

Как обеспечить общегеометрическую подготовку студентов технических университетов

77-48211/445140

08, август 2012

Москаленко В. О., Иванов Г. С., Муравьев К. А.

УДК 378.146

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

moskalenko@bmstu.ru

ivanov_ag@inbox.ru

winner2005@yandex.ru

В последние годы в научно-методических статьях развернулась оживленная дискуссия о судьбе начертательной геометрии как учебной дисциплины. Одни относят ее к умирающим дисциплинам (проф. А.П. Тунаков, «Зачем преподавать студентам умирающие дисциплины» газета «Поиск» № 11(929), 16 марта 2007 г.). По их мнению, целью такой перестройки является поиск дополнительных учебных часов на изучение компьютерной графики: «... для изучения компьютерной графики нужно больше часов, чем для начертательной геометрии. Можно увеличить число часов на компьютерную графику только за счет начертательной геометрии».

Другие предлагают отказаться от метода проецирования, так как «принципиально важным является соответствие размерности трехмерной компьютерной модели и моделируемого объекта» (проф. В.А. Рукавишников, ж. «Высшее образование в России» № 5, 2008 г.). Таким образом, хороня начертательную геометрию, авторы отказывают в «праве на жизнь» и ее методу – проецированию, лишая математику одного из ее основных понятий – отображения. А ведь проецирование есть конструктивный метод отображения, предназначенный для упрощения алгоритмов решения многомерных задач понижением их размерности. (Математическая энциклопедия, т. 4, - М., изд. Советская энциклопедия, 1984).

В связи с этим появилась тенденция отказаться от изучения геометрических основ решения задач и заняться трехмерным геометрическим моделированием, поскольку можно решить любую геометрическую задачу непосредственно на 3D- модели. Зачем

заниматься отображением пространства на плоскость чертежа, если есть возможность получать на экране монитора объемные изображения любых трехмерных геометрических фигур?

С такими доводами не согласны даже те представители кафедр инженерной графики, которые считают, что начертательная геометрия является лишь “грамматикой черчения”. В статье [1] убедительно показывается, что компьютерному моделированию предшествует «мысленный» проект объекта, «выстраиваемый» в голове конструктора, проектировщика, дизайнера. ... Такой проект может создать только человек с развитым пространственным представлением. Здесь роль начертательной геометрии бесспорна. По-видимому, по этой причине в Массачусетском технологическом университете США при подготовке бакалавров инженерного дела вернулись к изучению начертательной геометрии (по учебнику С.А. Фролова!).

Отметим, что роль начертательной геометрии в системе высшего образования заключается не только в развитии пространственных представлений студентов, но и в формировании их знаний по теории кривых линий и поверхностей. Общегеометрическая подготовка необходима будущим специалистам для решения прикладных задач в различных областях их деятельности и обеспечивается наряду с другими математическими дисциплинами и начертательной геометрией. Методы прикладной геометрии, в частности, начертательной геометрии, находят широкое применение в машиностроении, строительстве и архитектуре, технологии, эконометрике и т.д.

Хотя многие задачи проектирования, оптимизации параметров изделий и технологических процессов, моделирования экономических зависимостей и др. являются многомерными, но в курсах начертательной геометрии, линейной алгебры и математического анализа не вводится понятие многомерного пространства. Как следствие, не дается толкование систем уравнений, кратных интегралов, частных производных и т. д. в терминах и понятиях многомерной геометрии.

Поэтому наступило время отказаться от преподавания начертательной геометрии по старинке, решая традиционные задачи, направленные лишь на развитие пространственного представления студентов. Научно – методический совет (НМС) по начертательной геометрии и инженерной графике до сих пор не предпринял необходимых мер по перестройке преподавания предмета. Отсутствие контактов руководства НМС с организаторами Всероссийских научно-методических конференций «Проблемы качества в образовании», с исследовательским центром проблем качества подготовки специалистов не способствовало привлечению научно-педагогических кадров кафедр инженерной графики к разработке федеральных государственных образовательных стандартов

77-48211/445140, №08 август 2012 г. <http://technomag.edu.ru>

высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения. Как следствие, появились предложения преподавать студентам технических вузов «инженерную графику с элементами начертательной геометрии», что, несомненно, приведет к резкому ухудшению их и так невысокого уровня общегеометрической подготовки. Таким образом, можно прогнозировать появление определенных проблем в изучении ряда общетехнических и специальных дисциплин, входящих в программу подготовки бакалавров, специалистов и магистров.

