

УДК 76.378

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная, компьютерная графика, методология обучения.

Бородин Д.Н.

*кандидат технических наук, профессор,
заведующий кафедрой инженерной графики
Ростовской сельхозакадемии*

Мареев В.И.

*доктор педагогических наук, профессор,
руководитель Педагогического института
Южного федерального университета*

Мисиров Д.Н.

*кандидат психологических наук, доцент,
заместитель декана по учебной работе
ФТиПа Педагогического института
Южного федерального университета*

Графические дисциплины, представляющие собой единый комплекс, состоящий из начертательной геометрии, инженерной, компьютерной графики и основ проектирования, призваны формировать у студентов знания, умения и навыки, необходимые для практической деятельности по избранной профессии. Основными задачами графических дисциплин являются: обучение методам традиционного и компьютерного построения чертежей технических объектов; развитие способности представлять по плоским изображениям чертежа пространственную форму предмета; выработка умения правильно понимать и успешно использовать при работе многочисленные условности, принятые при выполнении чертежей (стандарты оформления чертежей).

Графические дисциплины учат студента читать рабочие чертежи и правильно выражать техническую мысль графическим способом. Без хорошего их знания невозможно успешное овладение другими техническими дисциплинами, а также творческое применение знаний в последующей инженерной практике.

Начертательная геометрия является основной учебной дисциплиной, дающей геометрическое образование специалистам, занимающимся вопросами конструирования, задания, исследования, обработки, расчета, эстетики технических изделий.

Особенность дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» состоит в том, что подавляющее большинство тем других общетехнических и профилирующих дисциплин тесно связаны с ее темами, т.е. они базируются на информации на материале начертательной геометрии.

Такие общетехнические дисциплины, как «Теоретическая механика»,

«Теория машин и механизмов», «Детали машин», используют значительный объем информации, полученной студентами при изучении начертательной геометрии и инженерной графики.

Многие задачи пространственной статики и кинематики решаются легко и наглядно путем использования ортогональных проекций.

Специальные дисциплины, связанные с проектированием и конструированием машин, используют ряд тем начертательной геометрии, например теорию задания и изображения поверхностей, взаимного их пересечения, построение разверток и многие другие.

Обучение графическим дисциплинам имеет ряд специфических особенностей, влияющих на процесс конструкторско-геометрического образования будущих инженеров.

В профессиональной деятельности нет особого класса задач начертательной геометрии. Знание предмета необходимо не само по себе, а в контексте решения других задач: на старших курсах – учебных при курсовом проектировании, и инженерных – в профессиональной работе специалиста.

Графическая деятельность опирается на образно-логическое мышление, требует пространственных представлений и гибкого оперирования мыслительными образами. Однако в учебниках приемы такого мышления не моделируются, указывается лишь исполнительная часть тех или иных действий, обеспечивающих решение геометрических задач.

Начертательная геометрия – трудоемкая дисциплина. Временные затраты на выполнение заданий по этому предмету превышают нормативные, к тому же ее изучение приходится на сложный период адаптации студента к вузу. Частый и жесткий контроль,

дополнительные консультации, дозированные задания не решают проблемы, а зачастую затрудняют процесс адаптации. Введение рейтинговой системы контроля в какой-то мере снимает эту проблему, однако в этом случае появляется другая опасность – главной заботой студента является успеваемость, направление его усилий смещается с усвоения знаний на получение баллов, поэтому нужно искать дидактически оправданные пути устранения этого явления.

Средняя школа не обеспечивает необходимый уровень подготовки для успешного овладения курсом инженерной графики. Одним из недостатков подготовки школьников является их слабая геометрическая грамотность, недостаточные знания тех вопросов стереометрии, которые призваны развивать пространственное мышление и впоследствии должны лечь в основу методов моделирования трехмерных форм на плоскости, т.е. в основу создания технических чертежей. Курс черчения в основном знакомит со стандартами оформления чертежей и не направлен на освоение приемов графических построений и развитие пространственных представлений. В итоге школьники не приобретают навыков работы с чертежными инструментами, не умеют выполнять и читать комплексный чертеж с изображением простых пространственных объектов, и поэтому обучение графическим дисциплинам в вузе приходится начинать с самого начала, поневоле снижая научный уровень вузовского курса.

