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
_____ А.В. Зимин
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 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 16-03-2026 16:08:20 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;

– Электронная техника.

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 электронных приборов и устройств; - составлять электрические схемы и расчеты	- 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 процесс и его составляющие; - основы проектирования технологического процесса;	- 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.

	параметров электронных приборов и устройств; - проектировать электронные приборы и устройства с использованием прикладных программ сквозного автоматизированного проектирования.	- 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***	***7 семестр***	***8 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость, *академ. час.*	***194***	*100*	*94*
Лекции, *академ. час.*	***54***	*32*	*22*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***32***	*32*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***76***	*32*	*44*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*

в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*	***1***	*0*	*1*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***25***	*4*	*21*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***6***	*0*	*6*
в форме практической подготовки	***0***	*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 Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов;

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

Тема 2.2 Правила оформления конструкторской документации на микросборки (требования предъявляемые к оформления конструкторской документации на микросборки. Конструкционные

системы электронных систем .Параметры конструкционных систем и уровни их разукрупнения);

Раздел 3 Автоматизированные методы разработки конструкторской документации;

Тема 3.1 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 3.2 Графический редактор NanoCAD (назначение программы nanoCAD, 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 3.3 Редактирование электрических принципиальных схем в программе nanoCAD (правила заполнения основной надписи чертежа, схемы электрические принципиальные, редактирование электрических принципиальных схем в программе nanoCAD);

Тема 3.4 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 4 Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов;

Тема 4.1 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 4.2 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 4.3 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 5 Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат;

Тема 5.1 Знакомство с программой (знакомство с программой, открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы);

Тема 5.2 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 5.3 Работа с программой KiCAD (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 5.4 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 6 Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа;

Тема 6.1 Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств (факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности);

Тема 6.2 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 7 Методы изготовления печатных плат;

Тема 7.1 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 7.2 Односторонние печатные платы (преимущества ОПП, способы получения ОПП, классификация ОПП, химические методы изготовления ОПП, технологические процессы изготовления ОПП);

Тема 7.3 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 7.4 Полуаддитивный метод (классификация полуаддитивной технологии изготовления ДПП, технологические процессы изготовления печатных плат полуаддитивными методами);

Тема 7.5 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 7.6 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 7.7 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 7.8 Технологическая документация (маршрутные и операционные карты, основные понятия, оформление);

Раздел 8 Технологические процессы производства гибридных интегральных схем;

Тема 8.1 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 8.2 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 8.3 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 8.4 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 9 Технология производства полупроводниковых микросхем;

Тема 9.1 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 9.2 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 9.3 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	8	
Раздел 2.	Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов	8	
Раздел 3.	Конструкторская документация	8	
Раздел 4.	Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов	8	
Раздел 5.	Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат	4	
Раздел 6.	Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	4	

Раздел 7.	Методы изготовления печатных плат	6	
Раздел 8.	Технологические процессы производства гибридных интегральных схем	4	
Раздел 9.	Технология производства полупроводниковых микросхем	4	
Итого:		**54**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 3.	Оформление принципиальной электрической схемы по индивидуальному заданию	14	
Раздел 4.	Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы	14	
Раздел 5.	Определение установочных характеристик радиоэлементов, Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства	16	
Раздел 6.	Создание электрической принципиальной схемы по индивидуальному заданию.	16	
Раздел 7.	Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности	16	
Итого:		**76**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 3.	Создание чертежа принципиальной схемы	8	
Раздел 3.	Проектирование топологии платы в слое TOP/BOT, Разработка	12	

	сборочного чертежа печатной платы		
Раздел 4.	Создание посадочного места для микросхемы	6	
Раздел 4.	Создание упаковочной информации	6	
Итого:		**32**	**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. Изучение теоретического материала.	1	
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала.	1	
Раздел 3.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	8	
Раздел 4.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	6	
Раздел 5.	1. Подготовка к практическому занятию.	2	
Раздел 6.	1. Подготовка к практическому занятию.	2	
Раздел 7.	1. Подготовка к практическому занятию.	2	
Раздел 8.	1. Изучение теоретического материала.	2	
Раздел 9.	1. Изучение теоретического материала.	1	
	Консультации	1	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	6	
Итого:		**32**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 2.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 3.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 4.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 5.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 6.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 7.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.;	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе;

	ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	2. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 8.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 9.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Экзамен.	ОК 01.; ОК 02.; ОК 07.; ОК 09.; ПК 3.2.; ПК 3.3.	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»

от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале лекции педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает

ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется не менее 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл; в заданиях на соответствие за каждый правильный ответ – 0,5 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.

Оценка	Требования к знаниям
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 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, 2024. — 227 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10856-9. – URL: https://urait.ru/bcode/541372 (дата обращения: 15.03.2026);

2 Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 382 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10366-3. – URL: https://urait.ru/bcode/542115 (дата обращения: 15.03.2026);

3 Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 421 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10368-7. – URL: https://urait.ru/bcode/542116 (дата обращения: 15.03.2026).

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, 2024. — 270 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06085-0. – URL: https://urait.ru/bcode/538843 (дата обращения: 15.03.2026);

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, 2024. — 495 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10313-7. – URL: https://urait.ru/bcode/542055 (дата обращения: 15.03.2026);

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, 2024. — 235 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18227-9. – URL: https://urait.ru/bcode/534567 (дата обращения: 15.03.2026).

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

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

2 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;

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

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [Единая профессиональная база знаний издательства Лань для СПО - Издательство Лань (СПО)] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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;

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

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

г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Mathcad;
– Microsoft Office;

– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

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.

15 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):

преподаватель Костылев Семён Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласован:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Система состоящая из положительно заряженного ядра, вокруг которого вращаются отрицательно заряженные электроны называется:

а) молекула;

б) атом;

в) положительный ион;

г) отрицательный ион;

д) нет правильного ответа.

