Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ Л.Д. Павлова
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств»

Квалификация выпускника
Специалист по электронным приборам и устройствам

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 3 года 10 месяцев

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк
2023

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 00:40:59 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– освоение обучающимися основ проектирования электронной аппаратуры на основе печатного монтажа.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение обучающимися правил разработки проектно-конструкторской документации печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок;

– освоение обучающимися навыков разработки печатных узлов электронных приборов и устройств.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по специальности

Учебная дисциплина входит в состав профессионального модуля ПМ.03 «Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа» профессионального цикла ООП по специальности 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Технология сборки, монтажа и демонтажа электронных приборов и устройств;

– Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств;

– Электронная техника;

– Цифровая схемотехника;

– Электрорадиоизмерения.

Учебная дисциплина дополняет умения и знания, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Производственная практика;

– Производственная практика;

– Защита дипломного проекта (работы);

– Проектная деятельность 4.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общие компетенции

– ОК 01.: Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

– ОК 02.: Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

– ОК 07.: Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

– ОК 09.: Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Профессиональные компетенции

– ПК 3.2.: Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности

– ПК 3.3.: Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.

Обучающийся должен быть готов к выполнению основных видов профессиональной деятельности:

– проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь, знать, иметь практический опыт:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Иметь практический опыт
ОК 01. ОК 02. ОК 07. ОК 09. ПК 3.2. ПК 3.3.	- определять порядок и этапы конструкторской документации; - конструировать сборочные единицы электронных приборов и устройств; - применять программное обеспечение для проведения технического обслуживания и эксплуатации различных видов электронных приборов и устройств; - разрабатывать проектно-конструкторскую и технологическую документацию	- требования ЕСКД и ЕСТД; - этапы разработки и жизненного цикла электронных приборов и устройств; - порядок и этапы разработки конструкторской документации; - типовые пакеты прикладных программ, применяемые при конструировании электронных приборов и устройств; - типовой технологический	- разработке структурных, функциональных электрических принципиальных схем на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству; - разработке проектно-конструкторской документации печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности.

	электронных приборов и устройств; - составлять электрические схемы и расчеты параметров электронных приборов и устройств; - проектировать электронные приборы и устройства с использованием прикладных программ сквозного автоматизированного проектирования.	процесс и его составляющие; - основы проектирования технологического процесса; - технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок.	

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебная деятельность обучающихся предусматривает учебные занятия (лекция, практическое занятие, лабораторное занятие, консультация), самостоятельную работу, а также другие виды учебной деятельности, определенные учебным планом и календарным планом воспитательной работы.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	***ИТОГО***	***8 семестр***
Форма промежуточной аттестации		*экзамен*
Трудоёмкость, *академ. час.*	***216***	*216*
Лекции, *академ. час.*	***44***	*44*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***44***	*44*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***88***	*88*

в форме практической подготовки	***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*	***1***	*1*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***33***	*33*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***6***	*6*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основы процесса конструирования;

Тема 1.1 Конструирование как часть проектирования (основные термины и определения, технические требования, технические задания);

Тема 1.2 Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации (содержание основных этапов, номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на различных этапах конструирования);

Раздел 2 Классификационные группы стандартов в ЕСКД;

Тема 2.1 Классификационные группы стандартов в ЕСКД (содержание стандартов в группе, порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку);

Тема 2.2 Конструкционные системы электронных систем (параметры конструкционных систем и уровни их разукрупнения);

Раздел 3 Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов;

Тема 3.1 Графические и текстовые конструкторские документы (перечень документов, правила оформления структурных и электрических принципиальных схем (Э1иЭ3), требования к оформлению Перечня элементов (ПЭ3),
правила оформления чертежей деталей: односторонней и

двухсторонней печатных плат (ОПП и ДПП), допуски, шероховатость поверхности, другие данные, необходимые для их изготовления и контроля, требования к оформлению спецификации к сборочному чертежу, разработка технических требований к чертежам печатных плат, заполнение основной надписи чертежа, правила оформления сборочных чертежей на печатную плату);

Тема 3.2 Правила оформления конструкторской документации на микросборки (требования предъявляемые к оформления конструкторской документации на микросборки);

Раздел 4 Автоматизированные методы разработки конструкторской документации;

Тема 4.1 Конструкторская документация (комплектность конструкторских документов, текстовые документы, обозначения документов, основная надпись, правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц, чертежи изделий с электромонтажом, правила оформления чертежей на печатную плату, правила оформления сборочных чертежей на печатную плату, технические требования на печатную плату, примеры САПР печатных плат);

Тема 4.2 Графический редактор AUTOCAD (назначение программы AUTOCAD, общие сведения о программе, запуск программы, главное меню, экранное меню, файловые операции, редактирование элементов чертежа, стирание объектов, частичное удаление объектов, перемещение объектов, копирование объектов, вращение объектов, зеркальное отображение объектов, масштабирование элементов чертежа, отсечение графических объектов, удлинение графических объектов, деление объекта на части, сопряжение объектов, вставка блока форматки чертежа);

Тема 4.3 Редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD (правила заполнения основной надписи чертежа, схемы электрические принципиальные, редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD);

