

# Функционал информационных технологий в геометро-графической подготовке инженера

В последние десятилетия информационные технологии принципиально изменили проектно-конструкторскую деятельность и внесли значительные коррективы в разработку проектно-конструкторской документации. Взамен бумажным чертежам и традиционной форме конструкторской документации появился электронный формат представления – электронные чертежи и 3D-модели. На смену технологиям двумерных построений в графических редакторах пришли технологии геометрического трехмерного моделирования. Введены стандарты на электронные модели. Электронные прототипы и 3D-печать способствуют распространению технологий быстрого прототипирования.

В этих условиях на первый план выдвигается задача поиска новых технологий обучения, соответствующих уровню развития информационных технологий и отвечающих требованиям современных проектных и производственных технологий или даже опережающих их. Цель данной статьи — анализ возможностей информационных технологий при формировании геометро-графических компетенций, происходящем в ходе базовой графической подготовки студентов технического университета. Традиционно базовая графическая подготовка студентов, осуществляемая на младших курсах, состояла в последовательном изучении разделов начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики. Сегодня актуальным становится применение интегративного подхода, при этом существенно меняется роль компьютерной графики. Она становится не только предметом изучения, но и средством обучения, ядром базовой гра-

фической подготовки студентов. Компьютерная графика является эффективным механизмом развития пространственного мышления у обучаемых. Возрастает роль инструментальной подготовки студентов к широкому использованию САД-систем при решении учебных задач и выполнении проектных заданий, что соответствует современным требованиям к профессиональной деятельности конструктора-проектировщика.

Методы, использованные в работе, — системный анализ, обобщение, моделирование.

Разработана общая модель геометро-графической подготовки студентов инновационной направленности, ядром которой является использование широкого спектра возможностей компьютерных технологий. Реализация данной модели осуществляется на основе анализа функциональных особенностей применяемых технологий обучения. Описано системное использование комплекса информационных технологий в различных формах учебных занятий. Показаны варианты интеграции этих технологий в содержании разделов графической подготовки студентов, а также эффективность их использования. Материалы могут быть использованы для оптимизации учебного процесса технических университетов как в рамках графической подготовки, так и других предметных областей.

**Ключевые слова:** информационные технологии, геометро-графическая компетентность, компьютерная графика, технологии обучения и контроля, информационная среда обучения.

Irina D. Stolbova, Evgeniya P. Aleksandrova, Konstantin G. Nosov

Perm National Research Polytechnical University, Perm, Russia

## Functional information technology in geometry-graphic training of engineers

In the last decade, information technology fundamentally changed the design activity and made significant adjustments to the development of design documentation. Electronic drawings and 3d-models appeared instead of paper drawings and the traditional form of the design documentation. Geometric modeling of 3d-technology has replaced the graphic design technology. Standards on the electronic models are introduced. Electronic prototypes and 3d-printing contribute to the spread of rapid prototyping technologies.

In these conditions, the task to find the new learning technology, corresponding to the level of development of information technologies and meeting the requirements of modern design and manufacturing technologies, comes to the fore. The purpose of this paper — the analysis of the information technology capabilities in the formation of geometrical-graphic competences, happening in the base of graphic training of students of technical university. Traditionally, basic graphic training of students in the junior university courses consisted in consecutive studying of the descriptive geometry, engineering and computer graphics. Today, the use of integrative approach is relevant, but the role of computer graphics varies considerably. It is not only an object of study, but also a learning tool, the core base of graphic training of students. Computer graphics is an efficient mechanism for

the development of students' spatial thinking. The role of instrumental training of students to the wide use of CAD-systems increases in the solution of educational problems and in the implementation of project tasks, which corresponds to the modern requirements of the professional work of the designer-constructor.

In this paper, the following methods are used: system analysis, synthesis, simulation.

General geometric-graphic training model of students of innovation orientation, based on the use of a wide range of computer technology is developed. The implementation of this model is based on the functional characteristics analysis of the applied technology training. We describe the use of a complex system of information technology in various forms of training. This shows the options for the integration of these technologies in the content of the sections of the students' graphic training, as well as the efficiency of their use.

The materials can be used to optimize the learning process in technical universities both in the graphic training and other subject areas.

**Keywords:** information technology, geometry and graphic competence, computer graphics, training and monitoring technology, information-learning environment.

