

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 30 » 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЯЧЕЕК ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств.**

Профиль/программа подготовки: **Проектирование и технология электронных средств.**

Уровень высшего образования: **Академический бакалавриат.**

Форма обучения: **Очная.**

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
5	5 / 180	18	18	117	(27) экзамен, КП
Итого	5 / 180	18	18	117	(27) экзамен, КП

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов базового представления, умений и навыков по процессу проектирования ячеек электронных средств и изучению возможностей САПР печатных плат.

Предметом дисциплины являются современные программные средства решения инженерных задач по проектированию ячеек электронных средств и приемы выполнения проектных задач.

Задачи дисциплины связаны с получением навыков работы в САПР печатных плат с точки зрения:

- анализа электрических схем и перечней элементов;
- создания пользовательских библиотек электронных компонентов;
- компоновки и трассировки;
- оформления конструкторской документации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Конструкторско-технологическое проектирование ячеек электронных средств» относится части, формируемой участниками образовательных отношений.

Пререквизиты дисциплины:

- "Инженерная и компьютерная графика";
- "Информационные технологии в проектировании электронных средств";
- "Математические основы информационных технологий проектирования электронных средств";
- "Теоретические основы электротехники";
- "Моделирование цепей и сигналов в электронике";
- "Компоненты электронных средств";
- "Практикум по САПР".

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-3	частичное	Знать: методы поиска, хранения, обработки и представления в требуемом формате информации. Уметь: решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации. Владеть: навыками обеспечения информационной безопасности.
ОПК-4	частичное	Знать: как использовать информационно-коммуникационные технологии для подготовки документации. Уметь: применять современные компьютерные технологии для подготовки конструкторско-технологической документации. Владеть: навыками подготовки конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации.
ОПК-6	частичное	Знать: методики поиска информации. Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации. Владеть: системным подходом для решения поставленных задач
ОПК-7	частичное	Знать: модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств. Уметь: использовать стандартные программные средства. Владеть: навыками компьютерного моделирования.

ПК-5	частичное	<p>Знать: библиотеки компонентов для САПР печатных плат.</p> <p>Уметь: анализировать листы описания электронных компонентов для их ввода в САПР печатных плат.</p> <p>Владеть: методами поиска информации по разработке печатной платы.</p>
ПК-6	частичное	<p>Знать: принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов.</p> <p>Уметь: использовать средства автоматизации проектирования.</p> <p>Владеть: навыками проектирования электронных приборов в соответствии с техническим заданием.</p>
ПК-7	частичное	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы конструирования ячеек электронных средств; - автоматизированные методы и средства конструирования печатных плат; - правила отрисовки условных графических обозначений (УГО) и схем электрических принципиальных в соответствии с ЕСКД; - типы корпусов электрорадиоэлементов (ЭРЭ) и правила их установки на печатные платы; - какие задачи решает система Altium Designer; - порядок проектирования печатных плат в этой системе. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработать конструкцию ячейки электронных средств; - создавать УГО ЭРЭ; - разрабатывать посадочные места ЭРЭ на печатной плате; - вводить и редактировать электрические схемы; - размещать ЭРЭ на печатных платах; - проводить ручную, интерактивную и автоматическую трассировку проводников; - производить контроль ошибок в схеме и на печатных платах; - уметь ставить и выполнять основные проектные задачи схемотехнического этапа проектирования электронных схем с использованием spice-моделей компонентов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельного проектирования ячеек электронных средств; - приемами работы в САПР печатных плат; - способами компоновки и трассировки печатных плат; - навыками моделирования работоспособности проекта; - навыками составления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД; - перспективными направлениями развития печатных плат и САПР печатных плат.
ПК-8	частичное	<p>Знать: стандарты ЕСКД.</p> <p>Умеет: использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации</p> <p>Владеть: навыками разработки технической документации в соответствии с стандартами, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение	5	1-2	2			13	1,0 / 50 %	
	Раздел I.								
2.1	Общие сведения о ячейках электронных средств.		3-4	2			13	1,0 / 50 %	
2.2	Элементы проводящего рисунка ячеек		5-6	2			13	1,0 / 50 %	Рейтинг-контроль №1
2.3	Проектирование печатного монтажа ячеек		7-8	2		4	13	2,0 / 33 %	
2.4	Печатные платы для цифровых схем		9-10	2			13	1,0 / 50 %	
	Раздел II.								
3.1	Знакомство с интерфейсом Altium Designer и создание библиотек		11-12	2		2	13	2,0 / 50 %	Рейтинг-контроль №2
3.2	Разработка электрических схем в Altium Designer		13-14	2		4	13	2,0 / 33 %	
3.3	Схемотехническое моделирование в Altium Designer		15-16	2		4	13	2,0 / 33 %	
3.4	Оформление документации с помощью Altium Designer	17-18	2		4	13	2,0 / 33 %	Рейтинг-контроль №3	
Наличие в дисциплине КПК/КР									+
Итого по дисциплине				18		18	117	14 / 38 %	экзамен (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