2 Наименьшая частица вещества, которая сохраняет его свойства, называется:

а) молекула;

б) атом;

в) положительный ион;

г) отрицательный ион;

д) нет правильного ответа.

3 Атом, потерявший электрон, называется:

а) молекула;

б) атом;

в) положительный ион;

г) отрицательный ион;

д) нет правильного ответа.

4 Связь между атомом, способным отдать электрон, и атомом, способным принять этот электрон называется:

а) ковалентная;

б) донорно-акцепторная;

в) ионная;

г) металлическая;

д) молекулярная;

е) нет правильного ответа.

5 Связь между атомами за счет образования устойчивых пар валентных электронов разных атомов называется:

а) ковалентная;

б) донорно-акцепторная;
в) ионная;
г) металлическая;
д) молекулярная;
е) нет правильного ответа.

6 Связь, обусловленная силами электростатического притяжения между положительными и отрицательными ионами, называется:
а) ковалентная;
б) донорно-акцепторная;
в) ионная;
г) металлическая;
д) молекулярная;
е) нет правильного ответа.

7 Электроны, подверженные большему притяжению к ядру, располагаются на энергетических уровнях:
а) вблизи ядра;
б) наиболее удаленных от ядра;
в) середины энергетического спектра;
г) сила притяжения не зависит, на каком энергетическом уровне находится электрон.

8 Валентные электроны располагаются на оболочках:
а) вблизи ядра;
б) наиболее удаленных от ядра;
в) середины энергетического спектра;
г) на любых.

9 Какие виды соединений используются при проектировании электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа?
а) Паяные, штыревые, гнездовые
б) Цифровые, аналоговые, гибридные
в) Поверхностные, проволочные, отверждаемые
г) Микроволновые, оптические, акустические

10 Какие виды компонентов используются при проектировании электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа?
а) Активные, пассивные, электромеханические

б) Цифровые, аналоговые, гибридные

в) Поверхностные, проволочные, отверждаемые

г) Микроволновые, оптические, акустические

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Основы процесса конструирования

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Каково определение процесса конструирования в электротехнике?
2. Какие этапы включает в себя процесс конструирования в электротехнике?
3. Что такое техническое задание и какую роль оно играет в процессе конструирования?
4. Какие требования предъявляются к техническому заданию?
5. Какие методы применяются при конструировании электротехнических устройств?
6. Каково значение моделирования в процессе конструирования?
7. Какие виды моделирования существуют в электротехнике?
8. Какие инструменты и программное обеспечение используются для конструирования в электротехнике?
9. Какова роль эскизного проектирования в процессе конструирования?
10. Как проводится выбор элементов и компонентов при конструировании электротехнических устройств?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Что такое печатная плата (ПП)?

A) Элемент, используемый для механической фиксации компонентов

B) Основа для монтажа и соединения электронных компонентов с помощью проводников, нанесенных на изоляционную основу

C) Источник питания для электронных устройств

D) Устройство для тестирования электронных компонентов

2. Какой из следующих материалов ЧАЩЕ ВСЕГО используется для изготовления основы печатных плат?

A) Стеклоткань

B) Пластик

C) Металл

D) Бумага

3. Какой этап предшествует началу проектирования печатной платы?

A) Выбор компонентов

B) Тестирование схемы

C) Разработка схемы устройства

D) Изготовление прототипа

4. Что такое трассировка печатной платы?

A) Процесс нанесения изоляционного слоя на плату

B) Процесс расположения компонентов на плате

C) Процесс соединения компонентов электрическими трассами

D) Процесс проверки качества печатной платы

5. Какое программное обеспечение чаще всего используется для проектирования печатных плат?

A) AutoCAD

B) SolidWorks

C) Eagle PCB Design

D) Photoshop

6. Какой тип соединения компонентов на печатной плате считается наиболее надежным?

A) Паяные точки

B) Винтовые соединения

C) Штыревые соединения

D) Клеммные соединения

7. Что такое SMD-компоненты?

A) Компоненты, которые монтируются на поверхность платы

B) Компоненты, которые монтируются в отверстия платы

C) Компоненты, которые используются только в малогабаритных устройствах

D) Компоненты, которые не требуют пайки

8. Какой этап включает в себя проверку правильности соединений и расположения компонентов на печатной плате перед изготовлением?

A) Трассировка платы

B) Разработка схемы

C) Проверка и верификация платы

D) Изготовление макета

9. Что такое слой печатной платы?

A) Физическая толщина платы

B) Слои металлизации, используемые для создания трасс

C) Слои изоляции между трассами

D) Слои программного кода для управления платой

10. Какой метод используется для проверки работоспособности печатной платы после её изготовления?

A) Визуальный осмотр

B) Автоматическое

Раздел 2. Классификационные группы стандартов в ЕСКД

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Что такое ЕСКД и для чего он используется?
2. Какие основные группы классификационных стандартов существуют в ЕСКД?
3. Какие цели преследует классификация объектов в ЕСКД?
4. Какие принципы классификации используются в ЕСКД?
5. Что такое ОКОФ и для чего он используется в ЕСКД?
6. Какие группы объектов классифицируются в ОКОФ?
7. Что такое ОКВЭД и для чего он используется в ЕСКД?
8. Какие виды экономической деятельности классифицируются в ОКВЭД?
9. Что такое ОКПД 2 и для чего он используется в ЕСКД?
10. Какие группы продукции классифицируются в ОКПД 2?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Что означает аббревиатура ЕСКД?

a) Единая система классификации документов

b) Единая система конструкторской документации

c) Единая система контроля доступа

2. Каково основное назначение ЕСКД?

a) Классификация и кодирование конструкторской документации

b) Классификация и кодирование программного обеспечения

c) Классификация и кодирование офисной документации

3. Какие классификационные группы стандартов существуют в ЕСКД?

a) 1, 2, 3

b) А, Б, В

c) I, II, III

4. Какой группе стандартов ЕСКД соответствуют элементы радиоэлектронной аппаратуры?