## Введение

Отличительной особенностью современной экономики является интенсивное развитие информационных технологий. Информационная насыщенность производственной сферы знаменует наступление нового технологического уклада, который характеризуется высоким уровнем автоматизации деятельности инженера, смещением грани между проектированием и производством [1, с. 32]. На первый план выступает компьютерное моделирование, которое сопровождает весь производственный процесс, а в основе проектирования находится виртуальная модель изделия.

Виртуальная 3D-модель значительно повышает производительность и качество результатов проектирования, его вариативность и наглядность. Информационные модели, в число которых входят и трехмерные геометрические модели, присутствуют практически на всех стадиях создания изделия, но именно электронная модель проектируемого объекта играет роль первоисточника для его полного жизненного цикла. Такая модель хранится в базе данных проекта и обеспечивает решение инженерных задач при проектировании, производстве, эксплуатации и модернизации объекта.

Интенсивный процесс обновления техники и производственных технологий требует соответствующей подготовки специалистов инженерного профиля, направленной на достижение профессиональной компетентности выпускников и формирование способности к адаптации в изменяющихся условиях производства. Данная задача осложняется тем, что база знаний в современном обществе динамично развивается, а для создания инновационного потенциала актуализируется именно инновационное знание [2, с.22]. Таким образом, студенту необходимо усваивать все возрастающий объем информации, и возникает потребность в разработке новых эффективных технологий обучения, учитывающих актуальность знаний и их практическую значимость. Катализатором разви-

тия этого направления являются новые информационные технологии и возможности компьютерной техники, а также создание среды обучения, приближенной к реальным производственным условиям.

Необходимой составляющей инженерного образования является базовая графическая подготовка, формирующая геометро-графическую компетентность будущих выпускников. Такая подготовка предполагает уровень осознанного применения графических знаний и умений, практический опыт изучения функциональных и конструктивных особенностей технических объектов и практику их конструирования, а также свободное владение навыками работы в современных графических средах проектирования и разработки технической документации.

В настоящее время успешно развивается инновационная стратегия комплексной информатизации геометро-графической подготовки, направленной на развитие у студентов актуальных навыков проектирования и конструирования с получением двух или трехмерных изображений объекта, а также их преобразования (при необходимости) друг в друга [3, с.4].

Проблемы совершенствования технологий обучения студентов технических вузов инженерно-графическим дисциплинам с использованием компьютерных средств широко обсуждается специалистами [4, 5, 6, 7 и др.], но острота, многогранность и сложность рассматриваемых вопросов требует их дальнейшего рассмотрения. Вызывает сожаление то, что разработка современных программ графического обучения как в рамках бакалавриата, так и специалитета связана с неуклонным сокращением часов, выделяемых на него в общем процессе подготовки будущих выпускников в области техники и технологии, а требования со стороны работодателей и выпускающих кафедр постоянно возрастают. Таким образом, вопросы интегративного подхода, оптимального выбора форм, методов и средств обучения остаются актуальными.

В данной работе представлена

модель базовой графической подготовки студентов ПНИПУ, опирающейся на современные возможности компьютерных технологий, а также обсуждаются организационно-методические условия ее реализации.

## Модель геометро-графической подготовки и функционал информационных технологий

Специфика профессиональной деятельности инженера-конструктора связана с постоянной необходимостью получения, анализа и обработки различной информации, в том числе представленной в электронном варианте. Большая часть перерабатываемой информации представляется в графическом виде и требует от проектировщика развитого пространственного мышления. Современные информационные технологии принципиально изменили проектно-конструкторскую деятельность и внесли значительные коррективы в процесс разработки проектно-конструкторской документации. В настоящее время компьютерная графика представляет собой одну из наиболее востребованных информационных технологий, являясь инструментом автоматизации работы проектировщика, при этом объемное моделирование уже давно стало приоритетным.

Традиционно базовая графическая подготовка студентов, осуществляемая на младших курсах вуза, состояла в последовательном изучении разделов начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики. Сегодня актуальным становится применение интегративного подхода, в связи с чем существенно меняется роль компьютерной графики в процессе обучения. Она становится не только предметом изучения, но и средством обучения, ядром базовой графической подготовки студентов. Компьютерная графика является эффективным инструментом развития пространственного мышления у обучаемых, она используется в качестве иллюстративного механизма осваиваемой базы знаний,

что позволяет при дефиците учебного времени интенсифицировать процесс обучения, учесть индивидуальные особенности студентов и способствовать более быстрому пониманию специфики графической информации. Инструментальная подготовка студентов к широкому использованию САД-систем при решении учебных задач и выполнении проектных заданий участвует в формировании у будущих выпускников конструкторско-технологической компетенции, что соответствует современным требованиям к профессиональной деятельности конструктора.

