

трехмерных моделей. Тогда прямые и точки будут рассматриваться как части целой фигуры, а не как некие абстрактные элементы.

Сопровождая изучение законов построения чертежа иллюстрациями реальных объектов и практическими задачами моделирования, можно повысить степень усвоения учебного материала, пробудить интерес студентов к изучаемой дисциплине и таким образом повысить качество обучения.

### **Список литературы**

1. Веттеймер М. Продуктивное мышление / М. Веттеймер. – Москва : Прогресс, 1987. – 306 с.
2. Дункер К. Качественное (экспериментальное и теоретическое) исследование продуктивного мышления / К. Дункер // Психология мышления. – Москва, 1965. – С. 21–85.

УДК 004.9:681.3

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ СТУДЕНТАМ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**О.С. Киселевкий**, канд. техн. наук, доцент,

**В.А. Столер**, канд. техн. наук, доцент

*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: 3D-моделирование, IT-технологии, прикладное программное обеспечение, САПР.

Аннотация. В статье изложены основные направления совершенствования форм преподавания графических дисциплин, принятые в качестве приоритетных на кафедре инженерной графики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Инженерная деятельность в настоящее время немыслима без использования прикладных графических программ и систем автоматизированного проектирования. Умение работать с графическими системами и современными графическими пакетами,

применять современные компьютерные технологии на практике определяет уровень подготовки специалиста в любой сфере деятельности, в том числе и радиотехнической.

В последнее время в связи с тенденциями перехода высшего технического образования на двухуровневую систему «бакалавр – магистр», сокращения срока обучения в технических вузах до четырех лет остро стал вопрос о реформировании программ учебных дисциплин. В особенности эти тенденции коснулись общеобразовательных кафедр, и кафедра инженерной графики БГУИР – не исключение. Требования унификации типовой учебной программы для всех специальностей поставили перед кафедрой две противоречивые проблемы:

- как создать программу, удовлетворяющую требованиям стандартов всех выпускаемых вузом специальностей, не перегружая при этом студентов неактуальной для их специальности информацией;

- как сохранить методическую школу преподавания графических дисциплин, не утратив при этом само «ядро» – начертательную геометрию, как способ развития технической грамотности и абстрактного пространственного воображения будущих специалистов [1].

Наше представление о совершенствовании методики преподавания инженерной графики заключается в трех приоритетных направлениях:

- развитие у студентов пространственного воображения;
- развитие графических способов решения прикладных задач;
- переход к проектированию с использованием 3D-технологий [2].

В настоящее время на кафедре инженерной графики БГУИР все три перечисленные направления реализованы с использованием компьютерного твердотельного 3D-моделирования. Так, разработанный новый практикум по дисциплине «Инженерная компьютерная графика» не только предусматривает компьютерную визуализацию классических задач начертательной геометрии (рисунок 1, а), но и предлагает ряд нетривиаль-

ных методик их решения с использованием статических и кинематических 3D-моделей (рисунок 1, б).

5.9. Построить твердотельную модель конуса с поверхностью среза  $\beta$ , заданной параметрами  $\beta(x, y, z)$ . Преобразовать модель в векторное 2D изображение, спроецировав на плоскость, параллельную поверхности среза. Изображение вывести на печать и вставить в практикум. Сформулировать выводы. Что называется параметрами плоскости?

5.13. По двум параллельным цилиндрическим рейкам  $O_5$  катящаяся шар  $O_4$ . Определить координаты центра шара в момент его соприкосновения с фронтальной плоскостью проекции.  $A(48, 70, 26); B(38, 0, 16); C(18, 70, 16); D(8, 0, 6)$ . Предложить способ решения задачи методом кинематического 3D моделирования. Сравнить со способом решения методами начертательной геометрии.

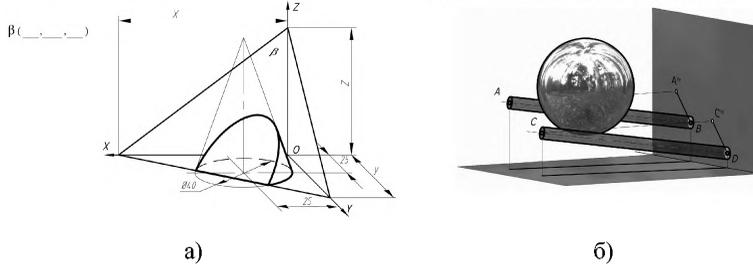


Рисунок 1. Примеры заданий из практикума «Инженерная компьютерная графика»

На стадии изучения принципов построения сборочных чертежей студентам предложены трехмерные модели узлов электронной техники [3] в программе Autodesk Inventor (рисунок 2). Модели позволяют не только наглядно продемонстрировать аналогию между изделием и его графическим изображением, но и освоить технологии создания таких моделей в современных пакетах программ векторной и трехмерной графики. Подробное же изучение прикладных графических пакетов, принципов их взаимодействия и организации САПР, предусмотрено в рамках отдельной дисциплины «Прикладные пакеты векторной графики».

