

А.Б. Пузанкова

ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ В КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЕ

В статье рассматривается актуальная проблема подготовки специалистов машиностроительного профиля в компьютеризированной среде. Показано, что в связи с внедрением в учебный процесс информационных технологий необходимым является формирование инженерно-графических компетенций у студентов технических вузов с использованием компьютерных средств обучения. Представлен комплекс инженерно-графических компетенций, необходимых специалисту машиностроительного профиля, для формирования которых разработана технология обучения, учитывающая исследовательско-поисковый и деятельностно-творческий подходы.

Использование информационных технологий, появление новых форм обучения, связанных с компьютерными средствами, требует от системы образования подготовки специалистов, способных реализовывать не только багаж знаний и умений, полученный в процессе обучения, но и оперативно овладевать новыми технологиями уже в процессе профессиональной деятельности. Следовательно, естественным императивом воспитания членов нового информационного общества является установка на овладение методологией инженерно-научного поиска и самостоятельного получения нового знания.

В настоящее время актуальной становится подготовка высококвалифицированных специалистов, которые обладают комплексом компетенций, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность с использованием информационных технологий. Особенно остро эта проблема стоит при подготовке специалистов машиностроительного профиля, так как современные производственные структуры переведены на компьютерное обслуживание. Внедрение систем автоматизированного проектирования в научную, производственную и образовательную среды коренным образом изменяет процесс проектирования. На кафедре инженерной графики Самарского государственного технического университета на протяжении ряда лет проводится работа по автоматизации процесса обучения. В частности, при обучении студентов машиностроительного профиля компьютерной графике применяется отечественная система трехмерного твердотельного моделирования «КОМПАС-3D». Эта работа предварялась изучением и обобщением опыта отечественной и зарубежной высшей технической школы по использованию различных систем автоматизированного проектирования для подготовки специалистов-машиностроителей, а также исследованиями по созданию технологии формирования инженерно-графических компетенций в компьютеризированной обучающей среде.

Существующая система подготовки инженеров-машиностроителей не решает в полной мере проблемы их готовности к профессиональной деятельности в условиях современного производства, недостаточно учитываются индивидуально-образовательные запросы личности, потребности в развитии творческих способностей, отсутствует ориентация на формирование у студентов инженерно-графических компетенций. Исследования показали, что возникла острая необходимость в создании технологии формирования инженерно-графических компетенций инженеров-машиностроителей в компьютеризированной обучающей среде.

Была выдвинута гипотеза, согласно которой учебный процесс формирования инженерно-графических компетенций будет эффективным и устойчивым при выполнении следующих условий:

- определение комплекса профессиональных компетенций, обуславливающих квалификационную направленность инженера-машиностроителя;
- создание компетентностной модели подготовки инженера-машиностроителя в компьютеризированной среде;
- разработка и реализация компетентностной технологии обучения студентов машиностроительного профиля с использованием компьютерных средств на основе исследовательско-поискового и деятельностно-творческого подходов;
- управление профессионально ориентированной учебной деятельностью студентов в рамках последовательно и интенсивно реализуемого цикла занятий (лекция; лабораторная работа; самостоятельная внеаудиторная работа; консультации; тестирование; коррекция; диагностика), взаимосвязанных по тематике, времени, процессу;

- моделирование профессионально значимых ситуаций посредством интенсивных и новых информационных технологий, активного взаимодействия субъектов обучения и их личного участия в целеполагании, выборе содержания, методов и средств обучения, контроля за процессом и результатом компетентностно-ориентированной учебной деятельности.

Сформулированные цель и гипотеза позволили определить задачи исследования, направленные на уточнение дефиниции «инженерно-графическая компетенция», определение комплекса инженерно-графических компетенций, проведение аналитического обзора психолого-педагогической и научно-методической литературы по проблеме; разработку компетентностной модели подготовки специалиста и технологии обучения студентов в компьютеризированной среде.

На основе проведенного анализа литературы были выявлены неоднозначные подходы к определению понятия «компетенция». В данной работе мы будем понимать под компетенцией возможность устанавливать связь между знанием и ситуацией или способность найти, обнаружить способ (знание или действие), подходящий для решения конкретной проблемы. Применительно к подготовке специалистов машиностроительного профиля были уточнены такие компетенции, как ключевые, социальная, коммуникативная, социально-информационная, когнитивная и специальная. При этом ключевые (межкультурные и межотраслевые знания, умения и способности) компетенции были сообразованы с направлением подготовки специалистов.