На основании вышесказанного успех формирования геометро-графических компетенций студентов непосредственно зависит от уровня внедрения в процесс обучения САД-систем, сближающих графическое образование с реальной проектно-конструкторской деятельностью, а также широкого использования в учебном процессе средств и возможностей новых информационных технологий.

Основная цель базовой геометро-графической подготовки студентов технических вузов – формирование способности осуществлять проектно-конструкторскую деятельность в соответствии с запросами современного производства. Как уже отмечено выше, освоение данной дисциплины должно быть направлено на подготовку студентов к применению инструментария САД-систем при решении и выполнении широкого спектра учебных задач и проектных заданий. В том числе на приобретение студентами качественного представления о способах получения, с помощью компьютера, и применения геометрической и графической информации. В учебном процессе должны быть широко представлены различные формы графических объектов, используемые в компьютерной графике – как 2D-изображения, так и 3D-модели.

ФГОС ВО требует формулировки целевых установок и результатов обучения на языке компетенций [8, с. 88]. В рамках дисциплинарной структуры образовательного процесса базовая графическая подготовка участвует в формировании



Рис 1. Модель геометро-графической подготовки

геометро-графической компетентности студентов [6, с. 4], обучающихся по направлениям в области техники и технологии. Общая модель геометро-графической подготовки, актуализирующая роль информационных технологий в обучении, приведена на рис. 1.

Для целенаправленности геометро-графической подготовки должны быть определены ожидаемые результаты обучения в формате ЗУВов, которые легче диагностировать по ходу образовательного процесса [8, с. 91]. Уже на уровне целеполагания необходимо ясно сформулировать группу требований к результатам обучения,

касающихся инструментальной подготовки обучаемых в области владения САД-системами.

В ходе учебного процесса и организации лекционных, практических и лабораторных занятий, самостоятельной работе обучаемых, а также при оценке качества запланированных образовательных результатов необходимо использовать возможности современной компьютерной техники и программного обеспечения, демонстрировать студентам качественные иллюстративные материалы, прививая студентам современный уровень информационной и графической культуры, основанной на достиже-

Таблица 1

#### Функционал информационных технологий в процессе обучения

Функция	Назначение в учебном процессе
Познавательная	Инструментальная составляющая геометро-графической подготовки
Иллюстративная	Наглядное представление графического материала для всех видов учебных занятий
Учебно-эвристическая	Реализация творческих подходов при разработке алгоритмов решения геометрических задач с использованием возможностей компьютерных технологий
Анимационно-технологическая	Помощь в восприятии сложных алгоритмов решения геометро-графических задач при их динамическом представлении
Контролирующая	Автоматизация контроля результатов обучения на всех этапах учебного процесса
Проектно-конструкторская	Приобретение студентами навыков работы в графических системах САД при выполнении учебных проектов
Справочно-информационная	Работа с электронными библиотеками справочных материалов
Практико-направленная	Приобретение навыков использования современных компьютерных технологий проектирования и опыта создания реальных изделий на основе 3D-моделирования

ниях визуальных компьютерных технологий.

В ходе реализации образовательных программ по графическим дисциплинам используются различные возможности компьютерных технологий. В табл. 1 приведены основные функции информационных технологий, используемых в процессе обучения.

В соответствии с разработанной моделью геометро-графической подготовки и определенному функционалу информационных технологий в процессе обучения разработан учебно-методический комплекс, обеспечивающий все формы и виды учебной деятельности при обучении графическим дисциплинам. Данный комплекс представляет собой совокупность отдельных программных разработок для методической поддержки образовательного процесса и функционирования предметно-ориентированной среды формирования геометро-графической компетентности студентов.

Для формирования целостной системы актуальных знаний, умений и навыков инженерного проектирования потенциал компьютерных технологий задействуется при разборе наиболее сложных профессионально-значимых теоретических вопросов на лекциях, анализе решения типовых и нестандартных предметных задач на практических занятиях, освоении приемов работы в графических средах CAD на лабораторных занятиях, выполнении учебных проектов в ходе самостоятельной работы и при контроле уровня готовности обучаемых к проектно-конструкторской деятельности.

