

УДК 378.01

## **ИНЖЕНЕРНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК РАЗВИВАЮЩАЯСЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ**

**В.А. Рукавишников**, д-р пед. наук, профессор,  
**М.А. Прец**, ассистент

*Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная графика, цель и задачи подготовки, инженерное геометрическое моделирование.

Аннотация. Рассматриваются проблемы подготовки специалистов в области инженерного геометрического моделирования. Предлагается новая учебная дисциплина «Инженерное геометрическое моделирование» взамен устаревшего набора дисциплин, не отвечающих требованиям современного производства и положениям ФГОС.

В области проектно-конструкторской деятельности произошли революционные преобразования: изменился предмет деятельности, на смену бумажным двумерным чертежам, создаваемым по технологии, разработанной более 200 лет назад, пришли трех- и четырехмерные цифровые геометрические модели. Курс на «дигитализацию» современного производства, аддитивные технологии и цифровые предприятия в корне изменили требования современных высокотехнологичных предприятий к проектно-конструкторской документации. Все больше зарубежных и отечественных организаций отказываются от 2D и переходят к 3D-проектированию в соответствии с сертификационными требованиями ISO [1, 2]. Все чаще вместо термина «модель» используется «электронный двойник». Правительство Москвы ведет подготовку к полному переходу в ближайшие два года на международные стандарты 3D-проектирования в области градостроительства.

Такие изменения в промышленности и проектировании привели к принципиальному изменению требований к специалистам, которые теперь должны быть способными создавать и использовать в своей профессиональной деятельности цифро-

вые трех- и четырехмерные модели, применяя для этого самые современные технологии и системы. Изменение технологий и предмета проектно-конструкторской деятельности ведет к трансформации и предмета изучения учебных модулей в вузе.

На протяжении многих лет считалось, что геометро-графическая подготовка осуществлялась в процессе изучения учебных дисциплин «Инженерная графика», «Начертательная геометрия» и «Компьютерная графика». Термин «геометро-графическая подготовка» использовался повсеместно и предполагал, что это система учебных дисциплин, имеющая единую цель (главную для всей системы подготовки) и предмет изучения.

Однако, как оказалось, учебные дисциплины, включенные в эту так называемую подготовку, имеют либо надуманные псевдоцели (начертательная геометрия), либо не связанные между собой цели. Каждая из этих дисциплин имеет различные предметы изучения. Не имея единой цели и предмета изучения, дисциплины геометро-графической подготовки фактически представляют собой произвольный набор, поэтому говорить о каком-то едином результате этой подготовки не приходится.

Получилось так, что термин «геометро-графическая подготовка» оказался просто ширмой, прикрываясь которой, можно было изучать любые наборы дисциплин, имеющих независимые от целей структуру и содержание.

Поэтому в условиях перехода к новому уровню формирования специалистов, способных создавать и использовать современную конструкторскую документацию, в вузе очень остро встает вопрос переосмысления структуры и содержания такой подготовки, определения главной цели и системы подцелей, задач и предмета изучения. На первое место выходят понятия «целостность», «адаптивность», «системность», «прогностичность», «наличие диалектической модели подготовки», раскрывающие основные законы и направления ее развития.

Геометро-графическая подготовка в условиях смены предмета изучения оказалась сама в «разобранном состоянии». Перед учебными заведениями остро поставлен вопрос создания качественно новой целостной дисциплины (или курса), которая

обеспечила бы формирование современного базового уровня подготовки специалистов в области инженерного геометрического моделирования.

Название учебной дисциплины вытекает из **предмета изучения** – конструкторские документы (электронные геометрические модели) и **цели обучения** (формируемая компетенция) – способность создавать и использовать в своей профессиональной деятельности современные конструкторские документы в соответствии с требованиями современных высокотехнологичных предприятий, уровнем развития науки и техники, а также положениями ФГОС. Это, на наш взгляд, инженерное геометрическое моделирование [3–5].

Учебная дисциплина «Инженерное геометрическое моделирование» относится к профессиональному циклу, а ее методологической основой выступает проектно-конструкторская деятельность. Она обеспечивает первый уровень формирования компетентности, которая, в свою очередь, является системообразующим элементом проектно-конструкторской компетентности. В рамках учебной дисциплины «Инженерное геометрическое моделирование» формируется первый базовый уровень геометро-графической компетенции – способность создавать и использовать в своей профессиональной деятельности современные конструкторские документы на репродуктивном уровне. Базовый уровень формирования геометро-графической компетенции является инвариантным и ориентирован на все направления подготовки специалистов.