a) 1

b) 2

c) 3

5. Какой группе стандартов ЕСКД соответствуют узлы радиоэлектронной аппаратуры?

a) 1

b) 2

c) 3

6. Какой группе стандартов ЕСКД соответствуют изделия радиоэлектронной аппаратуры?

a) 1

b) 2

c) 3

7. Какой формат кода применяется для обозначения элементов радиоэлектронной аппаратуры в ЕСКД?

a) Буквенно-цифровой

b) Только цифровой

c) Только буквенный

8. Какой формат кода применяется для обозначения узлов радиоэлектронной аппаратуры в ЕСКД?

a) Буквенно-цифровой

b) Только цифровой

c) Только буквенный

9. Какой формат кода применяется для обозначения изделий радиоэлектронной аппаратуры в ЕСКД?

a) Буквенно-цифровой

b) Только цифровой

c) Только буквенный

10. Для чего необходимо применение ЕСКД при проектировании электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа?

a) Для упрощения процесса проектирования

b) Для унификации и стандартизации компонентов

c) Для удешевления производства

Раздел 3. Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

11. Какие основные правила оформления графических конструкторских документов существуют?
12. Какие элементы входят в состав графических конструкторских документов и как они оформляются?
13. Какие требования предъявляются к шрифту, используемому в графических конструкторских документах?
14. Какие правила оформления текстовых конструкторских документов необходимо соблюдать?
15. Какие виды текстовых конструкторских документов существуют и как они оформляются?
16. Какие требования предъявляются к структуре и содержанию конструкторской документации?
17. Какие нормативные документы регламентируют оформление графических и текстовых конструкторских документов?
18. Какие требования предъявляются к оформлению чертежей и схем в графических конструкторских документах?
19. Какие правила оформления таблиц, графиков и диаграмм в графических конструкторских документах существуют?
20. Какие особенности оформления электронных конструкторских документов необходимо учитывать?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Что такое чертёж?

а) Графическое изображение изделия или его составных частей.

б) Текстовая документация, описывающая изделие.

в) Техническое описание изделия.

г) Все вышеперечисленные варианты.

2. Что такое сборочный чертёж?

а) Графическое изображение изделия в сборе.

б) Текстовая документация, описывающая изделие в сборе.

в) Техническое описание изделия в сборе.

г) Все вышеперечисленные варианты.

3. Какой масштаб целесообразно применить при выполнении чертежа плоской детали размером 60 х 40 мм?

а) М 1:1

б) М 1:2

в) М 1:5

г) М 2:1

д) М 5:1

4. Как называется графическое изображение, обозначенное на рисунке буквой В?

а) Чертёж

б) Эскиз

в) Технический рисунок

г) Чертёж общего вида

д) Сборочный чертёж

5. Как называется часть производственного процесса, выполняемая на одном рабочем месте?

а) Технологический процесс

б) Технологическая операция

в) Технологический переход

г) Технологическая карта

д) Все вышеперечисленные варианты

6.Как называется графическое изображение, обозначенное на рисунке буквой В?

а) Чертёж

б) Эскиз

в) Технический рисунок

г) Чертеж общего вида

д) Сборочный чертёж

7.Как называется часть производственного процесса, выполняемая на одном рабочем месте?

а) Технологический процесс

б) Технологическая операция

в) Технологический переход

г) Технологическая карта

8.Выберите из списка то, что относится к технологической документации:

а) Инструкция по правилам изготовления, сборке и регулировке изделия

б) Схема, содержащая в виде условных обозначений составные части изделия

в) Технологическая карта

г) Сборочный чертёж

д) Маршрутная карта

е) Операционная карта

ж) Чертёж общего вида

9.Какие основные требования предъявляются к текстовым конструкторским документам?

а) Оформление в соответствии с ГОСТ 2.105–95.

б) Использование шрифта Times New Roman.

в) Наличие всех необходимых реквизитов.

г) Все вышеперечисленные варианты.

10. Какие существуют способы выполнения подлинников текстовых документов?

а) Машинописный.

б) Рукописный.

в) С использованием печатающих и графических устройств вывода ЭВМ.

г) Все вышеперечисленные варианты.

Раздел 4. Автоматизированные методы разработки конструкторской документации.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Что такое автоматизированные методы разработки конструкторской документации?

2. Какие преимущества дают автоматизированные методы разработки конструкторской документации по сравнению с традиционными методами?

3. Какие программные средства используются для автоматизации разработки конструкторской документации?

4. Какие этапы разработки конструкторской документации могут быть автоматизированы?

5. Как автоматизированные методы разработки конструкторской документации влияют на качество и точность документации?

6. Как автоматизированные методы разработки конструкторской документации сокращают время и затраты на разработку?

7. Какие стандарты и нормативные документы регулируют процесс автоматизированной разработки конструкторской документации?

8. Как проходит процесс моделирования и визуализации конструкции при автоматизированной разработке конструкторской документации?

9. Какие виды конструкторской документации могут быть получены в результате автоматизированной разработки?

10. Как обеспечивается совместимость и взаимодействие между различными программными средствами при автоматизированной разработке конструкторской документации?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Что такое автоматизированное проектирование радиоэлектронной аппаратуры?

а) Процесс использования компьютерных программ для создания и оптимизации электронных устройств.

б) Технология, позволяющая инженерам проектировать электронные устройства без участия человека.

в) Метод разработки электронных устройств с применением искусственного интеллекта.

г) Способ создания электронных устройств с использованием машинного обучения.

2. Какие основные этапы полного цикла проектирования электронных устройств уровня I включают автоматизированные методы?

а) Разработка электрической схемы, размещение компонентов, трассировка соединений, контроль и выпуск документации.

б) Создание электрической схемы, размещение компонентов, трассировка соединений, оптимизация плана, контроль и выпуск документации.