Рассмотрим более подробно особенности применения инновационных технологий обучения в рамках интегративного курса «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика».

### Опыт применения информационных технологий при геометро-графической подготовке

Традиционно в учебной деятельности знакомство с теоретическими основами курса происходит на

лекциях, а формирование системы знаний и способов деятельности осуществляется на практических занятиях. При визуализации представляемого графического учебного материала используются, в основном, иллюстративные и анимационно-технологические функции компьютерных технологий, что не является принципиально новым моментом в технологии обучения. Авторский опыт использования в ходе графической подготовки лекций-презентаций и демонстрационных примеров с поэтапным решением задач выявил эффективные приемы подготовки учебной информации:

- Системная организация учебного материала;
- Краткий текстовый комментарий;
- Фреймовая структура подачи материала;
- Сочетание пространственной модели и плоского изображения;

- Сопровождение информационного материала алгоритмом построения;

- Использование целесообразной анимации, цветовых и динамических акцентов;

- Подготовка печатных основ для составления конспекта и решения задач.

Большое значения для понимания излагаемого материала имеет свертка информации в виде краткой схемы, а также использование изложенной теории на практических примерах.

Практическую направленность современного процесса обучения графическим дисциплинам задает раздел «Компьютерная графика», который в программе обучения представлен обязательным лабораторным практикумом. Данный вид учебной деятельности предполагает организовать первоначальную инструментальную подготовку

