

**А. А. Серeda**

Факультет физики и информационных технологий,  
кафедра радиофизики и электроники

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

Высокая сложность современных электрических схем приводит к необходимости автоматизации задач размещения, трассировки, расчета тепловых режимов, электромагнитного взаимодействия компонентов на печатной плате.

Задача размещения и трассировки определяется так называемым критерием оптимальности, т. е. сумма длин всех размещаемых на плате печатных проводников (либо более сложные целевые функции) должна быть минимальна. Для этого разработаны сложные математические алгоритмы минимизации, которые требуют значительных навыков в математике. На практике, для молодых специалистов в области радиоэлектроники, задача размещения и трассировки сводится к перебору (полному или частичному) возможных вариантов размещения соединяемых элементов и нахождения оптимального.

С помощью классических методов и средств «ручного» проектирования в настоящее время невозможно качественно и в установленные сроки выполнить работы по проектированию и технической подготовке производства. Особая сложность проектируемых объектов делает невозможным выдачу достаточно качественной проектно-конструкторской документации в приемлемые сроки. Система автоматизации

проектирования призвана осуществлять процесс проектирования с оптимальным распределением функций между разработчиком и ПК и обеспечивать максимальную автоматизацию всех процедур проектирования. Для студентов специальности «Физическая электроника» в рамках дисциплины «Проектирование радиоэлектронных систем» был организован лабораторный практикум, в рамках которого студенты знакомятся с особенностями автоматизированного проектирования и изготовления печатных плат.

Большинство систем проектирования печатных плат представляет собой сложный комплекс программ, обеспечивающий сквозной цикл, начиная с прорисовки принципиальной схемы и заканчивая генерацией управляющих файлов для оборудования, изготовления фотошаблонов, сверления отверстий, сборки и электроконтроля. Наиболее известные из них это P-CAD, OrCAD, Proteus, Multisim&Ultiboard, Sprint-Layout и другие. Для организации лабораторного практикума были выбраны Sprint-Layout, Ultiboard, Proteus.

В первых лабораторных работах студенты изучают возможности Sprint-Layout [1]. Это программа для создания двухсторонних и многослойных печатных плат. Она легко осваивается, имеет простой и интуитивно понятный пользовательский интерфейс, и в тоже время оснащена достаточно мощными инструментами для проектирования макетов печатных плат. Программное обеспечение включает в себя многие элементы, необходимые в процессе разработки полного проекта. В нее включены такие профессиональные возможности, как экспорт файлов для промышленной обработки на токарном станке. Sprint-Layout позволяет наносить на плату контакты, smd-контакты, проводники, полигоны, текст и так далее.

В первой лабораторной работе студенту предлагается освоить навыки работы в программе Sprint-Layout, научиться наносить основные элементы и работать с макросами. Во второй работе студенту на основе полученных в первой работе навыков предлагается создать одностороннюю двустороннюю печатную плату по заданной принципиальной электрической схеме усилителя на транзисторе.

Однако в Sprint-Layout отсутствует реализованная в полном объеме функция автотрассировки и авторасстановки элементов, а также сопряжение с программами, моделирующими работу электрических цепей. Поэтому студенты разрабатывают проект печатной платы с последующей «ручной» оптимизацией.

Следующим этапом является освоение более профессиональных пакетов программ для автоматизированного проектирования электронных схем и печатных плат Proteus Design Suite и Multisim&Ultiboard

Ultiboard – средство для конструирования печатных плат, с широким набором функций, существенно ускоряющих процесс конструирования, и выходом на промышленные интерфейсы [2]. NI Ultiboard или ранее Ultiboard представляет собой средство для конструирования печатных плат, которое является частью набора программ Circuit Design Suite, наряду с NI Multisim. Одной из его главных особенностей является Real Time Design Rule Check (функция проверки правил проектирования в реальном времени), возможность просмотра созданной печатной платы в 3D режиме, а также интегрированные возможности импорта и экспорта в файловый формат Gerber и DXF

Proteus Design Suite – разработка компании Labcenter Electronics [3]. Пакет представляет собой систему схемотехнического моделирования, базирующуюся на основе моделей электронных компонентов, принятых в PSpice. Отличительной чертой программы Proteus является возможность моделирования работы программируемых устройств: микроконтроллеров, микропроцессоров и т. д. Так же в состав восьмой версии программы входит среда разработки VSM Studio, позволяющая быстро написать программу для микроконтроллера, используемого в проекте, и скомпилировать. Примечательной особенностью является то, что можно увидеть 3D-модель печатной платы, что позволяет разработчику оценить своё устройство ещё на стадии разработки.

