

УДК 004.032.6:377

Мисиров Д.Н.,
Бородин Д.Н.,
Чередниченко О.П.

СИНТЕЗ ТРАДИЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ – ОСНОВА СОВРЕМЕННОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ключевые слова: интегрированные методики, система «КОМПАС-3D», компьютеризация обучения, двумерные и трехмерные модели, средства мультимедиа, компьютерные технологии, начертательная геометрия, инженерная графика.

Современный уровень проектирования промышленных изделий от простых деталей до сложных машиностроительных, архитектурных и строительных объектов характеризуется использованием новых информационных технологий, позволяющих вести автоматизированную разработку конструкторской и технологической документации в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Новые технологии проектирования требуют современных методик обучения студентов, в которых наряду с традиционными методами построения чертежей излагаются методы компьютерной графики как эффективного инструмента конструирования. Современные методики предполагают последовательное обучение традиционной и компьютерной графике, что приводит к дублированию учебного материала и снижает эффективность обучения (Бородин и др., 2008а). Целесообразно параллельно излагать традиционную (ручную) технологию выполнения чертежей и компьютерную технологию, что позволяет сократить затраты времени и повысить эффективность обучения специалистов инженерного профиля, обладающих навыками традиционного проектирования и компьютерной технологией двух- и трехмерного моделирования.

Для реализации интегрированной методики обучения инженерной и компьютерной графике (Бородин, 2009; Бородин и др., 2010а; Mohler, <http://graphicon.ru/html/2001/Education/Mohler.pdf>) целесообразно использовать графическую систему «КОМПАС-3D», разработанную российской компанией «АСКОН» (КОМПАС-3DV16..., 2016). Система позволяет формировать трехмерные модели различных пространственных объектов, решать позиционные и метрические задачи

курса начертательной геометрии. Разработчики «КОМПАС-3D» постоянно отслеживают и включают в очередные версии программы последние изменения стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Система отличается простотой построения трехмерных моделей и позволяет легко перейти от виртуальной модели к чертежам. Система имеет сравнительно простой интерфейс, что позволяет за три-четыре занятия обучить всех студентов двумерному и трехмерному моделированию простых геометрических объектов: призм, пирамид, цилиндров, конусов и сфер. Появляется возможность использовать модели этих объектов для решения геометрических задач традиционным и компьютерным способами.

Система «КОМПАС-3D» содержит библиотеки с типовыми конструктивными элементами и стандартными деталями (крепежные соединения, шпоночные, шлицевые, сварные и др.) и ориентирована на интерфейс ОС Windows, предъявляет минимальные требования к компьютеру, быстро устанавливается, проста в обучении, отличается высокой эффективностью и производительностью. Эти и другие преимущества позволили ввести «КОМПАС-3D» в учебный процесс как инструмент, который позволяет при изложении основных теоретических положений изучаемой дисциплины сопровождать их иллюстрацией на конкретных примерах выполнения компьютерных чертежей и уже на ранней стадии обучения привить студенту навыки проектирования изделий на компьютере.

В учебном процессе обучения условно можно выделить два этапа применения компьютерных технологий. Первый базируется на двумерной компьютерной графике. Он включает

обучение на базе двумерного компьютерного моделирования стандартам оформления чертежей (форматы, масштабы, типы линий, шрифты чертежные, штриховка, нанесение размеров), геометрическим построениям, образованию и построению лекальных кривых и сопряжений.

Главным на этом этапе является изучение стандартов, развитие навыков геометрических построений и умения работать за компьютером в среде компьютерной графической системы, что особенно важно для студентов первого курса. Освоение инженерной компьютерной графики на этом этапе сочетается с традиционным формированием практических навыков работы с чертежными инструментами. Необходимо оптимальное сочетание использования информационных технологий и выполнения индивидуальных заданий традиционным методом («вручную»).