в) Разработка электрической схемы, размещение компонентов, трассировка соединений, контроль, оптимизация плана и выпуск документации.

г) Создание электрической схемы, размещение компонентов, трассировка соединений, контроль, оптимизация плана, контроль и выпуск документации.

3. Что такое схема электрическая принципиальная (Э3)?

а) Графическое изображение структуры электронного устройства с использованием условных графических обозначений.

б) Условное изображение электронных компонентов и связей между ними.

в) Описание функциональных возможностей электронного устройства.

г) Набор инструкций для сборки и настройки электронного устройства.

4. Что такое логическое моделирование цифровых устройств?

а) Проверка поведенческих и функциональных свойств проектируемых цифровых устройств.

б) Процесс создания виртуальных моделей электронных компонентов.

в) Метод анализа работы электронных устройств с использованием математических формул.

г) Способ тестирования электронных компонентов на соответствие стандартам.

5. Какие показатели эффективности методов трассировки электрических соединений учитываются при автоматизированном проектировании?

а) Полнота реализации электрической схемы, минимальная суммарная длина соединений, количество использованных слоёв и межслойных переходов.

б) Скорость выполнения трассировки, количество ошибок и стоимость процесса.

в) Время выполнения трассировки, количество ошибок и стоимость процесса.

г) Качество трассировки, скорость выполнения и стоимость процесса.

Раздел 5. Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

11. Какие внешние факторы могут оказать влияние на работу электронных устройств?
12. Каким образом температура окружающей среды влияет на работу электронных компонентов?
13. Какие меры можно применить для защиты электронных устройств от влаги?
14. Как высокочастотные помехи могут нарушить работу электронного устройства и как это предотвратить?
15. Какие методы применяются для защиты электронных устройств от электростатического разряда?
16. Как механические воздействия (вибрация, удар) влияют на надежность электронных устройств?
17. Какие материалы и технологии используются для создания корпусов, защищающих электронные устройства от внешних факторов?
18. Как солнечная радиация может повлиять на работу электронных устройств, расположенных на открытом воздухе?
19. Какие стандарты и нормативные документы регламентируют требования к защите электронных устройств от внешних факторов?
20. Какие методы тестирования применяются для проверки устойчивости электронных устройств к внешним факторам?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в

рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Какое воздействие на электронное устройство может оказывать электромагнитное излучение?

a) Повышение температуры устройства

b) Нарушение работы устройства за счет наводок и помех

c) Уменьшение напряжения питания

d) Увеличение массы устройства

2. Какой из нижеперечисленных факторов чаще всего не учитывается при проектировании электронных устройств для космического применения?

a) Космическая радиация

b) Микрогравитация

c) Влажность воздуха

d) Температурные колебания

3. Что из перечисленного является основным методом защиты электронных устройств от воздействия внешних электромагнитных помех?

a) Установка термостатов

b) Экранирование

c) Использование влагозащитных покрытий

d) Применение радиаторов охлаждения

4. Какой из следующих методов используется для защиты электронных устройств от механических воздействий?

a) Применение экранирующих материалов

b) Использование демпфирующих прокладок

c) Установка термоусадочных трубок

d) Применение антикоррозийных покрытий

5. Какой параметр следует учитывать при проектировании печатных плат для работы в условиях повышенной влажности?

a) Материал проводников

b) Толщина паяльной маски

c) Длина дорожек

d) Диаметр отверстий для крепежа

6. Какой материал рекомендуется использовать для печатных плат, предназначенных для работы в высокотемпературных условиях?

a) FR-4

b) Политетрафторэтилен (PTFE)

c) Полиэтилен

d) Поливинилхлорид (PVC)

7. Какой тип корпусов компонентов предпочтителен для устройств, работающих в условиях высокой вибрации?

a) BGA (Ball Grid Array)

b) QFP (Quad Flat Package)

c) SOT-23

d) DIP (Dual In-line Package)

8. Какой из перечисленных методов поможет снизить тепловое сопротивление в устройствах с высокой мощностью рассеяния?

a) Увеличение длины проводников

b) Применение термопасты

c) Использование полимерных покрытий

d) Установка фильтров питания

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

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Что такое автоматизированное проектирование электронных устройств на основе печатных плат?

2. Какие преимущества дает автоматизированное проектирование электронных устройств на основе печатных плат по сравнению с ручным проектированием?

3. Какие этапы включает в себя процесс автоматизированного проектирования электронных устройств на основе печатных плат?

4. Какие инструменты и программное обеспечение используются для автоматизированного проектирования электронных устройств на основе печатных плат?

5. Как проводится размещение компонентов на печатной плате при автоматизированном проектировании?

6. Какие факторы влияют на выбор топологии печатной платы при автоматизированном проектировании электронных устройств?

7. Как проводится маршрутизация сигналов и питания на печатной плате при автоматизированном проектировании?

8. Какие правила и ограничения необходимо соблюдать при автоматизированном проектировании электронных устройств на основе печатных плат?

9. Как проводится проверка и тестирование печатной платы после автоматизированного проектирования?

10. Какие перспективы развития автоматизированных методов проектирования электронных устройств на основе печатных плат?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Что такое печатная плата (PCB)?

a) Это компонент, предназначенный для преобразования аналоговых сигналов в цифровые.

b) Это платформа, на которой монтируются и соединяются различные электронные компоненты.

c) Это программное обеспечение для проектирования схем.

d) Это метод передачи данных между компонентами.

2. Какое основное назначение трасс на печатной плате?

a) Для механической поддержки компонентов.

b) Для эстетического оформления платы.

c) Для обеспечения электрических соединений между компонентами.

d) Для охлаждения компонентов.

3. Как называется процесс создания схемы подключения компонентов перед проектированием печатной платы?

a) Прототипирование.

b) Схемотехническое проектирование.

c) Синтезирование.

d) Производство.

4. Какое из следующих программных средств используется для проектирования печатных плат?

a) Adobe Photoshop.

b) AutoCAD.

c) Altium Designer.

d) Microsoft Excel.

