



Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение «Радиотехнический колледж»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.03
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ
НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА

Санкт-Петербург
2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
(ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

1.1. Область применения программы

Рабочая программа профессионального модуля является частью образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Рабочая программа профессионального модуля может быть использована в дополнительном профессиональном образовании по программам повышения квалификации и переподготовки и в профессиональной подготовке профессиональном образовании и профессиональной подготовке работников в области производства и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, электронных приборов и устройств.

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить основной вид деятельности

Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа и соответствующие ему профессиональные компетенции:

ПК 3.1 Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств

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

1.3. Цели и задачи модуля – требования к результатам освоения дисциплины

С целью овладения указанным видом деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями студент в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт:

- проведения анализа структурных, функциональных и принципиальных схем простейших электронных устройств путем сопоставления различных вариантов;
- разработки электрических принципиальных схем на основе современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;
- моделирования электрических схем с использованием пакетов прикладных программ;
- разработки и оформления проектно-конструкторской документации на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД;
- проведения анализа технического задания при проектировании электронных устройств;
- разработки конструкции электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов;
- применения автоматизированных методов проектирования печатных плат;
- разработки структурных, функциональных электрических принципиальных схем на основе анализа современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;
- разработки проектно-конструкторской документации печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности;
- оценки качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

уметь:

- осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем;
- подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;
- описывать работу проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем;
- выполнять чертежи структурных и электрических принципиальных схем;
- применять пакеты прикладных программ для моделирования электрических схем;
- оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы;
- применять автоматизированные методы разработки конструкторской документации;
- осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;
- подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;
- выполнять несложные расчеты основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств;
- проводить анализ работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;
- проводить анализ технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;
- читать принципиальные схемы электронных устройств;
- проводить конструктивный анализ элементной базы;
- выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа технического задания;
- выбирать и рассчитывать элементы печатного рисунка;
- компоновать и размещать электрорадиоэлементы на печатную плату;
- выполнять расчет конструктивных показателей электронного устройства;
- выполнять расчет компоновочных характеристик электронного устройства;
- выполнять расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства;
- выбирать типоразмеры печатных плат.
- выбирать способы крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;
- выполнять трассировку проводников печатной платы;
- разрабатывать чертежи печатных плат в пакете прикладных программ САПР
- проводить анализ конструктивных показателей технологичности

знать:

- последовательность взаимодействия частей схем;
- основные принципы работы цифровых и аналоговых схем;
- функциональное назначение элементов схем;
- современную элементную базу схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств;
- программы схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств;
- основные положения Государственной системы стандартизации (ГСС);
- основные положения единой системы конструкторской документации (ЕСКД);

- действующие нормативные требования и государственные стандарты;
- комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;
- автоматизированные методы разработки конструкторской документации;
- основы схемотехники;
- современную элементную базу электронных устройств;
- основы принципов проектирования печатного монтажа;
- последовательность процедур проектирования применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;
- этапы проектирования электронных устройств;
- стадии разработки конструкторской документации;
- сравнительные характеристики различных конструкций печатных плат;
- факторы, влияющие на качество проектирования печатных плат;
- признаки квалификации печатных плат;
- основные свойства материалов печатных плат;
- основные прикладные программы автоматизированного проектирования и их назначения;
- типовой технологический процесс и его составляющие;
- основы проектирования технологического процесса;
- особенности производства электронных приборов и устройств;
- способы описания технологического процесса;
- технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок;
- методы автоматизированного проектирования ЭПиУ;
- методы оценки качества проектирования ЭПиУ

1.4. Количество часов на освоение программы профессионального модуля ПМ.03:

максимальной учебной нагрузки обучающегося – 1083 часов, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося – 791 час

самостоятельной работы обучающегося – 54 часа;

учебной практики – 108 часов,

производственной практики -108 часов

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения программы профессионального модуля является овладение студентом видов деятельности в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК 3.1	Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств
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
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 02	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 04	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей.
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержание необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 09	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 3.1. Тематический план профессионального модуля

Коды профессиональных общих компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Суммарный объем нагрузки, час.	Объем профессионального модуля, час.					Самостоятельная работа
			Обучение по МДК		Практики			
			Всего	Лабораторных и практических занятий	Курсовых работ (проектов)	Учебная	Производственная	
ПК 3.1 ОК 01-10	МДК. 03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств	446	412	180				26
ПК 3.2 – 3.3 ОК 01 – 10	МДК. 03.02. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	415	379	149	30			28
ПК 3.1 – ПК 3.3	Учебная практика	108						
ОК 1 – ОК 11	Производственная практика	108						
	Промежуточная аттестация (экзамен)	6						
	Всего:	1083	791	329	30	108	108	54

