

*В. РУКАВИШНИКОВ, профессор
Казанский государственный
технологический университет*

В условиях интенсивного развития компьютерных технологий особенно остро проявились проблемы геометро-графической подготовки инженеров в техническом вузе. Дело в том, что для современных производств характерна интеграция отдельных его этапов в единый целостный процесс, получивший название «жизненный цикл изделия». Информационно-интеграционной основой таких производств на протяжении всего «жизненного цикла изделия» (от идеи до утилизации выработавшего свой срок изделия) выступает трехмерная компьютерная геометрическая модель, которая принципиально отличается от двухмерных на бумажном носителе, создаваемых на основе технологии начертательной геометрии. Трехмерная компьютерная геометрическая модель, состоящая из программно-математического ядра, сформированного в узлах системного блока компьютера, и оболочки - визуального отображения моделируемого объекта на экране монитора, объектно ориентирована и обладает свойствами геометрической, физической и математической моделей, т.е. она интегративна. В отличие от моделей, созданных по технологии начертательной геометрии, принципиально важным является соответствие размерности трехмерной компьютерной модели и моделируемого объекта. При этом качественно изменяются технология и идеология геометрического моделирования.

Современное производство остро нуждается в специалистах, владеющих именно технологиями трех- и четырехмерного геометрического моделирования. В 2006 г. вступили в силу ГОСТы, сделавшие электронные модели изделий (ЕМИ) равноправными с конструкторскими документами,

Геометро-графическая подготовка инженера: время реформ

выполненными на бумажном носителе. Однако высшая школа до сих пор продолжает готовить специалистов в области геометро-графического моделирования, опираясь на технологию начертательной геометрии, разработанную еще 210 лет назад Гаспаром Монжем. Несоответствие уровня геометро-графической подготовки инженеров в технических вузах современным требованиям производства, уровню развития науки и техники, а ее содержания - основным положениям образовательной парадигмы, в частности фундаментальности и целостности, привело, на наш взгляд, к системному кризису данной области знания. Попробую обосновать этот тезис.

Процесс геометро-графической подготовки осуществляется на протяжении всего периода обучения в вузе, образуя три взаимосвязанных и взаимозависимых блока: базисный, конструкторский и проектный [1]. Проанализируем ситуацию, сложившуюся в базисном блоке геометро-графической подготовки инженера, осуществляемой в рамках учебного цикла, состоящего из трех дисциплин: «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика».

Начертательная геометрия рассматривается как «раздел геометрии, в котором пространственные фигуры, оригиналы, изучаются с помощью их изображений на плоскости - чертеже» и считается «теоретической основой построения технических чертежей» [2]. Термин «начертательная» подразумевает начертание на плоскости, а «геометрия» - измерение земли. Другими словами, название «начертательная геометрия» изначально предполагает построение лишь двухмерных мерительных изображе-

ний на плоскости, а это значит, что ни о каких трехмерных моделях говорить не приходится. Таким образом, уже само название данной дисциплины является одной из причин кризиса, ставя жесткие ограничения по размерности модели.

Основной *целью изучения* начертательной геометрии в вузе, по мнению авторов примерной рабочей программы, является «развитие пространственного представления и конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей технических, архитектурных и других объектов, а также соответствующих технических процессов и зависимостей» [3]. Получается, что студент, освоивший начертательную геометрию, должен иметь хорошее пространственное воображение, позволяющее ему представить и проанализировать объект по его двухмерной модели. Но ведь это, скорее, одна из задач, решаемых при изучении начертательной геометрии, а никак не цель изучения.

«*Предметом изучения* начертательной геометрии является создание методов построения и чтения чертежей, а также алгоритмов решения на чертеже геометрических задач, связанных с оригиналом» [2]. Другими словами, предметом изучения начертательной геометрии является технология построения двухмерных моделей. Но поскольку потребность в создании двухмерных моделей по технологии начертательной геометрии сегодня фактически отпадает, то получается, что и предмет изучения становится ненужным. Отсюда следует вывод о том, что начертательная геометрия умирает. Но такого быть не может. Тогда что же происходит? На мой взгляд, просто неверно определен предмет изучения данной дисциплины.

В качестве *предметного языка* геометро-графической подготовки выступает визуально-образный геометрический язык, элементами которого являются визуальные

мерительные образы геометрических элементов. Он, как и другие языки, имеет свои семантику и синтаксис. В начертательной геометрии изучаются теоретические основы этого языка на уровне формальных геометрических элементов, но в рамках уже устаревшей двухмерной технологии моделирования Г. Монжа.