Нет также возможности предоставить студенту эталонный результат решения задачи для сверки с ним полученного результата, что порождает неуверенность студента в правильности решения вне контакта с преподавателем.

Практические, аудиторные занятия нередко проводятся двумя преподавателями с двумя подгруппами студентов в одном помещении, что является негативным фактором в обучении.

Работа студента должна быть строго индивидуализирована как по методам обучения, так и по контрольным процедурам.

Преподавание курса графических дисциплин нужно совершенствовать с учетом этих особенностей. Содержание курса, его объем и уровень преподавания определяются многими условиями, к которым относятся: профиль специальности, количество часов по учебному плану, распределение часов по семестрам, связь со специальными дисциплинами.

Основные направления в обучении можно сформулировать в виде следующих принципов:

- развитие способностей представления пространственных форм изделия по их изображениям на чертеже, умение формировать сложные технические поверхности и изображать их;
- обучение студентов методам построения наглядных чертежей, т.е. изображению различных геометрических образов и технических изделий в аксонометрических проекциях;
- приобретение навыков работы как с чертежными инструментами, так и выполнения технических рисунков и эскизов «от руки»;
- связь с теоретическими и общеинженерными дисциплинами;
- ознакомление с элементами конструирования и технологии;
- изложение начальных сведений об изделиях, этапах проектирования, видах конструкторских документов и чертежах по специальности обучения;
- подготовка студентов к успешному освоению инженерной компьютерной графики.

Современный уровень компьютерной техники обеспечивает переход от ручных методов проектирования изделий машиностроения к новым информационным технологиям на базе компьютерных графических систем, обеспечивающих автоматизированную разработку конструкторской и технологической документации в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

В последние годы в развитии информационных технологий особое значение приобретает инженерная компьютерная графика, обеспечивающая преобразование геометрической информации методами двухмерного и трехмерного моделирования объектов.

Современные графические системы обеспечивают разработку трехмерных геометрических моделей проектируемых изделий, автоматизированное построение чертежей проектируемого объекта, автоматическое определение масс-инерционных параметров, расчет и оптимизацию конструкции методом конечных элементов.

Трехмерное компьютерное моделирование в корне изменяет традиционную методологию проектирования. Пространственная модель сложного объекта создается из простых примитивов: цилиндров, конусов, сфер, торов, призм, пирамид. В процессе формирования модели используются операции объединения и вычитания тел, основанные на методах булевой алгебры [1].

В процессе создания объемной модели ее можно просматривать с различных ракурсов, совмещать координатные плоскости с различными элементами объекта, обеспечивая оптимальные условия для проектирования.

В трехмерном моделировании автоматически решаются практически любые позиционные и метрические задачи на построение точек и линий пересечения объектов и определение его размерных параметров.

Современное компьютерное пространственное моделирование, по сравнению с двухмерным, изменяет требования, предъявляемые к геометрической и графической подготовке пользователя.

Традиционная методика обучения дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» не учитывает требования компьютерного пространственного моделирования, являющегося основой современных систем автоматизированного проектирования.

В основе инженерной трехмерной компьютерной графики лежат следующие понятия:

1. Анализ составных объектов (деталей, сборочных единиц) путем их расчленения на простые тела.
2. Координатные системы, обеспечивающие формирование параметрических трехмерных моделей объектов.
3. Просмотр трехмерной модели в различных ракурсах.

Этим понятиям необходимо обучать студентов вузов в цикле графических дисциплин начиная с первого курса.

Изложение теоретических основ в курсе начертательной геометрии по существующим учебникам начинается, как известно, с построения проекций точек, затем рассматриваются проекционные свойства прямой линии, далее плоскости, и только после этого изучаются проекции тел и поверхностей, т.е. в традиционном курсе реализован преимущественно *индуктивный* метод обучения.

Лишь после изучения проекционных свойств геометрических примитивов (точек, прямых, плоскостей) на заклю-

чительной стадии, уже в курсе инженерной графики, излагаются основы построения прямоугольных проекций сложного составного объекта. Таким образом, изучение основополагающих понятий курса идет от абстрактного к конкретному, от точек, линий и плоскостей к геометрическим телам и реальным предметам. При этом предполагается, что изучение идет от простого к сложному и, как во всякой науке, сначала выделяются первичные формы, а затем более сложные.