В в е д е н и е.

Раздел I. Теоретические основы конструкторско-технологического проектирования ячеек электронных средств

Лекция 1. Общие сведения о ячейках электронных средств.

История развития. Общие сведения и основные характеристики. Применяемые материалы. Классификация конструкций.

Лекция 2. Элементы проводящего рисунка ячеек.

Печатные проводники, переходные отверстия, контактные площадки, финишные покрытия, контактные покрытия, топология проводящего рисунка, паяльная маска. Методы увеличения плотности монтажа, изменение размеров и форм контактных площадок, уменьшение ширины про-

водников и зазоров, увеличение количества слоев печатных плат. Энергопотребление. Цепи питания, сопротивления цепей, токонесущая способность проводников. Элементы кондуктивного теплоотвода.

Лекция 3. Проектирование печатного монтажа ячеек.

Указания по конструированию проводящего рисунка. Особенности конструирования многослойных плат. Особенности установки поверхностно-монтируемых и навесных компонентов. Критерии качества компоновки. Требования к трассировке печатных проводников.

Лекция 4. Печатные платы для цифровых схем.

Быстродействие. Паразитные связи. Задержка сигналов, погонная емкость, волновое сопротивление. Полные сопротивления элементов цепи. Помехи в межсоединениях. Помехи по цепям управления и питания. Джиттер цифрового сигнала. Методы уменьшения помех. Анализ целостности сигналов в печатном монтаже.

Раздел II. Система автоматизированного проектирования печатных плат «Altium Designer»

Лекция 5. Знакомство с интерфейсом и создание библиотек.

Назначение и основные характеристики САПР Altium Designer. Управление проектом. Типовой маршрут проектирования печатной платы. Поиск компонентов в стандартных библиотеках. Создание библиотеки элементов. Виды библиотек. Копирование компонентов. Создание и редактирование условно-графического отображения (УГО) компонента. Общие сведения и основные настройки редактора компонентов. Редактирование библиотечного символа. Сохранение УГО в библиотеке. Компоненты со скрытыми выводами. Разработка посадочного места компонента (footprint). Разновидности корпусов. Способы формовки выводов и установки компонентов на платы. Создание посадочного места компонента вручную и с помощью «мастера». Редактирование и проверка посадочных мест. Сохранение посадочного места в библиотеку.

Лекция 6. Разработка электрических схем в Altium Designer.

Разработка электрических схем с помощью графического редактора. Подключение библиотек компонентов. Ввод и размещение компонентов на схеме. Электрические соединения выводов компонентов с помощью проводников, шин. Дифференциальные пары. Создание многолистовых и иерархических проектов. Верификация принципиальных схем. Редактирование объектов электрической схемы.

Лекция 7. Разработка печатных плат в САПР Altium Designer.

