010.
2. Адонкина, Е.В. Начертательная геометрия и Инженерная графика. Мультимедийное сопровождение лекций: Электронный курс для преподавателей и студентов архитектурно-строительных университетов [ресурс <http://ng.sibstrin.ru/adonkina/ng/page/vihd.htm>]. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2011.
3. Бурлов, В.В. Решение метрических задач начертательной геометрии с использованием программы КОМПАС-3D [Текст] / В.В. Бурлов, И.И. Привалов, Л.А. Нестеренко, А.И. Растегаев // Современные информационные технологии: тр. междунар. науч.-техн. конф.– Пенза: ПГТА, 2013. – Вып. 17.
4. Привалов, И.И. Внедрение САД-технологий в преподавании начертательной геометрии [Текст] / И.И. Привалов, Л.А. Нестеренко, Е.Ю. Юдина, Р.Ф. Сатаева // Современные информационные технологии: тр. междунар. науч.-техн. конф.– Пенза: ПГТА, 2012. – Вып. 15.

## 5.12. Применение систем электронного обучения при изучении начертательной геометрии

Как отмечает Н.В. Михайлова в своих публикациях [1], до 60% информации современные студенты бакалавриата должны получать самостоятельно. В таком случае преподавателю при аудиторной работе остается только разбирать наиболее трудоемкие темы, акцентируя внимание студентов на источниках информации, наиболее полно раскрывающих тот или иной раздел дисциплины. Но российские студенты, с которыми преподаватели начертательной геометрии, как правило, работают на 1–2 курсах, не приучены работать самостоятельно, из огромного потока информации, доступной посредством сети Интернет, они не умеют выбирать наиболее научно достоверную. Поэтому наряду с рассмотрением сложных аспектов дисциплины не менее важной становится задача педагога – сформировать у студентов способность к самообучению, саморазвитию, к грамотному поиску информации и т.д.

До сих пор все это ограничивалось выдачей списка литературы, в которой раскрывается весь материал дисциплины, иногда во время аудиторной работы преподаватель делал ссылки на некоторые пункты из этого списка. Но этого слишком мало, можно с уверенностью сказать, что современный студент даже не прочитает этого списка, не говоря о том, что не будет специально искать названные источники и изучать их в свободное от занятий время.

Одним из оптимальных решений указанной проблемы можно назвать применение в образовательном процессе электронной образовательной среды (ЭОС). Их на сегодняшний день довольно много, наиболее известными в образовательной сфере можно назвать BlackBoard и Moodle [1, 2]. В данной работе мы постараемся показать некоторые приемы применения подобной среды для управления самостоятельной работой студентов.

На платформе данной системы можно разработать электронный курс, который чаще всего понимался как архиватор всего, что удалось накопить преподавателю. Но электронный курс – это динамическая система, развивающаяся и открывающая свои возможности для студентов по мере изучения ими дисциплины. Курс можно настроить таким образом, что студенту открываются темы разделов по мере изучения предыдущего материала и получения оценки не ниже установленного порога, а возможно просто самостоятельно преподавателю открывать для обзора некоторые материалы, которые дублируют или дополняют материал, изученный на последней лекции или практическом занятии. Инструментарий подобных ЭОС позволяет создавать интерактивные лекции, тесты тренировочные по отдельным небольшим темам для закрепления материала сразу после

лекции, а не стихийно в конце изучения большого блока или, как чаще всего бывает в студенческой среде, в ночь перед экзаменом, выкладывать лекционные презентации или методические пособия с комментариями и пояснениями. При самостоятельной работе в тишине и покое студент еще раз все это перечитает, осмыслит и поймет лекционный материал гораздо лучше, чем услышав один раз в аудитории, получив замечание за дополнительные вопросы, в случае, если не сразу понял или прослушал.