В содержании начертательной геометрии можно выделить инвариантное ядро - визуально-образный геометрический язык и вариативную оболочку - технологию создания геометрических моделей. Ведь еще гениальный Г. Монж в предисловии к своему легендарному труду отмечал, что начертательная геометрия - это, с одной стороны, «язык», а с другой - «средство построения на плоскости трехмерных объектов». Современный этап развития данной области знания можно сравнить с событиями двухсотлетней давности, когда Г. Монж предложил принципиально новую технологию построения двухмерных геометрических моделей пространственных объектов. Сейчас также появилась принципиально новая технология трех- и четырехмерного геометрического моделирования, т.е. произошла всего-навсего смена вариативной оболочки содержания дисциплины. А мы этого упорно не замечаем и продолжаем твердить о необходимости изучения начертательной геометрии в том виде, в каком она была предложена ее основателем.

К *задачам* изучения начертательной геометрии относят: «развитие пространственного представления и воображения, конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений; изучение способов конструирования различных геометрических пространственных объектов (в основном поверхностей) и получения их чертежей на уровне графических моделей; умение решать на этих чертежах задачи, связанные с пространственными объектами и их зависимостями» [4]. Как видим, «развитие пространственного представления» является не только целью, но и зада-

чей начертательной геометрии. Второй задачей выступает изучение способов «получения чертежей», т.е. лишь двухмерных моделей. Третья задача - «умение решать на чертежах метрические и позиционные» задачи [4]. Что же это за задачи? Они являются ничем иным, как внутренними проблемами начертательной геометрии, возникающими из-за несоответствия размерностей модели и объекта моделирования, и исчезают с переходом к трехмерной технологии моделирования. Отсюда можно сделать вывод, что задачи изучения не соответствуют современным потребностям общества и должны быть пересмотрены. На мой взгляд, к *задачам* начертательной геометрии следует отнести изучение теоретических основ визуально-образного геометрического языка и современных компьютерных технологий создания геометрических моделей.

Сторонники начертательной геометрии выдвигают целый ряд аргументов, которые, по их мнению, свидетельствуют о необходимости продолжения ее изучения. Рассмотрим некоторые из них.

В начертательной геометрии считается, что изображения строятся методом проецирования и называются проекциями. Однако так ли это? Построение методом проецирования осуществляется путем проведения проецирующих лучей в заданном направлении, которые, проходя через отдельные точки реально существующего объекта, пересекают плоскость проецирования в точках, считающихся проекциями соответствующих точек объекта. Таким образом, для осуществления построения методом проецирования необходимо иметь сам объект проецирования, плоскость проекций и проводить проецирующие лучи. Но мы, как правило, не имеем оригинала и никогда не проводим проецирующих лучей. А это означает, что никакого «построения методом проецирования» мы не осуществляем. Что же происходит на самом деле? Конструктор воссоздает в сознании мысленную (трехмерную) модель объекта, а

затем строит изображения - виды с различных точек взгляда. Именно виды, а не проекции. А затем на построенные виды накладываются условия, предложенные Г. Монжем, позволяющие принять данные виды за «проекции» и применять к ним предложенную им технологию построения. Поэтому правильнее было бы назвать метод построения «методом Г. Монжа», а изображения «видами», как, собственно, они и называются в машиностроительном черчении, и не вносить путаницу в головы студентов.

Вторым заблуждением является утверждение, что «поскольку экран монитора плоский», то изображения на нем - проекции, а значит, «начертательная геометрия вечна». В данном случае вновь происходит подмена понятий «проекция» и «вид». Как известно, вид - это отображение внешнего облика объекта в сознании человека в виде мысленного образа. В инженерной графике видом принято называть изображение, полученное на основе мысленного образа. Проекция - это изображение, полученное методом проецирования объекта на плоскость, но, как мы отметили выше, реально мы этого не делаем.

Кроме того, модель формируется и существует в основных узлах системного блока компьютера, а монитор является лишь средством отображения геометрической модели и не может влиять на ее размерность. Ведь от того, что мы прикроем один глаз, рассматриваемый нами трехмерный объект не превратится в двухмерный. Мы можем осмотреть объект с разных сторон и даже потрогать его, не открывая второго глаза, исследовать, например определить его геометрию в трех измерениях. Так и в геометрическом моделировании: мы взаимодействуем с электронным ядром модели, сформированным в системном блоке посредством его* изображения (вида) на экране монитора, наблюдая изменения визуального образа в результате нашего воздействия.