Тема 4.4 Чертежи печатных плат (изображение топологии в слое TOP, изображение топологии в слое BOTTOM, нанесение координатной сетки, проставление размеров на чертеже: линейные размеры, угловые размеры, размеры радиусов, диаметров, рисование размерных выносок, редактирование размерного текста, подготовка чертежа для печати, импортирование разработка чертежей);

Раздел 5 Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов;

Тема 5.1 Проектирование ЭПиУ с учетом воздействия окружающей среды (актуальность разработок электронных устройств с печатным монтажом, задачи, стоящие перед разработчиком, этапы разработки конструкций узлов на печатной плате, анализ электрических принципиальных схем, информация, необходимая на стадии

проектирования, окружающая среда и её воздействующие факторы, климат, климатические зоны, условия эксплуатации ЭПиУ, основные группы воздействующих факторов: климатические факторы, биологические факторы, термические факторы, воздействие влаги, песка, пыли, солнечной радиации на работу ЭПиУ, воздействие биологических факторов, воздействие температуры на работу ЭПиУ, защита ЭПиУ от влаги, пыли, солнечной радиации. теплообмен, тепловой режим ЭПиУ, конструктивные методы обеспечения теплового режима ЭПиУ, способы охлаждения, защита ЭПиУ от тепловых воздействий, теплообмен рельефных поверхностей, тепловые и вихревые трубки, принцип работы тепловых и вихревых трубок);

Тема 5.2 Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий (общая характеристика механических воздействий, влияние механических воздействий на работу электронных приборов и устройств, конструкции ЭПиУ и их расчётные модели, определение динамических характеристик элементов электронной аппаратуры, расчет элементов ЭПиУ на собственную частоту вибрации, расчет частоты свободных колебаний функциональных узлов, конструктивные способы защиты ЭПиУ от воздействия вибраций, методы повышения жёсткости конструкции, влияние способов крепления, площади и толщины плат на собственную частоту колебаний, системы активной защиты ЭПиУ от вибраций);

Тема 5.3 Принципы компоновки изделий электронной техники (общие вопросы компоновки, требования, предъявляемые к компоновочным работам, этапы разработки конструкции узлов, собранных на печатной плате. информация, необходимая на этапе компоновки, виды компоновочных работ: аналитическая компоновка, графоаналитическая компоновка, машинная компоновка, компоновочные характеристики устройства, собранного на печатной плате, последовательность разработки конструкции ЭПиУ на основе печатного монтажа, расчет геометрических размеров коммутационных оснований, определение установочных характеристик радиоэлементов, расчет конструктивных показателей электронного устройства);

Раздел 6 Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат;

Тема 6.1 Знакомство с программой (знакомство с программой, открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы);

Тема 6.2 Работа с программой TinyCAD (настройка рабочего поля, создание шаблона, рисование линий, дуг и окружностей, нанесение выводов элементов и текстов, нумерация и перенумерация выводов, приемы корректировки изображения: выбор объектов, перемещение, копирование, удаление, изменение графики, изменение графики дуг и окружностей, разработка УГО конденсатора, резистора,

диода, транзистора, катушки, разработка УГО элементов коммутации: контакты, соединители (наборные и неделимые), разработка УГО микросхем);

Тема 6.3 Работа с программой KiCAD (настройка рабочего поля, создание шаблона, структура печатной платы (ПП и МПП), отверстия и контактные площадки: система обозначений, металлизированные отверстия, монтажные отверстия, плоские КП, отверстия для МПП, разработка посадочных мест компонентов, имена посадочных мест, подготовка библиотеки, запись и перезапись элемента в библиотеку, создание ТКМ (технологического коммутационного места) простейших компонентов, запись соответствия выводов, запись дополнительной информации, разработка больших библиотек, имена компонентов, типы, номиналы, особые ТКМ: с крепежными отверстиями и с «круглыми» посадочными местами, разработка ТКМ микросхем, символы и посадочные места (разработка с использованием мастера подсказки), установка соответствия выводов, микросхемы с разнородными логическими частями, элементы коммутации: контакты для подключения и контрольные, гнезда и соединители);

Тема 6.4 Работа с программой AutoCAD (настройка рабочего поля, создание шаблона, установка библиотек и просмотр библиотек, рисование схемы и работа со схемой, перемещение, повороты, развороты, изменение графики, работа с цепями: подвижка, деформация, удаление, введение и удаление точек соединения цепей, параметры цепей, сопроводительные тексты в электрических схемах, введение и их изменение, разработка сложных схем (с микросхемами), разрывы цепей, введение конструктивных параметров: общие параметры, классы цепей и их параметры, параметры отдельных цепей, проверка схемы и подготовка для передачи на конструирование печатной платы, деление схемы, поиск элементов на схеме, информация о цепях, создание архивной библиотеки, создание файла перечня цепей, разработка форматки и запись её в программу, оформление схемы в соответствии с ЕСКД);

Тема 6.5 Работа с программой конструирования печатных плат (настройка рабочего поля, создание шаблона, определение стека слоев, ручное конструирование печатных плат, установка и использование библиотек, разработка новых посадочных мест, компоновка компонентов на поле платы, ручная трассировка, замена посадочных мест и ТКМ, контур платы, окна и отверстия в плате, области запрета, трассировка проводников, установка и корректировка параметров цепей и платы, полуавтоматическая трассировка, работа с проектом, приёмы корректировки, контроль платы и исправление ошибок, экраны, массивы и экранные слои, создание, установка конструктивных параметров, окна в массивах. подключение цепей к массивам, корректировка массивов, русскоязычные и прочие надписи на печатных платах, автоматическая