Кроме теоретического наполнения с долей контроля успешности изучения представленного материала, в системе открываются широкие возможности для обратной связи между педагогом и студентом, как в индивидуальном общении, так и в групповом. При этом преподавателю совершенно не нужно быть постоянно on-line, достаточно раз в несколько дней проверять наличие обновлений комментариев, где студенты могут задавать свои вопросы, или же информация об активности студентов автоматически придет на электронную почту преподавателя. Таким образом, информация об отмене/переносе занятия, о необходимости принести на занятие какой-либо практикум/учебник/лист ватмана и пр. уже не пройдет мимо студентов, если об этом не было сказано на прошлом занятии или если студента не было на этом занятии. Информация от преподавателя так же автоматически дублируется на электронную почту студентов. Еще одним блоком обратной связи можно назвать электронный журнал успеваемости студентов, который полностью повторяет преподавательский журнал. Студенты отныне сами в любой момент могут увидеть, есть ли у них задолженности, какую оценку они получили за ту или иную работу и т.д. Все меньше становится вопросов «А посмотрите, а скажите, какая у меня оценка». В случае, когда у преподавателя 5–7 групп по 20 студентов, это снимает значительную часть нагрузки.

Для максимально объективной оценки деятельности студентов в течение изучения дисциплины отныне можно добавить объективную оценку их самостоятельной работы. Это стало возможным благодаря возможности электронной системы формировать отчеты по активности студентов.

Для оценки эффективности использования системы электронного обучения можно выделить следующие показатели:

- регулярность посещения электронного курса – значимым кажется регулярность на протяжении всего периода изучения дисциплины, поэтому семестр делится на три равных периода, и регулярность посещения оценивается по тому, пользуется ли студент электронным курсом все три периода подряд («да», «нет»);

- результативность – какие именно разделы, упражнения изучал студент. Система автоматически засчитывает любую активность студента, но при этом отмечает, какие именно страницы, разделы, упражнения изучал студент («не изучает представленные материалы», «изучает некоторые из

представленных материалов в хаотичном порядке», «изучает полный объем представленных материалов синхронно с изучаемыми темами курса»);

- эффективность – система автоматически оценивает прохождение интерактивных лекций и проверочных тестов, проставляя оценку в процентном соотношении.

Ориентируясь на привычную четырехбалльную шкалу, оценку «хорошо» или «отлично» за использование системы электронного обучения, по мнению авторов, можно поставить студенту, если у него следующие результаты:

Регулярность: «да».

Результативность: «изучает некоторые из представленных материалов в хаотичном порядке» или «изучает полный объем представленных материалов синхронно с изучаемыми темами курса».

Эффективность: системная оценка по упражнениям (по отдельности или средняя) не ниже 60% успеваемости.

#### Библиографический список

1. Михайлова, Н.В. Организация асинхронной самостоятельной работы студентов вуза в электронной обучающей среде Moodle, 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vestnik.kuzspa.ru/articles/78/> (дата обращения: 15.07.2013).

2. Пьянкова, Ж.А. Возможности использования электронной обучающей среды Moodle для организации самостоятельной работы студентов [Текст] / Ж.А. Пьянкова, В.Б. Полуянов // Матер. VI Всерос. науч.-практ. конф. «Инновационные процессы в образовании: стратегия, теория и практика развития». Т.2. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. – С. 288–291.

### 5.13. Графическое программирование

В инженерной конструкторской практике при поиске оптимального варианта необходимо решать множество однотипных задач. Идеальный выход – составление математической программы, что сопряжено, однако, с привлечением квалифицированных программистов.

Между тем графические редакторы с их системой параметризации, используемые в современных условиях при выполнении чертежной документации, могут значительно облегчить эту задачу.

С другой стороны, отметим, что компьютерные геометрические построения самодостаточны сами по себе и позволяют получать новые научные результаты, порой недостижимые иными способами. Приведем примеры.

Более ста лет научные умы волнует вопрос численного решения четырехмерных пространственно-временных задач. В частности, в теории

относительности А. Эйнштейна качественно утверждается о наличии «эффекта близнецов», но каким либо расчетом он не подтвержден.

Использование авторского метода проекций с числовыми отметками, основанного на методах начертательной геометрии, позволило количественно с высокой компьютерной точностью решать подобные задачи, причем с большим числом переменных (9 и более). Так, в работе [1] определено время и минимальное сближение двух объектов переменных объемов (для усложнения), движущихся с переменными скоростями по произвольным (не математическим) траекториям в трехмерном пространстве.

Математика позволяет вычислить площадь сегмента или пояса сферической поверхности. Но только геометрическим путем [2] эти данные можно использовать для визуализации стерadiansа и количественного измерения трехмерных углов.