В данном случае понятия простого и сложного в науке и обучении не совпадают. Познание окружающей действительности начинается с восприятия реальных, а не абстрактных предметов и явлений. Затем в результате таких мыслительных процессов, как анализ и абстрагирование, в сложных предметах и явлениях выделяются простейшие элементы. Для обучающихся несравненно легче изучать объекты, непосредственно воспринимаемые органами чувств, а затем уже постигать связи и свойства их элементов. Система учебного курса должна отвечать требованиям дидактики и, следовательно, согласовываться с процессом наиболее стабильного формирования пространственных представлений у обучающихся.

Применительно к курсу начертательной геометрии это означает, что изучение теоретических основ метода проекций должно вестись от конкретного к абстрактному. Следует начинать с геометрического анализа реального объекта путем его расчленения на простые элементы, например вершины, ребра, грани многогранника, с последующим переходом к абстрактным понятиям (точкам, линиям, плоскостям), т.е. в обучении должен использоваться в основном *дедуктивный* метод.

После изучения проекционных свойств, примитивов, вычленяемых

путем анализа из более сложного пространственного объекта, можно переходить к более подробному его изучению путем решения позиционных и метрических задач. Таким образом, реализуется основной диалектический принцип познания, который заключается в изучении сложного объекта в целом, абстрагируясь от его второстепенных свойств, затем изучаются эти свойства, и на заключительном этапе возвращаются к сложному объекту и он изучается на более высоком уровне.

Дедуктивный метод формирования и изучения пространственных объектов полностью соответствует методам пространственного компьютерного моделирования, где сложный составной объект формируют из простых тел.

Следует отметить, что оба метода познания – и дедуктивный, и индуктивный – должны использоваться на разных этапах обучения студентов в графических дисциплинах в диалектическом единстве.

Методологические принципы преподавания являются определяющими при выборе и реализации структуры курса в учебном процессе. В основу следует положить основные принципы, основанные на дедуктивном методе обучения:

1. Обучение должно начинаться с объектов как реальных представителей предметного мира, содержащего сочетания примитивов – точек, прямых, плоскостей и поверхностей.

2. Изучается не каждый отдельный геометрический примитив, изолированный от других, а геометрический объект в целом как совокупность элементарных составляющих. Элементы объекта в этой ситуации рассматриваются в контексте целого как его части, и это дает возможность студентам системно ориентироваться в изучаемой дисциплине. Решается прямая задача

начертательной геометрии – разработка и исследование способов построения чертежей пространственных объектов на основе задания базовых плоскостей (инженерный способ) и локальной системы декартовых координат. Параллельно на основе геометрического анализа студенты осваивают методы чтения чертежей – определение и мысленное воспроизведение пространственных форм предмета по их плоским изображениям, т.е. решается обратная задача начертательной геометрии. Обе эти задачи следует решать путем задания направления проецирования, определяющего положение наблюдателя, строящего или читающего чертеж, так, как это предусмотрено ГОСТ 2.305–68. Совместное решение прямой и обратной задачи с ориентацией объектов относительно наблюдателя развивает пространственные представления и наглядно-образное мышление обучающихся, подготавливая их к традиционному и компьютерному проектированию реальных инженерных объектов.

3. В процессе построения комплексных чертежей объектов в качестве первоосновы следует принимать направление проецирования, а не плоскость проекций, что соответствует требованиям инженерной компьютерной графики, в которой положение наблюдателя определяется точкой зрения на объект. Исходя из этого, необходимо изменить основные определения примитивов, принятые в традиционном курсе начертательной геометрии, приняв за первоначальный признак их положение относительно направления проецирования. Расположение примитивов относительно плоскостей проекций следует считать вторичным признаком.

4. В связи с тем, что в трехмерном компьютерном моделировании

изометрические проекции формируются системой с различных ракурсов – точек зрения на объект, в тему «Аксонметрические проекции» следует ввести понятие точек зрения, задавая их координатами в локальной системе координат. Изменяя «положение наблюдателя» относительно объекта, следует познакомить студентов с методикой построения изометрических проекций объекта с разных ракурсов.

5. Структурный и параметрический анализ сложных геометрических объектов (деталей и сборочных единиц) путем расчленения их на примитивы и изучения их проекционных свойств, определения взаимного положения и размеров должен проводиться на всех этапах обучения графическим дисциплинам.