Создание посадочных мест компонентов. Передача информации о принципиальной схеме в редактор печатных плат. Проектирование печатных плат с помощью редактора PCB. Установка правил проектирования. Установка конфигурации слоев. Создание стилей переходных отверстий. Параметры элементов проводящего рисунка и зазоров. Поверхностный монтаж. Автоматическое размещение элементов на печатной плате. Создание контура печатной платы. Трассировка проводников. Интерактивная трассировка цепей печатных плат. Автоматическая трассировка проводников печатных плат. Верификация проекта печатной платы с помощью модуля Design Rule Checker.

Лекция 8. Схемотехническое моделирование в Altium Designer.

Источники сигналов. Подготовка схемы к моделированию. Аналого-цифровое моделирование. Проверка целостности сигналов и оценки перекрестных искажений с помощью модуля PCB Signal Integrity Analysis.

Лекция 9. Оформление документации с помощью Altium Designer.

Подготовка управляющей информации для изготовления печатной платы. Оформление конструкторской документации по стандартам ЕСКД. Особенности экспорта-импорта плат. Получение выходной документации.

З а к л ю ч е н и е.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Лабораторная работа 1. Разводка печатной платы «вручную». Создание библиотеки условных графических изображений и посадочных мест электрорадиоэлементов с помощью графического редактора Altium Designer.

Лабораторная работа 2. Создание схем электрических принципиальных в графическом редакторе Altium Designer. Именованые цепей. Настройка общих параметров проекта. Компиляция и верификация принципиальной схемы. Подготовка схемы к моделированию. Описание моделей элементов. Генерация списка соединений SPICE. Обработка результатов измерений. Определение необходимых ширины дорожек печатного рисунка.

Лабораторная работа 3. Создание заготовки чертежа печатной платы. Передача информации о принципиальной схеме в редактор печатных плат. Настройка проекта печатной платы. Определение стека слоев. Настройка правил проектирования. Автоматическая и ручная компоновка элементов на печатной плате. Автоматическая и ручная трассировка проводников. Межслойные переходы. Верификация проекта печатной платы. Простановка размеров.

Лабораторная работа 4. Посттопологическое моделирование. Обеспечение целостности сигнала на печатной плате. Оформление схемы электрической принципиальной и чертежа печатной платы по стандартам ЕСКД. Вывод на печать.

Отчеты по лабораторным работам индивидуальные и должны соответствовать требованиям стандартов ВЛГУ (имеются в библиотеке, вывешены в лаборатории).

Защита выполненных лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий; при выполнении очередной лабораторной работы допускается иметь не более одной незащищенной работы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Конструкторско-технологическое проектирование ячеек электронных средств» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения: интерактивные лекции (№№5,8) и компьютерные симуляции (№№6-7).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль проводится трижды за семестр согласно графику учебного процесса, рекомендованного учебно-методическим управлением. Он предполагает расчет суммарных баллов за активную работу на лекциях, практических занятиях и лабораторных работах. Текущий контроль знаний осуществляется на консультациях по курсу, по итогам защиты лабораторных работ, а также в периоды рейтинговых мероприятий. При выполнении студентом графика учебного процесса ему начисляется бонусный балл.

Вопросы для рейтинг-контроля, экзамена приведены ниже.

Тесты для рейтинг-контроля

1 рейтинг-контроль

1. При изготовлении печатных плат применяется:
 - а) гетинакс;
 - б) лакоткань;

- c) текстолит;
 - d) фторопласт.
2. В зависимости от количества слоев печатные платы подразделяются на:
- a) ОПП;
 - b) ДПП;
 - c) ППП;
 - d) МПП.
3. В зависимости от гибкости основания печатные платы подразделяются на:
- a) ГПП;
 - b) ТПП;
 - c) ЗПП;
 - d) ППП.
4. При удалении лишней меди с печатных плат применяется метод:
- a) травления;
 - b) фрезеровки;
 - c) гравировки;
 - d) формовки.
5. Соединение переходов печатной платы для получения контакта между ними называется:
- a) металлизацией;
 - b) спайкой;
 - c) перемычкой;
 - d) контактом.