Приведение структуры и содержания курса начертательной геометрии требованиям времени, по нашему мнению, следует реализовать, руководствуясь необходимостью выявления предметно-специализированных (профессиональных) **компетенций**, как составляющих при разработке ФГОС ВПО третьего поколения. Считается [2], что «язык компетенций является наиболее адекватным для описания результатов образования. Ориентация стандартов, учебных планов (образовательных программ) на результаты образования делают квалификации сравнимыми и прозрачными, чего нельзя сказать о содержании образования, которое разительно отличается не только между странами, но и вузами, даже при подготовке по одной и той же специальности».

Сказанное в полной мере относится к содержательной части учебников некоторых дисциплин, в частности, начертательной геометрии. Отсутствие действенной связи между выпускниками вузов и работодателей, с одной стороны и преподавателями, с другой стороны, не способствует выявлению и формулированию компетенций, что свидетельствует «о негибкости, инерционности и слабой реакции системы образования на внешние факторы» [2].

Поэтому выявление и формулирование компетенций в инженерной графике для многоуровневой подготовки (бакалавр, специалист и магистр) по нашему мнению, следует начинать с приведения содержания ее теоретической базы (начертательной геометрии) современным требованиям, то есть

1) исключить из курса те разделы, которые не соответствуют современным представлениям теории изображений и геометрического моделирования, и не имеют прикладного значения;

2) включить в курс рассмотрение вопросов, отражающих современные компьютерные технологии проектирования, расчета, технологической подготовки производства и других аспектов, связанных с геометрическим моделированием;

3) пересмотреть методологию преподавания предмета

– на системных принципах установления межпредметных связей;

– изучения обобщенных алгоритмов решения позиционных (проективных), аффинных и метрических задач;

– введения элементов многомерной начертательной геометрии.

Далее, кратко остановимся на этих положениях.

Безусловному исключению из курса подлежат все вопросы, связанные с заданием плоскостей следами. Дело в том, что метод двух следов разработан для моделирования **линейчатого пространства**, основным элементом которого является прямая линия. В школьных и вузовских курсах математики изучается точечное пространство, в котором все фигуры представляются как множества точек. Тем более, в последующих общетехнических и специальных дисциплинах фигуры линейчатой геометрии (конгруэнции, комплексы), кроме линейчатых поверхностей, не применяются.

В инженерной практике при построении линии пересечения технических поверхностей используется лишь способ плоскостей уровня. Поэтому нет смысла в изучении способов концентрических и эксцентрических сфер.

Более детального обсуждения заслуживают вопросы изложения геометрических преобразований. Так называемые «способы преобразования чертежа», изучаемые в курсах начертательной геометрии, аналитически задаются одними и теми же формулами. Однако эти формулы по Ф. Клейну истолковываются как:

1) преобразования координат (способы замены плоскостей проекций и дополнительного проецирования);

2) преобразования пространства (способы вращения вокруг проецирующей прямой и прямой уровня, плоскопараллельного перемещения).

Очевидно, достаточно изучения по одному преобразованию каждого вида: способа замены плоскостей проекций, как имеющего применение в инженерной графике, и способа плоскопараллельного перемещения, как графического аналога преобразований движения, изучаемых в курсе аналитической геометрии.

Имея в виду технологию твердотельного моделирования путем «выдавливания» плоского замкнутого контура в тело с конгруэнтными и аффинно-зависимыми сечениями, раздел «геометрические преобразования» следует расширить введением:

1) преобразований движения (параллельный перенос, вращение, центральная и осевая симметрия);

2) аффинных преобразований (гомотетия, подобие, сдвиг, родство).

Развивая далее идею включения в курс начертательной геометрии вопросов, обеспечивающих компьютерную графику, необходимо, в первую очередь, остановиться

на основах теории кривых и плоских обводов. Так как меню графических систем автоматизированного проектирования содержит различные способы задания достаточно большого набора кривых линий; построения обводов, заданных массивом точек и касательных, то пользователь, естественно, должен знать области применения, их достоинства и недостатки.

При изложении способов образования поверхностей, их задания на чертеже, очевидно, следует делать упор на инженерные способы проектирования технических поверхностей, то есть на кинематический способ их образования и задания линейным или сетчатым каркасом конгруэнтных или зависимых сечений.

