

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 параметрической плоскостью?

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.

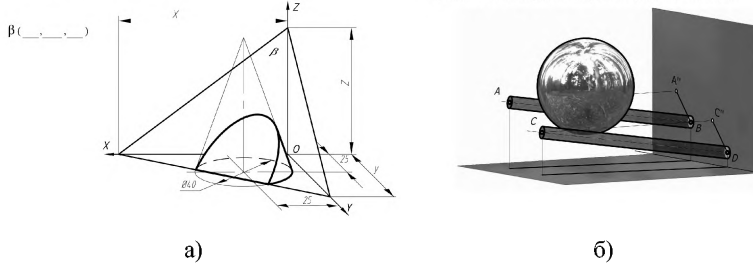


Рисунок 1. Примеры заданий из практикума «Инженерная компьютерная графика»

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 информацией 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.

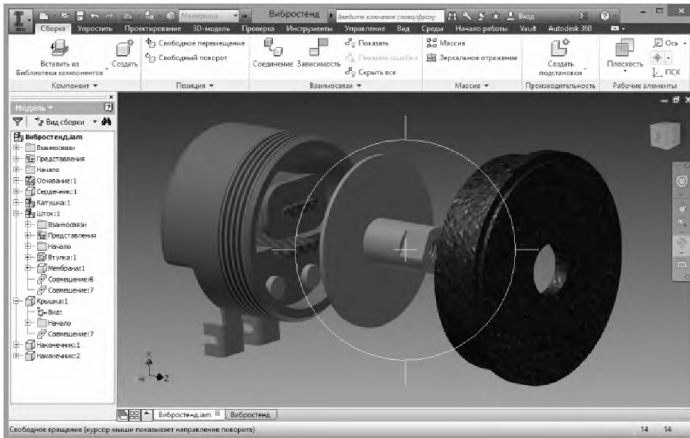


Рисунок 2. 3D-модель сборочного узла «Вибростенда»

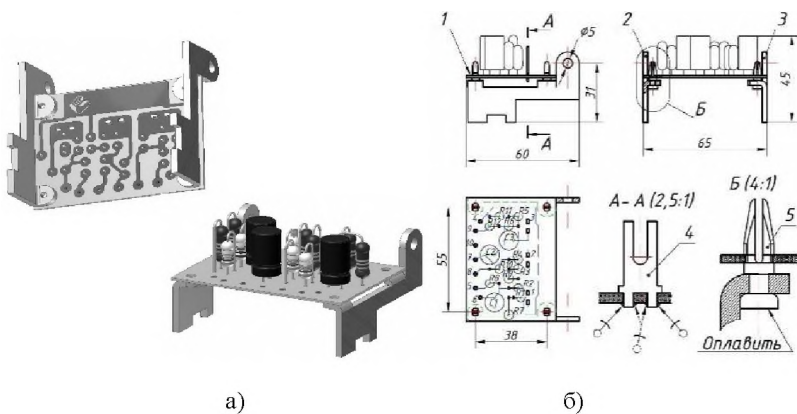


Рисунок 3. Пример графической часть курсовой работы по дисциплине «Прикладные пакеты векторной графики»: а – 3D-модель узла электронной техники; б – сборочный чертеж узла электронной техники

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.