трассировка при помощи приложения ShapeRoute, настройка и возможные варианты применения, автотрассировка в пакетном режиме);

Раздел 7 Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа;

Тема 7.1 Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств (факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности);

Тема 7.2 Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам (методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам: технологическим, топологическим , механическим, электрическим и эксплуатационным характеристикам, стандарты антикоррупционного поведения);

Раздел 8 Методы изготовления печатных плат;

Тема 8.1 Классификация методов изготовления печатных плат (введение, актуальность применения печатных плат в производстве электронных устройств, субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат, особенности субтрактивной и аддитивной технологий, материалы для изготовления печатных ОПП, ДПП, МПП и ГПП, требования к материалам печатных плат, современные материалы для изготовления печатных плат);

Тема 8.2 Односторонние печатные платы (преимущества ОПП, способы получения ОПП, классификация ОПП, химические методы изготовления ОПП, технологические процессы изготовления ОПП);

Тема 8.3 Двусторонние печатные платы (классификация ДПП, в зависимости от материала основания, комбинированные методы получения ДПП, технологические процессы изготовления ДПП комбинированным методом, тентинг-метод, особенности данной технологии, получение ДПП методом фрезерования);

Тема 8.4 Полуаддитивный метод (классификация полуаддитивной технологии изготовления ДПП, технологические процессы изготовления печатных плат полуаддитивными методами);

Тема 8.5 Аддитивные методы получения печатных плат (особенности изготовления печатных плат аддитивным методом, достоинства и недостатки, классификация методов изготовления ДПП по аддитивной технологии, технология получения печатных плат аддитивными методами, метод фотоформирования, ДПП на термопластичном основании, на металлическом основании);

Тема 8.6 Многослойные печатные платы (МПП общего применения на фольгированном диэлектрике, метод металлизации сквозных отверстий, метод попарного прессования, открытых контактных площадок, выступающих выводов и послойного наращивания, прецизионные МПП, изготовлении МПП методом ПАФОС, МПП для поверхностного монтажа);

Тема 8.7 Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы (технология изготовления гибких ОПП, ДПП на гибком фольгированном основании, ДПП на гибком нефольгированном основании, полиимидные ДПП, последовательность изготовления ДПП на полиимидной пленке, МПП на гибко-жестком основании, гибкие печатные кабели, технологические процессы изготовления ГПК);

Тема 8.8 Технологическая документация (маршрутные и операционные карты, основные понятия, оформление);

Раздел 9 Технологические процессы производства гибридных интегральных схем;

Тема 9.1 Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС (тонкопленочные гибридные микросхемы (ГИС) и микросборки (МСБ), элементная база ГИС и МСБ, термины и определения, технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС, материалы подложек, требования к материалам подложек, подготовка подложек перед нанесением тонких пленок, материалы проводников и контактных площадок, требования к материалам проводников и контактных площадок, способы нанесения тонких пленок: термическое испарение в вакууме, тонное испарение, катодное распыление, ионно-плазменное распыление, реактивное ионное распыление);

Тема 9.2 Способы получения рельефа тонких пленок (получение рельефа тонких пленок методом свободной маски, способы получения свободной маски фотохимическим фрезерованием и электрохимическим наращиванием, получение рельефа тонких пленок метод контактной маски, прямой метод использования контактной маски, косвенный метод использования контактной маски, метод селективного травления, фотолитография, основные этапы процесса фотолитографии, разрешающая способность процесса фотолитографии, фоторезисты и их свойства, подготовка пластин к нанесению фотослоя, фотошаблоны, совмещение фотошаблона, знаки совмещения, экспонирование, проявление и термообработка фотомаски, метод двойной фотолитографии, получение рельефа тонких пленок методом электронно-лучевого фрезерования, электронолитографией, электронно-лучевым разложением);

Тема 9.3 Тонкопленочные резисторы и тонкопленочные конденсаторы (тонкопленочные резисторы, материалы резистивных пленок, требования к материалам резистивных пленок, расчет тонкопленочных резисторов. понятие о коэффициенте формы резистора, тонкопленочные конденсаторы, материалы тонкопленочных конденсаторов, материалы диэлектрика, требования к материалам диэлектрика, топология тонкопленочного конденсатора, методика расчета тонкопленочных конденсаторов, топология тонкопленочных

микросборок, технологические ограничения при проектировании микросборок);

Тема 9.4 Толстопленочные ГИС (платы толстопленочных ГИС, требования к материалам подложек толстопленочных ГИС, пасты для толстопленочных ГИС, Проводящие и резистивные пасты, требования, предъявляемые к пастам, основные технологические операции изготовление толстопленочных ГИС, схема технологического процесса изготовления толстопленочных ГИС, способы нанесения толстых пленок, термообработка паст, подгонка номиналов пленочных элементов, групповые методы подгонки номиналов элементов толстопленочной ГИС, метод лазерной подгонки, расчет топологии толстопленочных резисторов, расчет топологии толстопленочных конденсаторов);