В процессе исследования было определено, что для подготовки специалистов машиностроительного профиля наиболее важными являются следующие инженерно-графические компетенции.

- *Когнитивные:*

- знание теоретических положений курса начертательной геометрии;
- знание нормативных документов (государственных стандартов, ЕСКД), необходимых для выполнения и чтения технических чертежей, составления конструкторской и технической документации производства;
- знание принципов работы с интерфейсом САПР;
- знание основ 3D-моделирования;
- знание основ 2D-проектирования;
- знание правил постановки компьютерного эксперимента.

- *Операциональные:*

- умение проводить анализ конфигурации деталей и сборок и планирование способов их создания;
- умение моделировать и редактировать виртуальные образы различных машиностроительных изделий;
- умение создавать и оформлять ассоциативные чертежи моделируемых объектов;
- умение использовать средства обеспечения «гибкости» и «вариативности» проектируемых моделей;
- умение использовать сведения и данные, хранящиеся в электронных библиотеках и справочных системах;
- умение организовывать компьютерный эксперимент в группе и самостоятельно.

- *Креативные:*

- аналитические способности;
- способность логического мышления;
- способность плоскостного мышления;
- способность пространственного мышления;
- творческие способности;
- способность системного мышления.

Набор когнитивных компетенций определен исходя из того, что сегодня студенты должны не только уметь читать и выполнять чертежи, схемы и текстовые конструкторские документы, но и разбираться в том, какие технические и технологические факторы влияют на конструируемые детали машин и механизмов. Ведь именно от этих факторов зависят формо- и размерообразование тех объектов, которые надлежит создавать посредством компьютерного моделирования, а на производстве предстоит задокументировать для дальнейшего воплощения их в материале.

Знакомя студентов с информационными технологиями в области проектно-конструкторской работы необходимо учить их не только правилам чтения и выполнения чертежей в соответствии со стандартами, но и показать методологию создания конструкторской документации, связанной со специальными областями знаний.

Операциональные компетенции связаны непосредственно с работой над эскизами, моделями и чертежами, конструкторской и технологической документацией, которые создаются в процессе моделирования геометрических образов машиностроительных изделий.

Чрезвычайно важным в подготовке специалистов является формирование у студентов креативных компетенций, предполагающих неординарный, творческий подход к инженерно-графической деятельности. Особую роль при формировании креативных компетенций играют исследовательско-поисковый и деятельностно-творческий подходы, которые позволяют в полной мере решить задачу создания условий для творческой деятельности на занятиях по компьютерной графике.

На основе выявленного комплекса инженерно-графических компетенций необходимо было определить содержание и последовательность реализации соответствующей технологии обучения, которая должна базироваться на внедрении компьютерных средств обучения. Содержание образовательного процесса определяется целями исследования и использованием нетрадиционного подхода к последовательности изложения учебного материала, предполагающего первоначальное изучение возможностей объемного моделирования и создания ассоциативных чертежей на базе разработанных моделей. Это связано с тем, что современные компьютерные технологии позволяют начинать проектно-конструкторскую деятельность с создания объемных геометрических образов. Переход к 3D-моделированию на первоначальных этапах обучения дает возможность студентам применить и проверить теоретические знания о свойствах графических моделей пространства, полученные в курсе начертательной геометрии и инженерной графики, на собственном опыте в процессе лабораторных занятий по компьютерной графике. Данная деятельность способствует дальнейшему интенсивному развитию пространственного представления и воображения студентов, их конструктивно-геометрическому мышлению, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений, т.е. тех качеств, которые являются неотъемлемой частью формируемых инженерно-графических компетенций.

Последовательность же реализации технологии обучения связана с созданием учебно-методического комплекса по курсу компьютерной графики, включающего в себя программные разработки, лекционный курс, методические указания к лабораторным занятиям и заданиям для самостоятельной работы, творческие задания и контролирующие тесты.

Базой научного исследования явился факультет машиностроения и автомобильного транспорта Самарского государственного технического университета, где по компьютерной графике читается лекционный курс и проводятся лабораторные занятия. Эксперимент проходил в течение пяти лет (2001-2006 учебные годы).