2 рейтинг-контроль

6. При предварительной подготовке заготовки печатной платы применяется:
- a) зачистка;
 - b) обезжиривание;
 - c) формовка;
 - d) рихтовка.
7. Применение СМД компонентов приводит к:
- a) усложнению ПП;
 - b) упрощению ПП;
 - c) уменьшению размера ПП;
 - d) увеличению размера ПП.
8. Применение выводных компонентов приводит к:
- a) усложнению ПП;
 - b) упрощению ПП;
 - c) уменьшению размера ПП;
 - d) увеличению размера ПП.
9. Нанесение защитного покрытия на ПП производится:
- a) вручную;
 - b) с использованием лазерного принтера и утюга;
 - c) с использованием фоторезистов;
 - d) с помощью сканера.
10. Ширина дорожки печатной платы зависит от:
- a) напряжения;
 - b) тока;
 - c) частоты;
 - d) стабильности напряжения.
11. Конфигурация печатной платы зависит от:
- a) количества радиоэлементов;
 - b) наличия коммутационных элементов;
 - c) размеров радиоэлементов;
 - d) производителя радиоэлементов.

3 рейтинг-контроль

12. Толщина слоя фольги ПП:
 - a) не зависит от силы тока;
 - b) зависит от силы тока;
 - c) влияет на проводимость;
 - d) не влияет на проводимость.
13. Применение печатных плат позволяет:
 - a) улучшить экранирование;
 - b) увеличить быстродействие;
 - c) повысить помехозащищенность;
 - d) увеличить трудоемкость сборки.
14. Печатные платы:
 - a) легко поддаются ремонту;
 - b) тяжело поддаются ремонту;
 - c) влияют на эргономические свойства прибора;
 - d) не влияют на эргономические свойства прибора.
15. Печатные платы:
 - a) сложны в изготовлении;
 - b) просты в изготовлении;
 - c) боятся изгибов и механического воздействия;
 - d) не боятся изгибов и механического воздействия.
16. Для улучшения надежности и термостойкости ПП:
 - a) применяются специальные покрытия;
 - b) не применяются специальные покрытия;
 - c) применяется фторопласт;
 - d) не применяется фторопласт.
17. Для улучшения частотных характеристик ПП применяется:
 - a) фторопласт;
 - b) тегинакс;
 - c) текстолит;
 - d) стеклотекстолит.

Этапы курсового проектирования

- 1) Выбор электрической принципиальной схемы проектируемой ячейки электронных средств (1-2 неделя).
- 2) Выбор элементной базы, поиск описаний посадочных мест для компонентов (3-4 неделя).
- 3) Создание библиотеки УГО и посадочных мест компонентов (5-6 неделя).
- 4) Ввод схемы электрической принципиальной (7 неделя).
- 5) Моделирование схемы. Определение требуемой ширины дорожек (8-10 недели).
- 6) Размещение компонентов на поле печатной платы (11 неделя).
- 7) Трассировка печатного монтажа (12 неделя).
- 8) Анализ целостности сигналов печатной платы (13 неделя).
- 9) Оформление чертежей схем и плат по ЕСКД (14 неделя).
- 10) Оформление ПЗ (15-16 неделя).
- 11) Сдача ПЗ на проверку, получение и устранение замечаний, допуск к защите, защита (17-18 недели).

Задание на курсовой проект

1. Разработать следующие вопросы
 - 1.1. Введение.
 - 1.2. Анализ технического задания.
 - 1.3. Обоснование выбора элементной базы.

- 1.4. Пояснения к компоновке ячейки.
- 1.5. Обоснование выбора конструкции, материалов, покрытий.
- 1.6. Результаты моделирования. Определение ширины дорожек.
- 1.7. Расчеты.
- 1.8. Заключение.
2. Конструктивно разработать (вычертить)
 - 2.1. Схема электрическая принципиальная.
 - 2.2. Сборочный чертеж печатной платы.
 - 2.3. Чертеж печатной платы.
 - 2.4. Спецификация.
 - 2.5. Перечень элементов.