Раздел 10 Технология производства полупроводниковых микросхем;

Тема 10.1 Введение в технологию полупроводниковых микросхем, получение биполярных структур (элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах, планарно-эпитаксиальный транзистор, последовательность технологического процесса изготовления транзистора, эпитаксиальные резисторы и интегральные конденсаторы, МДП конденсаторы);

Тема 10.2 Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС (изоляция обратно-смещенным p-n переходом, схема технологического процесса получения планарно-эпитаксиального транзистора, изоляция диэлектриком, изоляция поликристаллическим кремнием. изоляция воздушным зазором, комбинированная изоляция (Изопланар – I, Изопланар – II), полипланарная и эпипланарная технологии изоляции элементов ИМС, полная изоляция в микросхемах);

Тема 10.3 Маршрут изготовления пластин кремния (шлифование и полировка пластин, особенности и виды шлифования, абразивные материалы для шлифования, способы крепление пластин при шлифовании, оборудование для шлифовки пластин, полировка пластин, механическая и химическая полировка пластин, полуавтомат полировки пластин, формирование фасок, назначение данной операции, получение фасок профильным алмазным кругом, ориентация слитков полупроводниковых материалов по различным плоскостям, способы разметки, ориентирования и резки заготовок и слитков полупроводниковых материалов, оборудование для ориентации слитков по кристаллографическим осям и плоскостям).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической

			подготовки
Раздел 1.	Основы процесса конструирования	2	
Раздел 2.	Классификационные группы стандартов в ЕСКД	2	
Раздел 3.	Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов	4	
Раздел 4.	Конструкторская документация	4	
Раздел 5.	Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов	6	
Раздел 6.	Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат	6	
Раздел 7.	Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	2	
Раздел 8.	Методы изготовления печатных плат	6	
Раздел 9.	Технологические процессы производства гибридных интегральных схем	8	
Раздел 10.	Технология производства полупроводниковых микросхем	4	
Итого:		**44**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 5.	Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы	2	
Раздел 5.	Определение установочных характеристик радиоэлементов	2	
Раздел 5.	Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства	2	
Раздел 5.	Расчет конструктивных	2	

	показателей электронного устройства		
Раздел 5.	Определение собственной частоты вибрации печатной платы	2	
Раздел 5.	Расчет динамических характеристик радиоэлементов при различных способах установки на плату	2	
Раздел 6.	Настройка параметров конфигурации и среды проектирования	2	
Раздел 6.	Изучение команд графического редактора	2	
Раздел 6.	Создание условного графического обозначения логического элемента «И-НЕ», «2И-НЕ»	2	
Раздел 6.	Создание условного графического обозначения транзисторов, резисторов, диодов, катушек индуктивности	2	
Раздел 6.	Создание условного графического обозначения элементов питания, разъемов входных и выходных цепей	2	
Раздел 6.	Создание библиотеки элементов принципиальной схемы	2	
Раздел 6.	Создание базы данных УГО элементов электронного устройства по индивидуальному заданию	2	
Раздел 6.	Задание среды проектирования. Изучение команд графического редактора принципиальных схем	2	
Раздел 6.	Построение форматки чертежа	2	
Раздел 6.	Размещение объектов на поле чертежа	2	
Раздел 6.	Ввод электрических соединений и линий групповой связи	2	
Раздел 6.	Редактирование принципиальной схемы и	2	

	позиционных обозначений. Вывод схемы на печать		
Раздел 6.	Создание электрической принципиальной схемы по индивидуальному заданию	2	
Раздел 6.	Упаковка схемы на печатную плату. Разработка компоновочного эскиза	2	
Раздел 6.	Изучение правил трассировки печатных плат. Создание стратегии трассировки	2	
Раздел 6.	Разработка топологии печатной платы по индивидуальному заданию	2	
Раздел 7.	Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности	2	
Раздел 8.	Изучение свойств материалов для изготовления ОПП, ДПП, МПП и ГПП	2	
Раздел 8.	Изучение технологического процесса изготовления ОПП на гибком и жестком фольгированном основании	2	
Раздел 8.	Изучение маршрутной карты технологического процесса изготовления ОПП на жестком и гибком нефольгированном основании	2	
Раздел 8.	Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком и гибком фольгированном основании	2	
Раздел 8.	Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком и гибком нефольгированном основании	2	
Раздел 8.	Изучение технологического процесса изготовления МПП методом металлизации	2	

	сквозных отверстий и попарного прессования		
Раздел 8.	Изучение технологического процесса изготовления МПП методом послойного наращивания	2	
Раздел 8.	Изучение технологического процесса изготовления МПП методом открытых контактных площадок	2	
Раздел 8.	Изучение технологического процесса изготовления МПП методом выступающих выводов	2	
Раздел 8.	Изучение технологии изготовления гибких МПП и ГПК	2	
Раздел 9.	Выбор материала резистивной пленки	2	
Раздел 9.	Определение полной относительной погрешности изготовления тонкопленочного резистора	2	
Раздел 9.	Проектирование топологии резистора, конденсатора	2	
Раздел 10.	Изучение технологии получения биполярных структур	2	
Раздел 10.	Изучение способов изоляция в полупроводниковых микросхемах	2	
Раздел 10.	Изучение изоляции КНС и КНШ	2	
Раздел 10.	Этапы изготовления пластин кремния	2	
Раздел 10.	Изучение технологического процесса полировки и шлифовки пластин	2	
Раздел 10.	Способы ориентации слитков	2	
Раздел 10.	Изучение технологии резки слитков кремния на пластины	2	
Раздел 10.	Контроль толщины пластины	2	

