

# ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 378.14

О. Ф. Шихова,  
О. В. Жуйкова

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТРАЕКТОРИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

*Аннотация.* В настоящее время наблюдается нарастание дефицита инженеров-конструкторов, исследователей, проектировщиков, обладающих широким научно-техническим кругозором, владеющих новыми информационными технологиями, способных к постоянному саморазвитию, самосовершенствованию, самопознанию. Для выпуска таких специалистов крайне важным является наличие в вузах вариативного обучения. В статье описан опыт Ижевского государственного технического университета им. М. Т. Калашникова, где студентам предоставляется возможность выбора индивидуальной образовательной траектории при самостоятельной инженерно-графической подготовке, в ходе которой осуществляется развитие пространственного воображения, приобретаются способности к конструктивно-геометрическим решениям, анализу и синтезу пространственных форм. Выделены возможные варианты индивидуального обучения специалистов в техническом вузе – профессионально-ориентированная, информационно-презентационная и научно-исследовательская траектории. Первая направлена на формирование у студентов системного представления о профессиональной деятельности инженера; вторая – на приобретение умений ориентироваться в информационных потоках, осваивать новые технологии, самообучаться; третья – на привлечение учащихся к занятиям наукой, исследовательской работе, развитие творческих способностей. Охарактеризована единая структура всех трех видов траекторий, включающая базовую, вариативную, коррекционно-консультационную и организационную части. Представлены базовые

и вариативные модульные элементы дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика». Обозначены уровни сформированности инженерно-графической компетенции (базовый, реконструктивный и творческий) и показаны методы оценивания ее составляющих. Авторы статьи считают, что более обоснованно наполнять содержание индивидуальных образовательных траекторий будущих инженеров, отбирать компетентностно-ориентированные оценочные средства и проводить качественную диагностику результатов обучения позволяет метод групповых экспертных оценок.

*Ключевые слова:* самостоятельная инженерно-графическая подготовка, вариативность обучения, индивидуальная образовательная траектория, инженерно-графическая компетенция, модульные элементы, метод групповых экспертных оценок.

*Abstract.* Nowadays there is a growing demand for qualified engineers, researchers and developers with the information technology competence, and ability in self-development, self-perfection and self-knowledge; and the variative higher education is needed for training such specialists. The paper describes the experience of Izhevsk State Technical University providing the opportunity for individual selection of educational curricula and independent *Engineering Graphics* training aimed at developing spatial imagination, capability of finding the constructive engineering solutions and analysis and synthesis of spatial forms.

The possible individual educational directions are given including the professional, informational and research ones. The paper demonstrates the basic and variant module elements of the *Descriptive Geometry* and *Engineering Graphics* discipline, the competence formation levels of *Engineering Graphics* (basic, reconstructive and creative) being outlined along with the relating estimation methods. The authors recommend the group expert estimation method for selecting individual educational curricula, competence oriented assessment means, and providing the high quality diagnostics.

*Keywords:* individual engineering graphics training, educational variability, individual educational direction, engineering graphic competence, module elements, method of group expert estimation.

Особенностью современного высшего образования является его вариативность, позволяющая более полно раскрыть индивидуальные качества учащихся, проявляющиеся в учебно-познаватель-

ной, информационно-поисковой, научно-исследовательской, учебно-профессиональной или контрольно-оценочной деятельности [6].

Вариативное обучение – это совместное продвижение преподавателя и студента к конечным целям образования, осуществляемое в условиях выбора уровня содержания (в рамках Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования), средств, форм, методов, технологий обучения. То есть при вариативном обучении у студентов появляется возможность выстраивания индивидуальной образовательной траектории, понимаемой как персональный путь реализации личностного потенциала каждого обучающегося – его организационно-деятельностных, познавательных, творческих и иных способностей [2, 7–9].

На формирование индивидуальной траектории оказывают влияние как внутренние, так и внешние факторы. В качестве внутренних выступают личностные качества студентов, их собственные предпочтения, уровень подготовки, характер уже накопленного опыта. К внешним факторам относятся социальные и экономические условия, в которых существует современное общество, требования, которые оно предъявляет к выпускнику и которые позволяют ему быть конкурентоспособным на рынке труда.