В процессе обучения инженерной компьютерной графике структурный и параметрический анализ составных объектов становится основным средством формирования трехмерных моделей пространственных объектов, так как составные тела формируются из простых по их размерным параметрам.

Обучение методам решения позиционных и метрических задач целесообразно проводить на основе типовых алгоритмов, разработанных профессором Н.Н. Рыжовым [2]. Следует не излагать последовательности решения частных задач для каждого геометрического объекта, а давать теоретические положения – общие методы и алгоритмы, являющиеся научной и методической базой для решения целых групп однотипных задач. В позиционных задачах нужно рассматривать три способа их решения в зависимости от расположения пересекающихся объектов относительно направления проецирования и плоскостей проекций на основе проекционных свойств

проецирующих объектов. Следует сформулировать алгоритмы решения позиционных задач для следующих случаев:

- оба пересекающихся геометрических объекта занимают проецирующее положение;
- один геометрический объект занимает проецирующее положение;
- оба геометрических объекта занимают общее положение относительно плоскостей проекции.

В процессе обучения необходимо показать практическое применение теоретических положений – изложить алгоритмы построения линий среза и перехода реальных инженерных объектов, т.е. связать теорию с инженерной практикой.

На рис. 1 изображена техническая деталь (крышка подшипника) с пятью линиями пересечения поверхностей образующих ее тел.

Позиционные задачи решают в следующей последовательности:

1. По заданному условию мысленно представляют пересекающиеся объекты в пространстве (читают чертеж).

2. Проводят геометрический анализ, определяя расположение объектов относительно плоскостей проекций и устанавливая алгоритм ее решения, основанный на проекционных свойствах пересекающихся объектов.

3. Решают задачу по установленному алгоритму.

С целью связи теории с практикой построения чертежей большинство метрических задач следует решать параллельно с освоением методов построения дополнительных видов, разрезов и сечений по ГОСТ 2.305–68.

В качестве примера рассмотрим рекомендуемую нами методику обучения методам решения метрических задач в курсе начертательной геометрии. Эти задачи являются иллюстрацией

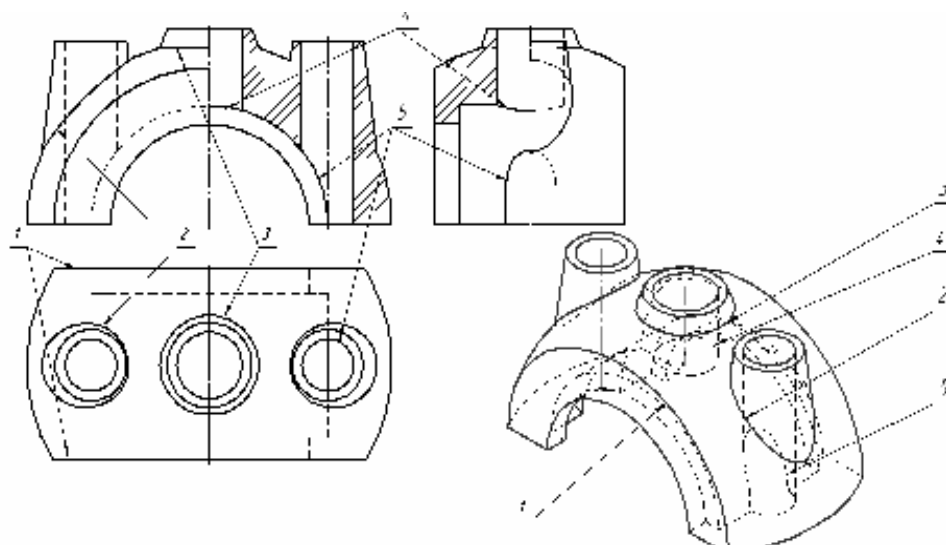


Рис. 1. Линии пересечения поверхностей корпусной детали:

1 – линии пересечения (среза) сферы плоскостью (окружности); 2 – линия пересечения конуса вращения со сферой (пространственная кривая); 3 – линия пересечения конуса, ось вращения которого проходит через центр сферы (окружность); 4, 5 – линии пересечения цилиндров вращения (пространственные кривые)

практического применения способов преобразования комплексного чертежа. В традиционных задачах, предлагаемых студентам в процессе изучения этой темы, используются объекты, описанные абстрактными понятиями: точка, прямая, плоскость. Высокая абстрактность учебного материала значительно усложняет работу студента, затрудняет пространственное представление и понимание алгоритма построений. Чтобы преодолеть эту сложность и активизировать самостоятельную работу студента, наряду с абстрактными задачами целесообразно решать метрические задачи по определению параметров реальных объектов материального мира, например многогранников, изучаемых по программе геометрии в средней школе.

