

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт
электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

Игнатова И.Г.



2019_г.

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Проектирование печатных плат в САПР «Altium Designer»

Программа повышения квалификации разработана в Центре НТИ «Сенсорика».

Москва
2019г.

1. Цель реализации программы

Цель: Программа направлена на получение новой компетенции: **способности эффективно проектировать печатные платы с помощью САПР Altium Designer**, необходимой для повышения профессионального уровня в рамках имеющихся квалификаций соответствующих отдельным обобщенным трудовым функциям (ОТФ) профстандартов:

1. Инженер-радиоэлектронщик (профстандарт № 06.005, ОТФ)
2. Специалист по радиосвязи и телекоммуникациям (профстандарт 06.006)
3. Инженер проектировщик в области связи (профстандарт № 06.007)
4. Специалист по научно-исследовательской и опытно-конструкторской документации (профстандарт № 40.011)

Данная компетенция позволит ее обладателям эффективно разрабатывать и внедрять в производство цифровые сенсорные системы, основанные на электронных датчиках восприятия и распознавания сигналов внешнего мира: интегрально-оптических сенсорах, сенсорах физических величин в различных системах, начиная от адаптивной интеллектуальной робототехники и интернета вещей до систем автопилотирования и дистанционного зондирования Земли, персонализированной телемедицины и бионики.

2. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция: способность эффективно проектировать печатные платы с помощью САПР Altium Designer, в том числе разрабатывать электрические схемы устройств, разрабатывать библиотеки элементов, проектировать топологию печатных плат и оформлять конструкторскую документацию.

В результате освоения данной программы слушатель должен знать:

- конструкции и технологию изготовления современных печатных плат,
- принципы автоматизации проектирования печатных плат;
- основные алгоритмы трассировки цепей и размещения элементов,
- факторы, определяющие правила размещения элементов на плате и трассировки цепей.

слушатель должен уметь:

- разрабатывать электрические схемы любой сложности, создавать библиотечные элементы, проектировать топологии печатных плат обеспечивая заданные электрические и конструктивные требования, выпускать на них конструкторскую документацию, производить расчеты параметров цепей в САПР Altium Designer.

3. Содержание программы

Учебный план программы повышения квалификации «Проектирование печатных плат в САПР «Altium Designer»

Категория слушателей - инженеры, профильные специалисты, имеющие высшее образование уровня бакалавриата или выше, выполняющие работы в области научных исследований и разработок в области естественных и технических наук, имеющие опыт работы с САПР печатных плат.

Срок обучения - 72 час.

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование разделов	Всего, час.	В том числе	
			лекции	практич. и лаборат. занятия
1	Схемотехническое проектирование печатных плат	18	2	16
2	Топологическое проектирование печатных плат	26	2	24
3	Оформление конструкторской документации на печатную плату	8		8
4	Проект «Разработка печатной платы»	16	-	-
5	Консультации	4		
Итоговая аттестация			зачет	
Всего		72	4	48

Учебно-тематический план программы повышения квалификации «Проектирование печатных плат в САПР «Altium Designer»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			лекции	практич. и лаборат. занятия
1	2	3	4	5
1	Схемотехническое проектирование печатных плат	18	2	16
1.1	Обзорная лекция « САПР Altium Designer, новые инструменты и возможности текущей версии ПО»	2	2	-

1.2	Схемотехнический редактор, инструменты создания схем, инструменты создания требований к конструкции.	4	-	4
1.3	Библиотеки элементов в САПР Altium Designer. Параметры элементов, ускоренный поиск и ввод параметров. Организация библиотек на предприятии.	4	-	4
1.4	Многолистовые и иерархические схемы, оформление по ЕСКД.	4	-	4
1.5	Компиляция схем, цифровое и аналоговое моделирование	4	-	4
2	Топологическое проектирование печатных плат	26	2	24
2.1	Обзорная лекция «Топологическое проектирование печатных плат, конструкция и технология изготовления печатных плат».	2	2	-
2.2	Топологический редактор, навигация и новые инструменты проектирования.	4	-	4
2.3	Создание заготовки печатной платы, формирование стека, контура платы, задание технологических ограничений и правил проектирования. Гибко-жесткие платы и встроенная электроника.	4	-	4
2.4	Импорт данных из электрической схемы, размещение элементов. Учет тепловых, надежность, механических и электрических факторов при размещении элементов	4	-	4
2.5	Интерактивная ручная трассировка. Контроль импеданса и длины цепей. Трассировка дифференциальных пар, сложные типы переходных отверстий.	4	-	4
2.6	Активная интерактивная и автоматическая трассировки. Выбор оптимальной стратегии трассировки.	4	-	4
2.7	Оптимизация топологии, контроль параметров платы. Полигоны, экраны, слои питания, Маркировка плат.	4	-	4
3	Оформление конструкторской документации на печатную плату	8		8
3.1	Комплектность КД на печатную плату. Выпуск электрической схемы, перечня элементов и спецификации на плату. Электронные документы.	4		4
3.2	Выпуск чертежа платы и сборочного чертежа модуля в соответствии с требованиями ЕСКД, Подготовка информации для изготовления платы.	4		4
4	Проект «Разработка печатной платы»	16	-	-
5	Консультации	4		
Итоговая аттестация		Зачет		
Всего		72	4	48

Учебная программа
повышения квалификации
«Проектирование печатных плат в САПР «Altium Designer»

Раздел 1. Схемотехническое проектирование печатных плат (18 час.)