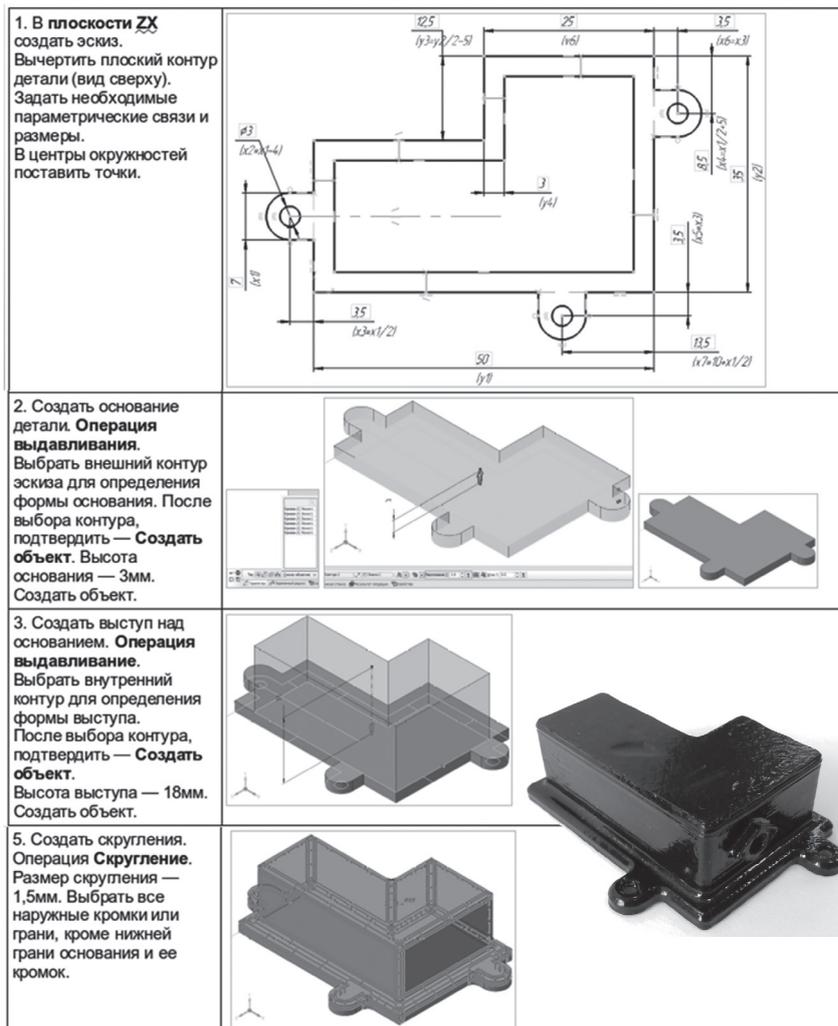


Рис. 2. Фрагмент лабораторного практикума

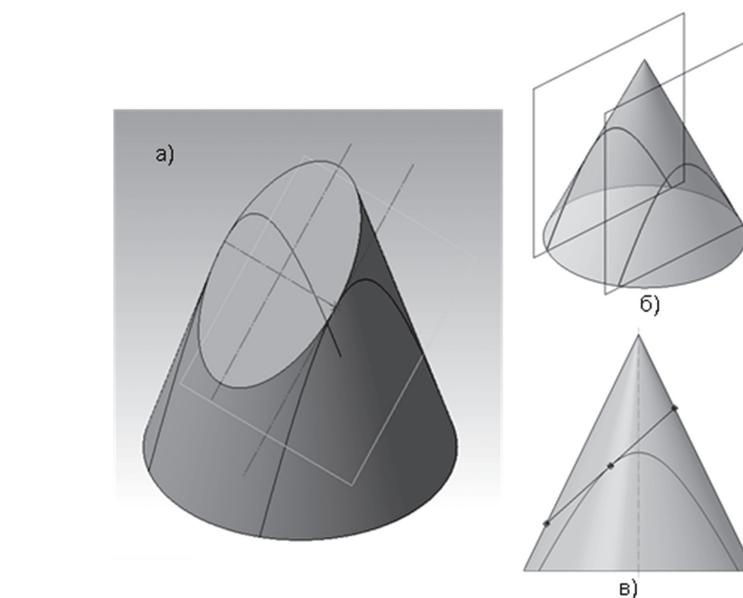
обучаемых, чтобы дальнейшая самостоятельная работа студентов над учебными проектами была более приближена к профессиональным действиям. Поэтому отдельно необходимо остановиться на разработке эффективной методики формирования у студентов первоначальных навыков работы в графических средах. При ограниченном времени, отводимом в программе обучения на лабораторные занятия в компьютерном классе, студентам важно дать оперативные установки использования основного спектра возможностей редактора при графических построениях, подготовить рекомендации по рациональным алгоритмам проектирования 3D-объектов, продемонстрировать позволяемые компьютером вариативные способы решения задач геометрического моделирования.

С целью эффективного проведения лабораторных занятий разрабатываются пособия с наглядным поэтапным фреймовым руководством по выполнению соответствующих заданий в осваиваемой графической среде. На рис. 2 приведен пример электронного моделирования корпусной детали с пошаговым алгоритмом построения – текстовым и визуальным, показывающим результат выполненных действий на компьютере.

Для более качественного понимания студентами младших курсов процесса создания виртуальной модели можно продемонстрировать еще одну возможность современных компьютерных технологий – прототипирование, получение макета изделия на 3D-принтере (см. рис. 2).

Полученные навыки работы по приобретению инструментальных компетенций на лабораторных работах позволяют «начинающим проектировщикам» в дальнейшем перейти на более высокий уровень освоения профессиональных компетенций проектно-конструкторской деятельности.

С переходом на образовательные стандарты третьего поколения акцент в высшей школе сместился в сторону самостоятельной работы студентов. Именно самостоятельная работа способствует развитию



**Рис. 3. Построение 3D-модели усеченного конуса вращения:**

а) общий вид созданного объекта; б) выявление зоны заданного значения малой оси эллипса; в) эвристический этап алгоритма построения большой оси эллипса

интеллекта студентов и их профессиональной пригодности. При этом преподаватель вместо демонстратора и контролера становится помощником и наставником студентов.

Для организации эффективной самостоятельной работы студентов необходима разработка учебных графических заданий с применением современных информационных технологий, включая наиболее востребованное в проектно-конструкторской практике 3D-моделирование. Для самостоятельной работы студентов исходные условия тематических заданий должны быть подготовлены таким образом, чтобы максимально задействовать функционал компьютерных технологий, представленный в табл. 1.

Для раздела дисциплины «Начертательная геометрия» разработаны индивидуальные практико-ориентированные задания с элементами эвристической деятельности, выполняемые с использованием 3D-модели геометрического объекта [3, с. 5, 4, с. 28]. Нестандартная постановка и алгоритм решения проблемных задач позволяет осуществлять синтез основных теоретических положений начертательной геометрии и возможностей инструментальных средств геометрического моделирования.