Вовлечение студента в процесс выбора и даже разработки собственной образовательной траектории способствует активизации его самостоятельности, что позитивно влияет на развитие альтернативного стиля мышления, характерного для творческой личности. Вместе с тем следует отметить, что при вариативном обучении выбор студента должен сопровождаться консультированием, оказанием ему дополнительной индивидуальной помощи, поддержки с целью получения максимальной «отдачи» от его учебной деятельности.

В настоящее время наблюдается и продолжает нарастать дефицит инженеров-конструкторов, исследователей, проектировщиков, обладающих широким научно-техническим кругозором, владеющих новыми информационными технологиями, способных к пос-

тоянному саморазвитию, самосовершенствованию, самопознанию. Для выпуска таких специалистов крайне важным является наличие в вузе вариативного обучения. В Ижевском государственном техническом университете им. М. Т. Калашникова (ИжГТУ) студентам предоставляется возможность выбора индивидуальной образовательной траектории при самостоятельной инженерно-графической подготовке, в ходе которой осуществляется развитие пространственного воображения, приобретает способность к конструктивно-геометрическим решениям, анализу и синтезу пространственных форм.

Для студентов, обучающихся по направлению «Приборостроение», спроектированы три вида индивидуальных образовательных траекторий: профессионально-ориентированная, информационно-презентационная и научно-исследовательская.

Целями *профессионально-ориентированной траектории*, которая направлена на формирование системного представления о профессиональной деятельности инженера, являются:

- выработка и развитие профессиональных умений;
- овладение профессионально-ориентированным учебным материалом;
- накопление начального опыта профессиональной деятельности.

Студенты занимаются поиском материала, демонстрирующего основные этапы работы инженера-конструктора. Предусмотрен наглядный показ самостоятельно освоенных конкретных операций и действий по созданию эскизов, рабочих чертежей деталей, сборочных чертежей современных приборов, конструкторских документов. Практикуется и опережающее знакомство студентов с перспективными технологиями современного проектирования в области приборостроения (изучение материалов научно-практических конференций, публикаций в ведущих профильных журналах и т. п.), что повышает их готовность к будущей профессиональной деятельности.

Известно, что в последнее время в профессиональной деятельности на первый план выдвигаются такие качества специали-

ста, как самостоятельность, мобильность, компетентность, развитию которых способствуют активные формы и методы обучения, в частности деловые игры. Разработанная нами деловая игра «Конструкторское бюро» является формой контроля самостоятельной работы студентов, избравших профессионально-ориентированную траекторию обучения.

Деловая игра преследует решение трех задач: игровой, педагогической, коммуникативной. Первая осуществляется в воспроизведении работы реального конструкторского бюро, выполняющего задание в оговоренные сроки с соблюдением требований стандартов ЕСКД (Единой системы конструкторской документации). Вторая состоит в формировании у студентов навыков проведения технических разработок с использованием компьютерной программы «Компас-3D», чтения и оформления чертежей, а также развитии умений общения и взаимодействия в принятии согласованных решений, способностей быстро ориентироваться в ситуации, принимать самостоятельные решения. Коммуникативная задача предполагает установление уважительных отношений и позитивного общения между преподавателем и обучающимся, между студентами, а также между преподавателем и группой студентов.

Практический опыт показывает, что деловая игра способствует развитию навыков самостоятельной работы студентов, поскольку «именно совместная деятельность дает выход к самостоятельности» [5, с. 17], помогает лучшему осмыслению условий, в которых будет протекать предстоящая профессиональная деятельность, содействует формированию организационно-проектировочного компонента графической культуры.

Выбравшие *информационно-презентационную образовательную траекторию* приобретают умения ориентироваться в информационных потоках, осваивать новые технологии, самообучаться. Добиться этого возможно, только если студент становится инициатором образования, приобретает активное самостоятельное начало. Основной формой отчетности в рамках данной траектории являются самопрезентации учащихся.