Следует отметить, компьютерное графическое решение наглядно, логично, достоверно и достаточно точно, так как использует возможности математического ядра графического редактора. Иллюстрацию сказанного покажем на геометрическом решении системы трех уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} 8463x + 10602y + 10374z - 964782 = 0 \\ 598x - 874y - 247z - 11362 = 0 \\ 456x - 2052y - 288z + 16416 = 0 \end{cases}$$

Геометрическое решение свеем к нахождению методами начертательной геометрии точки пересечения трех плоскостей, каждая из которых отражает одно из уравнений системы. Из нескольких возможных вариантов на рис. 42 показано попарное нахождение линии пересечения плоскостей, заданных следами. Их точка пересечения является ответом. Ее координаты:  $x = 55,239302$ ;  $y = 15,816078$ ;  $z = 31,772675$ .

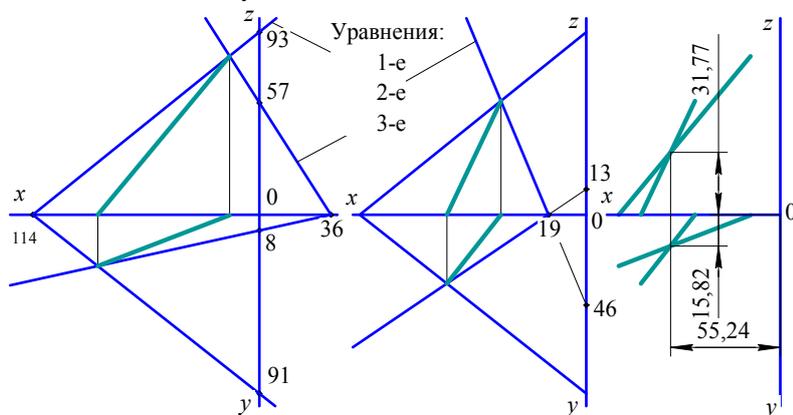


Рис. 42. Графическое решение системы уравнений

Анализируя решение, отметим следующее. Во-первых, это упомянутая выше достоверность. Для проверки результата достаточно проверить координаты девяти точек (на чертеже показаны цифрами).

Во-вторых, изображение – графическая программа. Произвольно или целенаправленно меняя коэффициенты в системе можно полуавтоматически получать новые решения системы. Так, заменив первое уравнение на следующее:  $7200x + 9090y + 8080z - 727200 = 0$ , получим новое решение:  $x = 52,971702$ ;  $y = 16,345728$ ;  $z = 24,408549$ .

Более того, система параметризации графического редактора позволяет создавать и полностью автоматическую графическую программу. В частности в работе [3] автором описана автоматическая программа решения системы уравнений. При этом предложен следующий вариант (рис.43). Одно уравнение представлено плоской фигурой (треугольником  $ABC$ ), а два других – линией их пересечения ( $MN$ ).

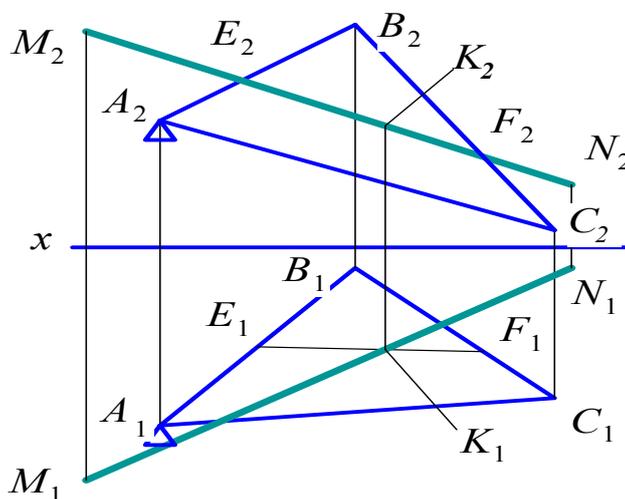


Рис. 43. Графическое отображение программы

Решение системы уравнений здесь выполнено методом нахождения точки пересечения отрезка с отсеком плоскости. При этом использованы следующие «связи» и «ограничения» режима параметризации:

*Выравнивание по вертикали* – линии связи (проекции одноименных точек).