Второй этап обучения предполагает создание пространственных трехмерных моделей геометрических объектов и технических изделий. Использование трехмерных моделей в учебном процессе позволяет решать метрические и позиционные задачи, анализировать линии пересечения, изменяя размеры пересекающихся объектов. Изменяя положение пространственной модели и рассматривая ее в разных ракурсах, студенты развивают пространственное мышление и лучше понимают геометрическую форму объекта. Целесообразно обучить студентов основам компьютерного трехмерного моделирования простых объектов на первых занятиях по начертательной геометрии (НГ) и в дальнейшем сопровождать решение геометрических задач НГ традиционным способом и построением трехмерных моделей на компьютере (Боронин и др., 2008б).

На этом этапе целесообразно индивидуально подходить к обучающимся в сочетании традиционного и компьютерного способов выполнения графических заданий, постепенно переводя всех студентов преимущественно на компьютерный способ выполнения моделей объектов и их чертежей.

Изложение основных стандартов ЕСКД по оформлению чертежей следует иллюстрировать примерами их использования в системе «КОМПАС-3D» при разработке конструкторской документации. Параллельное изложение основных стандартов с освоением соответствующих команд системы при выполнении чертежей активизирует учебный процесс и развивает интерес студентов к изучаемой дисциплине.

Например, при объяснении темы «Образование основных и дополнительных форматов» по ГОСТ 2.301–68 в курсе инженерной графики на экран компьютера выводятся форматы чертежа с полностью оформленной рамкой, основной и дополнительной надписями. Задавая коэффициент кратности короткой стороне формата A4, пользователь видит отображение дополнительного формата на экране дисплея, повышая зрительно-пространственное восприятие объекта (Mathewson, 1999).

Масштаб чертежа и его фрагментов устанавливается в «КОМПАС-3D» посредством создания видов. Использование видов характеризуется разбивкой поля чертежа на различные, независимые области прямоугольной формы. Использование видов в чертеже не является обязательным. Однако если на чертеже отдельные фрагменты выполнены в разных масштабах, то использование видов является необходимым.

На рис. 1 приведен пример параллельного освоения темы «Масштаб по

ГОСТ 2.302–68» традиционным и компьютерным способами.

В тетради на бумаге по клеткам студенты строят изображения прямоугольника, обозначают масштабы уменьшения и увеличения, проставляя действительные размеры (см. рис. 1а).

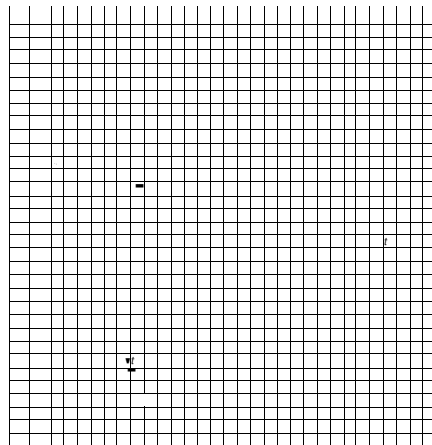
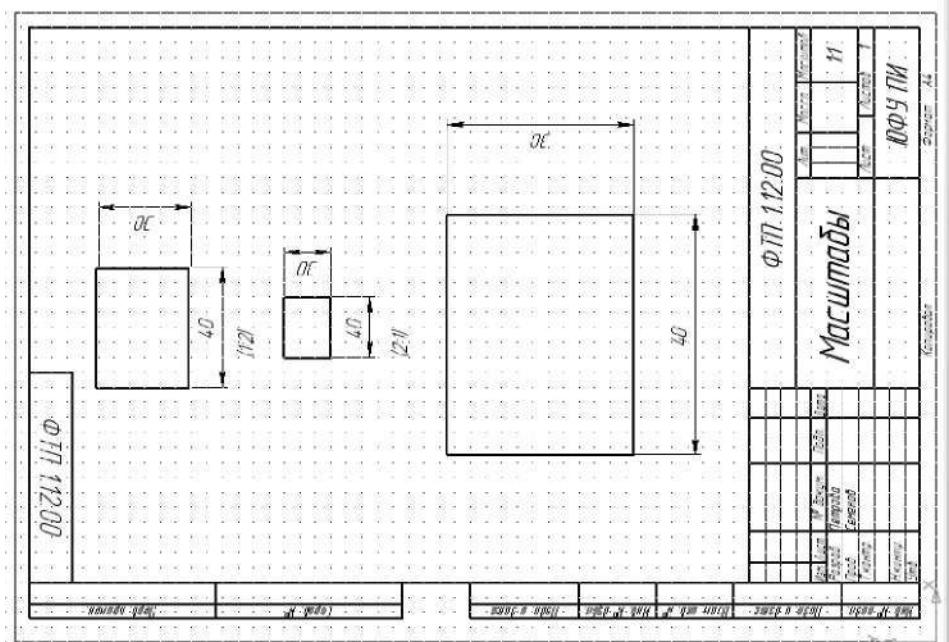
В системе «КОМПАС-3D» после открытия нового документа в режиме **Чертеж** все выводимые элементы размещаются на так называемом системном виде в масштабе 1 : 1. В натуральную величину строят верхнее изображение прямоугольника (см. рис. 1б)