В процессе подготовки специалистов машиностроительного профиля использовались различные средства обучения, направленные на формирование системного представления о профессиональной деятельности инженера. Например, на вводном занятии по компьютерной графике студентам демонстрируется мультимедийный фильм об основных этапах работы инженера-конструктора в автоматизированной системе «КОМПАС-3D». Наглядный показ конкретных операций и действий по созданию эскизов, деталей, документов снимает психологический барьер, возникающий у некоторых студентов на первоначальных этапах освоения компьютерных технологий, позволяет убедиться в доступности интерфейса, в удобстве диалогового режима демонстрируемой системы. Яркость и эффектность фильма вызывает живой интерес, повышает мотивацию к изучению данной программы. Благодаря сценарию фильма, позволяющему проследить последовательность создания машиностроительного изделия, студенты знакомятся с перспективными технологиями современного проектирования, которыми им предстоит овладеть в процессе обучения. Это в дальнейшем и предполагает формирование инженерно-графических компетенций при работе с компьютером и средствами машинной графики.

Для формирования операциональных компетенций важным явилось создание цикла лабораторных занятий по компьютерной графике, а также разработка методических указаний по выполнению проектно-конструкторских заданий с учетом возможностей «гибкого» и «вариативного» моделирования. Такие задания опосредованно позволяют развивать и креативные компетенции: аналитические способности, логическое мышление, плоскостное и пространственное воображение, творческие способности, технологическое и техническое мышление, системность мышления и восприятия.

Особенностью обучения на основе моделирования объемных форм является то, что вначале у обучаемых формируются пространственные образы в процессе выполнения заданий на моделирование машиностроительных деталей различной конфигурации, а затем на их основе создаются ассоциативные чертежи. Выполнение подобных заданий позволяет реализовывать навыки простран-

ственного воображения, полученные в курсе начертательной геометрии, в конкретной деятельности по формированию геометрии будущего изделия, а созданные на базе разработанной модели ассоциативные чертежи обеспечивают проверку степени сформированности пространственного мышления. При выявлении недостаточно высокого качества формируемых компетенций студентам предоставляется возможность выполнить дополнительные задания на выявление ассоциативных связей между объемным образом и их плоско-графическими ортогональными и центральными проекциями.

Подготовка специалиста не только предполагает реализацию определенных учебных действий, но и учитывает ожидаемый результат, отраженный в модели подготовки инженера-машиностроителя. Главными составляющими этих результатов являются сформированные инженерно-графические компетенции, определяющие специфику обучения и личностный компонент. Модель подготовки инженера-машиностроителя построена на основе формирования представленных выше трех инженерно-графических компетенций. Когнитивные компетенции у студентов вырабатываются при осуществлении ими структурирования учебного материала (учебные пособия, помощь преподавателя, среда САПР), а также в процессе учебной деятельности (лекции, лабораторные занятия, внеаудиторная самостоятельная работа). Операциональные компетенции развиваются в процессе выполнения собственных учебных проектов, практической деятельности и консультаций (индивидуальная творческая деятельность, обмен опытом с сокурсниками, консультации педагога). Креативные компетенции формируются в результате участия студентов в различной научной и исследовательской деятельности (контрольные работы, олимпиады, учебная научно-исследовательская деятельность, конкурсные задания и т.д.). Немаловажным элементом модели является осуществление контроля за процессом формирования инженерно-графических компетенций: самооценка, сравнительный анализ своей деятельности, сравнение с работами сокурсников, оценка преподавателя. Состояние и уровень сформированности компетенций определяются в результате проведения тестирования (когнитивные компетенции), выполнения практических и творческих заданий (операциональные компетенции), участия студентов в научной и исследовательской деятельности (креативные компетенции). Все это учитывается в течение учебного года и заносится в соответствующие карты успеха студентов.

Для выявления эффективности разработанной технологии обучения специалистов машиностроительного профиля в компьютеризированной среде была проведена экспериментальная работа. Эксперимент, в основе которого лежала проверка сформированности у студентов инженерно-графических компетенций, проходил в два этапа.

На этапе констатирующего эксперимента в группах проведена работа по определению уровней когнитивных инженерно-графических компетенций студентов на основе предложенных тестов, куда вошли вопросы о правилах построения чертежей, теоретических основах начертательной геометрии, принципах работы с интерфейсом САПР и др. Операциональные компетенции определялись при выполнении студентами практических графических заданий, а для выявления креативных компетенций студентам предлагалось выполнить ряд творческих заданий. Нами было предложено пять уровней сформированности компетенций: репродуктивный, продуктивный, поисково-исследовательский, научно-исследовательский и креативный.