Итого:	**88**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 4.	Команды оформления чертежа	4	
Раздел 4.	Создание пассивных элементов схемы	2	
Раздел 4.	Создание активных элементов схемы	2	
Раздел 4.	Создание цифровых и аналоговых микросхем	2	
Раздел 4.	Создание чертежа принципиальной схемы	4	
Раздел 4.	Проектирование топологии платы в слое TOP	4	
Раздел 4.	Проектирование топологии платы в слое BOT	4	
Раздел 4.	Разработка чертежа печатной платы	4	
Раздел 4.	Разработка сборочного чертежа печатной платы	4	
Раздел 4.	Импортирование топологии печатной платы из других программ	2	
Раздел 6.	Создание посадочного места для микросхемы	6	
Раздел 6.	Создание упаковочной информации	6	
Итого:		**44**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической**

			подготовки
Раздел 1.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала.	3	
Раздел 2.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала.	3	
Раздел 3.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала.	3	
Раздел 4.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала; 4. Подготовка к лабораторной работе.	4	
Раздел 5.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала; 4. Подготовка к практическому занятию.	3	
Раздел 6.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию.	4	

Раздел 7.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала; 4. Подготовка к практическому занятию.	3	
Раздел 8.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала; 4. Подготовка к практическому занятию.	3	
Раздел 9.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала; 4. Подготовка к практическому занятию.	3	
Раздел 10.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала; 4. Подготовка к практическому занятию.	4	
	Консультации	1	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	6	
Итого:		**40**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература:

1 Сергеев, Е. Ю. Технология производства печатных и электронных средств информации : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. Ю. Сергеев. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 227 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10856-9. – URL: https://urait.ru/bcode/474856 (дата обращения: 03.05.2023);

2 Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 382 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10366-3. – URL: https://urait.ru/bcode/475662 (дата обращения: 03.05.2023);

3 Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 421 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10368-7. – URL: https://urait.ru/bcode/475663 (дата обращения: 03.05.2023).

б) дополнительная литература:

1 Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. А. Миленина ; под редакцией Н. К. Миленина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 270 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-06085-0. – URL: https://urait.ru/bcode/472059 (дата обращения: 03.05.2023);

2 Основы радиоэлектроники : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. Ю. Застела [и др.] ; под общей редакцией М. Ю. Застела. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 495 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10313-7. – URL: https://urait.ru/bcode/475599 (дата обращения: 03.05.2023);

3 Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 250 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-11052-4. – URL: https://urait.ru/bcode/475196 (дата обращения: 03.05.2023).

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 –]. – URL: http://rusneb.ru. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– AutoCAD;
– Mathcad;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows.

д) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории для проведения занятий всех видов, предусмотренных учебным планом, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы,

мастерские и лаборатории, оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения и материалами, учитывающими требования международных стандартов, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Для проведения занятий лекционного типа (лекций) предусмотрена аудитория, оборудованная компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором, учебной доской; для проведения практических занятий предусмотрены: кабинет «Информатики», оборудованный учебной доской, компьютерной техникой, экраном, мультимедийным проектором и оснащенный плакатами, наглядными пособиями, оснащенная учебной мебелью; для проведения лабораторных работ предусмотрены: лаборатория «Электронной техники», оборудованная учебной доской, компьютерной техникой, экраном, мультимедийным проектором, оснащенная контрольно-измерительными приборами, лабораторными стендами и комбинированными устройствами, учебной мебелью.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС СПО по направлению подготовки (специальности) 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств».

Составитель(и):

доцент Поползин Иван Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры электротехники, электропривода и промышленной электроники.

Приложение

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа»

по направлению подготовки (специальности)
11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств»
форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– освоение обучающимися основ проектирования электронной аппаратуры на основе печатного монтажа.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение обучающимися правил разработки проектно-конструкторской документации печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок;
– освоение обучающимися навыков разработки печатных узлов электронных приборов и устройств.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина входит в состав профессионального модуля ПМ.03 «Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа» профессионального цикла ООП по специальности 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Технология сборки, монтажа и демонтажа электронных приборов и устройств;
– Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств;
– Электронная техника;
– Цифровая схемотехника;
– Электрорадиоизмерения.

Учебная дисциплина дополняет умения и знания, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Производственная практика;
– Производственная практика;
– Защита дипломного проекта (работы);
– Проектная деятельность 4.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общие компетенции

– ОК 01.: Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

– ОК 02.: Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

– ОК 07.: Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

– ОК 09.: Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Профессиональные компетенции

– ПК 3.2.: Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности

– ПК 3.3.: Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.