Приведение структуры и содержания курса начертательной геометрии требованиям времени невозможно без пересмотра методов и средств ее изучения, ибо они определяют методологию ее преподавания.

Недостатком “гордоновской” школы начертательной геометрии является убежденное противопоставление аналитических и графических (синтетических, конструктивных) методов решения задач. Эти методы познания являются диалектически зависимыми, т.е. они одновременно противоречат и дополняют друг друга. Это прекрасно понимал основатель начертательной геометрии Г. Монж [3, стр. 27-28]: “Наше сравнение начертательной геометрии с алгеброй не бесцельно: обе науки имеют самую тесную связь. Нет ни одного построения в начертательной геометрии, которое нельзя было бы перевести на язык анализа: следует пожелать, чтобы обе эти науки изучались вместе: начертательная геометрия внесла бы присущую ей наглядность в наиболее сложные аналитические операции: анализ в свою очередь внес бы в геометрию свойственную ему общность ...”.

Пренебрежение этим пожеланием в пользу графических методов решения задач привело к искусственному сужению области ее приложений. Ограничение предмета начертательной геометрии в угоду курсу черчения лишь фигурами трехмерного пространства увеличило этот разрыв от смежных математических дисциплин: линейной и векторной алгебры, аналитической геометрии. Эти дисциплины, в свою очередь, потеряли в наглядности, лишившись геометрических интерпретаций алгоритмов решения задач в терминах и понятиях многомерной геометрии.

Расширение предмета начертательной геометрии фигурами многомерного пространства [4, 5] позволит реализовать в полной мере принцип системности в образовании за счет:

- установления межпредметных связей,
- изучения обобщенных алгоритмов решения задач.

Например, весь курс линейной алгебры получает наглядную геометрическую интерпретацию как множество многомерных линейных форм и отношений между ними. В математическом анализе получают простое и наглядное геометрическое толкование кратные интегралы и частные производные. Обобщение алгоритма построения линии ската плоскости, изучаемого в существующих курсах начертательной геометрии, на построение линии ската поверхности в трехмерном и многомерном пространствах позволяет:

- во-первых, решать прикладные задачи прокладки осей железных, автомобильных дорог, санно-бобслейных трасс, оптимизации траекторий движения на местности спецтехники и др.;

- во-вторых, дать геометрическую интерпретацию градиента функций нескольких переменных при определении их максимальных или минимальных значений.

При этом следует иметь в виду, что целью многомерной начертательной геометрии является не изучение графических алгоритмов решения задач, а составление **планов** их аналитического решения. Составление плана решения многомерной задачи путем геометрической интерпретации ее условий представляет собой достаточно сложную проблему. В многомерном пространстве в отличие от трехмерного геометрическая интерпретация не может помочь в разработке алгоритма решения задачи. Здесь надо

- знать основные зависимости о размерностях пересечения и объединения,
- понимать идею кинематического способа образования гиперповерхностей и получения k - поверхностей пересечением совокупности последних,
- иметь представление о дробной параллельности и перпендикулярности.

Понятно, что эти предложения сложны в реализации, требуют решения ряда непростых научно-методических, организационных и других вопросов. Представляется, что их реализация обеспечит надежное повышение общегеометрической подготовки будущих специалистов и даст весомый импульс для развития начертательной геометрии как учебной дисциплины, обеспечивающей не только курс инженерной и компьютерной графики, но и ряд специальных предметов. Обоснованность такого прогноза подтверждается результатами многочисленных исследований по геометрическому моделированию объектов и процессов в авиа-, автомобиле-, энергомашиностроении, строительстве, архитектуре и др. Они выполнены за последние десятилетия в рамках кандидатских и докторских диссертаций, защищенных по специальности 05.01.01 – инженерная геометрия и компьютерная графика (до 2002 года – прикладная геометрия и инженерная графика) [6].

В заключение отметим, что высказанные в этой статье предложения требуют детализации при разработке программ подготовки бакалавров, специалистов и магистров. Очевидно, что базовая часть программы начертательной геометрии должна поддерживать курсы инженерной и компьютерной графики для многоуровневой подготовки. Вариативная часть программы может быть конкретизирована по направлениям подготовки и, по – видимому, реализована в конце базовой программы для специалистов и в рамках курса математического моделирования для магистров.