Объем учебного времени, отводимого для изучения технических сведений на первом курсе обучения, недостаточен для того, чтобы научить студентов составлению конструкторской документации, полностью отвечающей требованиям производства. Для этого требуются также знания ряда общеинженерных и специальных дисциплин. Но без приобретения первоначальных навыков компьютерного моделирования невозможно реализовать подготовку студентов к дальнейшей практической деятельности в области технического творчества.

Обработка полученных экспериментальных данных показала, что только 46% студентов знают графические программы и только 39% умеют выполнять несложные графические построения. С творческими заданиями успешно справились 48% студентов. Результаты первого этапа эксперимента позволили определить уровни сформированности инженерно-графических компетенций и раскрыть их характеристику.

Экспериментальная работа предполагала внедрение в учебный процесс технологии формирования инженерно-графических компетенций специалистов машиностроительного профиля. На первоначальном этапе студенты знакомятся с общепринятой системой знаний по изучаемому предмету, которую им предлагается освоить. В процессе практического освоения у студентов формируется собственная система восприятия. Анализируя и сопоставляя ее с исходной, студенческая группа создает собственную модернизированную систему знаний по изучаемому предмету.

Неоценимую услугу для упражнений в творческих исканиях оказывает возможность использования технологии многовариантного конструирования в системах автоматизированного проектирования. Существует множество методов формирования конструкторской документации в среде графических систем. Один из них позволяет быстро создать деталь нужной геометрии и достичь результата, необходимого именно сейчас, другой с помощью специальных приемов, таких как ввод переменных и выражений, использование параметрических связей и ограничений, позволяет создать гибкую модель, которую легко видоизменять для создания разнообразных деталей данного класса в весьма широких пределах, сведя к минимуму количество дополнительных операций редактирования.

В процессе учебной деятельности по созданию параметрических моделей студентами осуществляется аналитическая умственная деятельность, они самостоятельно решают поставленную задачу или проводят эксперимент. Этот вид учебной деятельности дает возможность овладеть умениями интеллектуального проникновения в те процессы, которые изучаются в лабораторном практикуме, формируют исследовательский интерес и развивают творческий подход к науке и технике.

Другая важная задача курса компьютерной графики состоит в обеспечении соотношения усваиваемого теоретического материала с развитием у студентов творческого технического мышления и пространственного представления. Под техническим мышлением понимается умение использовать комплекс политехнических знаний для уяснения сущности технических систем и быстрой ориентации во всех технических вопросах. Развитым пространственным представлением считается способность человека воспроизводить пространственные свойства объектов в различной графической форме, в нашем случае - с помощью средств компьютерной графики. Пространственное представление – необходимый элемент познания и всей практической деятельности будущих инженеров-машиностроителей. В связи с этим задачей лабораторных занятий становится применение теоретических знаний на практике, углубление и уточнение знаний, получаемых на лекциях и при самостоятельной работе; формирование интеллектуальных умений и навыков расчетов, планирования, анализа и обобщений, познания существующей техники (деталей, машин, механизмов); выработка навыков моделирования и модернизации.

Еще одной важной составляющей профессиональной компетенции будущего специалиста является его способность донести свои идеи до окружающих. Она формируется в процессе освоения инженерно-графической грамматики, т.е. правил построения чертежей и чертежно-конструкторской документации. На лабораторных практикумах созданию ассоциативных чертежей деталей, сборок и спецификаций уделяется особое внимание, что способствует приобщению студентов к культуре машиностроительного производства, усвоению правил и форм оформления инженерных идей и разработок.

Использование автоматизированных обучающих систем в учебном процессе позволяет преобразовывать в визуальные объекты образы, которые являются субъективными феноменами, возникающими в результате предметно-практической, сенсорно-перцептивной и мыслительной деятельности студентов. Благодаря локализации образа во внешнем трехмерном пространстве появляется возможность регулирования исполнительных действий, осуществляемых во внешнем плане. Следовательно, с педагогической точки зрения виртуальные образы можно рассматривать как функциональные инструменты регуляции познавательной деятельности студентов.

Данное уникальное свойство автоматизированных обучающих систем позволяет организовывать учебный процесс таким образом, чтобы соотношение аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы было в пользу последней. В аудиториях студенты, используя подробные методические описания и помощь преподавателя, получают первые навыки работы с автоматизированной системой проектирования деталей машин. Осуществляемая далее самостоятельная внеаудиторная работа дает возможность персонифицировать учебную деятельность. В результате персонификации появляется возможность проектирования студентом своей образовательной траектории на основе учебного плана по конкретной специальности с установлением своего темпа работы.