Метрические задачи заключаются в определении площади граней многогранника, длин ребер, углов наклона ребер к основанию, двугранного угла между двумя смежными гранями, расстояния от точки, являющейся одной

из вершин многогранника, до противоположной грани и т.д.

Целесообразно в процессе обучения алгоритмам решения такого рода задач на первом этапе выполнять графические построения по традиционным методикам графическим способом.

Двумерная модель пирамиды и необходимые графические построения показаны на рис. 2. Результаты решения приведены в таблице.

На втором этапе параметры пирамиды определяются командами трехмерной компьютерной системы (аналитическим методом).

Сопоставление результатов решения задач (см. таблицу) позволяет проверить правильность графического решения и сравнить точность графических построений «вручную» с результатами, полученными при трехмерном моделировании.

На заключительном этапе обучения дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» в

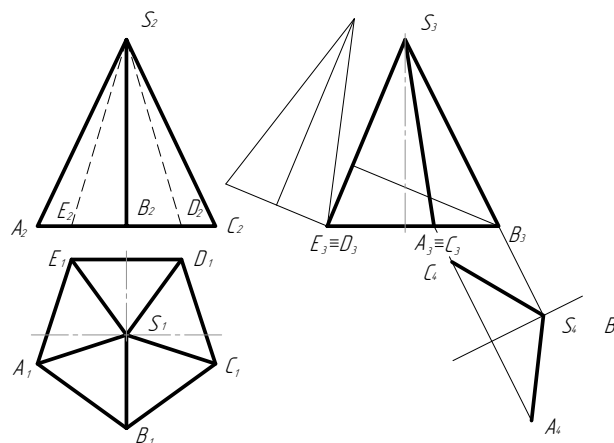


Рис. 2. Графическое решение метрических задач

Параметры пирамиды

№	Метрические характеристики	Числовые значения, полученные графическим методом	Параметры трехмерной компьютерной модели
1	Длина бокового ребра SB	67 мм	67,08 мм
2	Угол наклона ребра SB к основанию пирамиды	64°	63°26'
3	Расстояние от вершины пирамиды S до стороны основания DE	65 мм	64,72 мм
4	Расстояние от вершины S до грани SDE (на модели пирамиды изображается прямая, перпендикулярная грани)	50 мм	50,31 мм
5	Угол наклона боковой грани SDE к основанию пирамиды	66°	67°58'
6	Угол между двумя смежными боковыми гранями SAB и SBC	115°	113°57'
7	Площадь боковой грани SDE	1137 мм ²	1141,30 мм ²

соответствии с программой государственного образовательного стандарта необходимо познакомить студентов с общими положениями компьютерной графики.

Следует отметить, что компьютерное трехмерное моделирование инженерных объектов, их расчет и оптимизация (САПР) основаны на геометрическом анализе сложных объектов, в основе которого лежит дедуктивный метод познания.

Трехмерная модель и ассоциативный чертеж (рис. 3) корпусной детали создается в следующей последовательности.

1. Проводится геометрический анализ детали путем ее расчленения на простые тела (см. рис. 1).

2. Формируются тела, увеличивающие объем и массу детали, включающие (рис. 3а):

- 1) базовое тело (основание) – сектор полусферы радиусом 77 мм, шириной 80 мм образуется вращением эскиза – дуги окружности;
- 2) два симметричных усеченных конуса вращения с диаметром верхнего основания 30 мм, углом при вершине 14° образуются вращением профиля – трапеции с последующим зеркальным отображением;