Масштаб фрагментов чертежа, отличный от натурального (1 : 1), отображаемый на бумаге при распечатке, задается командой **Вставка – Вид**.

На этапах редактирования чертежа виды можно переименовывать, двигать, поворачивать, масштабировать, копировать (в том числе из других чертежей), удалять.

Вид чертежа в системе «КОМПАС-3D» – более общее понятие, чем «вид» по ГОСТ 2.305–68. Объекты, содержащиеся в одном виде, могут формировать как одно изображение (вид, разрез, сечение или выносной элемент), так и сразу несколько. В принципе чертеж, выполненный в одном масштабе, может состоять из одного-единственного вида, который будет содержать все необходимые изображения. Однако настоятельно рекомендуется разбивать всю графическую информацию в чертеже на виды, размещая каждое изображение в отдельном виде. Это облегчает их построение и последующее редактирование.

Основными характеристиками вида являются масштаб и координатная система, в которой строится изображение. Масштаб может быть выбран из стандартного ряда или задан как соотношение произвольных чисел. Поло-



жение вида определяется координатами его точки привязки в *абсолютной системе координат* и углом поворота относительно этой точки (см. рис. 1в).

Командами системы «КОМПАС-3D» можно продемонстрировать наименование и правила начертания девяти типов линий по ГОСТ 2.303–68, которые используются при выполнении чертежей.

В компьютерной графике к ним добавляется вспомогательная линия для геометрических построений, подлежащих удалению при окончательном оформлении чертежа.

Все типы линий, в том числе и вспомогательная, могут быть использованы в командах построения графических примитивов (отрезок, окружность, дуга и др.). При установке пользователем в первой команде одного из типов линий во всех используемых пользователем остальных командах (по умолчанию) устанавливается этот же тип (до его отмены пользователем).

Вспомогательная линия используется также в серии команд вспомогательных построений. Общим свойством вспомогательных линий является возможность их удаления из чертежа (после их использования) одной командой системы.

«КОМПАС-3D» обеспечивает ввод и редактирование текстовой информации и качественное оформление конструкторской документации. Тексты могут быть выполнены различными типами шрифта, могут растягиваться, сжиматься, центрироваться, наклоняться, зеркально отображаться, вычерчиваться в вертикальной колонке и т.д. Перечисленные возможности позволяют использовать редактор «КОМПАС-3D» не только при оформлении чертежей, но и для подготовки плакатов и других иллюстративных материалов.

При выполнении конструкторской документации чертежные символы выбираются из библиотеки символов, к которым пользователь может обращаться по имени или выбирая их из пиктографического меню.

Параметры шрифта устанавливаются и изменяются командой **Сервис – Параметры – Новые документы – Графический документ – Те к с т на чертеже**.