Вторая учебная дисциплина в цикле геометро-графической подготовки - «Инже-

нерная графика» - считается «первой ступенью обучения студентов основным правилам выполнения и оформления конструкторской документации» [3]. Название дисциплины (графика - начертание на поверхности) предполагает лишь двухмерное моделирование инженерных объектов. *Основная цель* инженерной графики - «выработка знаний, умений и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения технических чертежей различного назначения, выполнения эскизов деталей, составления конструкторской и технической документации производства» [Там же]. Вновь цель дисциплины ограничена рамками двухмерного моделирования.

Третья учебная дисциплина - «Компьютерная графика» - рассматривается как «элементарное введение в компьютерную инженерную графику», целью которой является «освоение простейших методов и средств компьютерной графики» [4]. «Предметом инженерной компьютерной графики является автоматизация процесса построения графических моделей инженерной информации, их преобразования и исследования». Компьютерная графика считается некой самостоятельной дисциплиной, изучаемой после прохождения начертательной геометрии и инженерной графики. Здесь компьютерная графика, по существу, рассматривается как средство автоматизации выполнения двухмерных чертежей.

Современная компьютерная графика действительно представляет собой технологию создания двух-, трех- и четырехмерных моделей, но ведь и начертательная геометрия - это, как мы уже отмечали, с одной стороны, язык, а с другой - технология создания двухмерных геометрических моделей. Тогда возникают вопросы. Зачем изучать технологию моделирования после прохождения двух других дисциплин? Зачем вообще изучать две технологии геометрического моделирования, имеющие диаметрально отличную идеологию? Налицо нарушение целостности и логики геометро-графической подготовки.

В приведенном анализе мы вскрыли некоторые внутридисциплинарные причины кризиса базовой геометро-графической подготовки, выразившиеся в неверном определении цели, предмета и задач изучения, а также в некорректном названии дисциплин, что сузило границы данной области знания и привело к непониманию качественных изменений технологии создания геометрических моделей.

Базовая геометро-графическая подготовка, на мой взгляд, должна осуществляться в рамках единого целостного фундаментального курса, состоящего из трех разделов, плавно переходящих один в другой в соответствии с логикой развития визуально-образного геометрического языка: геометрическое моделирование, техническое геометрическое моделирование и технический дизайн (художественное геометрическое моделирование), и имеющего единую цель, предмет и методологию изучения на протяжении всего периода обучения [1]. Единой *целью* такого курса является формирование способностей применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области создания геометрических моделей (геометрическом моделировании) инженерных объектов. *Предметом изучения* следует считать пространственные формы, их взаимодействие и свойства.

Основной *задачей* курса выступает изучение:

- визуально-образного геометрического языка (семантики и синтаксиса);
- технологии (средств и методов) описания (построения) геометрических (двух- и трехмерных) моделей инженерных объектов на визуально-образном геометрическом языке в компьютерной системе автоматизированного проектирования;
- правил выполнения и оформления конструкторской документации в соответствии с ГОСТами ЕСКД;
- технологии четырехмерного геометрического моделирования инженерных объектов (моделирование функциониру-

вания объектов, технологических процессов и т.д.);

- основ технического дизайна.

Названием такого курса, исходя из предлагаемых цели и предмета изучения, на мой взгляд, должно быть *«Инженерное геометрическое моделирование»*.

Вопрос о реформировании геометро-графической подготовки нужно ставить именно сейчас, когда завершается подготовка ФГОС ВПО. Однако этого не происходит. Так, в проекте по направлению 240100 - «Химическая технология» говорится, что студент должен *«знать:»* способы отображения пространственных форм на плоскости, правила и условности при выполнении чертежей; *уметь:* выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов, использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей; *владеть* способами и приемами изображения предметов на плоскости, одной из графических систем». Текст говорит сам за себя. Такое

впечатление, что разработчики проекта так и остались в XX в. ГОСы нового поколения должны быть ориентированы на перспективу, а не на позавчерашний день. Геометро-графическая подготовка является базисной, и ее отставание от реалий дня потянет назад и другие дисциплины. Принятие образовательных стандартов в таком виде более чем серьезная ошибка.

Литература

1. См.: *Рукавишников В.А.* Геометрическое моделирование как методологическая основа подготовки инженера. - Казань, 2003.
2. *Нартов Л.Г.* Начертательная геометрия: Учебник для вузов. - М., 2003. - С. 2-4.
3. Начертательная геометрия. Инженерная графика: Примерная программа дисциплины/ Н.Н. Рыжев, В.И. Якунин. - М., 2001. - С. 2-5.
4. Начертательная геометрия. Инженерная графика: Примерная программа дисциплины/ Н.Н. Рыжев, В.И. Якунин. - М., 1996. - С. 2-4.