В 2016 году в Казанском государственном энергетическом университете в учебный процесс впервые была введена дисциплина «Инженерное геометрическое моделирование» на базе современных систем автоматизированного проектирования взамен существовавших ранее дисциплин «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика».

Студенты дома активно используют системы автоматизированного проектирования, облачные технологии, электронный образовательный ресурс Moodle [6–9], позволяющий выполнять практически все конструкторские работы вне аудитории.

Разработана структурно-содержательная модель учебной дисциплины «Инженерное геометрическое моделирование». На основе главной цели подготовки методом декомпозиции была определена система подцелей. В качестве основы декомпозиции выбран предмет изучения – проектно-конструкторские документы. В результате были выделены следующие уровни:

1. Плоские изображения (электронные чертежи).
2. Электронные 3D-модели и чертежи деталей.
3. Электронные 3D-модели и чертежи соединений деталей.
4. Электронные 3D-модели и чертежи сборочных единиц.
5. Электронные 4D-модели (моделирование работы).

Приведенный перечень модулей будет совершенствоваться, отдельные модули могут удаляться, делиться на несколько частей, также могут добавляться совершенно новые модули. Каждый модуль создается в соответствии с подцелью, полученной в результате декомпозиции главной цели учебной дисциплины. Так формируется единая целостная дисциплина модульно-уровневого типа, содержащая несколько последовательно реализуемых уровней (модулей).

При проектировании содержания учебных модулей мы опирались на следующие положения:

**Компетенция** – это способность специалиста осуществлять определенный вид деятельности.

**Компетенция** – это единое целостное качество личности (специалиста), которое возникает, развивается и существует в процессе профессиональной деятельности.

**Формирование компетенции** – это процесс интеграции знаний, умений и навыков в процессе осуществления профессиональной деятельности.

Формирование компетенции включает *два этапа*:

– **учебно-профессиональный** – обучение специалиста в учебном заведении;

– **профессиональный** – профессиональная деятельность специалиста на производстве.

Другими словами, компетенция формируется на протяжении всей профессиональной жизни специалиста.

Этапы формирования содержания учебного модуля дисциплины (рисунок 1):

**1. Определение цели модуля.** Последовательность формирования компетенции в первом модуле начинается с определения его цели (первой компоненты компетенции **К1**) – способности специалиста (студента) создавать и использовать в своей профессиональной деятельности плоские изображения (чертежи).

Цель модуля определяет необходимый объем и вид знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенции в рамках данного модуля.

**2. Освоение знаний, умений и навыков,** необходимых для формирования первой компоненты компетенции **К1** (способности осуществлять деятельность) в рамках первого модуля, происходит на лекционных и практических занятиях и в рамках самостоятельной работы студентов в среде Moodle.

**3. Формирование компетенции** в процессе учебно-профессиональной деятельности при выполнении лабораторных работ.

**Результат деятельности** – это конструкторские документы в виде плоских изображений (чертежей), поэтому уровень сформированности компетенции **К1** определяется уровнем созданных конструкторских документов.



Рисунок 1. Логическая схема формирования первого модуля

Каждый модуль можно представить следующим образом:

**Модуль 1**  $K_1(Z_1 \cup U_1 \cup H_1)$ ,

где  $U$  – знак интеграции,

$Z_1$  – знания первого уровня,

$U_1$  – умения первого уровня,

$H_1$  – навыки первого уровня.

**Модуль 2**  $K2(K1 \cup Z_2 \cup Y_2 \cup H_2)$

**Модуль 3**  $K3(K2 \cup Z_3 \cup Y_3 \cup H_3)$

**Модуль 4**  $K4(K3 \cup Z_4 \cup Y_4 \cup H_4)$

Таким образом, компетенция – это результат интеграции знаний, умений, навыков и способностей, сформированных ранее, в процессе осуществления профессиональной деятельности.

Результат сформированности компетенции в последнем модуле ( $K_6$ ) является окончательным результатом базового уровня подготовки (рисунок 2).