При установке пользователем размерных параметров шрифта во всех остальных командах (по умолчанию) сохраняются эти же параметры (до их изменения пользователем).

Штриховка замкнутых областей на компьютерных чертежах выполняется автоматически после задания границ и параметров штриховки. Автоматический способ задания применяется, когда на чертеже имеется замкнутый контур из уже введенных элементов, ограничивающий штрихуемую область. В этом случае достаточно лишь указать точку внутри штрихуемого контура. Если такого контура нет, то можно вручную указать уже имеющиеся элементы, обозначающие границу области штриховки, а недостающие для ее замыкания части дорисовать дополнительно.

Штриховка производится от границ штрихуемой области внутрь.

После указания контура штриховки система запрашивает ее параметры (тип, угол наклона и шаг).

При простановке размеров компьютерная система автоматически располагает выносные линии параллельно друг другу, а размерную линию – перпендикулярно им. Если длина размерной линии меньше суммарной длины двух стрелок, стрелки автоматически формируются снаружи выносных линий. При недостатке места для смежных размеров допускается замена стрелок штрихами или точками.

Система позволяет развить у студента навык применения вспомогательных параллельных и взаимно перпендикулярных прямых при разметке чертежа и геометрических построениях (таблица). Эти же линии могут использоваться с целью установления проекционной связи между основными и дополнительными видами в проекционном черчении и НГ с помощью инструментов визуализации и симуляции (Bagui, 1998; Khoo, Koh, 1998).

В традиционной инженерной и двумерной компьютерной графике используются стандартные правые, декартовы системы координат. В графическом документе может быть не-

сколько систем координат. Все они лежат в плоскости, параллельной экрану, и отображаются в виде двух ортогональных осей со стрелками (Бородин и др., 2010б; Чекмарев, Осипов, 2003).

На рис. 2 приведены примеры различных способов выполнения сопряжений. Студенты в рабочей тетради на бумаге «в клетку» строят сопряжения, а затем в дисплейном классе выполняют упражнения по данной теме.

Для построения касательных и сопряжений в «КОМПАС-3D» используются команды панели **Геометрия**.

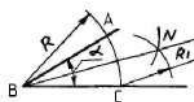
Для построения отрезков касательных к кривым – расширенные команды **Отрезок**.

Традиционный и компьютерный способы геометрических построений

Традиционный (ручной) способ геометрических построений с помощью чертежного инструмента (описан в школьных учебниках по геометрии и во всех справочниках по инженерной графике)

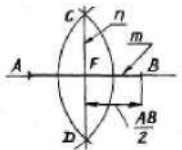
Компьютерный способ вспомогательных построений командами «КОМПАС-3D»

Деление угла на две равные части (построение биссектрисы угла)



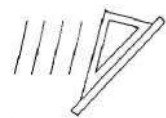
Команда Биссектриса строит биссектрису угла, образованного двумя пересекающимися прямолинейными отрезками. Команда предполагает выбор сторон угла посредством объектной привязки

Деление отрезка пополам (построение перпендикуляра n к прямой m в середине отрезка AB)



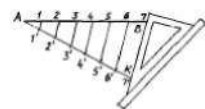
-I Команда Перпендикулярная прямая – строит прямую, перпендикулярную заданному объекту и проходящую через указанную точку. Точка – середина отрезка задается посредством разовой или постоянной объектной привязки

Построение отрезков, параллельных заданному



// Команда Параллельная прямая – строит прямую, параллельную указанному прямолинейному объекту (вспомогательной прямой, отрезку, звеньям ломаной, сторонам многоугольника), находящуюся на заданном от него расстоянии

Деление отрезка на произвольное число N равных частей



LL.-I Команда Разбить кривую на N частей запрашивает количество участков, на которые нужно разбить кривую, затем выделение кривой для разбиения