*Совпадение точек* – вершины треугольника.

*Коллинеарность* – принадлежность отрезков одной прямой, например,  $MK$  и  $NK$ .

*Точка на кривой* – постоянная принадлежность точки одного отрезка к другому, например,  $E$  к  $AB$ .

*Фиксированная точка.* Поскольку геометрическое изображение весьма динамично, то для ее устойчивости необходимо временно фиксировать отдельные точки, например, точку  $A$ .

К сожалению, графическое программирование не является столь же универсальным, как математическое. Оно применимо тогда, когда математической форме можно дать геометрическое описание. В первую очередь это относится к векторному исчислению, где отдельные физические величины, например, *сила* геометрически изображаются в виде направленного отрезка, что применимо в таких учебных дисциплинах как *теоретическая механика* и *теория механизмов и машин*.

В значительной и даже большей степени графическое программирование в теоретической электротехнике, где векторами интерпретируют такие параметры, как сопротивление, напряжение и сила тока. В монографии [4, гл. 4, 5] показаны расчеты этих величин в цепях синусоидального тока. При этом показаны графические приемы выполнения, в том числе, математических операций умножения и деления на основе электронного аналога запатентованного авторского устройства [5]. Приведем пример, который достаточно просто графически запрограммировать.

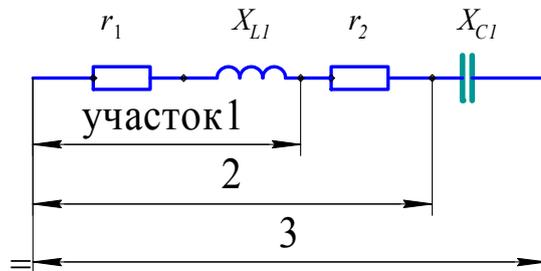


Рис. 44. Схема участков цепи синусоидального тока

Не вдаваясь в подробности теории, отметим лишь, что сопротивление последовательно соединенных элементов определяется их векторным сложением, а углы наклона составляют: активного –  $0^\circ$ , индуктивного –  $90^\circ$ , а емкостного –  $270^\circ$ .

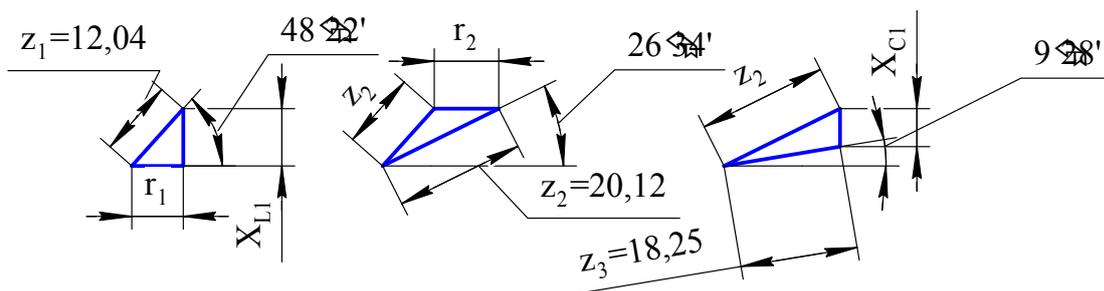


Рис. 45. Графический расчет сопротивлений участков 1, 2 и 3

*Пример.* Рассчитать полное сопротивление участков цепи синусоидального тока (рис. 44). Дано:  $r_1 = 8 \text{ Ом}$ ,  $r_2 = 10 \text{ Ом}$ ,  $X_{L1} = 9 \text{ Ом}$ ,  $X_{C1} = 6 \text{ Ом}$ .

Решение примера показано на рис. 45. Так, модуль суммарного сопротивления составляет  $18,25 \text{ Ом}$ , а его аргумент –  $9^\circ 28'$ . При составлении графической программы здесь необходимо использовать также другие

связи и ограничения режима параметризации: *параллельность, вертикальность, горизонтальность, равенство длин* и др.