Пример проблемной постановки задачи по теме «Сечение поверхностей плоскостями» представлен на рис. 3. Необходимо создать модель конуса вращения, усеченного плоскостью по эллипсу с заданными значениями большой и малой осей (рис. 3 а). Возможный вариант расположения заданной малой оси эллипса можно определить с помощью двух дополнительных параллельных плоскостей, рассекающих конус по гиперболам (рис. 3 б). Эвристический этап в алгоритме решения задачи для построения заданной большой оси эллипса (одновременное касание двух гипербол на конусе) выполняется с использованием возможностей графического редактора КОМПАС-3D (рис. 3 в). Данный пример показывает, что с помощью компьютерных технологий достаточно просто организовать решение геометрических задач, постановка которых вручную для студентов была бы проблематичной и трудоемкой.

Использование компьютерных технологий в разделе «Инженерная графика» является более естественным и идеально интегрируется в программу обучения. Создание конструкции, например, технической детали – достаточно трудоемкий процесс, требующий навыков необходимых геометрических построений, а также знания правил

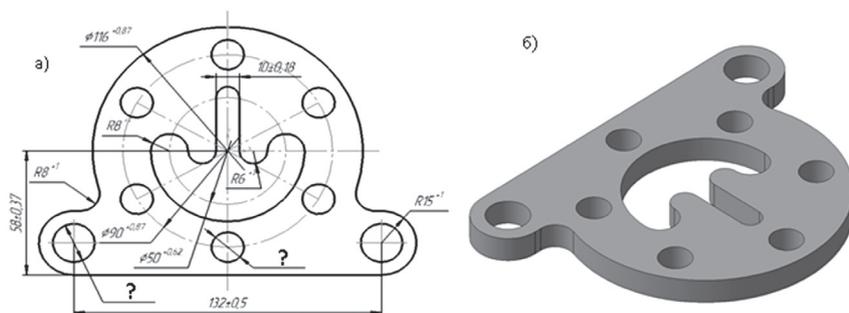


Рис. 4. Проектирование детали «Фланец фигурный»: а) создание эскиза; б) трехмерная модель детали

оформления в конструкторском графическом документе и соответствия стандартизованным (справочным) параметрам разнообразных структурных элементов детали. При этом точность представления размерных параметров объекта в документе является главным его требованием.

Компьютерные технологии позволяют решать поставленные задачи, предлагая точный инструментарий создания конструкторского документа и широкий перечень информационно-справочных библиотек. На рис. 4 приведен пример проектирования 3D-модели детали, конструкция которой имеет большое количество технических элементов и требует выполнения достаточно сложных формообразующих геометрических построений.

Студенту требуется выполнить необходимые построения (рис. 4 а), определяющие криволинейную форму детали, используя инструментарий трехмерного моделирования САПР. Также ему необходимо нанести на ассоциативный чертеж отсутствующие в задании стандартные параметры отверстий под крепежные детали, используя информацию из электронного справочного ресурса (рис. 4 б).

Завершающим этапом графической подготовки студентов является выполнение задания по разработке конструкторской документации на изделие. Для реализации проектно-конструкторской функции учебной среды, необходимо максимальное приближение ее к реальной обстановке проектной деятельности конструктора. Работа над такими проектами предполагает использование алгоритмов гео-

метрического моделирования при создании твердотельных моделей как структурных составляющих технического изделия, так и сборочной единицы в целом. На этом этапе студенту приходится активно использовать справочную информацию дополнительных электронных ресурсов Интернета или специально создаваемых библиотек стандартных изделий.

В процессе формирования профессиональных компетенций важнейшее значение имеет контроль знаний, умений, навыков, приобретаемых студентами в ходе учебного процесса. Результативность оценки во многом зависит от сочетания методов, средств и видов проверки, а также, что немаловажно, от содержания контролирующих заданий. С активным использованием компьютерных технологий при обучении появляется необходимость совершенствования мониторинговых процедур контроля, от модернизации содержания контролирующих заданий до организации тестовых мероприятий и анализа получаемых данных.

Комплекс разработанных процедур контроля охватывает достаточно полно все ожидаемые компоненты геометро-графических компетенций, в том числе и те, которые касаются раздела компьютерной графики.