3.2. Тематический план и содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ППМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объем часов
1	2	3
МДК.03.01	Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств	446
Раздел 1. Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств		446
Введение	Содержание	2
	Цели и задачи профессионального модуля. Структура профессионального модуля. Последовательность освоения профессиональных компетенций по модулю. Требования к уровню знаний и умений	2
Тема 1.1. Диоды и диодные схемы	Содержание	20
	<p>Виды и типы электрических схем. Назначение структурных, функциональных и принципиальных схем. Правила чтения электрических принципиальных схем. Правила составления электрических схем. Графическое обозначение соединений. УГО линии групповой связи. Специальные обозначения соединений. УГО элементов схем. Элементная база современных электронных устройств.</p> <p>Диоды и стабилитроны. Назначение диодов и стабилитронов. Принцип работы диода. Одно-полупериодные и двухполупериодные схемы выпрямителей. Диодные ограничители. Принцип работы диодного ограничителя последовательного типа.</p> <p>Диодные ограничители последовательного типа с нулевым порогом ограничения. Ограничители последовательного типа с ненулевым порогом ограничения</p> <p>Параллельные диодные ограничители. Принцип работы ограничителя параллельного типа. Ограничитель с нулевым порогом ограничения. Ограничитель с фиксированным порогом ограничения. Моделирование схем ограничителей параллельного типа</p> <p>Ограничители импульсов на стабилитроне. Принцип работы схем ограничителей на стабилитронах. Последовательное и параллельное включение стабилитрона. Порог стабилизации. Моделирование напряжений при моделировании схем.</p> <p>Осциллограммы входных и выходных напряжений при моделировании схем.</p> <p>Формирователи импульсов. Общие сведения. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Дифференцирование реальных прямоугольных импульсов. Условие дифференцирования. Интегрирование одиночных импульсов. Условие интегрирования. Схемы измерений. Схемы для моделирования</p> <p>Тематика лабораторных работ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование диодных ограничителей последовательного типа 2. Исследование диодных ограничителей параллельного типа 3. Исследование ограничителей на стабилитронах 	20

	<p>4. Исследование переходных процессов в RC – цепях</p> <p>5. Исследование влияния переходных процессов на форму прямоугольных импульсов</p> <p>Содержание</p> <p>Транзисторы. Назначение и принцип работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора. Схема однокаскадного транзисторного усилителя. Назначение элементов схемы Ключи на биполярных транзисторах. Ключевой каскад. Режимы работы транзистора в ключевом каскаде. Стационарные процессы ключа. Переходные процессы в ключе. Увеличение быстродействия ключа Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя на транзисторе. Принцип работы эмиттерного повторителя. Эмиттерный повторитель при импульсном воздействии. Моделирование эмиттерного повторителя</p> <p>Тематика лабораторных работ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование свойств биполярного транзистора 2. Исследование работы усилительного каскада 3. Исследование работы транзистора в ключевом режиме 4. Исследование эмиттерного повторителя на транзисторе <p>Тема 1.3. Изучение работы триггеров и регистров</p> <p>Общие понятия о комбинационных схемах и цифровых автоматах. Общие сведения и классификация триггеров</p> <p>RS-триггеры, JK-триггеры</p> <p>T-триггеры, D-триггеры</p> <p>Синхронизируемые двухтактные триггеры</p> <p>Общие сведения и классификация регистров</p> <p>Регистры хранения</p> <p>Сдвигающий регистр на RS-триггерах</p> <p>Сдвигающий регистр на D-триггерах</p> <p>Построение временных диаграмм и таблиц истинности сдвигающих регистров</p> <p>Тематика лабораторных работ</p> <p>Лабораторная работа № 4. Изучение работы RS-триггеров, JK-триггеров</p> <p>Лабораторная работа № 5. Изучение работы T –триггеров, D –триггеров</p> <p>Лабораторная работа № 6. Изучение работы двухтактных триггеров</p> <p>Лабораторная работа № 7. Изучение принципа работы регистров хранения</p> <p>Лабораторная работа № 8. Изучение принципа работы сдвигающих регистров на RS – триггерах</p> <p>Лабораторная работа № 9. Изучение принципа работы сдвигающих регистров на D – триггерах</p> <p>Содержание</p> <p>Генераторы прямоугольных импульсов. Транзисторные мультивибраторы. Основная схема мультивибратора в автоколебательном режиме. Физические процессы в мультивибраторе. Формирование фронта импульса. Формирование плоской вершины импульса. Формирование среза импульса. Основные</p>	<p>26</p> <p>18</p> <p>30</p> <p>12</p> <p>40</p>
<p>Тема 1.2.</p> <p>Транзисторы и транзисторные схемы</p>		
<p>Тема 1.5.</p> <p>Генераторы прямоугольных и пилообразных импульсов</p>		