В ходе инженерно-графической подготовки студенты учатся сопоставлять пространственные объекты с их плоскими изображениями – проекциями. Метод проекций лежит в основе выполнения любого машиностроительного или архитектурного чертежа. Выполняя индивидуальное задание, например вычерчивая в трехмерном пространстве оригинальные детали или сборочные единицы, учащийся готовит презентацию – демонстрирует свое владение современными методами построения твердотельной трехмерной модели и получения на ее основе ассоциативного чертежа. Проводящий презентацию студент должен:

- быть компетентным относительно темы выступления;
- знать общие и специфические принципы построения презентации;
- уметь оценить качество подготовленного для презентации материала.

Однако сущность самопрезентации состоит не только в том, чтобы предъявить свои знания, но и донести до слушателей необходимую информацию, аргументированно изложить собственную позицию, мнение, точку зрения, ведь самопрезентация – это еще и персональный контакт с аудиторией, процесс взаимодействия со слушателями.

Целью *научно-исследовательской образовательной траектории* самостоятельной инженерно-графической подготовки является приобщение учащихся к занятиям наукой, развитие их в творческом плане. Студенты ИЖГТУ привлекаются к научно-исследовательской работе кафедры «Инженерная графика и технология рекламы» по направлениям: «Теория и практика инновационной графической подготовки на основе интеграции учебных задач»; «Совершенствование графической подготовки на основе использования 3D моделей стандартных и типовых деталей»; «Компьютерное моделирование электронных приборов и устройств»; «Создание перспективных электросхем по техническим заданиям предприятий» и др. Согласно этим направлениям учащиеся участ-

вуют в подготовке научных докладов и выступлений на конференциях, аспирантских и студенческих семинарах.

Приветствуется и самостоятельный выбор темы научно-исследовательской работы. Так, в 2012 г. студентами были подготовлены доклады «История развития графики», «История чертежа на Руси», «Выдающиеся личности в области графики», «Перспективы развития чертежной техники в приборостроении», «Информационные технологии в инженерно-графической подготовке инженеров-приборостроителей» и др. Тематика студенческих работ включает и проблемные ситуации, и постановку предметных задач и упражнений с цифровыми и статистическими данными.

Научно-исследовательская работа способствует появлению у студентов таких качеств, как академическая строгость, умение логично выстроить и аргументированно обосновать излагаемый материал, выделить в нем самое существенное. Постигая методы научного исследования, молодые люди обретают навыки их теоретического и практического использования. Включение в такую деятельность создает условия для проявления творческой активности студентов и на этой основе более глубокого понимания учебного материала.

Таким образом, выбирая один из видов индивидуальной образовательной траектории самостоятельной инженерно-графической подготовки, студенты удовлетворяют собственные образовательные запросы и целенаправленно повышают уровень профессиональной компетенции, состоящей из совокупности квалификационных и профессионально-личностных характеристик: знаний, умений, способностей, обеспечивающих успешную деятельность по моделированию и графическому предъявлению инженерных объектов [1, 3].

Структура каждой образовательной траектории включает четыре части:

- базовую (учебно-познавательную – обязательную для всех);
- вариативную;
- коррекционно-консультационную;
- организационную (учебно-методическое обеспечение).

При определении данной структуры учитывались

- уровень усвоения образовательной программы дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика», включающей базовую часть и модульные элементы вариативной части;

- информационные ресурсы, поддерживающие самостоятельную работу студентов;

- тематика исследовательских и проектных работ кафедры, осуществляющей инженерно-графическую подготовку.

Базовая часть включает в себя модули (M1, M2, ..., MN), соответствующие требованиям ФГОС ВПО и определяющие обязательную для всех студентов учебно-познавательную траекторию с ограниченным опытом практической деятельности.

Вариативная часть представлена набором модулей (MB1, MB2, ... MBN) для выбора студентов и формируется в зависимости от их интересов.

Содержание модулей базовой и вариативной частей дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика» показано в табл. 1, где первый модуль (M1) охватывает начертательную геометрию, а второй (M2) – инженерную графику.

Коррекционно-консультационная часть предусматривает необходимую помощь студентам, не определившимся в выборе вариативных модулей и организационных форм их реализации. Наш опыт показывает, что своевременная поддержка и консультирование позволяет таким студентам стать активными участниками проектирования собственной познавательной деятельности.