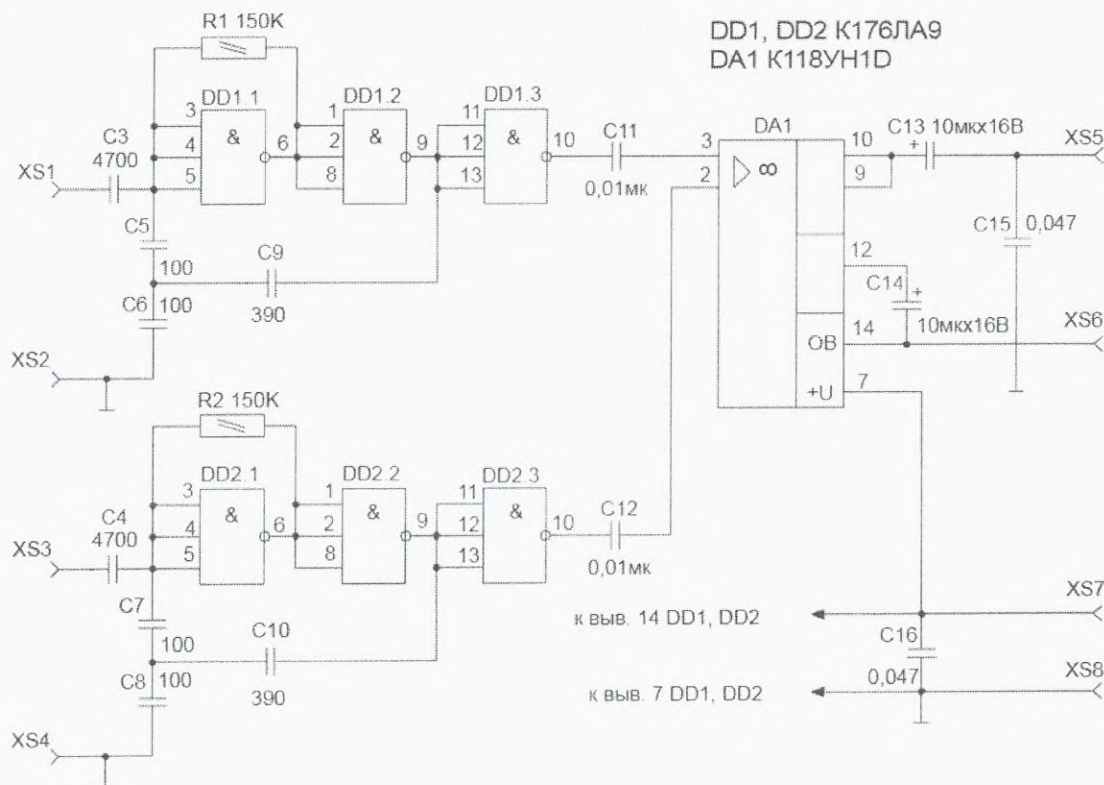
Темы курсовых проектов

1. Разработка конструкции ячейки блока управления теплицей.
2. Разработка конструкции ячейки поддержания освещенности в помещении.
3. Разработка конструкции ячейки управления инкубатором.
4. Разработка конструкции ячейки программатора контроллеров.
5. Разработка конструкции ячейки программатора микроконтроллеров PIC.
6. Разработка конструкции ячейки гетеродинного радиоприемника.
7. Разработка конструкции ячейки плеера MP3.
8. Разработка конструкции ячейки устройства подачи звонков.

Темы формируются исходя из решения конкретной практической задачи по разработке конструкторской документации на ячейку электронных средств. Принципиальное отличие тем друг от друга – объект разработки. В случае недостатка перечисленных выше тем добавляются аналогичные, но с другими объектами.