Обучающийся должен быть готов к выполнению основных видов профессиональной деятельности:

– проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь, знать, иметь практический опыт:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Иметь практический опыт
ОК 01. ОК 02. ОК 07. ОК 09. ПК 3.2. ПК 3.3.	- определять порядок и этапы конструкторской документации; - конструировать сборочные единицы электронных приборов и устройств; - применять программное обеспечение для проведения технического обслуживания и эксплуатации	- требования ЕСКД и ЕСТД; - этапы разработки и жизненного цикла электронных приборов и устройств; - порядок и этапы разработки конструкторской документации; - типовые пакеты прикладных	- разработке структурных, функциональных электрических принципиальных схем на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству; - разработке проектно-

	различных видов электронных приборов и устройств; - разрабатывать проектно-конструкторскую и технологическую документацию электронных приборов и устройств; - составлять электрические схемы и расчеты параметров электронных приборов и устройств; - проектировать электронные приборы и устройства с использованием прикладных программ сквозного автоматизированного проектирования.	программ, применяемые при конструировании электронных приборов и устройств; - типовой технологический процесс и его составляющие; - основы проектирования технологического процесса; - технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок.	конструкторской документации печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	***ИТОГО***	***8 семестр***
Форма промежуточной аттестации		*экзамен*
Трудоёмкость, *академ. час.*	***216***	*216*
Лекции, *академ. час.*	***44***	*44*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***44***	*44*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***88***	*88*

в форме практической подготовки	***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*	***1***	*1*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***33***	*33*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***6***	*6*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Основы процесса конструирования;

Тема 1.1 Конструирование как часть проектирования (основные термины и определения, технические требования, технические задания);

Тема 1.2 Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации (содержание основных этапов, номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на различных этапах конструирования);

Раздел 2 Классификационные группы стандартов в ЕСКД;

Тема 2.1 Классификационные группы стандартов в ЕСКД (содержание стандартов в группе, порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку);

Тема 2.2 Конструкционные системы электронных систем (параметры конструкционных систем и уровни их разукрупнения);

Раздел 3 Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов;

Тема 3.1 Графические и текстовые конструкторские документы (перечень документов, правила оформления структурных и электрических принципиальных схем (Э1иЭ3), требования к оформлению Перечня элементов (ПЭ3),

правила оформления чертежей деталей: односторонней и двухсторонней печатных плат (ОПП и ДПП), допуски, шероховатость поверхности, другие данные, необходимые для их изготовления и контроля, требования к оформлению спецификации к сборочному чертежу, разработка технических требований к чертежам печатных плат, заполнение основной надписи чертежа, правила оформления сборочных чертежей на печатную плату);

Тема 3.2 Правила оформления конструкторской документации на микросборки (требования предъявляемые к оформления конструкторской документации на микросборки);

Раздел 4 Автоматизированные методы разработки конструкторской документации;

Тема 4.1 Конструкторская документация (комплектность конструкторских документов, текстовые документы, обозначения документов, основная надпись, правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц, чертежи изделий с электромонтажом, правила оформления чертежей на печатную плату, правила оформления сборочных чертежей на печатную плату, технические требования на печатную плату, примеры САПР печатных плат);

Тема 4.2 Графический редактор AUTOCAD (назначение программы AUTOCAD, общие сведения о программе, запуск программы, главное меню, экранное меню, файловые операции, редактирование элементов чертежа, стирание объектов, частичное удаление объектов, перемещение объектов, копирование объектов, вращение объектов, зеркальное отображение объектов, масштабирование элементов чертежа, отсечение графических объектов, удлинение графических объектов, деление объекта на части, сопряжение объектов, вставка блока форматки чертежа);

Тема 4.3 Редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD (правила заполнения основной надписи чертежа, схемы электрические принципиальные, редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD);

Тема 4.4 Чертежи печатных плат (изображение топологии в слое TOP, изображение топологии в слое BOTTOM, нанесение координатной сетки, проставление размеров на чертеже: линейные размеры, угловые размеры, размеры радиусов, диаметров, рисование размерных выносок, редактирование размерного текста, подготовка чертежа для печати, импортирование разработка чертежей);

Раздел 5 Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов;

Тема 5.1 Проектирование ЭПиУ с учетом воздействия окружающей среды (актуальность разработок электронных устройств с печатным монтажом, задачи, стоящие перед разработчиком, этапы разработки конструкций узлов на печатной плате, анализ электрических

принципиальных схем, информация, необходимая на стадии проектирования, окружающая среда и её воздействующие факторы, климат, климатические зоны, условия эксплуатации ЭПиУ, основные группы воздействующих факторов: климатические факторы, биологические факторы, термические факторы, воздействие влаги, песка, пыли, солнечной радиации на работу ЭПиУ, воздействие биологических факторов, воздействие температуры на работу ЭПиУ, защита ЭПиУ от влаги, пыли, солнечной радиации. теплообмен, тепловой режим ЭПиУ, конструктивные методы обеспечения теплового режима ЭПиУ, способы охлаждения, защита ЭПиУ от тепловых воздействий, теплообмен рельефных поверхностей, тепловые и вихревые трубки, принцип работы тепловых и вихревых трубок);