	<p>параметры колебаний.</p> <p>Генераторы пилообразных импульсов. Общие сведения. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН). Простейшая схема ГЛИН.</p> <p>Триггеры. Симметричный триггер с внешним смещением. Схема симметричного триггера. Принцип работы схемы. Несимметричный триггер (триггер Шмитта). Особенности работы триггера Шмитта. Схема триггера. Моделирование схемы триггера Шмитта.</p>	
	<p>Тематика лабораторных работ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование симметричного мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме 2. Исследование работы мультивибратора в ждущем режиме 3. Исследование работы симметричного триггера 4. Исследование несимметричного триггера 5. Исследование генератора линейно изменяющегося напряжения 	10
<p>Тема 1.5. Электронные устройства на операционных усилителях</p>	<p>Содержание</p> <p>Операционный усилитель. Структура ОУ. Физический смысл основных параметров операционного усилителя. Схемы измерения основных параметров операционного усилителя.</p> <p>Диодные ограничители на ОУ. Схемы одностороннего и двухстороннего ограничителей на ОУ. Моделирование ограничителей в программе Multisim.</p> <p>Формирователи импульсов на ОУ. Интеграторы и дифференциаторы на ОУ. Моделирование схем интеграторов и дифференциаторов в программе Multisim</p> <p>Генераторы линейно изменяющегося напряжения на ОУ. Схема генератора ЛИН. Осциллограммы входного и выходного напряжений ГЛИН.</p> <p>Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ. Мультивибратор на ОУ в ждущем режиме.</p> <p>Моделирование схем мультивибраторов на ОУ в программе Multisim Компаратор на ОУ. Назначение компаратор. Принцип работы компаратора на ОУ. Моделирование схем компараторов на ОУ в программе Multisim</p>	40
	<p>Тематика лабораторных работ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диодные ограничители на ОУ 2. Формирователи импульсов на ОУ 3. ГЛИН на операционном усилителе 4. Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ 5. Компаратор на ОУ 	10
	<p>Содержание</p>	12
<p>Тема 1.6. Цифровые устройства электронной техники</p>	<p>Цифровые устройства. Особенности цифровых устройств. Принцип работы цифровых устройств. Формирователи импульсов на логических элементах. Формирователь импульсов с интегрирующей RC – цепью. Временные диаграммы.</p> <p>Мультивибратор на логических элементах. Автоколебательный мультивибратор. Ждущий мультивибратор на логических элементах.</p>	6

	<p>Триггеры на логических элементах. Асинхронный RS-триггер. Таблица истинности. Синхронный RS-триггер. Одноступенчатый синхронный RS-триггер. Триггер со счетным запуском. (Т-триггер). Триггер с задержкой (D-триггер). JK-триггер</p> <p>Тематика лабораторных работ и практических занятий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Формирователи импульсов на логических элементах 2.Исследование мультивибратора на логических элементах 3.Синхронный RS-триггер 	6
<p>Тема 1.7 Устройства комбинационного типа</p>	<p>Содержание</p> <p>Устройства комбинационного типа. Типы устройств комбинационного типа.</p> <p>Дешифратор – основные понятия. Простейшая схема дешифратора. Исследование принципа работы дешифратора в основном режиме в программе Multisim Мультиплексор – основные понятия. Уравнение мультиплексора. Реализация заданной функции с помощью мультиплексора. Исследование мультиплексора в программе Multisim Счетчик - основные понятия. Краткие сведения из теории. Параметры счетчиков. Моделирование счетчиков в программе Multisim Исследование электронных устройств смешанного типа.</p> <p>Тематика лабораторных работ и практических занятий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Исследование работы дешифратора 2.Исследование работы мультиплексора 3.Исследование работы счетчика 	22
<p>Тема 1.8 Основы микропроцессорных систем (МПС)</p>	<p>Содержание</p> <p>История развития МП и МП-техники, современный уровень и тенденции развития МПС</p> <p>МП, классификация МП. Структура простейшей МПС</p> <p>Принстонская и гарвардская архитектуры МПС . Назначение и особенности различных типов МПС</p> <p>Структура простейшего МП. Функции МП. Рабочий цикл МП</p> <p>Назначение и особенности различных шин МПС</p> <p>Режимы работы МПС. Программный обмен</p> <p>Система прерываний МП: типы прерываний, временная диаграмма процесса прерывания. Основные характеристики процесса прерывания</p> <p>Механизм обмена по прерываниям. Контроллеры прерываний</p> <p>Обмен в режиме ПДП. Контроллер ПДП</p> <p>Классификация и функции памяти МПС. Структура модуля памяти</p> <p>Классификация ОЗУ, типы и виды ОЗУ. КЭШ память</p> <p>Классификация ПЗУ, типы и виды ПЗУ</p> <p>Организация доступа к памяти. Структура адресных запоминающих устройств</p> <p>Методы защиты памяти. Способы адресации в МПС</p> <p>Функции UVB. Особенности работы и функциональное назначение контроллеров</p> <p>Принципы построения портов ввода-вывода. Принципы построения различных контроллеров</p>	16
		25

	<p>Тематика лабораторных работ Лабораторная работа №1. Знакомство со средой разработки MPLAB IDE и учебно-лабораторным стендом Лабораторная работа №2. Выполнение логических и арифметических команд МК PIC16F84A. Лабораторная работа №3. Организация вывода информации с портов МК PIC16F84A. Лабораторная работа №4. Организация ввода информации с портов МК PIC16F84A</p>	18
	<p>Содержание Обзор современных МК. Классификация МК. Модульная организация МК Структура процессорного ядра МК. Система команд МК Организация памяти МК Порты ввода-вывода МК Таймеры МК EEPROM память данных МК Модули компараторов и источников опорного напряжения в МК Модули АЦП в МК Модуль захвата и сравнения в МК. ШИМ в МК Модуль USART в МК Модуль цифровых интерфейсов SPI и I2C в МК Энергетические режимы работы МК. Тактовые генераторы МК Аппаратные средства обеспечения надежной работы МК</p>	15
<p>Тема 1.7 Структура микроконтроллеров (МК)</p>	<p>Тематика практических работ Практическая работа №1. Подключение к микроконтроллеру семисегментного светодиодного индикатора Практическая работа №2. Подключение к микроконтроллеру светодиодной матрицы Практическая работа №3. Подключение к микроконтроллеру RGB-светодиода Практическая работа №4. Подключение к микроконтроллеру светодиодного шкального индикатора Практическая работа №5. Подключение к микроконтроллеру аналогового датчика температуры Практическая работа №6. Реализация на микроконтроллере многоканальной системы сбора аналоговой информации Тематика лабораторных работ Лабораторная работа №5. Организация циклов и временных задержек в МК PIC16F84A. Лабораторная работа №6. Работа с таймером без делителя в МК PIC16F84A Лабораторная работа №7. Работа с таймером с делителем в МК PIC16F84A Лабораторная работа №8. Организация подпрограмм в МК PIC16F84A Лабораторная работа №9. Составление подпрограммы умножения для МК PIC16F84A Лабораторная работа №10. Составление макроса двоично-десятичного сложения для МК PIC16F84A Лабораторная работа №11. Обработка прерываний от внешних сигналов в МК PIC16F84A Лабораторная работа №12. Организация работы таймера в режиме счетчика внешних событий в МК PIC16F84A</p>	32
		44