Пример варианта задания на курсовой проект

Разработать в САПР печатную плату и конструкторскую документацию к ней, согласно схемы электрической принципиальной:



Вопросы к экзамену

1. Ячейка электронных средств. Печатная плата.
2. Взаимосвязь схемы электрической принципиальной и печатной платы.
3. Применение печатных плат. Преимущества печатного монтажа
4. История развития печатных плат
5. Виды печатных плат
6. Основные конструктивные элементы печатных плат
7. Материалы основания печатных плат. Материалы, используемые при производстве печатных плат
8. Требования к проектированию печатного монтажа, трассировка, компоновка
9. Правила выполнения координатной сетки. Шаг сетки
10. Основные методы получения проводящего рисунка.
11. Типовая последовательность операций при производстве печатных плат
12. Основные тенденции схемотехники и элементной базы, с точки зрения развития производства печатных плат
13. Нормативные стандарты по разработке печатных плат
14. Последовательность этапов проектирования, конструирования и изготовления печатных плат
15. Основные размеры топологии. Параметры печатной платы.
16. Классы точности печатных плат.
17. Определение диаметров монтажных отверстий
18. Контактные площадки: форма, гарантированный поясок, определение диаметра
19. Конструкторские требования к топологии печатной платы для SMD монтажа
20. Толщина фольги и размеры топологии. Требования к проводникам. Ширина проводников
21. Правила конструирования печатного рисунка
22. Расчет элементов проводящего рисунка.
23. Электропроводность проводников. Сопротивление печатных проводников.
24. Сопротивление изоляции печатных плат: поверхностное и объемное. Факторы при эксплуатации, снижающие сопротивление изоляции.
25. Электрическая прочность изоляции. Пробивное напряжение печатных плат.
26. Емкость проводников. Погонная индуктивность проводников. Взаимная емкость параллельно расположенных проводников
27. Технологические допуски при изготовлении печатных узлов
28. Особенности конструирования посадочных мест для компонентов, монтируемых в отверстия. Выбор варианта установки компонентов, монтируемых в отверстия
29. Особенности размещения поверхностно-монтируемых компонентов. Допустимые расстояния между компонентами. Ориентация поверхностно-монтируемых компонентов для обеспечения качественной пайки.
30. Маркировка печатных плат. Глобальные и локальные реперные знаки
31. Размеры печатных плат
32. Толщина печатной платы
33. Деформация печатной платы
34. Требования по устойчивости печатных плат к климатическим воздействиям. Технологические требования к печатным платам
35. Покрытия элементов печатного монтажа. Способы нанесения металлических покрытий
36. Влияние условий эксплуатации на показатели печатных плат.
37. Анализ электрической принципиальной схемы перед началом проектирования печатного узла.
38. Наиболее распространенные корпуса микросхем и сборок.
39. Чип-резисторы и чип-конденсаторы: конструкции и посадочные места.
40. Полярные конденсаторы: корпуса, особенности установки на печатные платы.
41. Файл проекта. Создание проекта. Добавление в проект. Дерево проекта
42. Библиотеки (Libraries). Виды библиотек. Поиск информации по компонентам
43. Размещение компонентов. Создание схемы. Поворот компонента. Свойства компонента.

44. Создание пользовательского компонента: условное графическое обозначение
45. Создание пользовательского компонента: посадочное место
46. Размещение линий связи на схеме. Net Labels. Использование Net Labels
47. Размещение стандартных пассивных компонентов и разъемов. Замена условных графических обозначений на принятые в ГОСТ
48. Маркировка элементов на схеме. Автомаркировка.
49. Компиляция проекта. Матрица соединений
50. Разработка печатной платы. Факторы, повышающие себестоимость. Файл PCB. Мастер настройки печатной платы.
51. Связь схемы и печатной платы. Перенос информации их схемы в плату.
52. Стек слоев.
53. Компоновка печатной платы. Размещение компонентов, поворот, зеркальное отображение.
54. Правила проектирования (Rules)
55. PCB Inspector
56. Интерактивная трассировка переход на другой слой. Автотрассировка.
57. Изменение размеров печатной платы.
58. Изменение маркировки компонентов: текста, шрифта, расположения, Перенос вывода маркировки из слоя шелкографии в слой фольги. Внесение изменений в схему из файла платы.
59. Заливка полигоном.
60. Вывод чертежей: сборочного, печатной платы.