Хорошо зарекомендовала себя при текущем контроле успеваемости процедура оценки знаний и умений студентов посредством автоматизированного тестирования. Многолетний опыт применения электронной системы контроля позволил выработать ряд приемов, который исключает систему про-

стого угадывания верного ответа. С этой целью применяются вопросы различных типов: не только один из многих, но и на соответствие, многие из многих. Также применяется система штрафов, когда за неверный ответ начисляются отрицательные баллы. Поскольку тесты предназначены для графических дисциплин, то в вопросах и ответах используются графический контент. Для дифференциации уровня подготовленности студентов имеются тестовые задания различного уровня сложности. Подготовлены тесты как для самоконтроля студентов через Интернет, так и для рубежного контрольного тестирования в соответствии с разработанной модульной структурой графической подготовки [8, с.94].

На рис. 5 продемонстрированы примеры тестовых заданий различного типа по популярным темам «Поверхности» и «Изображения». При создании тестов используются как изображения объемных моделей, так и изображения проекционных видов объектов. Использование изображений 3D-объектов позволяет не только понять суть выполняемого задания, но и мотивирует студентов к освоению возможностей 3D-моделирования, широко применяемого при освоении программы графической подготовки студентов университета. Такое планируемое прочтение объемных изображений, базирующееся на знаниях основ геометрии 2D, способствует развитию пространственного мышления, готовит студентов к профессиональной деятельности в реальной производственной среде.

Проблемной задачей остается (в связи с сокращением академических часов обучения) организация контролирующих мероприятий, оценивающих достижения студентов при самостоятельном выполнении индивидуальных графических заданий проектной направленности и учебных проектов. При оценке тематических заданий должна учитываться как профессиональная составляющая учебной деятельности (программный материал), так и инструментальная поддержка этой деятельности, обеспечивающая в



САПР на начальном этапе их обучения проектно-конструкторской деятельности позволит более успешно в дальнейшем выполнять курсовые и дипломные проекты, а также проектно-конструкторские и исследовательские работы по заказу предприятий.

### Заключение

В данной работе приведена общая модель геометро-графической подготовки студентов инновационной направленности, ядром которой является использование широкого спектра современных информационных технологий. Реализация данной модели и учет функциональных особенностей применяемых технологий позволили:

Создать среду обучения максимально приближенную к производственным условиям проектно-конструкторской деятельности;

Усилить позиции интегративности отдельных разделов графической подготовки и повысить эффективность учебной деятельности;

Реализовать, в условиях сокращения часов, отводимых в учебных планах на изучение дисциплины, формирование у студентов геометро-графической компетентности за счет комплексных обучающих заданий на основе использования САПР, сочетающих профессиональную направленность и инструментальную подготовку;

Применить автоматизированный контроль достигаемых образовательных результатов в ходе освоения образовательной программы, позволяющий проводить оперативный мониторинг качества учебного процесса и своевременно принимать при необходимости корректирующие воздействия на уровень подготовленности студентов;

Организовать самостоятельную работу студентов с использованием САПР;

Организовать электронное образовательное пространство для студентов младших курсов с целью сближения технологий обучения с современными технологиями проектирования, что показало положительный результат по итогам контролируемых мероприятий.

Непрерывное информационное развитие современных технологий проектирования требует своевременного обновления образовательных программ и совершенствования технологий обучения. Безусловно, требует новых исследований и дальнейшей адаптации к изменяющимся производственным условиям и интегрированная информационная обучающая система, направленная на формирование геометро-графической компетентности будущих специалистов в области техники и технологии.

### Литература

1. Петрунева Р.М., Топоркова О.В., Васильева В.Д. Учебное инженерное проектирование в структуре подготовки студентов технического вуза // Высшее образование в России. 2015. №7. С. 30–36.
2. Шитов С.Б. Подготовка креативных компетентных специалистов-исследователей в обществе знания // Высшее образование сегодня. 2015. № 8. С. 22–25.
3. Гузнецков В.Н. Преподавание информационных технологий в графических дисциплинах технического университета // Открытое образование. 2013. № 1. С. 4–7.
4. Амирджанова И.Ю., Виткалов В.Г. Современное состояние развития геометро-графической культуры и компетентности будущих специалистов // Вектор науки ТГУ. 2015. № 2–2. С. 26–31.
5. Минин М.Г., Захарова А.А., Сафьянников И.А., Вехтер Е.В. Организация процесса подготовки бакалавров техники и технологии к проектно-конструкторской деятельности // Высшее образование в России. 2013. № 5. С. 106–113.
6. Усанова Е.В. Формирование базового уровня геометро-графической компетентности у будущих специалистов в области техники и технологии: автореф. дис.... канд. пед. наук: 13.00.08. Казань, 2016. 24 с.
7. Михелькевич В.Н., Москалева Т.С., Пузанкова А.Б. Инженерно-графическая подготовка студентов на базе электронного учебно-методического комплекса // Вектор науки ТГУ 2014. №3. С. 314–317.
6. Столбова И.Д., Александрова Е.П., Крайнова М.Н. Модульная технология управления предметной подготовкой студентов // Университетское управление: практика и анализ. 2012. № 5 (81). С. 88–95.