Авторы надеются, что изложенные в данной статье материалы будут полезны при разработке концепций учебных программ, соответствующих ФГОС ВПО третьего поколения.

Библиографический список

1. Солодухин Е.А. Слово в защиту начертательной геометрии // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: Материалы II Международной научно-практической интернет - конференции. – Пермь: Изд. ПГТУ, 2011. - С. 1 – 2.
2. Байденко В.И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения: методическое пособие. - М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. – 72 с.
3. Монж Г. Начертательная геометрия.– М.: Изд. АН СССР, 1947. – 291 с.
4. Иванов Г.С., Чувашев А.П. Концепция современного учебника начертательной геометрии // Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе: Материалы международной научно-методической конференции.– Астрахань: Изд. АГТУ, 2010. - С. 65-67.
5. Якунин В.И., Иванов Г.С. Судьбу начертательной геометрии должны определять специалисты // Современные проблемы информатизации геометрической и графической подготовки инженеров: Межвузовский научно-методический сборник.– Саратов: Изд. СГТУ, 2007. - С. 3-7.
6. Ivanov G.S. The history and perspectives of development of applied geometry in Russia // Proceedings of the 10th international conference on geometry and graphics. Vol. 1.- Kyiv, Ukraine, 2002. - P. 6-7.

How to ensure general Geometry training to students of technical universities

77-48211/445140

08, August 2012

Moskalenko V.O., Ivanov G.S., Murav'ev K.A.

Russia, Bauman Moscow State Technical University

moskalenko@bmstu.ru

ivanov_ag@inbox.ru

winner2005@yandex.ru

The authors state and polemically discuss questions of improving general Geometry teaching to technical college students in multi-level training and competence approach. At the same time the authors provide information on their views concerning tactical trends of system integration of traditional and innovative approaches across the domestic higher education with justification of the local emergent effect.

Publications with keywords: [computer graphics](#), [computer simulation](#), [intersubject communications](#)

Publications with words: [computer graphics](#), [computer simulation](#), [intersubject communications](#)

References

1. Solodukhin E.A. Slovo v zashchitu nachertatel'noi geometrii [Word in defense of descriptive geometry]. *Problemy kachestva graficheskoi podgotovki studentov v tekhnicheskom vuze v usloviakh FGOS VPO: Materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi internet – konferentsii* [Problems of quality of graphic preparation of students in technical high school in conditions of the Federal state educational standards of higher professional education : Proc. of the 2nd International scientific-practical Internet – conference]. Perm', PSTU Publ., 2011, pp. 1-2.
2. Baidenko V.I. *Vyivlenie sostava kompetentsii vypusnikov vuzov kak neobkhodimyi etap proektirovaniia GOS VPO novogo pokoleniia* [Identification of composition of competences of graduates of higher educational institutions as a necessary stage of designing of the Federal state educational standards of higher professional education of new generation]. Moscow, Issledovatel'skii tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov [Research center of problems of quality of preparation of specialists], 2006. 72 p.

3. Monzh G. *Nachertatel'naia geometriia* [Descriptive geometry]. Transl. from French. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1947. 291p.
4. Ivanov G.S., Chuvashhev A.P. Kontseptsiiia sovremennogo uchebnika nachertatel'noi geometrii [The concept of a modern textbook of descriptive geometry]. *Nauchno-metodicheskie problemy graficheskoi podgotovki v tekhnicheskom vuze na sovremennom etape: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii* [Scientific-methodological problems of the graphic preparation of the technical University at the modern stage: Proc. of the international scientifically-methodical conference]. Astrakhan', ASTU Publ., 2010. pp. 65-67.
5. Iakunin V.I., Ivanov G.S. Sud'bu nachertatel'noi geometrii dolzhny opredeliat' spetsialisty [The fate of descriptive geometry should determine specialists]. *Sovremennye problemy informatizatsii geometricheskoi i graficheskoi podgotovki inzhenerov: Mezhvuzovskii nauchno-metodicheskii sbornik* [Modern problems of Informatization of the geometric and graphic training of engineers: the interuniversity scientific-methodical collection]. Saratov, SSTU, 2007. pp. 3-7.
6. Ivanov G.S. The history and perspectives of development of applied geometry in Russia. *Proc. of the 10th international conference on geometry and graphics. Vol. 1*. Kyiv, Ukraine, 2002, pp. 6-7.