	Лабораторная работа №13. Организация записи в EEPROM-память МК PIC16F84A	
Самостоятельная работа		
Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций; работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами.		26
МДК.03.02. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа		415
Раздел 2. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа		224
Тема 2.1. Основы процесса конструирования	Содержание Конструирование как часть проектирования. Основные термины и определения. Технические требования, технические задания Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации: содержание их основных этапов. Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на различных этапах конструирования	4
Тема 2.2. Классификационные группы стандартов в ЕСКД	Содержание Классификационные группы стандартов в ЕСКД Содержание стандартов в группе. Порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку Конструкционные системы электронных систем. Параметры конструкционных систем и уровни их разукрупнения	4
Тема 2.3. Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов	Содержание Графические и текстовые конструкторские документы. Перечень документов. Правила оформления структурных и электрических принципиальных схем (ЭиЭС). Требования к оформлению Перечня элементов (ПЭЭ). 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 Правила оформления конструкторской документации на микросборки.	8
Тема 2.4. Автоматизированные методы разработки конструкторской документации	Содержание 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. 2. Графический редактор AUTOCAD. Общие сведения о программе. Запуск программы. Главное меню.	8

<p>Тема 2.5. Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов</p>	<p>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. 3.Правила заполнения основной надписи чертежа. Схемы электрические принципиальные. Редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD. 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. Импорт/ирование разработки чертежей</p> <p>Тематика лабораторных работ и практических занятий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Команды оформления чертежа 2.Создание пассивных элементов схемы 3.Создание активных элементов схемы 4.Создание цифровых и аналоговых микросхем 5.Создание чертежа принципиальной схемы 6.Проектирование топологии платы в слоеTOP 7.Проектирование топологии платы в слое BOT 8.Разработка чертежа печатной платы 9.Разработка сборочного чертежа печатной платы 10. Импорт/ирование топологии печатной платы из других программ <p>Содержание</p> <p>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. Основные понятия. 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.</p> <p>Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий</p>	<p>10</p>
		<p>27</p>

	<p>Общая характеристика механических воздействий. Влияние механических воздействий на работу электронных приборов и устройств.</p> <p>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.</p> <p>Принципы компоновки изделий электронной техники</p> <p>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.</p> <p>Последовательность разработки конструкции ЭПиУ на основе печатного монтажа.</p> <p>Расчет геометрических размеров коммутационных оснований. Определение установочных характеристик радиоэлементов. Расчет конструктивных показателей электронных устройства</p> <p>Тематика лабораторных работ и практических занятий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы 2. Определение установочных характеристик радиоэлементов 3. Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства 4. Расчет конструктивных показателей электронного устройства 5. Определение собственной частоты вибрации печатной платы 6. Расчет динамических характеристик радиоэлементов при различных способах установки на плату 	10
<p>Тема 2.6.</p> <p>Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат</p>	<p>Содержание</p> <p>Знакомство с программой. Открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы.</p> <p>Работа с программой Symbol Editor. Настройка рабочего поля. Создание линий, дуг и окружностей. Нанесение выводов элементов и текстов. Нумерация и перенумерация выводов. Приемы корректировки изображения: выбор объектов, перемещение, копирование, удаление, изменение графики. Изменение графики дуг и окружностей. Разработка УГО конденсатора, резистора, диода, транзистора, катушки. Разработка УГО элементов коммутации: контакты, соединители (наборные и неделимые). Разработка УГО микросхем.</p> <p>Работа с программой Pattern Editor. 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</p>	20

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

Интерфейс упаковки элементов Libtagu Executive. Назначение программы Libtagu Executive. Вызов программы Libtagu Executive. Пиктограмма меню инструментов. Структура библиотек. Диалоговое окно компонента Libtagu Executive. Информация о компоненте. Информация о выводах. Графические образы компонента и элемента схемы. Диалоговое окно Pins View. Назначение параметров таблицы Pins View. Способы редактирования параметров контактов. Порядок создания упаковочной информации для однородных и неоднородных компонентов. Особенности упаковочной информации для микросхем. Сообщения об ошибках

Работа с программой Schematic. Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Установка библиотек и просмотр библиотек. Рисование схемы и работа со схемой. Команды из-под правой кнопки. Перемещение УГО, повороты, развороты, изменение графики УГО. Работа с целями: подвижка, деформация, удаление. Введение и удаление точек соединения целей. Параметры целей. Сопроводительные тексты в электрических схемах. Введение и их изменение. Разработка сложных схем (с микросхемами). Разрывы целей. Введение конструктивных параметров: общие параметры, классы целей и их параметры, параметры отдельных целей. Проверка схемы и подготовка для передачи на конструирование печатной платы. Деление схемы. Поиск элементов на схеме. Информация о целях. Создание архивной библиотеки. Создание файла перечня целей. Разработка форматки и запись её в программу. Оформление схемы в соответствии с ЕСКД.