Организационная часть также предполагает выбор: участникам учебного процесса предоставляется определенная свобода в предпочтениях методов, средств и видов контроля самостоятельной работы, а также темпов ее выполнения. Выбор может осуществляться как преподавателем, так и студентом (с помощью преподавателя или без нее). Табл. 2 содержит виды и формы самостоятельной работы в рамках базовой и вариативной частей.

Таблица 1

Модульные элементы дисциплины  
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»

Код модуля	Базовые модульные элементы	Код модуля	Вариативные модульные элементы
М1В1	«Методы проецирования»	М1В1	«Пересечение многогранников»
М1В2	«Проецирование точки»	М1В2	«Развертки»
М1В3	«Проецирование прямой»	М1В3	«Винтовые поверхности»
М1В4	«Проецирование плоскости»	М1В4	«Взаимное пересечение поверхностей»
М1В5	«Позиционные задачи»	М1В5	«Плоскость, касательная к поверхностям»
М1В6	«АксонOMETрические изображения»	М2В6	«Текстовые надписи на чертежах»
М2В7	«Чертеж как документ ЕСКД»	М2В7	«Сопряжения»
М2В8	«Изображения-виды, разрезы, сечения»	М2В8	«Шероховатость поверхности»
М2В9	«Виды соединений: разъемные и неразъемные»	М2В9	«Зубчатые колеса»
М2В10	«Конструкторская документация»	М2В10	«Сварные соединения»

Особо следует выделить активное использование информационных технологий при освоении студентами вариативных модульных элементов, предусматривающее, в частности, дистанционное тестирование и консультирование, самостоятельную работу с электронными ресурсами и т. п. Данные технологии способствуют формированию в учебной группе особой информационной среды, интенсифицируют коммуникативные связи и дополняют непосредственное общение субъектов образовательного процесса с помощью современной техники.

На этапах организации самостоятельной инженерно-графической подготовки студентов по индивидуальным образовательным траекториям используется *метод групповых экспертных оценок* [10–13]. В его основе лежат следующие утверждения:

- экспертная оценка имеет вероятностный характер и основывается на способности эксперта давать оценку в условиях неопределенности;
- обобщенное коллективное мнение более достоверно;

• процесс реализации метода проходит по определенному алгоритму.

С целью установить компетентности специалиста, привлекаемого для педагогической экспертизы, сформулированы общие требования к нему:

- информированность о предмете исследования;
- опыт профессионально-педагогической деятельности;
- объективность и отсутствие конформизма;
- рефлексивность;
- заинтересованность и ответственность.

Таблица 2

Виды и формы самостоятельной работы студентов в рамках базовой и вариативной частей

Базовая часть	Вариативная часть
<i>Лекция:</i> активное слушание и конспектирование; использование рабочей тетради для ведения конспекта лекций	<i>Лекция:</i> использование электронного учебного пособия, учебников по начертательной геометрии и инженерной графике, электронной рабочей тетради, обучающих систем Internet
<i>Практическое занятие:</i> работа в малых группах; использование рабочих тетрадей для решения задач по начертательной геометрии [4]; работа со справочной литературой и нормативными документами, учебно-методическими пособиями; использование интерактивных форм обучения, контрольные работы, тестирование, опрос	<i>Практическое занятие:</i> дистанционное изучение определенных тем дисциплины; использование электронных учебных пособий, самостоятельное решение задач по начертательной геометрии; решение дополнительных задач различного уровня сложности, дистанционное тестирование, выполнение рефератов, докладов
<i>Лабораторные работы:</i> выполнение графических работ под руководством преподавателя, выполнение расчетов длины болта, винта, шпильки, выполнение эскизов деталей	<i>Лабораторные работы:</i> самостоятельное выполнение графических работ в графическом редакторе КОМПАС, построение модели разверток, выполнение расчетов зубчатого колеса

В нашем случае в качестве экспертов выступают наиболее квалифицированные преподаватели кафедры «Инженерная графика и технология рекламы» – всего 6 человек.