Тема 1.1 Обзорная лекция «САПР Altium Designer, , новые инструменты и возможности текущей версии ПО».

Тема 1.2 Схемотехнический редактор, инструменты создания схем, инструменты создания требований к конструкции .

Тема 1.3 Библиотеки элементов в САПР Altium Designer Параметры элементов, ускоренный поиск и ввод параметров. Организация библиотек на предприятии.

Тема 1.4 Многолистовые и иерархические схемы, оформление по ЕСКД.

Тема 1.5 Компиляция схем, цифровое и аналоговое моделирование .

Перечень аудиторных занятий.

Номер темы	Наименование аудиторного занятия	Кол. час
1.1	Обзорная лекция о современных САПР печатных плат, терминологии в области проектирования печатных плат, типовом процессе проектирования, а также о составе программного обеспечения САПР Altium Designer и дополнительных возможностях реализованных в последних версиях продукта.	2

Перечень лабораторных работ.

Номер темы	Наименование лабораторного занятия	Кол. час
1.2	Вводная лабораторная работа, посвященная ознакомлению структуре проектов Altium Designer, созданию схемотехнической части проектов, изучению навигации в схемотехническом редакторе и изучению инструментов разработки электрических схем и инструментов описания в схеме требований к параметрам конструкции.	4
1.3	Лабораторная работа, посвященная изучению видов библиотек элементов и созданию собственных библиотек. В процессе выполнения работы изучаются схемотехнические библиотеки, топологические библиотеки, библиотеки 3D моделей, интегрированные библиотеки и библиотеки на основе баз данных. Учащиеся создают собственные схемотехническую, топологическую библиотеки и библиотеку на основе базы данных для сложных элементов, состоящих из нескольких УГО или имеющих особенности затрудняющие его создание.	4
1.4	Лабораторная работа, посвященная работе с инструментами и методами создания схем, размещаемых не нескольких отдельных листах, а также схем с иерархической системой построения. Изучается возможность приведения оформления таких схем в соответствие с требованиями ЕСКД. Изучаются такие инструменты, как порты, метки слоев, глобальные цепи и т.д.	4
1.5	Лабораторная работа, посвященная ознакомлению с методами проверки правильности создания схем, способами обмена данными о схеме внутри проекта, доступными в САПР Altium Designer инструментами цифрового и аналогового моделирования.	4

Раздел 2. Топологическое проектирование печатных плат (26 час.)

- Тема 2.1 Обзорная лекция «Топологическое проектирование печатных плат, конструкция и технология изготовления печатных плат».
- Тема 2.2 Топологический редактор, навигация и новые инструменты проектирования.
- Тема 2.3 Создание заготовки печатной платы, формирование стека, контура платы, задание технологических ограничений и правил проектирования. Гибко-жесткие платы и встроенная электроника.
- Тема 2.4 Импорт данных из электрической схемы, размещение элементов. Учет тепловых, надежности, механических и электрических факторов при размещении элементов.
- Тема 2.5 Интерактивная ручная трассировка. Контроль импеданса и длины цепей. Трассировка дифференциальных пар, сложные типы переходных отверстий.
- Тема 2.6 Активная интерактивная и автоматическая трассировки, выбор оптимальной стратегии трассировки.
- Тема 2.7 Оптимизация топологии, контроль параметров платы. Полигоны, экраны, слои питания, маркировка плат.

Перечень аудиторных занятий.

Номер темы	Наименование аудиторного занятия	Кол. час
2.1	Обзорная лекция, посвященная современным конструкциям печатных плат, особенностям их изготовления, связанным с этим технологическим ограничениям на конструкции плат, а также основным возможностям САПР Altium Designer в области топологического проектирования.	2

Перечень лабораторных работ.

Номер темы	Наименование лабораторного занятия	Кол. час
2.2	Лабораторная работа, посвященная работе в топологическом редакторе САПР Altium Designer и изучению способов навигации по проекту, созданию графических примитивов, копированию и перемещению объектов, передачи информации из топологических библиотек и электрической схемы.	4
2.3	Лабораторная работа, посвященная ознакомлению со стекком печатной платы, правилами его модификации, описанием конструкции платы в топологическом редакторе включая описание контура, описание типов отверстий в плате, типов проводников. Изучается также создание правил проектирования на основе как технологических ограничений производства, так и на основе требований к электрическим параметрам отдельных цепей и платы в целом. Изучаются особенности создания гибко-жестких плат и плат со встроенной электроникой.	4
2.4	Лабораторная работа, посвященная ознакомлению с процессом передачи данных об электрической схеме в топологический редактор, инструментах размещения элементов на различных сторонах платы, создания «комнат» и объединения элементов в группы, оценке качества размещения элементов на плате на основе учета тепловых, надежности, механических и электрических	4