Необходимо отметить, что обучение в компьютерной среде – это не только процесс получения новой информации и освоения новых способов учебной деятельности, но и интеллектуальное развитие, овладение новыми способами мышления, воспитание мобильности в условиях информационного общества, присвоение ценностей культуры информационного общества. Если в недавнем прошлом в образовании ставилась задача развития логического и алгоритмического мышления, то теперь ограниченность этой задачи стала очевидной: компьютер становится инструментом в развитии образного, вербального, интуитивного мышления и творческой деятельности.

У компьютерных инструментов есть общее свойство – они преобразуют виртуальные объекты в графическую, текстовую, цифровую или какую-нибудь иную форму. Работая с виртуальным

объектом, студент мысленно реализует связь образа и реального объекта, которому этот образ соответствует. Это очень сложное мысленное действие, тем более что компьютер может создавать образы таких объектов, которые в реальной действительности не существуют. Понимание этого весьма важно, поскольку именно в таких ситуациях возникает опасность отрыва от реальности и ухода в виртуальный мир, опасность, о которой предупреждают психологи и о которой обязан помнить преподаватель. Студент должен быть методически готов к самостоятельной деятельности в компьютерной среде: ему необходимо научиться выделять объекты из среды, понимать, как формируется информационная модель – образ реального объекта, представлять, какими возможностями обладает компьютер для преобразования виртуального объекта и как связать результаты преобразований с реальным объектом. Необходимость формирования такого опыта определяет содержание учебного материала, связь теории с практикой, лекционного курса с лабораторными занятиями, что непосредственно должно учитываться при осуществлении учебной деятельности по подготовке инженеров-машинистроителей.

Необходимо отметить существенную особенность обучения студентов машиностроительного профиля в компьютеризированной среде. При использовании пакетов компьютерных программ в качестве «преподавателя», что имеет место в различных тренажерах и тренингах, образовательный процесс межличностного отношения «преподаватель – обучаемый» заменяется автоматическими системами обучения. Сертифицированные пакеты компьютерных программ ориентированы на то, чтобы довести уровень выполнения обучаемыми определенных операций до автоматизма. В случае обучения учебной дисциплине добиваются не автоматизма, а творческого усвоения материала, и в этом процессе роль преподавателя особенно важна, поскольку никакой автомат его не заменит.

После внедрения разработанной технологии обучения на основе использования компьютеризированной среды (проведения курса лекций, практических занятий, олимпиад, научно-исследовательской работы со студентами) необходимо было проверить ее эффективность путем осуществления формирующего эксперимента. Уровни сформированности когнитивных компетенций определялись по модернизированным тестам, которые по сравнению с первоначальными были доработаны и расширены в связи с изученным в курсе компьютерной графики материалом. Уровень сформированности операциональных компетенций определялся на основе проведения зачетной работы, которая включала в себя моделирование деталей сборочной единицы после непосредственного предварительного выполнения плоскостных эскизов с натуры в курсе инженерной графики. Уровни сформированности креативных компетенций оценивались по результатам модернизации сборочных узлов в автоматизированной системе. Этот вид деятельности студенты осуществляли с учетом параметрических связей, ограничений, а также за счет ввода уравнений и переменных с целью редактирования отдельных деталей и узлов.

В результате проведенного эксперимента было выявлено, что уровень когнитивной компетенции студентов экспериментальной группы составил 73%, операциональной компетенции - 96%, креативной компетенции - 89%. Сравнительный анализ констатирующего и формирующего экспериментов показал, что разработанная и внедренная в учебный процесс технология формирования инженерно-графических компетенций студентов машиностроительного профиля в компьютеризированной обучающей среде эффективна и может использоваться в технических высших учебных заведениях при подготовке инженеров машиностроительного профиля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зеер Э.Ф.* Психология профессионального образования: Учеб. пособ. М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: НПО «МОДЕК», 2003.
2. *Красильникова Г., Самсонов В., Тарелкин С.* Автоматизация инженерно-графических работ: Учеб. пособ. СПб: Питер, 2001. 256 с.
3. *Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А.* Основы инженерной психологии: Учебник для вузов. М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2002. 576 с.
4. *Трайнев В.А., Трайнев И.В.* Информационные коммуникационные педагогические технологии: Учеб. пособ. 2-е изд. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2005. 280 с.
5. *Столяренко Л.Д., Столяренко В.Е.* Психология и педагогика для технических вузов. Ростов н/Д: Феникс, 2001. 512 с.