В ходе экспертизы выявляются составляющие инженерно-графической компетенции, соответствующие каждому модулю, и уровни их сформированности: базовый, реконструктивный и творческий.

*Базовый уровень* предполагает, что студент

- воспроизводит термины, основные понятия, правила, принципы построения графических изображений;
- применяет знания теоретического материала при решении графической задачи;
- умеет самостоятельно извлекать необходимую информацию из различных источников: электронных учебников, мультимедийных справочников, интернет-ресурсов.

*Реконструктивный уровень* сформированности инженерно-графической компетенции требует от студента наличия

- навыка решения задач по известным алгоритмам с применением элементов анализа и синтеза учебного материала;
- умения самостоятельно строить графические изображения оригинальных деталей в соответствии с ГОСТ;
- способности выполнять сборочные чертежи в системе автоматизированного проектирования;
- готовности самостоятельного поиска необходимой информации для эффективного выполнения профессиональных задач и личностного развития.

На *творческом уровне* студент должен обладать

- навыками самостоятельной исследовательской деятельности, самостоятельного моделирования и конструирования формы изделий приборостроения с помощью информационных технологий;
- готовностью решения задач повышенной сложности.

На основе таксономической модели проводится отбор и экспертиза компетентностно-ориентированных заданий для контроля самостоятельной инженерно-графической подготовки студентов.

Метод групповых экспертных оценок предполагает условия, исключающие непосредственное общение экспертов. Их опрос проводится индивидуально по стандартизированной методике [10] с помощью анкет с известной валидностью и надежностью. Фрагмент одной из них приведен в табл. 3.

Экспертам предлагается отметить знаком «+» или «-» те составляющие инженерно-графической компетенции, которые должны (или не должны) быть сформированы у будущих приборостроителей. Если эксперт сомневается в ответе, то ему предлагалось проставить в соответствующей колонке знак «?».

Таблица 3

Анкета для выявления структуры инженерно-графической компетенции и соответствующих ей модульных элементов (фрагмент)

Составляющие инженерно-графической компетенции	Отметка эксперта «+», «-», «?»	Код модульного элемента	Примечание
Умение строить горизонтальную, фронтальную, профильную проекции точки			
Умение строить проекции изображаемых предметов			
Умение оформлять и выполнять чертежи деталей; сборочные чертежи и текстовые документы			
Знание правила простановки размеров на чертеже			
Умение строить детали в аксонометрии			
Знание основных правил оформления конструкторской документации			
Умение построить линию пересечения графических изображений			
Умение пользоваться стандартами и справочной литературой			
Знание специфических особенностей оформления технических проектов и разработки видов проектной документации			
Умение моделировать и конструировать форму технических изделий			
Знание основных понятий, определений, видов разрезов и сечений			
Умение анализировать графические изображения и формы деталей			
Знание и умение применять способы решения задач с пространственными формами			
Знание видов конструкторских документов			

На основе анкетирования проводится семантическая экспертиза составляющих инженерно-графической компетенции и определяются базовые и вариативные модульные элементы, в рамках которых возможно их формирование.

Таким образом, метод групповых экспертных оценок позволяет более обоснованно подходить к содержательному наполнению индивидуальных образовательных траекторий самостоятельной инженерно-графической подготовки студентов и отбору компетентностно-ориентированных оценочных средств диагностики ее качества.

### **Литература**

1. Бушмакина Н. С. О структуре инженерно-графической компетенции студента в техническом вузе // Вестник Ижевского государственного технического университета. 2012. № 3 (55). С. 170–171.
2. Вдовина С. А. Индивидуальные образовательные траектории как средство реализации субъект-субъектных отношений в учебном процессе современной школы. Ишим: Ишимский государственный педагогический институт им. П. П. Ершова, 2006. 112 с.
3. Жуйкова О. В. Инженерно-графическая компетенция в структуре ФГОС ВПО по направлению подготовки «Приборостроение» // Сборник научных трудов SWorld. Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. Вып. 3, т. 14. С. 89–94.
4. Жуйкова О. В. Рабочая тетрадь – одна из форм организации самостоятельной работы студентов технического вуза // Вестник Ижевского государственного технического университета. 2012. № 3 (55). С. 167–169.
5. Загвязинский В. И. Современная образовательная ситуация и перспективы развития Российского образования // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 9. С. 14–20.
6. Маликина Е. В. Вариативное обучение как средство самоопределения старшеклассников: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 1995. 232 с.
7. Маскаева А. М. Проектирование индивидуальных образовательных траекторий учащихся при изучении раздела «Начала

математического анализа» // Ярославский педагогический вестник. 2011. № 1, т. II. С. 69–73.