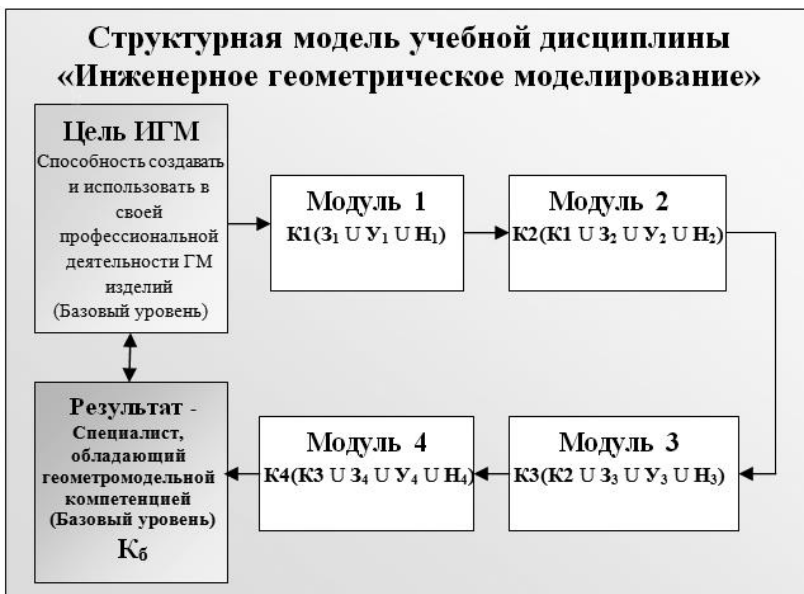


Рис. 2. Структурная модель учебной дисциплины  
«Инженерное геометрическое моделирование»

Такая модель геометро-графической подготовки является универсальной, позволяет добавлять и изменять существующие модули. Это очень важно в условиях стремительно развивающихся технологий геометрического моделирования.

В скором времени будут появляться новые модули, формирующие способности специалистов в области 3D-сканирования, 3D-прототипирования и т.д.

## Список литературы

1. Kostakis, V. Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high school in Greece / V. Kostakis, V. Niaros, C. Giotitsas // *Telematics and Informatics*. – 2015. – № 32. – P. 118–128.
2. Gershenfeld, N. A. Fab: the coming revolution on your desktop – from personal computers to personal fabrication / N. Gershenfeld. – New York : Basic Books, 2005. – 278 p.
3. Рукавишников, В. А. Геометро-графическая подготовка инженера: роль и место в системе образования / В. А. Рукавишников // *Образование и наука*. – 2009. – № 5. – С. 23–31.
4. Рукавишников, В. А. Геометромодельная подготовка конкурентоспособных специалистов в энергетической отрасли / В. А. Рукавишников, В. В. Халуева, Д. Н. Муртазина // *Проблемы энергетики*. – 2014. – № 3–4. – С. 115–122.
5. Рукавишников, В. А. Цель как определяющий фактор формирования компетентности специалиста / В. А. Рукавишников, В. В. Халуева, Т. Л. Ахмеров // *Казанский педагогический журнал*. – 2013. – № 6. – С. 35–40.
6. Хамитова, Д. В. Электронно-образовательный ресурс курсов графических дисциплин в системе управления обучением LSM Moodle / Д. В. Хамитова, В. В. Халуева // *Вестник Казанского государственного энергетического университета*. – 2014. – № 2 (21). – С. 138–142.
7. Вольхин, К. А. Довузовское графическое образование / К. А. Вольхин // *Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы* : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 27 марта 2015 г., г. Брест, Республика Беларусь, г. Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2015. – С. 48–53.
8. Вольхин, К. А. Использование информационно-коммуникационных технологий преподавателем в процессе обучения начертательной геометрии / К. А. Вольхин // *Информатизация инженерного образования (ИНФОРИНО-2014)* : тр. Междунар. науч.-метод. конф., Москва, 15–16 апреля 2014 г. – Москва : Изд. дом МЭИ, 2014. – С. 35–36.
9. Вольхин, К. А. Проблемы графической подготовки студентов технического университета / К. А. Вольхин, Т. А. Астахова // *Геометрия и графика*. – 2014. – Т. 2, № 3. – С. 24–28.