Тема 5.2 Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий (общая характеристика механических воздействий, влияние механических воздействий на работу электронных приборов и устройств, конструкции ЭПиУ и их расчётные модели, определение динамических характеристик элементов электронной аппаратуры, расчет элементов ЭПиУ на собственную частоту вибрации, расчет частоты свободных колебаний функциональных узлов, конструктивные способы защиты ЭПиУ от воздействия вибраций, методы повышения жёсткости конструкции, влияние способов крепления, площади и толщины плат на собственную частоту колебаний, системы активной защиты ЭПиУ от вибраций);

Тема 5.3 Принципы компоновки изделий электронной техники (общие вопросы компоновки, требования, предъявляемые к компоновочным работам, этапы разработки конструкции узлов, собранных на печатной плате. информация, необходимая на этапе компоновки, виды компоновочных работ: аналитическая компоновка, графоаналитическая компоновка, машинная компоновка, компоновочные характеристики устройства, собранного на печатной плате, последовательность разработки конструкции ЭПиУ на основе печатного монтажа, расчет геометрических размеров коммутационных оснований, определение установочных характеристик радиоэлементов, расчет конструктивных показателей электронного устройства);

Раздел 6 Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат;

Тема 6.1 Знакомство с программой (знакомство с программой, открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы);

Тема 6.2 Работа с программой TinyCAD (настройка рабочего поля, создание шаблона, рисование линий, дуг и окружностей, нанесение выводов элементов и текстов, нумерация и перенумерация выводов, приемы корректировки изображения: выбор объектов, перемещение, копирование, удаление, изменение графики, изменение

графики дуг и окружностей, разработка УГО конденсатора, резистора, диода, транзистора, катушки, разработка УГО элементов коммутации: контакты, соединители (наборные и неделимые), разработка УГО микросхем);

Тема 6.3 Работа с программой KiCAD (настройка рабочего поля, создание шаблона, структура печатной платы (ПП и МПП), отверстия и контактные площадки: система обозначений, металлизированные отверстия, монтажные отверстия, плоские КП, отверстия для МПП, разработка посадочных мест компонентов, имена посадочных мест, подготовка библиотеки, запись и перезапись элемента в библиотеку, создание ТКМ (технологического коммутационного места) простейших компонентов, запись соответствия выводов, запись дополнительной информации, разработка больших библиотек, имена компонентов, типы, номиналы, особые ТКМ: с крепежными отверстиями и с «круглыми» посадочными местами, разработка ТКМ микросхем, символы и посадочные места (разработка с использованием мастера подсказки), установка соответствия выводов, микросхемы с разнородными логическими частями, элементы коммутации: контакты для подключения и контрольные, гнезда и соединители);

Тема 6.4 Работа с программой AutoCAD (настройка рабочего поля, создание шаблона, установка библиотек и просмотр библиотек, рисование схемы и работа со схемой, перемещение, повороты, развороты, изменение графики, работа с цепями: подвижка, деформация, удаление, введение и удаление точек соединения цепей, параметры цепей, сопроводительные тексты в электрических схемах, введение и их изменение, разработка сложных схем (с микросхемами), разрывы цепей, введение конструктивных параметров: общие параметры, классы цепей и их параметры, параметры отдельных цепей, проверка схемы и подготовка для передачи на конструирование печатной платы, деление схемы, поиск элементов на схеме, информация о цепях, создание архивной библиотеки, создание файла перечня цепей, разработка форматки и запись её в программу, оформление схемы в соответствии с ЕСКД);

Тема 6.5 Работа с программой конструирования печатных плат (настройка рабочего поля, создание шаблона, определение стека слоев, ручное конструирование печатных плат, установка и использование библиотек, разработка новых посадочных мест, компоновка компонентов на поле платы, ручная трассировка, замена посадочных мест и ТКМ, контур платы, окна и отверстия в плате, области запрета, трассировка проводников, установка и корректировка параметров цепей и платы, полуавтоматическая трассировка, работа с проектом, приёмы корректировки, контроль платы и исправление ошибок, экраны, массивы и экранные слои, создание, установка конструктивных параметров, окна в массивах. подключение цепей к массивам, корректировка массивов, русскоязычные и прочие надписи на печатных платах, автоматическая

трассировка при помощи приложения ShapeRoute, настройка и возможные варианты применения, автотрассировка в пакетном режиме);

Раздел 7 Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа;

Тема 7.1 Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств (факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности);

Тема 7.2 Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам (методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам: технологическим, топологическим , механическим, электрическим и эксплуатационным характеристикам, стандарты антикоррупционного поведения);

Раздел 8 Методы изготовления печатных плат;

Тема 8.1 Классификация методов изготовления печатных плат (введение, актуальность применения печатных плат в производстве электронных устройств, субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат, особенности субтрактивной и аддитивной технологий, материалы для изготовления печатных ОПП, ДПП, МПП и ГПП, требования к материалам печатных плат, современные материалы для изготовления печатных плат);

Тема 8.2 Односторонние печатные платы (преимущества ОПП, способы получения ОПП, классификация ОПП, химические методы изготовления ОПП, технологические процессы изготовления ОПП);

Тема 8.3 Двусторонние печатные платы (классификация ДПП, в зависимости от материала основания, комбинированные методы получения ДПП, технологические процессы изготовления ДПП комбинированным методом, тентинг-метод, особенности данной технологии, получение ДПП методом фрезерования);