8. Уварова Н. М., Максимченко Т. В. Индивидуальная образовательная траектория как необходимое условие личностно-профессионального становления студентов колледжа // Научные исследования в образовании. 2012. № 2. С. 19–24.

9. Хуторской А. В. Развитие одаренности школьников. Методика продуктивного обучения: пособие для учителя. М., 2000. 320 с.

10. Черепанов В. С. Экспертные методы в педагогике: учебное пособие. Пермь: ПГПИ, 1988. 84 с.

11. Шихова О. Ф. Модель проектирования многоуровневых оценочных средств для диагностики компетенций студентов в техническом вузе // Образование и наука. 2012. № 2. С. 23–31.

12. Шихова О. Ф., Шестакова Н. В., Шаляпина М. С. Квалиметрический подход к проектированию компетентностной модели бакалавра технологического образования // Образование и наука. 2009. № 1 (58). С. 45–51.

13. Шестакова Н. В., Шихова О. Ф. К вопросу о диагностике уровня сформированности профессиональных компетенций бакалавра технологического образования // Образование и наука. 2010. № 9 (77). С. 41–48.

### **Referens**

1. Bushmakina N. S. About the structure of student's engineering graphics competence in the technical university. Vestnik Izhevskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2012. № 3 (55). P. 170–171. (In Russian)

2. Vdovina S. A. Individual educational paths as a implementer of subject-subjective relations during educational process in modern school. Ishim: Ishimskij gosudarstvennyj pedagogičeskij institut im. P. P. Ershova, 2006. 112 p. (In Russian)

3. Zhujkova O. V. Engineering graphics competence in the structure of FSES HPO on the course of «Instrument engineering». Sbornik nauchnyh trudov SWorld. Odessa: KUPRIENKO, 2012. Vyp. 3, vol. 14. P. 89–94. (In Russian)

4. Zhujkova O. V. Work book is one of the form of technical university students' independent work organization. *Vestnik Izhevskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*. 2012. № 3 (55). P. 167–169. (In Russian)

5. Zagvjazinskij V. I. Current educational situation and future development of education in Russian. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011. № 9. P. 14–20. (In Russian)

6. Malikina E. V. Variative education as an instrument of seniors' self-determination (dis. ... kand. ped. nauk). SPb., 1995. 232 p. (In Russian)

7. Maskaeva A. M. Development of individual educational paths of students when studying the course unit «The basis of mathematical analysis». *Jaroslavskij pedagogičeskij vestnik*. 2011. № 1, vol. II. P. 69–73. (In Russian)

8. Uvarova N. M., Maksimchenko T. V. Individual educational path as necessary provision for personal-professional development of college students. *Nauchnye issledovanija v obrazovanii*. 2012. № 2. P. 19–24. (In Russian)

9. Hutorskoj A. V. Scholars' cleverness development. The aid for a teacher. M.: Yjedos, 2000. 320 p. (In Russian)

10. Cherepanov V. S. Expert methods in pedagogics. Perm': PGPI, 1988. 84 p. (In Russian)

11. Shihova O. F. Model of development of multilevel estimation methods to examine students' competence in a technical university. *Obrazovanie i nauka*. 2012. № 2. P. 23–31. (In Russian)

12. Shihova O. F., Shestakova N. V., Shaljapina M. S. Qualification approach to development of competence-based model of the bachelor of technical education. *Obrazovanie i nauka*. 2009. № 1 (58). P. 45–51. (In Russian)

13. Shestakova N. V., Shihova O. F. Concerning the question of the diagnosis of the technical university bachelor's competence level. *Obrazovanie i nauka*. 2010. № 9 (77). P. 41–48. (In Russian)