5. Какие преимущества дает использование CAD (Computer-Aided Design) систем в проектировании печатных плат?

a) Увеличение времени на проектирование.

b) Повышение точности и скорости проектирования.

c) Уменьшение гибкости в проектировании.

d) Снижение стоимости производства.

6. Что такое DRC (Design Rule Check) в контексте проектирования печатных плат?

a) Проверка на наличие ошибок в логике схемы.

b) Проверка на соответствие проектных решений заданным правилам.

c) Проверка на наличие конфликтов в программном коде.

d) Проверка на соответствие механическим требованиям.

7. Какая технология используется для автоматического монтажа компонентов на печатной плате?

a) SMT (Surface Mount Technology).

b) PTH (Plated Through Hole).

c) DIP (Dual In-line Package).

d) SOT (Small Outline Transistor).

8. Какой из методов тестирования печатных плат включает в себя использование специальных зонтов для проверки электрических характеристик?

a) In-circuit тестирование.

b) Функциональное тестирование.

c) Boundary-scan тестирование.

d) Эмульсионное тестирование.

9. Что означает термин "рефлоу пайка"?

a) Метод тестирования печатных плат.

b) Процесс нанесения защитного покрытия на плату.

c) Процесс соединения компонентов с платой с помощью плавления припоя.

d) Метод создания печатных трасс.

10. Какой из следующих методов используется для создания трехмерных моделей печатных плат?

a) Лазерное гравирование.

b) 3D-печать.

c) Литье под давлением.

d) Ручная сборка.

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

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какие факторы влияют на качество разработки электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа?

2. Какие методы оценки качества проектирования электронных устройств на основе печатного монтажа существуют и какие из них наиболее эффективны?

3. Как проводится анализ рисков при проектировании электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа?

4. Какие нормативные документы регулируют процессы проектирования и оценки качества электронных устройств на основе печатного монтажа?

5. Как проводится тестирование и отладка электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа на этапе проектирования?

6. Какие параметры электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа необходимо контролировать на этапе проектирования для обеспечения высокого качества конечного продукта?

7. Как проводится оценка надежности электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа на этапе проектирования?

8. Какие инструменты и программное обеспечение используются для моделирования и симуляции электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа на этапе проектирования?

9. Какие меры необходимо предпринимать для минимизации риска возникновения дефектов и отказов электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа на этапе проектирования?

10. Как проводится оценка соответствия электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа требованиям заказчика на этапе проектирования?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

21. Что из перечисленного относится к основным этапам проектирования электронных устройств на основе печатного монтажа?

a) Создание программного обеспечения

b) Разработка схемы электрической принципиальной

c) Производство корпуса устройства

d) Сборка устройства

2. Какой из следующих параметров НЕ относится к оценке качества печатных плат?

a) Соответствие проектной документации

b) Надежность соединений

c) Стоимость производства

d) Температурная устойчивость

3. Каким методом проводится контроль электрических соединений на печатных платах?

a) Визуальный осмотр

b) Тестирование цепей

c) Использование осциллографа

d) Измерение размеров платы

4. Какой тип дефектов можно обнаружить при помощи рентгенографического контроля печатных плат?

a) Механические повреждения

b) Скрытые дефекты пайки

c) Ошибки в проектной документации

d) Повышенное сопротивление проводников

5. Что является целью тестирования прототипа печатной платы?

a) Определение стоимости серийного производства

b) Проверка работоспособности и надежности устройства

c) Оценка эстетического вида устройства

d) Разработка упаковки для устройства

Раздел 8. Методы изготовления печатных плат

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какие основные методы изготовления печатных плат вы знаете?

2. Какие материалы используются для изготовления печатных плат?

3. Что такое фотолитография и как она используется в изготовлении печатных плат?

4. Каким образом проводится нанесение медной фольги на основание печатной платы?

5. Что такое травление и для чего оно применяется при изготовлении печатных плат?

6. Какие виды травления существуют и в чем их преимущества и недостатки?

7. Каким образом происходит формирование отверстий в печатных платах?

8. Что такое мультилейерные печатные платы и как они изготавливаются?

9. Какие требования предъявляются к качеству изготовления печатных плат?

10. Какие технологии применяются для контроля качества изготовления печатных плат?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Какой из следующих методов изготовления печатных плат наиболее подходит для массового производства?

a) Лазерная гравировка

b) **Фоторезистивный** метод

c) Прототипирование при помощи CNC станка

d) Ручное травление

2. Что такое фоторезист в контексте изготовления печатных плат?

a) Специальная краска для обозначения дорожек

b) **Фоточувствительный** материал, используемый для создания маски

c) Метод нанесения проводников на плату

d) Устройство для проверки печатных плат на ошибки

3. Какие преимущества имеет использование многослойных печатных плат по сравнению с однослойными?

a) Уменьшение размеров устройства

b) Увеличение сложности схем

c) Возможность размещения большего количества компонентов

d) **Все** перечисленные

4. Какой процесс используется для удаления нежелательной меди с печатной платы при химическом травлении?

a) Гальванизация

b) Окисление

c) Депозиция

d) **Растворение** в кислоте

5. Что такое «стеклотекстолит» и какую роль он играет в печатных платах?

a) Проводниковый материал

b) **Основа** платы, обладающая изоляционными свойствами

c) Тип защитного покрытия

d) Метод соединения компонентов

6. Какой метод используется для нанесения рисунка схемы на плату при фоторезистивном методе?

a) Лазерная печать

b) **Экспонирование** через фотошаблон

c) Шелкография

d) Литография

7. Какие основные этапы включают процесс изготовления печатной платы фоторезистивным методом?

a) **Подготовка** платы, нанесение фоторезиста, экспонирование, проявка, травление, удаление фоторезиста

b) Резка платы, пайка компонентов, тестирование

c) Экспонирование, фрезеровка, проверка

d) Лазерная гравировка, нанесение проводников, монтаж компонентов

8. Какое устройство часто используется для сверления отверстий в печатных платах?

a) Лазерный резак

b) **Сверлильный** станок с ЧПУ

c) Фотоплоттер

d) Паяльная станция

9. Какой метод нанесения паяльной маски наиболее распространен при массовом производстве печатных плат?

a) Лазерная гравировка

b) Ручное нанесение кистью

c) **Шелкография**

d) Электрофорез

10. Как называется процесс соединения компонентов на печатной плате при помощи паяльного припоя?

a) Литография

b) **Пайка**

c) Депозиция

d) Гальванизация

Раздел 9. Технологические процессы производства гибридных интегральных схем

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какие виды гибридных интегральных схем существуют и в чем их отличия?