Учебная дисциплина «Прикладные пакеты векторной графики» знакомит студентов с методами использования взаимосвязей CAD/CAM/CAE технологий в проектировании изделий электронной техники, с многообразием существующих графических систем инженерного проектирования, а также с принципами обмена информации между ними. В ходе изучения данной дисциплины студенты овладевают навыками применения инженерных программ векторной графики и трехмерного моделирования, преобразования технических чертежей, выполнения и чтения технической графической и текстовой документации.

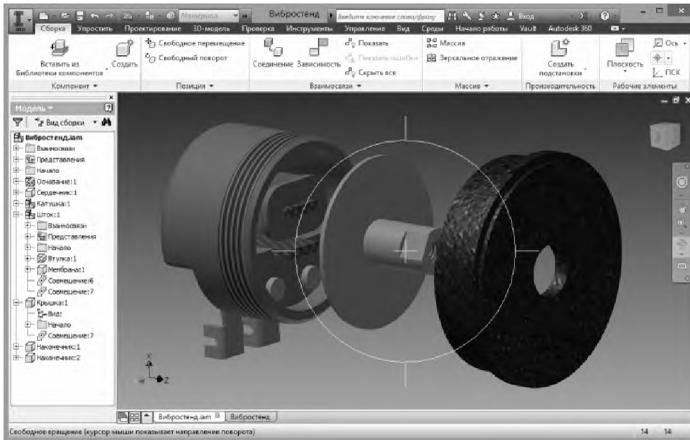


Рисунок 2. 3D-модель сборочного узла «Вибростенд»

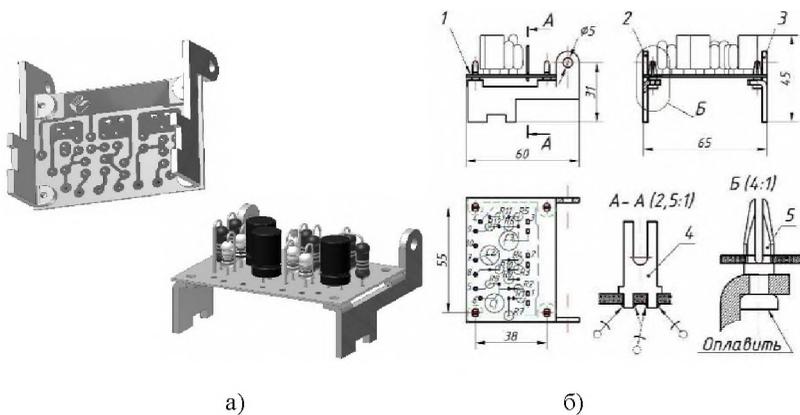


Рисунок 3. Пример графической часть курсовой работы по дисциплине «Прикладные пакеты векторной графики»:

- а – 3D-модель узла электронной техники;
- б – сборочный чертеж узла электронной техники

Программа учебной дисциплины подразумевает выполнение курсовой работы, в ходе которой студентам предлагается разработать комплекс мер по реконструкции и усовершенствованию существующего узла электронной техники. В результате ее выполнения студенты не только осваивают широкий перечень современных прикладных графических пакетов и систем проектирования (Autodesk Inventor, Altium Designer, MathLab, Ansys, Creo), но и непосредственно знакомятся со способами их применения в конструкторской работе, выбранной ими специальности:

- создание и анализ электрических принципиальных схем, трассировка и автотрассировка печатных плат (рисунок 3, а);
- моделирование сборочного узла, технологии установки и крепления печатной платы и радиодеталей (рисунок 3, а);
- выполнение сборочного чертежа (рисунок 3, б).

Помимо этого, при выполнении заданий курсовой работы, решая вопросы взаимодействия информацией между различными программными средами, студенты сталкиваются с проблемами совмещения отдельных приложений в комплексную взаимосвязанную САПР, предлагают свои пути решения этих проблем – т.е. овладевают теми компетенциями, которые требуются от будущих специалистов it-отрасли.

## Список литературы

1. Вольхин К. А. Использование информационных технологий в курсе начертательной геометрии / К. А. Вольхин, Т. А. Астахова // Омский научный вестник. – 2012. – № 2. – С. 282–286.
2. Столер В. А. Особенности использования трехмерной графики при моделировании объектов сложной формы / В. А. Столер // Современные средства связи : мат-лы XVII Междунар. науч.-технич. конференции (16–18 октября 2012 г.). – Минск, 2012. – С. 293–294.
3. Мисько М. В. Инженерная графика : альбом чертежей сборочных единиц для детализования : учеб. пособие / М. В. Мисько, В. А. Столер, А. А. Резанко [и др.]. – Минск : БГУИР, 2011. – 72 с.