Самостоятельная работа студентов

Цель самостоятельной работы - формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала, подготовку к выполнению и защите лабораторных работ, подготовку к рейтинг-контролям. Основа самостоятельной работы - изучение рекомендуемой литературы, работа с конспектом лекций и в Интернете. Повышению эффективности самостоятельной работы способствуют систематические консультации.

Контроль освоения материала и выполнения самостоятельной работы проводится при допуске и защите лабораторных работ и на консультациях.

Вопросы для контроля самостоятельной работы студентов по отдельным разделам дисциплины

Раздел №1 [2;4;5]

1. Назначение и виды печатных плат: гибкие и жесткие, односторонние, двусторонние, многослойные, рельефные. Особенности многослойных печатных плат, их классификация. Классы точности печатных плат. Критерии выбора размеров элементов конструкции печатной схемы. Трассировка проводников.
2. Методы производства печатных плат: химический, электрохимический, аддитивный, комбинированный позитивный. Перспективное развитие аддитивной технологии. Выбор субтрактивных технологических методов в производстве печатных плат.
3. Современные методы производства печатных плат: фотоаддитивная технология, лазерные технологии, тентинг – метод, метод прямой металлизации. Методы изготовления гибких и гибко-жестких печатных плат.
4. Способы изготовления многослойных печатных плат: метод послойного наращивания, метод металлизации сквозных отверстий, метод попарного прессования, метод «ПАФОС», «microvia» - технология. Сравнительная характеристика этих методов.

5. Материалы для изготовления печатных плат: медная фольга, стеклотекстолит, полиимидные смолы, фольгированные материалы. Получение стеклотекстолита с введенным катализатором (аддитивная технология).
6. Метод сквозной металлизации. Механическая обработка: сверление отверстий, сверление прецизионных многослойных печатных плат, современные способы сверления. Возможные виды брака при сверлении.
7. Подготовка поверхности фольги: механические и химические способы обработки толстой и тонкомерной фольги. Подготовка слоев перед прессованием. Прессование.
8. Подготовка поверхности диэлектрика: механические и химические способы. Подтравливание диэлектрика. Механизм химического травления. Плазменное травление. Сравнительная характеристика этих методов. Возможные виды брака.
9. Способы создания защитного рельефа: офсетная печать, фотопечать, трафаретная печать. Фотопечать. Виды фоторезистов, их сравнительная характеристика. Экспонирование, проявление фоторезистов, снятие задубленного фоторезистов. Виды фотошаблонов.
10. Трафаретная печать. Трафаретные печатные формы, трафаретные краски, способы их сушки. Виды брака при формировании защитного рельефа.

Раздел №2 [1;3;6;7]