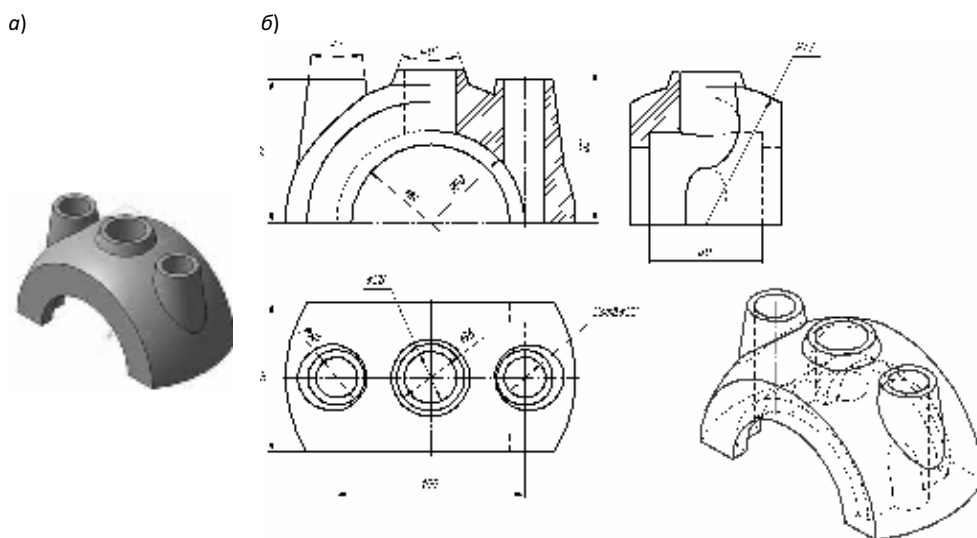


Рис. 3. Компьютерная модель и ассоциативный чертеж корпусной детали

- 3) конус диаметром верхнего основания 36 мм, углом при вершине 40° образуется вращением аналогичного профиля.

Объемы сформированных тел суммируются.

3. Формируются тела, образующиеся вычитанием объема и массы из ранее сформированного комплексного тела (полости и отверстия):

- 1) ступенчатое цилиндрическое отверстие, соосное полусфере, образованное вращением контура, ось вращения которого проходит через центр сферы;

- 2) три сквозных цилиндрических отверстия диаметром 22 мм (2 отв.) и 28 мм.

4. Автоматически формируется ассоциативный чертеж детали (рис. 3б), включающий следующие изображения:

- 1) соединение главного вида с фронтальным разрезом;
- 2) соединение вида слева с профильным разрезом;
- 3) вид сверху;
- 4) изометрический вид.

В процессе формирования трехмерной модели детали линии пересечения

поверхностей тел строятся автоматически, по алгоритмам компьютерной системы.

При редактировании параметров трехмерной модели автоматически изменяется ее ассоциативный чертеж, что позволяет осуществлять многовариантное проектирование изделия с выбором его оптимальных параметров.

Выводы:

1. Реальное внедрение в учебный процесс предлагаемых рекомендаций требует органического объединения основ начертательной геометрии с проекционным черчением и компьютерным моделированием, а следовательно, разработки новых учебников по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике.

2. Некоторые разделы начертательной геометрии потеряли свою практическую значимость. Например, многочисленные методы построения линий пересечения различных поверхностей не используются в компьютерном моделировании. В трехмерной компьютерной графике эти задачи решаются в процессе формирования модели аналитическими методами.

Этот факт отражает известную методологическую проблему, свойственную применению компьютерной технологии – быстро получаемый результат скрывает алгоритм построений.

3. Более актуальными становятся проблемы решения обратной задачи начертательной геометрии – чтения чертежей с интерпретацией результатов моделирования и просмотром моделей с различных ракурсов.

4. Назрела необходимость пересмотра содержания программ графических дисциплин с переходом от классического курса начертательной геометрии к обучению новым методам моделирования объектов, отвечающим современным требованиям подготовки специалистов.

5. Большие трудности внедрения предлагаемой методики обучения

связаны с консерватизмом преподавателей графических дисциплин. Однако такая перестройка методов преподавания объективно необходима и обусловлена требованиями научно-технического прогресса, необходимостью подготовки специалистов, способных использовать современные информационные технологии для производства конкурентоспособной на международном уровне продукции.

Литература

1. Бородин, Д.Н. Трехмерное моделирование: учеб. пособие для вузов / Д.Н. Бородин, В.И. Зубков. Ростов н/Д: РГАСХМ, 2001.
2. Рыжов, Н.Н. Научно-методическое обоснование структуры и содержания учебного курса начертательной геометрии и инженерной графики / Н.Н. Рыжов. М.: Высшая школа, 1973. Вып. 1.