Работа с программой конструирования печатных плат (РСВ). 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 целей 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 целей к массивам. Корректировка массивов. Русскоязычные и прочие надписи на печатных платах. Автоматическая трассировка при помощи приложения Share Route. Настройка и возможные варианты применения. Автотрассировка в пакетном режиме. Трансляция проектов в другие версии или программы, используя форматы представления данных PDF и DXF.9.

Тематика практических занятий

Symbol Editor

1. Настройка параметров конфигурации и среды проектирования
2. Изучение команд графического редактора

3. Создание условного графического обозначения логического элемента «И-НЕ»
 4. Создание условного графического обозначения логического элемента «2И-НЕ»
 5. Создание условного графического обозначения микросхем с помощью Symbol Wizard
 6. Создание условного графического обозначения транзисторов, резисторов, диодов, катушек индуктивности
 7. Создание условного графического обозначения элементов питания, разъемов входных и выходных цепей
 8. Создание библиотеки элементов принципиальной схемы
 9. Создание базы данных УГО элементов электронного устройства по индивидуальному заданию
- Pattern Editor**
1. Изучение команд графического редактора Pattern Editor. Задание среды проектирования
 2. Создание посадочного места для микросхемы 133ЛА6 с планарными выводами
 3. Создание посадочного места для микросхемы К511ПУ2 со штыревыми выводами
 4. Создание посадочного места для транзистора КТ3102Г и диода КД403
 5. Создание посадочного места конденсаторов, катушки индуктивности, разъемов питания, входных и выходных цепей
 6. Создание посадочных мест микросхем с планарными и штыревыми выводами в Pattern Wizard
 7. Создание посадочных мест кнопок, выключателей, реле, ВЧ разъемов
 8. Создание библиотеки посадочных мест радиокомпонентов по индивидуальному заданию
- Library Executive**
1. Изучение правил работы с программой Library Executive
 2. Создание упаковочной информации элемента микросхемы 133ЛА6
 3. Создание упаковочной информации элемента микросхемы К511ПУ2
 4. Создание упаковочной информации для транзистора КТ3102Г, диода КД403А
 5. Создание упаковочной информации конденсаторов, резисторов, катушек индуктивности, разъемов питания
 6. Создание упаковочной информации однородных компонентов принципиальной схемы
 7. Создание упаковочной информации неоднородных компонентов принципиальной схемы
- Schematic**
1. Задание среды проектирования. Изучение команд графического редактора принципиальных схем
 2. Построение форматки чертежа
 3. Размещение объектов на поле чертежа
 4. Ввод электрических соединений и линий групповой связи
 5. Редактирование принципиальной схемы и позиционных обозначений
 6. Создание файла перекрестных ссылок *.net. Создание *.dxf файла. Вывод схемы на печать
 7. Создание электрической принципиальной схемы по индивидуальному заданию
- Редактор печатных плат (РСВ).**

	<p>1. Упаковка схемы на печатную плату. Разработка компоновочного эскиза</p> <p>2. Изучение правил трассировки печатных плат. Создание стратегии трассировки</p> <p>3. Трассировка печатных проводников в ручном режиме</p> <p>4. Трассировка печатных проводников в интерактивном режиме</p> <p>5. Автоматическая трассировка печатных проводников. Редактирование топологии платы</p> <p>6. Создание * DXF файлов для выпуска конструкторской документации</p> <p>7. Разработка топологии печатной платы по индивидуальному заданию</p>	8
<p>Тема 2.7. Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.</p>	<p>Содержание</p> <p>Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств. Факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности. Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам: технологическим, топологическим, механическим, электрическим и эксплуатационным характеристикам</p>	2
<p>Тема 2.8 Методы изготовления печатных плат</p>	<p>Тематика практических занятий</p> <p>1. Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности</p> <p>Содержание</p> <p>Классификация методов изготовления печатных плат</p> <p>Введение .Актуальность применения печатных плат в производстве электронных устройств.</p> <p>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</p> <p>Односторонние печатные платы. Преимущества ОПП. Способы получения ОПП. Классификация ОПП. Химические методы изготовления ОПП. Технологические процессы изготовления ОПП.</p> <p>Двусторонние печатные платы. Классификация ДПП, в зависимости от материала основания.</p> <p>Комбинированные методы получения ДПП. Технологические процессы изготовления ДПП</p> <p>комбинированным методом. Тентинг-метод. Особенности данной технологии. Получение ДПП методом фрезерования</p> <p>Полуаддитивный метод. Классификация полуаддитивной технологии изготовления ДПП.</p> <p>Технологические процессы изготовления печатных плат полуаддитивными методами</p> <p>Аддитивные методы получения печатных плат. Особенности изготовления печатных плат аддитивным методом. Достоинства и недостатки. Классификация методов изготовления ДПП по аддитивной технологии. Технологии получения печатных плат аддитивными методами. Метод фотоформирования. ДПП на термопластичном основании, на металлическом основании</p> <p>Многослойные печатные платы. МПП общего применения на фольгированном диэлектрике. Метод металлизации сквозных отверстий. Метод попарного прессования, открытых контактных площадок, выступающих выводов и послойного наращивания.</p> <p>Прецизионные МПП. Изготовление МПП методом ПАФОС. МПП для поверхностного монтажа.</p> <p>Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы.</p>	10