#### Библиографический список

1. Савельев, Ю.А. Четырехмерный континуум пространство-время [Текст] / Ю.А. Савельев // Вестник УрГУПС. – 2013. – №1(17). – С. 14–23.
2. Савельев, Ю.А. Визуализация стерадиана [Текст] / Ю.А. Савельев // Сб. науч. тр. в 2-й Всеросс. науч.-метод. конф. – М, 2009. – С. 7 – 9.
3. Савельев, Ю.А. Компьютерная графика [Текст] / Ю.А. Савельев. – Екатеринбург: УрГУПС, 2004. – 58 с.
4. Савельев, Ю.А. Вычислительная графика [Текст] / Ю.А. Савельев. – Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2005. – 149 с.
5. Савельев, Ю.А. Графическое устройство для выполнения арифметических операций [Текст] / Ю.А. Савельев. – Патент РФ на изобретение. № 2259590. Приоритет от 02. 09. 2005.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует сказать, что интересные идеи и различного рода научные разработки, предложенные в настоящей монографии, вносят ценный вклад в решение проблем, возникших в геометро-графической составляющей профессиональной подготовки. Они могут быть полезными в решении следующих методических и научных вопросов:

1. Формирование и обследование уровней квалификации преподавателей, обучающихся геометрическому моделированию студентов, изучающих комплекс геометро-графических дисциплин.

2. Решение научных проблем геометрического моделирования, связанных с усовершенствованием содержания комплекса геометро-графических дисциплин.

3. Методология использования компьютерных технологий для решения вопросов геометрического моделирования.

4. Специфика, структура и качество материально-технического оснащения учебного процесса.

5. Решение проблем надежности и долговечности качества геометро-графической подготовки.

Авторы выражают надежду, что предложенные научные разработки будут востребованы в процессе профессиональной подготовки инженеров и строителей.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
Глава 1. ЗНАЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ЖИЗНИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА.....	4
1.1. Значение изображений в современном обществе.....	4
1.2. Дидактические принципы в курсе теории изображений.....	8
1.3. Структура и свойства геометро-графической информации .....	11
1.4. Основные принципы геометрического описания реальных объектов.....	15
1.5. Компетенции, формируемые в процессе обучения геометро-графическим дисциплинам .....	16
1.6. Формирование профессиональных компетенций выпускников инженерно-технических специальностей.....	20
1.7. Формирование ценностно-смыслового отношения к геометро-графическим знаниям у студентов строительного вуза.....	22
Глава 2. ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ .....	26
2.1. Проблемы геометрического образования .....	26
2.2. Проблемы и перспективы обучения инженерной графике при переходе к информационному обществу.....	34
2.3. Анализ преподавания графических дисциплин для студентов механических специальностей ПГУПСа.....	37
2.4. Подготовка специалистов, владеющих визуально-образным графическим языком и современными технологиями геометрического моделирования, как педагогическая проблема ....	40
2.5. Проблемы обучения студентов графическим дисциплинам в техническом вузе.....	42
Глава 3. ПУТИ РЕШЕНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ.....	45
3.1. Оптимизация обучения инженерной графики .....	45
3.2. Алгоритм и формы реализации процесса обучения .....	47
3.3. К вопросу математического моделирования педагогического процесса .....	51
3.4. Проблемы математического моделирования в педагогике.....	55
3.5. Оптимизационные методы обучения геометро-графических дисциплин .....	60
3.6. Формирования оптимальной обучающей технологии .....	65
3.7. О строении некоторых допустимых пятимерных комплексов двумерных плоскостей в проективном пространстве $P^5$ .....	70
3.8. Оптимизация учебного процесса по геометро-графическим дисциплинам.....	83

