

**ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЯЕМОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ  
ПРЕПОДАВАНИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ «МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

*А.В. Смирнов, В.М. Бондарик, О.В. Гуревич, А.С. Терех, М.В. Давыдов, Д.В. Рымарев*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск,  
Беларусь, bondarik@bsuir.by*

Аннотация. Острая необходимость подготовки квалифицированных инженерных кадров ставит задачу переоценки приоритетов при преподавании дисциплин связанных с САПР. Необходимо акцентировать внимание студентов на самых важных аспектах современного проектирования электронных устройств – комплексный подход к разработке и дизайну. В качестве оптимальной среды проектирования выбран САПР *SolidWorks*, а также показаны типовые затраты времени на освоения некоторых его функций.

В современном мире разработка и производство медицинской техники невозможно представить без использования передовых систем автоматизированного проектирования. Использование подобных пакетов позволяет экономить время на разработку и внесение изменений в процессе производства изделий и формирования конструкторской документации.

Особое внимание при подготовке студентов всех форм обучения необходимо акцентировать внимание на двух принципах: комплексного подхода и детальной проработки внешнего вида (дизайну). В данной работе акцент ставится на разработку корпусов устройств, однако данный подход может быть применен, в том числе для создания печатных плат и электронных модулей.

Поскольку необходимо учитывать специфику программного обеспечения, выбор такового достаточно серьезный шаг. На рынке существует множество решений различного уровня и назначения. Оптимальным вариантом программного обеспечения для проектирования неэлектронной части устройств является САПР твердотельного проектирования *SolidWorks* французской компании *Dassault Systèmes*. Данный пакет программ обладает рядом достоинств, среди которых:

- предельно понятный графический интерфейс;
- возможность внесения изменений в операции на любом этапе проектирования;
- широкие возможности для моделирования различных процессов (например, перемещение жидкости внутри модели);
- наличие встроенных инструментов быстрого реддеринга с учетом визуальных свойств материала.

*SolidWorks* позволяет реализовать комплексный подход, включающий в себя следующие пункты:

- создание полной 3d-модели устройства;
- использования оптимального алгоритма создания чертежа;
- оптимизация устройства на предмет применения типовых изделий и элементов конструкции.

Для реализации комплексного подхода курс лабораторных работ (и курсового проекта) обязательно должен включать полный спектр этапов проектирования устройства. Это позволит привить студентам видение всего комплекса необходимых манипуляций, а не только отдельные шаги проектирования.

Все проекты должны выполняться индивидуально. В качестве исключения, при проектировании сложного устройства, студентов рекомендуется объединять в группы до трех человек.

Основное распределение времени на работу в аудитории и самостоятельную работу:

1. Ознакомление с возможностями 2d и 3d эскизов в SolidWorks – 1 час л.р. 4 часа на самостоятельную подготовку;
2. Ознакомление со всеми существующими операциями с объектами в SolidWorks – 1 час л.р. 4 часа на с.п.;
3. Построение 3d-модели произвольного предмета, состоящего из нескольких деталей, например шариковой ручки – 2 час л.р. 4 часа на с.п.;
4. Использование библиотек стандартных изделий (винты, гайки и т.д.) и материалов – 1 час л.р. 2 часа на с.п.;
5. Построение сборки 3d-модели устройства согласно варианту (различная медицинская аппаратура). Необходимо повторить контуры корпуса, крепеж и материал – 2 часа л.р. 5 часов на с.п.;
6. Самостоятельная разработка неэлектронной части собственного устройства, сборка и сборочный чертеж со всеми необходимыми видами – 3 часа л.р. 7 часов на с.п.;

В результате за 8 часов лабораторных работ (4 занятия) и 22 часа самостоятельной работы, студент получает базовые знания по использованию пакета *SolidWorks*. Для студентов заочной и дистанционной формы обучения вместо часа лабораторной работы прибавляется по три часа к количеству часов для самостоятельной работы.

Данная методика прекрасно подходит для студентов дистанционной формы обучения. С помощью расположенной на сайте БГУИР системы дистанционного обучения (СДО) *Share Point LMS* студент может получить доступ к любой информации, касающейся курса. Использование интерактивной обратной связи с преподавателем позволяет студенту исправлять ошибки и неточности при освоении пакета автоматизированного проектирования в кратчайшие сроки.

В процессе обучения студентов специальности «Медицинская электроника» системам автоматизированного твердотельного проектирования дополнительно необходимо указывать на важность дизайна устройства. Наряду с внешним видом медицинского персонала этот фактор имеет немалое значение для психологического состояния пациента, а последнее, в свою очередь, влияет на сроки выздоровления.

Базовые принципы дизайна можно усвоить, руководствуясь логикой и здравым смыслом. Для этого достаточно всего лишь поставить себя на место пользователя и детально проанализировать устройство на наличие откровенных недостатков. Также студентам рекомендуется делать хотя бы приблизительные наброски будущих устройств с обязательной расстановкой габаритных размеров. Поскольку лекционная нагрузка не может охватить весь материал, связанный с примерами дизайна медицинских приборов, то детальная проработка вопроса выноситься на самостоятельное освоение. При возникновении вопросов, связанных с разработкой внешнего вида устройства, необходимо работать с преподавателем в интерактивном режиме, используя достижения информационно-коммуникационных технологий, например, воспользоваться консультацией по *e-mail* или через СДО. Самостоятельная управляемая работа студентов подразумевает анализ внешнего вида существующих устройств, а также классических примеров промышленного дизайна.

Управляемую работу студентов необходимо строить таким образом, чтобы они самостоятельно обучались на практико-ориентированных примерах, начиная с простых элементов, деталей, и заканчивая сложными изделиями. Дополнительно необходимо привить потребность у студентов анализировать внешний вид устройства на наличие дизайнерских недоработок.