	<p>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</p> <p>Технологическая документация. Маршрутные и операционные карты. Основные понятия. Оформление</p>	
	<p>Тематика практических занятий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение свойств материалов для изготовления ОПП, ДПП и МПП 2. Изучение свойств материалов для изготовления ГПП 3. Изучение технологического процесса изготовления ОПП на жестком фольгированном основании 4. Изучение технологического процесса изготовления ОПП на гибком фольгированном основании 5. Изучение маршрутной карты технологического процесса изготовления ОПП на жестком нефольгированном основании 6. Изучение технологического процесса изготовления ОПП на гибком нефольгированном основании 7. Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком фольгированном основании 8. Изучение технологического процесса изготовления ДПП на гибком фольгированном основании 9. Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком нефольгированном основании 10. Изучение технологического процесса изготовления ДПП на гибком нефольгированном основании 11. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом металлизации сквозных отверстий 12. Изучение технологического процесса изготовления МПП попарного прессования 13. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом последовательного наращивания 14. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом открытых контактных площадок 15. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом выступающих выводов 16. Изучение технологии изготовления гибких МПП 17. Изучение технологии изготовления ГПК 	10
<p>Тема 2.9. Технологические процессы производства гибридных интегральных схем</p>	<p>Содержание</p>	8
	<p>Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС</p> <p>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.</p> <p>Способы нанесения тонких пленок: термическое испарение в вакууме, тонное испарение. Катодное распыление, ионно-плазменное распыление, реактивное ионное распыление.</p> <p>Способы получения рельефа тонких пленок</p> <p>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</p>	

	<p>использования контактной маски. Метод селективного травления. Фотолитография. Основные этапы процесса фотолитографии: Разрешающая способность процесса фотолитографии. Фоторезисты и их свойства. Подготовка пластин к нанесению фотослоя. Фотоплафоны. Совмещение фотоплафона.. Знаки совмещения. Экспонирование, проявление и термообработка фотомаски. Метод двойной фотолитографии. Получение рельефа тонких пленок методом электронно-лучевого фрезерования, электронолитографией, электронно-лучевым разложением. 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. 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 изготовления 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</p> <p>Тематика практических занятий 1.Выбор материала резистивной пленки 2.Определение полной относительной погрешности изготовления тонкопленочного резистора 3.Проектирование топологии резистора с $1 < Kф < 10$ 4.Проектирование топологии тонкопленочного резистора с $Kф < 1$ 5.Проектирование топологии резистора с $10 < Kф < 50$ 6.Выбор материала диэлектрика для тонкопленочного конденсатора 7.Расчет топологии тонкопленочного конденсатора 8.Разработка топологии тонкопленочной микросборки</p>	20
Тема 2.10. Технология производства полупроводниковых микросхем	Содержание 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	3

	Кредитно-денежная политика государства Мировая торговля	
	Тематика лабораторных работ 1. Расчет ВВВ и ВВП 2. Расчет налогов 3. Расчет валютного курса	12
Тема 3.4 Организация как хозяйствующий субъект	Содержание Классификация предприятий Организационно правовые формы предприятий Производственная программа предприятия Производственный процесс Типы и методы организации производства Производственная структура предприятия	16
	Тематика лабораторных работ 1. Определение объема товарной, валовой и реализованной продукции	9
Тема 3.5. Капитал предприятия	Содержание Основные фонды предприятия 2. Износ основных фондов 3. Амортизация основных фондов 4. Показатели использования основных фондов 5. Производственная мощность предприятия 6. Оборотные средства предприятия 7. Показатели эффективности использования оборотных средств	20
	Тематика лабораторных работ 1. Определение потребности в оборотных средствах 2. Расчет амортизационных отчислений	4
Тема 3.6. Персонал и оплата труда на предприятии	Содержание 1. Состав и структура персонала предприятия 2. Производительность труда 3. Нормирование труда 4. Система оплаты труда 5. Формы оплаты труда на предприятии	18
	Тематика лабораторных работ 1. Расчет численности персонала 2. Расчет заработной платы по различным формам оплаты труда 3. Расчет бюджета рабочего времени 4. Расчет показателей производительности труда	8