Тема 8.4 Полуаддитивный метод (классификация полуаддитивной технологии изготовления ДПП, технологические процессы изготовления печатных плат полуаддитивными методами);

Тема 8.5 Аддитивные методы получения печатных плат (особенности изготовления печатных плат аддитивным методом, достоинства и недостатки, классификация методов изготовления ДПП по аддитивной технологии, технология получения печатных плат аддитивными методами, метод фотоформирования, ДПП на термопластичном основании, на металлическом основании);

Тема 8.6 Многослойные печатные платы (МПП общего применения на фольгированном диэлектрике, метод металлизации сквозных отверстий, метод попарного прессования, открытых контактных площадок, выступающих выводов и послойного наращивания, прецизионные МПП, изготовлении МПП методом ПАФОС, МПП для поверхностного монтажа);

Тема 8.7 Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы (технология изготовления гибких ОПП, ДПП на гибком фольгированном основании, ДПП на гибком нефольгированном основании, полиимидные ДПП, последовательность изготовления ДПП на полиимидной пленке, МПП на гибко-жестком основании, гибкие печатные кабели, технологические процессы изготовления ГПК);

Тема 8.8 Технологическая документация (маршрутные и операционные карты, основные понятия, оформление);

Раздел 9 Технологические процессы производства гибридных интегральных схем;

Тема 9.1 Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС (тонкопленочные гибридные микросхемы (ГИС) и микросборки (МСБ), элементная база ГИС и МСБ, термины и определения, технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС, материалы подложек, требования к материалам подложек, подготовка подложек перед нанесением тонких пленок, материалы проводников и контактных площадок, требования к материалам проводников и контактных площадок, способы нанесения тонких пленок: термическое испарение в вакууме, тонное испарение, катодное распыление, ионно-плазменное распыление, реактивное ионное распыление);

Тема 9.2 Способы получения рельефа тонких пленок (получение рельефа тонких пленок методом свободной маски, способы получения свободной маски фотохимическим фрезерованием и электрохимическим наращиванием, получение рельефа тонких пленок метод контактной маски, прямой метод использования контактной маски, косвенный метод использования контактной маски, метод селективного травления, фотолитография, основные этапы процесса фотолитографии, разрешающая способность процесса фотолитографии, фоторезисты и их свойства, подготовка пластин к нанесению фотослоя, фотошаблоны, совмещение фотошаблона, знаки совмещения, экспонирование, проявление и термообработка фотомаски, метод двойной фотолитографии, получение рельефа тонких пленок методом электронно-лучевого фрезерования, электронолитографией, электронно-лучевым разложением);

Тема 9.3 Тонкопленочные резисторы и тонкопленочные конденсаторы (тонкопленочные резисторы, материалы резистивных пленок, требования к материалам резистивных пленок, расчет тонкопленочных резисторов. понятие о коэффициенте формы резистора, тонкопленочные конденсаторы, материалы тонкопленочных конденсаторов, материалы диэлектрика, требования к материалам диэлектрика, топология тонкопленочного конденсатора, методика расчета тонкопленочных конденсаторов, топология тонкопленочных

микросборок, технологические ограничения при проектировании микросборок);

Тема 9.4 Толстопленочные ГИС (платы толстопленочных ГИС, требования к материалам подложек толстопленочных ГИС, пасты для толстопленочных ГИС, Проводящие и резистивные пасты, требования, предъявляемые к пастам, основные технологические операции изготовление толстопленочных ГИС, схема технологического процесса изготовления толстопленочных ГИС, способы нанесения толстых пленок, термообработка паст, подгонка номиналов пленочных элементов, групповые методы подгонки номиналов элементов толстопленочной ГИС, метод лазерной подгонки, расчет топологии толстопленочных резисторов, расчет топологии толстопленочных конденсаторов);

Раздел 10 Технология производства полупроводниковых микросхем;

Тема 10.1 Введение в технологию полупроводниковых микросхем, получение биполярных структур (элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах, планарно-эпитаксиальный транзистор, последовательность технологического процесса изготовления транзистора, эпитаксиальные резисторы и интегральные конденсаторы, МДП конденсаторы);

Тема 10.2 Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС (изоляция обратно-смещенным p-n переходом, схема технологического процесса получения планарно-эпитаксиального транзистора, изоляция диэлектриком, изоляция поликристаллическим кремнием. изоляция воздушным зазором, комбинированная изоляция (Изопланар – I, Изопланар – II), полипланарная и эпипланарная технологии изоляции элементов ИМС, полная изоляция в микросхемах);

Тема 10.3 Маршрут изготовления пластин кремния (шлифование и полировка пластин, особенности и виды шлифования, абразивные материалы для шлифования, способы крепление пластин при шлифовании, оборудование для шлифовки пластин, полировка пластин, механическая и химическая полировка пластин, полуавтомат полировки пластин, формирование фасок, назначение данной операции, получение фасок профильным алмазным кругом, ориентация слитков полупроводниковых материалов по различным плоскостям, способы разметки, ориентирования и резки заготовок и слитков полупроводниковых материалов, оборудование для ориентации слитков по кристаллографическим осям и плоскостям).

6 Составитель(и):

доцент Поползин Иван Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).