	факторов.	
2.5	Лабораторная работа, посвященная ознакомлению с методами трассировки электрических связей между элементами. Изучаются режимы интерактивной трассировки, управление параметрами трассировки, трассировка дифференциальных пар и трассировка с контролем длины и параметров цепей.	4
2.6	Лабораторная работа, посвященная ознакомлению с возможностями, особенностями настройки режимов, достоинствами и недостатками режимов активной интерактивной и автоматической трассировок. Нюансы разработки стратегии трассировки.	4
2.7	Лабораторная работа, посвященная ознакомлению с инструментами и алгоритмами улучшения качества топологии печатной платы, заливке полигонами, управлению конструкцией термобарьеров, нанесению логотипов и штрих-кодов, проверке правильности и оценке качества финальной топологии проекта.	4

Раздел 3. Оформление конструкторской документации на печатную плату (8 час.)

Тема 3.1 Комплектность КД на печатную плату. Выпуск электрической схемы, перечня элементов и спецификации на плату. Электронные документы.

Тема 3.2 Выпуск чертежа платы и сборочного чертежа модуля в соответствии с требованиями ЕСКД, Подготовка информации для изготовления платы.

Перечень лабораторных работ.

Номер темы	Наименование лабораторного занятия	Кол. час
3.1	Лабораторная работа, посвященная инструментам настройки трансляторов и вывода электрической схемы, изучению надстройки к системе GOSTBOM и выпуска с ее помощью текстовых конструкторских документов. Изучаются вопросы создания электронных документов и организации взаимодействия САПР с системами PLM–PDM.	4
3.2	Лабораторная работа, посвященная изучению составной части САПР Altium Designer – пакета Draftsman и выпуска с его помощью комплекта чертежей на печатную плату и ее сборку в соответствии с требованиями ЕСКД.	4

Раздел 4. Проект «Разработка печатной платы» (16 час.)

Раздел, посвященный контролируемой самостоятельной работе по проектированию печатной платы исходя из заданной электрической схемы и конструктивных требований.

4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных кабинетов аудиторий, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория	лекции	компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, доступ к терминалам МИЭТ
Компьютерный класс	лабораторные работы (разделы 1, 2, 3) Выполнение проекта	компьютерный класс с установленным программным обеспечением Altium Designer v19

5. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Суходольский В.Ю. Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах (2-е издание) Учебное пособие. Издательство «БХВ-Петербург», 2015г. ISBN: 978-5-9775-3349-2.

2. Лопаткин А.В. Проектирование печатных плат в Altium Designer. Издательство «ДМК пресс», 2016г. ISBN: 978-5-97060-337-6.

3. Сабунин А.Е. Altium Designer новые решения в проектировании электронных устройств. Москва, СОЛОН-Пресс, 2009 г. ISBN 978-5-91359-064-0

4. Говард Джонсон, Мартин Грэхем. Конструирование высокоскоростных цифровых устройств. Начальный курс черной магии. Москва, Издательство Вильямс, 2006 г. ISBN 5-8459-0685-7

5. Сабунин А.В. Видеоуроки проектирование в Altium Designer. [Электронный ресурс] режим доступа: <https://www.youtube.com/user/SabuninAlexey>

6. Altium Designer Documentation. [Электронный ресурс] режим доступа: <https://www.altium.com/documentation/19.1/display/ADES/Altium+Designer+Documentation>

7. Медведев А.М. Технология производства печатных плат. Москва, Техносфера, 2005г. ISBN 5-94836-052-0

8. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. Москва, Техносфера, 2007г. ISBN 978-5-94836-131-4

9. Печатные платы. Справочник в двух книгах под редакцией Кумбза К.Ф. Москва. Техносфера. 2017 г.

10. Кондратьев Е.Н. Формирование текстовой документации в САПР Altium Журнал «современная электроника» №2 2019г.

11. ГОСТ 2.417-91 ЕСКД Платы печатные. Правила выполнения чертежей.

12. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

13. ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила оформления схем.

14. ГОСТ Р 53429-2009 Платы печатные. Основные параметры конструкции.

15. ГОСТ Р МЭК 61188-5-1-2012 Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение.

16. ГОСТ 2.051-2013 Электронные документы. Общие положения.

6. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется по факту выполнения проекта.

Слушатель считается аттестованным, если успешно выполнил проект по проектированию печатной платы, в котором:

- самостоятельно создал необходимые схемотехнические и топологические библиотечные элементы в соответствии с требованиями ЕСКД,
- разработал и скомпилировал электрическую схему устройства с заданными параметрами цепей,
- спроектировал топологию печатной платы, обеспечив заданные параметры цепей
- выпустил комплект конструкторских документов на печатную плату в соответствии с ЕСКД.

7. Составители программы

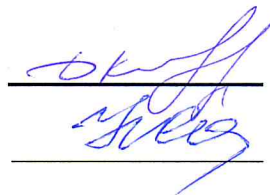
Старший преподаватель института МПСУ



А.Л.Желобаев

Согласовано.

Заместитель директора МПСУ по образовательной деятельности



Д.В. Калеев

Директор ДРОП

Н.Ю. Соколова