<p>Тема 3.7. Себестоимость и прибыль</p>	<p>Содержание Понятие себестоимости и издержек Калькуляция Классификация затрат Система показателей прибыли Система показателей рентабельности Планирование прибыли Налоги</p> <p>Тематика лабораторных работ 1. Определение цеховой, производственной и полной себестоимости изделия 2. Составление сметы затрат на производство и реализацию продукции 3. Анализ безубыточности 4. Расчет показателей рентабельности 5. Расчет прибыли от продажи продукции 6. Определение суммы уплачиваемых налогов</p>	<p>6</p> <p>12</p>
<p>Тема 3.8. Ценовая политика предприятия</p>	<p>Содержание 1. Процесс ценообразования 2. Система цен и их классификация 3. Виды и элементы формирования цены 4. Виды и элементы формирования цены</p> <p>Тематика лабораторных работ 1. Расчет оптовой, отпускной и розничной цены</p>	<p>10</p> <p>10</p>
<p>Тема 3.9. Инновационная и инвестиционная деятельность предприятия</p>	<p>Содержание Инновационная деятельность Виды инвестиций Эффективность инвестиций Инвестиционная политика</p> <p>Тематика лабораторных работ 1. Определение срока окупаемости проекта 2. Определение точки безубыточности проекта</p>	<p>2</p> <p>8</p>
<p>Самостоятельная работа Написать реферат на темы: Ценовая политика предприятия на различных типах рынка, Основные ценовые стратегии Подготовить сообщение на темы: Регулирование инвестиционной деятельности, Планирование на предприятии</p> <p>Учебная практика Виды работ 1. Вводный инструктаж по технике безопасности. Инсталляция инструментальной среды проектирования электрических схем. Изучение общих настроек инструментальной системы.</p>	<p>14</p> <p>108</p>	

<p>Защита курсовых проектов Курсовой проект (работа) Тематика курсовых проектов (работ) (выбирается учебным заведением) Разработать топологию печатной платы принципиальной для принципиальной схемы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Усилителя мощности 2. Функционального генератора 3. Генератора НЧ 4. Таймера включения света <p>Электронного термометра и т.д.</p>	<p>Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающегося над курсовым проектом (работой):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Планирование работы над курсовым проектом; 2. Изучение принципа работы электрической схемы; 3. Анализ внешних воздействий на устройство; 4. Анализ условий эксплуатации устройства; 5. Конструктивные способы защиты от внешних факторов; 6. Выбор элементной базы с учетом условий эксплуатации; 7. Ориентировочный выбор размеров печатной платы; 8. Проектирование печатной платы с использованием пакетов прикладных программ; 9. Анализ полученных результатов; 10. Оформление топологических чертежей; 11. Выбор способа крешления печатной платы и определения ее жесткости; 12. Оценка качества разработки; 13. Оформление текстовой документации и графической части курсового проекта 	<p>14</p>
<p>Раздел 3. Экономическое обоснование производства электронных приборов и устройств</p>		
<p>Тема 3.1.</p>	<p>Содержание</p>	<p>191</p>
<p>Основы рыночной экономики</p>	<p>Предмет и методы экономики Спрос и предложение на рынке Рынок и конкуренция</p>	<p>8</p>
<p>Тематика лабораторных работ</p>		
<p>1. Лабораторная работа «Построение графиков спроса и предложения»</p>		
<p>Тема 3.2.</p>	<p>Содержание</p>	<p>6</p>
<p>Рынок факторов производства</p>	<p>Рынок труда и земли Рынок капитала</p>	<p>4</p>
<p>Тема 3.3.</p>		
<p>Основные макроэкономические показатели</p>	<p>Основные макроэкономические показатели Безработица и инфляция Фискальная политика</p>	<p>16</p>

	<p>интегральные конденсаторы. МДП конденсаторы</p> <p>Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС. Изоляция обратного-смещенным р-п переходом. Схема технологического процесса получения планарно-эптаксимального транзистора. Изоляция диэлектриком. Изоляция поликристаллическим кремнием. Изоляция воздушным зазором. Комбинированная изоляция (Изопланар – I, Изопланар – II). Полипланарная и эпитланарная технологии изоляции элементов ИМС. Полная изоляция выводов в микросхемах</p> <p>Маршрут изготовления пластин кремния. Шлифование и полировка пластин. Особенности и виды шлифования. Абразивные материалы для шлифования. Способы крепления пластин при шлифовании. Оборудование для шлифовки пластин.</p> <p>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</p> <p>Тематика практических занятий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Изучение технологии получения биполярных структур 2.Изучение способов изоляции в полупроводниковых микросхемах 3.Изучение изоляции КНС и КНШ 4.Этапы изготовления пластин кремния 5.Изучение технологического процесса полировки и шлифовки пластин 6.Способы ориентации слитков 7.Изучение технологии резки слитков кремния на пластины 8. Контроль толщины пластины 	18
<p>Обязательные аудиторные учебные занятия по курсовому проекту (работе) Анализ технического задания на проектирование;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Этапы работы над курсовым проектированием; 2. Задачи топологического проектирования; 3. Порядок проектирования печатных плат; 4. Анализ частного технического задания на разработку; 5. Выбор типа печатной платы, ее габаритов и материала 6. Оценка конструктивных показателей при аналитической компоновке; 7. Определение собственной частоты вибрации печатной платы, анализ полученных результатов; 8. Выбор способа установки радиоэлементов на печатную плату; 9. Проверка эскиза печатной платы; 10. Проверка топологии печатной платы; 11. Правила оформления электрической схемы и перечня элементов; 12. Проверка содержания пояснительной записки курсового проекта; 13. Подготовка материалов к защите курсовых проектов; 		30