3.9. Системный подход в формировании геометро-графической компетентности бакалавров.....	85
3.10. К вопросу об Особенности обучения студентов дисциплине «Начертательная геометрия» в условиях дефицита учебного времени .....	87
3.11. Инновационные технологии преподавания геометро-графических дисциплин .....	90
3.12. Введение пропедевтического этапа в образовательную систему вуза .....	93
Глава 4. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ.....	96
4.1. Многобалльная система оценки уровня геометро-графической готовности студентов технических вузов .....	96
4.2. Особенности контроля знаний в курсе начертательной геометрии.....	99
4.3. Контроль качества знаний, как средство оптимизации обучения геометро-графическим дисциплинам .....	101
4.4. Критерии и показатели успеваемости студентов обучающихся геометро-графическим дисциплинам .....	103
4.5. Надежность как показатель качества обучения .....	106
4.5.1. Анализ применения надежности в жизнедеятельности общества .....	109
4.5.2. Элемент, система, комплекс .....	112
4.5.3. Жизненный цикл знаний, умений и навыков .....	115
4.6. Показатели для оценки надежности .....	121
4.6.1. Показатели безотказности элементов знаний, умений и навыков .....	122
4.6.2. Показатели безотказности систем знаний, умений и навыков .....	125
4.6.3. Показатели долговечности и сохраняемости знаний, умений и навыков.....	130
4.6.4. Показатели долговечности элементов знаний, умений и навыков .....	131
4.6.5. Показатели долговечности и сохраняемости для систем знаний, умений и навыков.....	133
4.6.6. Показатели восстанавливаемости знаний, умений и навыков .....	134
4.7. Комплексные показатели надежности знаний, умений и навыков .....	137
4.7.1. Виды комплексных показателей и их характеристика.....	137
4.7.2. Коэффициент использования знаний, умений и навыков.....	138
4.7.3. Коэффициент готовности знаний, умений и навыков.....	140

4.7.4. Коэффициент оперативной готовности знаний, умений и навыков .....	142
Глава 5. СРЕДСТВА ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ .....	148
5.1. Использование геометрического моделиера САД-сред «SolidWorks» и «Компас–3D» для изучения основ начертательной геометрии .....	148
5.2. К вопросу о геометрическом моделировании .....	150
5.3. Некоторые составляющие учебной оснастки для качественного обучения графическим дисциплинам .....	152
5.4. Интерактивное компьютерное решение задач начертательной геометрии .....	154
5.5. Общие требования к структуре данных представления чертежа .....	157
5.6. Основные принципы и алгоритмы геометрического описания трехмерных объектов .....	158
5.7. Опыт использования графического пакета КОМПАС при изучении инженерной графики .....	162
5.8. Повышение сложности заданий в курсе изучения начертательной геометрии .....	165
5.9. 3D-моделирование в инженерной графике .....	168
5.10. Геометро-графические дисциплины как средство подготовки Web-дизайнеров .....	170
5.11. Использование 3D-моделей и видеороликов в преподавании начертательной геометрии .....	173
5.12. Применение систем электронного обучения при изучении начертательной геометрии .....	177
5.13. Графическое программирование .....	179
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	184

Найниш Лариса Алексеевна – научный редактор  
Амирджанова Ирина Юрьевна  
Аюшеев Тумэн Владимирович  
Бубеев Иннокентий Трофимович  
Живоглядова Ирина Алексеевна  
Бубякин Игорь Витальевич  
Будажанова Бальжима Базаровна  
Варенцова Татьяна Анатольевна  
Гаврилюк Людмила Евгеньевна  
Горшенина Ирина Эдуардовна  
Грачева Светлана Владимировна  
Доржиев Цыден Цыдендамбаевич  
Дорошенко Светлана Анатольевна  
Дроздов Юрий Александрович  
Запорожцева Нина Ивановна

Кузнецова Ольга Николаевна  
Левая Марина Николаевна  
Малова Марина Васильевна  
Матиенко Лариса Владимировна  
Новиков Сергей Павлович  
Поляков Леонид Григорьевич  
Прудова Людмила Юрьевна  
Пьянкова Жанна Анатольевна  
Савельев Юрий Александрович  
Слюсар Галина Сергеевна  
Татарникова Светлана Ростиславовна  
Тишина Екатерина Михайловна  
Федин Николай Алексеевич  
Цыпленков Владимир Филиппович  
Шоркина Ирина Николаевна

Научное издание

**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ  
ПОДГОТОВКИ**  
Монография

Под научной редакцией доктора педагогических наук,  
профессора Л.А. Найниш

**В авторской редакции**  
**Верстка Н.В. Кучина**

---

Подписано в печать 06.10.2014. Формат 60x84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 10,93. Уч.-изд.л. 11,75. Тираж 500 экз. 1-й завод 100 экз.  
Заказ № 328.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.