### References

1. Petruneva R.M., Toporkova O.V., Vasil'eva V.D. Uchebnoe inzhenernoe proektirovanie v strukture podgotovki studentov tekhnicheskogo vuza // Vyshee obrazovanie v Rossii. 2015. №7. Pp. 30–36. (in Russ.)
2. Shitov S.B. Podgotovka kreativnykh kompetentnykh spetsialistov-issledovateley v obshchestve znaniya // Vyshee obrazovanie segodnya. 2015. № 8. Pp. 22–25. (in Russ.)
3. Guznenkov V.N. Prepodavanie informatsionnykh tekhnologii v graficheskikh distsiplinakh tekhnicheskogo universiteta // Otkrytoe obrazovanie. 2013. № 1. Pp. 4–7. (in Russ.)
4. Amirdzhanova I.Yu., Vitkalov V.G. Sovremennoe sostoyanie razvitiya geometro-graficheskoy kul'tury i kompetentnosti budushchikh spetsialistov // Vektor nauki TGU. 2015. № 2–2. Pp. 26–31. (in Russ.)
5. Minin M.G., Zakharova A.A., Saf'yannikov I.A., Vekhter E.V. Organizatsiya protsessa podgotovki bakalavrov tekhniki i tekhnologii k proektno-konstruktorskoy deyatel'nosti // Vyshee obrazovanie v Rossii. 2013. № 5. Pp. 106–113. (in Russ.)
6. Usanova E.V. Formirovanie bazovogo urovnya geometro-graficheskoy kompetentnosti u budushchikh spetsialistov v oblasti tekhniki i tekhnologii: avtoref. dis. kand. ped. nauk: 13.00.08. Kazan', 2016. 24 p. (in Russ.)
7. Mikhel'kevich V.N., Moskaleva T.S., Puzankova A.B. Inzhenerno-graficheskaya podgotovka studentov na baze elektronnoho uchebno-metodicheskogo kompleksa // Vektor nauki TGU 2014. №3. Pp. 314–317. (in Russ.)
6. Stolbova I.D., Aleksandrova E.P., Kraynova M.N. Modul'naya tekhnologiya upravleniya predmetnoy podgotovkoy studentov // Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz. 2012. № 5 (81). Pp. 88–95. (in Russ.)

**Сведения об авторах**

**Ирина Дмитриевна Столбова,**  
доктор технических наук, зав. кафедрой  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет, Пермь, Россия  
Эл. почта: stolbova.irina@gmail.com  
Тел.: (342) 239-10-53

**Евгения Петровна Александрова,**  
кандидат технических наук, профессор  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет, Пермь, Россия  
Тел.: (342) 239-12-79

**Константин Григорьевич Носов,**  
старший преподаватель  
кафедра «Дизайн, графика и начертательная геометрия»  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет, Пермь, Россия  
Эл. почта: designprosu@gmail.com  
Тел.: (342) 239-12-79

**Information about the authors**

**Irina D. Stolbova,**  
Doctorate of Engineering Sciences, Head of Department  
Perm National Research Polytechnical University,  
Perm, Russia  
E-mail: stolbova.irina@gmail.com  
Tel.: (342) 239-10-53

**Evgeniya P. Aleksandrova,**  
Candidate of Engineering Sciences, Professor  
Perm National Research Polytechnical University,  
Perm, Russia  
Tel.: (342) 239-12-79

**Konstantin G. Nosov,**  
Senior Lecturer, Department «Design, graphics and  
descriptive geometry»  
Perm National Research Polytechnical University,  
Perm, Russia  
E-mail: designprosu@gmail.com  
Tel.: (342) 239-12-79