Таким образом, оба пакета схожи по функциональным возможностям, и имеют два режима работы: симуляция и проектирование печатных плат. При этом существует возможность экспорта принципиальных электрических схем из режима симуляции в режим проектирования с последующей авторасстановкой элементов и автотрассировкой проводников.

Для каждого из пакетов разработаны три лабораторные работы. В первой лабораторной работе студентам предложено ознакомиться с основами работы в программе проектирования печатных плат Proteus либо Ultiboard, изучить интерфейс и настройки проекта, а также научиться созданию и редактированию проводников. Также студенты изучают установку переходных отверстий, перемычек, компонентов из библиотеки. Всё это они изучают посредством выполнения упражнений.

Во второй лабораторной работе студенты занимаются созданием модели печатной платы. По спецификации необходимо создать компоненты, а затем, используя принципиальную схему, создать контур печатной платы, разместить компоненты на плате, объединить их информационными связями и в полуавтоматическом режиме выполнить трассировку проводников.

В третьей лабораторной работе студенты знакомятся с процедурой сопряжения двух программных продуктов компании National Instruments: средой виртуального моделирования электрических схем Multisim и средой проектирования монтажных печатных плат Ultiboard, либо сопряжения режимов работы «симуляция» и «проектирование печатных плат» Proteus. Так же студенты знакомятся с настройкой и работой процедуры автотрассировки проводников и автоустановки компонентов и изучают особенности экспортирования разработанного проекта в форматы файлов для автоматизированного изготовления печатных плат и проектной документации.

Особенностью лабораторного практикума является то, что во всех программных продуктах выполняются идентичные задания, но с учетом особенностей реализации в каждом из них. Это позволяет изучить и освоить все этапы проектирования печатных схем, оценить сложность реализации отдельных этапов в том или ином пакете, выявить достоинства и недостатки каждого из пакетов перед другими. Таким образом, после выполнения лабораторного практикума, в руках у будущего специалиста оказывается мощный набор инструментов, позволяющий в ручном или автоматизированном режиме реализовать все этапы проектирования печатной платы.

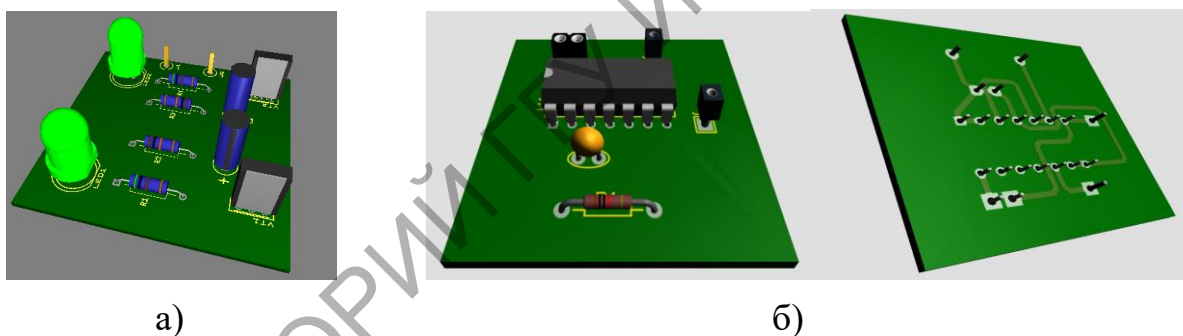


Рисунок 1 – Трехмерный вид готовой платы:  
а) – в Ultiboard, б) – в Proteus Design Suite

### Список использованной литературы

1 Sprint Layout 6.0 [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании ABACOM-Ingenieurgesellschaft. – URL: <http://www.abacom-online.de/uk/html/sprint-layout.html> – Дата доступа: 20.01.2018.

2 Ultiboard [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании National Instruments. – URL: <http://www.ni.com/ultiboard/> – Дата доступа: 20.01.2018.

3 Proteus Design Suite [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании Labcenter Electronics Ltd. – URL: <https://www.labcenter.com> – Дата доступа: 20.01.2018.