2. Какие технологические процессы используются при производстве гибридных интегральных схем?

3. Какие материалы используются для изготовления оснований гибридных интегральных схем и почему?

4. Какие виды толстопленочных резисторов и конденсаторов применяются в гибридных интегральных схемах?

5. Какие способы нанесения проводящих дорожек на основание гибридной интегральной схемы существуют?

6. Какие виды корпусов используются для защиты гибридных интегральных схем от внешних воздействий?

7. Каким образом осуществляется монтаж микросхем и других компонентов на гибридную интегральную схему?

8. Какие методы контроля качества применяются на различных этапах производства гибридных интегральных схем?

9. Какие преимущества и недостатки гибридных интегральных схем по сравнению с другими типами интегральных схем?

10. Какие перспективы развития технологических процессов производства гибридных интегральных схем в ближайшем будущем?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Что такое гибридная интегральная схема (ГИС)?

a) Электронное устройство, выполненное на основе одного полупроводникового кристалла

b) Электронная схема, состоящая из нескольких интегральных схем и других электронных компонентов, собранных на подложке

c) Микропроцессорная система с несколькими ядрами

d) Печатная плата с микроконтроллером

2. Какие материалы используются в качестве подложек для ГИС?

a) Кремний и медь

b) Керамика и полимеры

c) Стекло и железо

d) Пластик и алюминий

3. Какой метод применяется для создания проводниковых дорожек на подложке ГИС?

a) Механическая обработка

b) Лазерная гравировка

c) Фотолитография и травление

d) Напыление и гальваника

4. Что представляет собой процесс сборки в производстве ГИС?

a) Сборка подложек из различных материалов

b) Соединение интегральных схем с подложкой и друг с другом

c) Тестирование и настройка электронных компонентов

d) Напайка компонентов на печатную плату

5. Какой метод используется для защиты ГИС от внешних воздействий?

a) Полировка поверхности

b) Лакировка и герметизация

c) Механическая защита с помощью корпуса

d) Покрытие антикоррозийным слоем

6. Что такое толстопленочная технология в производстве ГИС?

a) Метод нанесения толстых слоев металла на подложку

b) Использование толстых полупроводниковых кристаллов

c) Технология нанесения толстых слоев пасты на подложку с последующей термообработкой

d) Метод создания толстых изолирующих слоев

7. Какой тип соединения часто используется в ГИС для электрических контактов?

a) Пайка

b) Клеевые соединения

c) Ультразвуковая сварка

d) Механические соединения

8. Какой из перечисленных процессов не относится к производству ГИС?

a) Нанесение резистивных и конденсаторных слоев

b) Монтаж компонентов на гибкой подложке

c) Проектирование схемы в программном обеспечении EDA

d) Контроль качества и тестирование готового изделия

9. Какие основные этапы включены в технологический процесс производства ГИС?

a) Проектирование, изготовление подложки, сборка, тестирование

b) Сборка, полировка, упаковка

c) Проектирование, производство печатных плат, монтаж компонентов

d) Литография, травление, полировка

10. Какие преимущества имеют гибридные интегральные схемы по сравнению с традиционными печатными платами?

a) Большая стоимость и сложность производства

b) Компактность, высокая надежность, возможность интеграции различных типов компонентов

c) Возможность быстрой замены компонентов

d) Упрощение процесса монтажа и пайки

Раздел 10. Технология производства полупроводниковых микросхем

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какие основные этапы включает в себя технология производства полупроводниковых микросхем?

2. Что такое фотолитография и какую роль она играет в производстве микросхем?

3. Какие материалы обычно используются в качестве субстрата при производстве полупроводниковых микросхем?

4. Что такое легирование и как оно влияет на свойства полупроводниковых материалов?

5. Какие виды очистки используются при производстве микросхем и для чего они необходимы?

6. Что такое металлизация и какие материалы используются для нее при производстве микросхем?

7. Какие типы транзисторов используются в полупроводниковых микросхемах и в чем их преимущества?

8. Что такое пассивация и для чего она необходима при производстве микросхем?

9. Какие виды тестирования применяются для проверки качества и функциональности микросхем?

10. Какие тенденции наблюдаются в развитии технологий производства полупроводниковых микросхем?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1

Что такое полупроводниковая микросхема?

a) Устройство для преобразования механической энергии в электрическую

b) Электронное устройство, содержащее множество интегрированных транзисторов и других компонентов на полупроводниковом кристалле

c) Устройство для измерения температуры

d) Механическое устройство для управления потоком жидкости

Вопрос 2

Какие основные этапы включает в себя процесс производства полупроводниковых микросхем?

a) Этапы роста кристалла, фотолитографии, диффузии, и упаковки

b) Этапы проектирования, тестирования, сертификации, и упаковки

c) Этапы сборки, сварки, шлифовки, и полировки

d) Этапы нанесения покрытия, сверления, окраски, и упаковки

Вопрос 3

Что такое фотолитография в контексте производства микросхем?