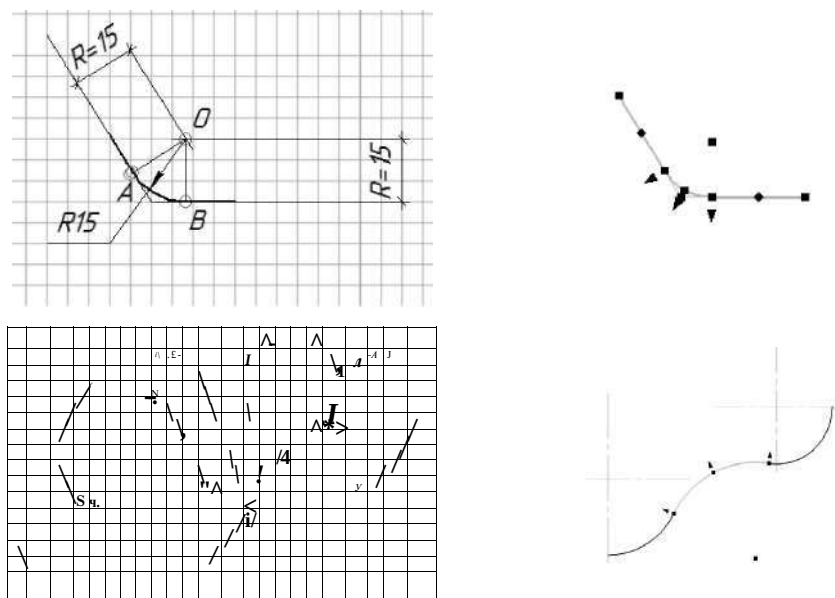


Рис. 2. Примеры традиционного и компьютерного способов выполнения сопряжений

Для построения сопряжений прямых и окружностей используются расширенные команды **Окружность** и команда **Скругление**.

Интерфейс трехмерного моделирования, методы создания 3D-моделей простых объектов излагаются в процессе обучения начертательной геометрии и закрепляются в курсе машиностроительного черчения (модели деталей и сборочных единиц). Использование трехмерных моделей в учебном процессе позволяет решать позиционные задачи и анализировать линии пересечения, изменяя размеры пересекающихся объектов. Формируя пространственные модели и их ассоциативные чертежи, обучающиеся развивают наглядно-образное мышление, связывая пространственную форму объекта с его плоскими изображениями. Изменяя положение пространственной модели и рассматривая ее в разных ракурсах, студенты развивают пространственное мышление и лучше понимают геометрическую форму

объекта. Использование динамичных мультимедийных средств может улучшить качество обучения и запоминания материала. Это может быть связано главным образом с двойным кодированием информации, что обеспечивает взаимодействие двух анализаторов – слухового и зрительного (Najjar, 1996).

В заключение следует отметить, что предлагаемая интегрированная технология обучения инженерной и компьютерной графике позволяет активизировать восприятие студентами учебного материала, повышает эффективность и наглядность учебного процесса, способствует улучшению компьютерной подготовки начиная с первого курса обучения в вузе.

Опыт параллельного обучения основам НГ, инженерной и компьютерной графике показал, что изучение стандартов ЕСКД, построение и чтение чертежей объектов, решение позиционных и метрических задач на базе двумерного и трехмерного компью-

терного моделирования позволяют студентам значительно эффективнее освоить графические дисциплины.

Назрела необходимость перехода от изложения классических курсов начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики к обучению единой интегрированной дисциплине «Инженерная компьютерная графика».