11. Назначение редакторов пакета Altium Designer. Этапы разработки электрорадиоаппаратуры
12. Создание УГО в Altium Designer. Изменение толщины линий, вращение выводов. Настройки стилей текста.
13. Редактирование стеков контактных площадок в Altium Designer.
14. Назначение слоев в Altium Designer, PCB.
15. Создание корпуса компонента Altium Designer.
16. Создание библиотеки компонентов, копирование компонентов между библиотеками, удаление корпусов, УГО, компонентов.
17. Типы компонентов. Многовентильные, неоднородные компоненты. Компоненты соединители цепей питания.
18. Создание компонентов в Altium Designer. Проверка правильности создания.
19. Создание схемы, задание имени цепи в Altium Designer. Создание шин. Проверка на ошибки
20. Основные настройки, загрузка списка цепей на печатную плату в Altium Designer. Создание новых слоев.
21. Создание печатной платы. Правила размещения элементов.
22. Задание и редактирование технологических правил проекта.
23. Основные настройки Shape Route.
24. Основные команды Do-файла системы SPECCTRA.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Лопаткин, А. Проектирование печатных плат в системе Altium Designer : учеб. пособие для практических занятий / Лопаткин А. - 2-е изд. , перераб. и доп. - Москва : ДМК Пресс, - 554 с. - ISBN 978-5-97060-509-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента"	2017		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970605097.html
2. Проектирование функциональных узлов и модулей радиоэлектронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — Санкт-Петербург : Лань. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-3200-4.	2021		https://e.lanbook.com/book/169279
3. Петров, М. Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем : учебное пособие / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. — Санкт-Петербург : Лань. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1075-0.	2021		https://e.lanbook.com/book/167848
Дополнительная литература			
4. Мылов, Г. В. Печатные платы : выбор базовых материалов / Мылов Г. В. - Москва : Горячая линия - Телеком. - 172 с. - ISBN 978-5-9912-0486-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента".	2016		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204866.htm
5. Панков, Л.Н. Основы проектирования электронных средств. / Л.Н. Панков, В.Р. Асланянц, Г.Ф. Долгов и др. – Владимир: ВлГУ, 2007. — 260 с. – ISBN 5-89368-735-3. (Библиотека ВлГУ: 621.396.6 У912)	2019	1	http://dspace.vv1.vlsu.ru/bitstream/123456789/1124/3/00537.pdf
6. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат [Электронный ресурс] / Мылов Г.В., Таганов А.И. - М. : Горячая линия - Телеком.	2014		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978591203678.html
7. PCAD 2002 и SPECCTRA. Разработка печатных плат [Электронный ресурс] / А.С. Уваров - М. : СОЛОН-ПРЕСС.	2008		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980031936.html

7.2. Периодические издания

8. Журнал «Приборостроение и средства автоматизации» (Библиотека ВлГУ).
9. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий» (Библиотека ВлГУ).
10. Журнал «Автоматизация. Современные технологии» (Библиотека ВлГУ).
11. Журнал «Автоматизация в промышленности» (Библиотека ВлГУ).

7.3. Интернет-ресурсы

12. <http://znanium.com/>.
13. <http://window.edu.ru/>.
14. <http://elibrary.ru/>.
15. <http://www.iprbookshop.ru/>.
16. <http://www.glossary.ru/>.
17. <http://e.lanbook.com/>.
18. <http://www.studentlibrary.ru/>.
19. Информационно-аналитический центр современной электроники (с подпиской на новости)
<http://www.sovel.org/>
20. Новостной и аналитический портал «Время электроники» (с подпиской на новости)
<http://www.russianelectronics.ru/leader-r/>
21. Федеральный портал: Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Образование в области техники и технологий.
http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах (330-3) со свободным доступом в Internet. Имеются электронные записи лекций (мультимедиа-презентации).

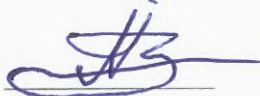
Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- Altium Designer;
- Компас-3D;
- SolidWorks;
- MS Office.

Рабочую программу составил доцент С.В. Шумарин



Рецензент: заместитель главного инженера
по подготовке производства – главный технолог
АО «Владимирский завод «Электроприбор», М.К. Зайцев



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ
Протокол № 1 от 30.08.2018 года

Заведующий кафедрой Л.Т. Сушкова



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления
11.03.03 – "Конструирование и технология электронных средств"
Протокол № 1 от 30.08.2018 года

Председатель комиссии Л.Т. Сушкова

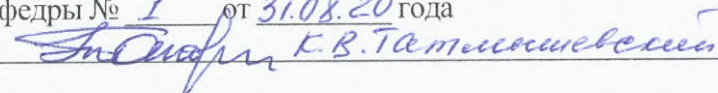


ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2020/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой



Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____