a) Метод создания изображений с использованием света

b) Метод нанесения защитного покрытия на поверхность микросхемы

c) Метод обработки поверхности полупроводникового кристалла с помощью света для формирования схемы

d) Метод шлифовки поверхности микросхемы

Вопрос 4

Какой материал чаще всего используется в качестве основы для полупроводниковых микросхем?

a) Кремний

b) Германий

c) Арсенид галлия

d) Пластик

Вопрос 5

Что такое допирование в контексте производства полупроводников?

a) Добавление примесей для изменения электрических свойств полупроводника

b) Процесс очистки полупроводникового материала

c) Процесс термической обработки полупроводника

d) Процесс нанесения защитного слоя на полупроводник

Вопрос 6

Для чего используется процесс травления в производстве микросхем?

a) Для удаления ненужных слоев материала с поверхности полупроводника

b) Для создания электрических контактов на поверхности полупроводника

c) Для очистки поверхности полупроводника

d) Для улучшения теплопроводности микросхемы

Вопрос 7

Что такое металлизация в процессе производства полупроводниковых микросхем?

a) Процесс нанесения металлического покрытия на поверхность полупроводника

b) Процесс добавления металлических примесей в полупроводник

c) Процесс изготовления металлических деталей микросхемы

d) Процесс термической обработки металлических компонентов

Вопрос 8

Какой метод используется для проверки готовых полупроводниковых микросхем?

a) Визуальный осмотр

b) Электрическое тестирование

c) Рентгенография

d) Все выше перечисленные

Вопрос 9

Что представляет собой процесс упаковки полупроводниковых микросхем?

a) Процесс создания защитного корпуса вокруг полупроводникового кристалла

b) Процесс транспортировки микросхем к потребителям

c) Процесс нанесения защитного слоя на поверхность кристалла

d) Процесс тестирования микросхем

Вопрос 10

Какая роль печатного монтажа в производстве электронных приборов?

a) Обеспечивает механическую и электрическую связь между компонентами

b) Защищает компоненты от внешних воздействий

c) Улучшает теплопроводность устройства

d) Уменьшает вес устройства

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры практических заданий по темам:

Раздел 3. Автоматизированные методы разработки конструкторской документации

Задание 1. Оформление принципиальной электрической схемы по индивидуальному заданию

На основании предоставленного индивидуального задания необходимо разработать принципиальную электрическую схему согласно требованиям ГОСТа. Электрическая схема должна включать все необходимые элементы, правильно расположенные и соединенные в соответствии с техническими условиями. Уделите внимание правильному подбору символов компонентов и их обозначений, соблюдению правил проведения линий связи и расстановки текстовых элементов. В процессе выполнения задания следует придерживаться

стандартов и норм, применяемых при оформлении принципиальных электрических схем.

Раздел 4. Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов

Задание 1. Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы

Необходимо разработать электронное устройство для управления освещением в домашних условиях. Вам необходимо выбрать элементную базу для основной электрической принципиальной схемы вашего устройства. Учтите требования к производительности, надёжности и стоимости. Ваше устройство должно включать в себя функции управления яркостью света, включения/выключения и таймерного управления.

Опишите процесс выбора элементной базы для вашей схемы, включая критерии выбора каждого элемента (например, микроконтроллер, силовые транзисторы, сенсоры освещённости и прочее). Обоснуйте выбор конкретных моделей компонентов, учитывая их технические характеристики и совместимость между собой. Укажите, какие факторы могут повлиять на ваше решение (например, доступность на рынке, энергоэффективность, размеры компонентов).

Раздел 5. Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат

Задание 1. Определение установочных характеристик радиоэлементов, Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства.

На основе требований к электронному устройству, разработайте габаритные размеры печатной платы и определите установочные характеристики радиоэлементов, необходимые для его производства. Учтите функциональные элементы устройства, располагаемые на плате, и обеспечьте соответствие техническим требованиям к сборочным размерам и расположению компонентов. Ваше решение должно включать подробное обоснование выбора размеров и расстановки

элементов, учитывая тепловые условия, электрические характеристики и требования к электромагнитной совместимости (ЭМС).

Раздел 6. Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

Задание 1. Создание электрической принципиальной схемы по индивидуальному заданию.

На основе предоставленных технических требований и спецификаций разработать электрическую принципиальную схему для устройства управления освещением в жилом помещении. Схема должна включать в себя необходимые элементы для управления осветительными устройствами (лампами) с возможностью диммирования и программного управления. Учитывать необходимость защиты от перенапряжений и коротких замыканий. Обеспечить минимальное энергопотребление и высокую надежность работы системы.

Раздел 7. Методы изготовления печатных плат

Задание 1. Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности.

Необходимо выполнить расчет конструктивных показателей технологичности для заданного электронного устройства. Устройство представляет собой печатную плату с микроконтроллером, несколькими сенсорами и блоком питания. В рамках расчета требуется определить следующие показатели:

11. Плотность размещения компонентов (Component Placement Density): оцените количество компонентов, размещенных на печатной плате в единицу площади. Это позволяет оптимизировать использование площади и эффективность сборки.
12. Плотность монтажа (Mounting Density): определите среднее количество компонентов, монтируемых на один процессной единице (например, дюйм квадратный). Этот показатель важен для оценки загрузки оборудования и времени процесса монтажа.
13. Плотность контактных соединений (Interconnection Density): рассчитайте количество соединений между компонентами на печатной

плате. Этот параметр влияет на электрические характеристики и надежность соединений.

14. Показатель сложности схемотехнического проектирования (Circuit Complexity Index): оцените сложность схемы устройства на основе количества компонентов, соединений и степени взаимодействия между ними. Это помогает понять требования к проектированию и тестированию.

Необходимо выполнить расчеты указанных показателей и представить результаты в отчете, который включает краткое описание методологии расчета, полученные значения и их интерпретацию с точки зрения технологичности и производственной эффективности устройства.