Литература

1. Бородин Д.Н., Мареев В.И., Мисиров Д.Н. Интегрированная система обучения инженерной и компьютерной графике // Развитие личности в образовательных системах Юга России, Центральной Азии и Казахстана: XVIII психолого-педагогические чтения Юга России. Ростов н/Д, 2009. Ч. 4. С. 302–309.
2. Бородин Д.Н., Мареев В.И., Мисиров Д.Н. Методологические основы обучения студентов вузов графическим дисциплинам // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2008а. № 11. С. 161–171.
3. Бородин Д.Н., Мареев В.И., Мисиров Д.Н. Мультимедийная технология обучения графическим дисциплинам // Электронные ресурсы в непрерывном образовании («Эрно-2010»): труды Международного науч.-метод. симпозиума. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010а. С. 212–216.
4. Бородин Д.Н., Мареев В.И., Мисиров Д.Н. Начертательная геометрия и основы инженерной графики: учебник. Ростов н/Д: ИПО ПИ ЮФУ, 2010б.
5. Бородин Д.Н., Мисиров Д.Н., Гапоненко С.А. Трехмерное моделирование в системе Компас: учеб.-метод. пособие. Ростов н/Д: ПИ ЮФУ, 2008б. Ч. 2.
6. КОМПАС-3DV16: Руководство пользователя. М.: АСКОН, 2016.
7. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высшая школа, 2003.
8. Bagui, S., 1998. Reasons for increased learning using multimedia. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 7 (1): 3–18.
9. Khoo, G. and T. Koh, 1998. Using visualization and simulation tools in tertiary science education. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 17 (1): 5–20.
10. Mathewson, J.H., 1999. Visual-spatial thinking: An aspect of science overlooked by educators. Science & Education, 83 (1): 33–54.
11. Mohler, J. Using Interactive Multimedia Technologies to Improve Student Understanding of Spatially-Dependent Engineering Concepts. URL: <http://graphicon.ru/html/2001/Education/Mohler.pdf>.
12. Najjar, L., 1996. Multimedia information and learning. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 5 (2): 129–150.

Reference

1. Borodin, D.N., V.I. Mareev and D.N. Misirov, 2009. The integrated system of teaching engineering and computer graphics. In: Development of personality in educational systems of the South of Russia, Central Asia and Kazakhstan: XVIII psychology and pedagogical readings, South of Russia (Part 4, pp. 302–309). Rostov-on-Don. (rus)
2. Borodin, D.N., V.I. Mareev and D.N. Misirov, 2008(a). Methodological grounds of teaching graphical disciplines to students of higher educational institutions. News-Bulletin of Southern Federal University. Pedagogical Sciences, 11:161–171. (rus)
3. Borodin, D.N., V.I. Mareev and D.N. Misirov, 2010(a). Multimedia technology of teaching graphical disciplines. In: Electronic resources in the life-long education ("Erno-2010"): Proceedings of International Scientific Symposium (pp. 212–216). Rostov-on-Don: SFedU publishing house. (rus)
4. Borodin, D.N., V.I. Mareev and D.N. Misirov, 2010(b). Descriptive geometry and grounds of engineering graphics: textbook. Rostov-on-Don: published by Pedagogical Institute of Southern Federal University. (rus)
5. Borodin, D.N., D.N. Misirov and S.A. Gaponenko, 2008(b). Three-dimensional modeling in the system COMPASS: teaching manual (Part 2). Rostov-on-Don: published by Pedagogical Institute of Southern Federal University. (rus)
6. КОМПАС-3DV16: User's guide. Moscow: published by АСКОН, 2016. (rus)
7. Chekmarev, A.A. and V.K. Osipov, 2003. Reference book on drawing in machine-building. Moscow: published by Vysshaya Shkola. (rus)
8. Bagui, S., 1998. Reasons for increased learning using multimedia. Bulletin of Educational Multimedia and Hypermedia, 7 (1): 3–18.
9. Khoo, G. and T. Koh, 1998. Using visualization and simulation tools in tertiary science education. Bulletin of Computers in Mathematics and Science Teaching, 17 (1): 5–20.
10. Mathewson, J.H., 1999. Visual-spatial thinking: An aspect of science overlooked by educators. Science & Education, 83 (1): 33–54.
11. Mohler, J. Using Interactive Multimedia Technologies to Improve Student Understanding of Spatially-Dependent Engineering Concepts. URL: <http://graphicon.ru/html/2001/Education/Mohler.pdf>.
12. Najjar, L., 1996. Multimedia information and learning. Bulletin of Educational Multimedia and Hypermedia, 5 (2): 129–150.