4 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры лабораторных заданий по темам:

Раздел 3. Автоматизированные методы разработки конструкторской документации

Задание 1. Создание чертежа принципиальной схемы

1. Разработать чертеж принципиальной электрической схемы питания для устройства, содержащего источник переменного напряжения 220В, выпрямитель, стабилизатор напряжения и выходные контакты. Предусмотреть защиту от перенапряжения и короткого замыкания.

2. Создать чертеж принципиальной электрической схемы усилителя звуковой частоты на операционном усилителе. Предусмотреть регулировку усиления, вход для подключения источника сигнала и выход для подключения динамика.

3. Разработать чертеж принципиальной электрической схемы системы управления освещением, включающей датчик освещенности, микроконтроллер и реле. Предусмотреть возможность регулировки яркости и автоматического включения/выключения освещения в зависимости от уровня освещенности.

4. Создать чертеж принципиальной электрической схемы генератора сигналов низкой частоты на основе микросхемы таймера

555. Предусмотреть регулировку частоты и выходное напряжение для подключения к внешней нагрузке.

5. Разработать чертеж принципиальной электрической схемы системы автоматического полива растений, включающей датчик влажности почвы, микроконтроллер и насос. Предусмотреть возможность регулировки интервала полива и автоматического включения/выключения насоса в зависимости от уровня влажности почвы.

Задание 2. Проектирование топологии платы в слое TOP/BOT, Разработка сборочного чертежа печатной платы

22. Разработать топологию платы в слое TOP для двухслойной печатной платы с использованием программного обеспечения для проектирования печатных плат. При этом необходимо соблюдать следующие требования:

Разместить все компоненты на плате в соответствии с рекомендациями производителя и правилами монтажа;

Провести маршрутизацию сигнальных и питающих проводок с учетом требований к импедансу и шумозащищенности;

Предусмотреть необходимые зоны монтажа и крепления платы;

Проверить топологию на соответствие правилам проектирования и требованиям производителя.

23. Разработать топологию платы в слое BOT для двухслойной печатной платы с использованием программного обеспечения для проектирования печатных плат. При этом необходимо соблюдать следующие требования:

Разместить все компоненты на плате в соответствии с рекомендациями производителя и правилами монтажа;

Провести маршрутизацию сигнальных и питающих проводок с учетом требований к импедансу и шумозащищенности;

Предусмотреть необходимые зоны монтажа и крепления платы;

Проверить топологию на соответствие правилам проектирования и требованиям производителя.

Раздел 4. Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов

Задание 1. Создание посадочного места для микросхемы

1. Разработать проект посадочного места для выбранной микросхемы, используя программное обеспечение для автоматизированного проектирования. Проект должен включать в себя схему размещения компонентов, схему проводки и схему монтажа.

2. Изготовить прототип посадочного места для микросхемы, используя выбранные материалы и технологии. Прототип должен соответствовать разработанному проекту и обеспечивать надежное крепление и электрическое соединение микросхемы.

3. Провести измерения электрических параметров посадочного места и микросхемы, установленной на нем. Измерения должны включать в себя сопротивление контактов, импеданс входных и выходных цепей, а также характеристики передачи сигнала.

4. Проанализировать результаты измерений и определить соответствие посадочного места требованиям к электрическим параметрам. Выявить и устранить возможные неисправности и несоответствия.

5. Составить отчет по лабораторной работе, включающий в себя описание проекта, технологии изготовления прототипа, результаты измерений и анализа, а также выводы и рекомендации по улучшению посадочного места. Отчет должен содержать графические иллюстрации и таблицы с результатами измерений.

Задание 2. Создание упаковочной информации

1. Разработать дизайн упаковки для нового продукта, используя программное обеспечение для графического дизайна. Упаковка должна соответствовать требованиям заказчика, включая цветовую гамму, логотип, информацию о продукте и т.д. Предоставить отчет о процессе разработки дизайна и готовый макет упаковки.

2. Создать шаблон этикеток для продукции с использованием программного обеспечения для обработки текстов. Шаблон должен содержать информацию о продукте, такую как название, вес, состав, срок годности и т.д. Предоставить отчет о процессе создания шаблона и готовые этикетки.

3. Разработать инструкцию по упаковке продукта в соответствии с требованиями заказчика. Инструкция должна включать в себя схемы упаковки, описание материалов и инструментов, необходимых для упаковки, а также рекомендации по хранению и транспортировке

продукта. Предоставить отчет о процессе разработки инструкции и готовую инструкцию.

4. Провести анализ рынка и конкурентов для определения оптимальной упаковки для нового продукта. Рассмотреть такие факторы, как материалы, форма, размер, цвет и т.д. Предоставить отчет с результатами анализа и рекомендации по выбору упаковки.

5. Создать презентацию, посвященную упаковке нового продукта. Презентация должна включать в себя информацию о дизайне упаковки, материалах, используемых для упаковки, а также о особенностях и преимуществах упаковки. Предоставить отчет о процессе создания презентации и готовую презентацию.

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

24. Какие этапы включает в себя проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа?
25. Какие требования предъявляются к разработке схемы электронного прибора или устройства?
26. Какие правила необходимо соблюдать при размещении компонентов на печатной плате?
27. Что такое маршрутизация и какие ее виды вы знаете?
28. Какие требования предъявляются к проверке и тестированию электронных приборов и устройств?
29. Какие типы печатных плат используются при проектировании электронных приборов и устройств?
30. Какие факторы влияют на выбор типа печатной платы для электронного прибора или устройства?
31. Какие виды компонентов используются при проектировании электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа?
32. Какие требования предъявляются к размещению и креплению компонентов на печатной плате?
33. Какие виды соединений используются при проектировании электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа?
34. Какие технологии используются при изготовлении печатных плат?
35. Какие факторы влияют на качество пайки компонентов на печатной плате?
36. Какие методы тестирования применяются для проверки работоспособности электронных приборов и устройств?

37. Какие нормативные документы регламентируют проектирование и изготовление электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа?

38. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с электронными компонентами и устройствами?