<p>2. Разработка и редактирование компонентов для электрической схемы.</p> <p>3. Работа с пользовательской и стандартной библиотекой компонентов.</p> <p>4. Составление чертежа схемы электрической принципиальной.</p> <p>5. Установка инструментальной среды проектирования электрических схем.</p> <p>6. Изучение общих настроек инструментальной системы. Настройка интерфейса.</p> <p>7. Использование графических элементов программы.</p> <p>8. Редактирование элементов печатной платы.</p> <p>9. Создание и редактирование компонентов.</p> <p>10. Составление чертежа печатной платы.</p> <p>11. Изучение комплектности графической и текстовой конструкторской документации на проектируемое ЦУ.</p> <p>12. Систематизация и обобщение материалов для отчета. Подготовка отчета по учебной практике.</p>	<p>108</p>
<p>Производственная практика (виды работ)</p>	
<p>Виды работ по Разделу 1:</p>	
<p>1. Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ</p>	
<p>2. Разработка структурной электрической схемы электронного устройства</p>	
<p>3. Моделирование принципиальных схем по постоянному току</p>	
<p>4. Проектирование и моделирование цифровых схем</p>	
<p>5. Моделирование частотных характеристик силовых полупроводниковых приборов</p>	
<p>Виды работ по Разделу 2:</p>	
<p>1. Выполнение работ по оформлению проектно-конструкторской документации</p>	
<p>2. Редактирование посадочных мест радиокомпонентов с планарными и штыревыми выводами;</p>	
<p>3. Проверка технологических параметров посадочных мест радиокомпонентов;</p>	
<p>4. Проверка соответствия марки компонента схемы и его посадочного места;</p>	
<p>5. Редактирование стеков контактных площадок;</p>	
<p>6. Проверка соответствия принципиальной схемы и упаковки печатной платы;</p>	
<p>7. Ознакомление с технологической документацией при производстве ЭПиУ.</p>	
<p>8. Участие в подготовке и оформлении маршрутных карт на изготовление печатных плат</p>	
<p>9. Участие в разработке отдельных операций технологического процесса производства ЭПиУ</p>	
<p>10. Ознакомление с особенностями производства электронных приборов и устройств</p>	
<p>11. Ознакомление с особенностями технологического оборудования при производстве печатных плат</p>	
<p>12. Участие в выполнении основных этапов технологического процесса производства печатных плат</p>	
<p>Промежуточная аттестация (экзамен)</p>	
<p>Всего по ПМ.03</p>	
<p>6</p>	
<p>1083</p>	

Номера практических занятий, выполняемых в форме практической подготовки: 2.8., 2.6

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.

4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Для реализации программы профессионального модуля предусмотрены следующие специальные помещения:

Кабинет информатики, оснащенный оборудованием:

- компьютеры в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, манипулятор «мышь») или ноутбуки (моноблоки),
- локальная сеть с выходом в Интернет,
- комплект проекционного оборудования (интерактивная доска в комплекте с проектором или мультимедийный проектор с экраном)
- программное обеспечение (программные продукты по автоматизированному проектированию изделий электронной техники).

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории (по каждой из лабораторий):

Цифровой и микропроцессорной техники:

- компьютеры в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, манипулятор «мышь») или ноутбуки (моноблоки),
- локальная сеть с выходом в Интернет,
- комплект проекционного оборудования (интерактивная доска в комплекте с проектором или мультимедийный проектор с экраном)

аппаратные или программно-аппаратные контрольно-измерительные приборы (мультиметры, генераторы, осциллографы, регулируемые источники питания, частотомеры, анализаторы сигналов или комбинированные устройства)

- наборы цифровых электронных элементов с платформой для их изучения или комбинированные стенды и устройства
- программное обеспечение для расчета и проектирования цифровых электронных схем и конструирования печатных плат

4.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

4.2.1 Основные источники:

1. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование цифровых устройств.- СПб.: Лань, 2012
2. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств.- СПб.: Лань, 2014
3. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для СПО / С. А. Миленина, Н. К. Миленин ; под ред. Н. К. Миленина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 399 с.

4.2.2 Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.- Режим доступа: <http://www.ximicat.com/ebook.php?file=kurnosov.djvu&page=1>
2. Компоненты и технология. Режим доступа :<http://www.kit-e.ru/articles/circuitbrd.php>
3. PS electro. Режим доступа: http://www.pselectro.ru/nestandartnye_pечатnye_platy
4. Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании. [Электронный ресурс].-Режим доступа. http://www.propro.ru/graphbook/eskd/eskd/GOST/2_123.htm#004
5. Платан. Каталог электронных компонентов. [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <http://www.platan.ru/company/catalogue.html>

4.3. Общие требования к организации образовательного процесса

Организация образовательного процесса предусматривает при реализации программы, использование в образовательном процессе активных форм проведения занятий с применением, деловых игр, индивидуальных и групповых проектов, анализа производственных ситуаций и т.п. Реализация образовательной программы предполагает обязательную учебную и производственную практику.

Учебная практика реализуется в мастерских профессиональной образовательной организации и требует наличия оборудования, инструментов, расходных материалов, обеспечивающих выполнение всех видов работ, определенных содержанием программ профессиональных модулей, в том числе оборудования и инструментов, используемых при проведении чемпионатов WorldSkills и указанных в инфраструктурных листах конкурсной документации WorldSkills по компетенции «Электроника» (или их аналогов).

Оборудование предприятий и технологическое оснащение рабочих мест производственной практики должно соответствовать содержанию деятельности и давать возможность обучающемуся овладеть профессиональными компетенциями по всем осваиваемым видам деятельности, предусмотренным программой с использованием современных технологий, материалов и оборудования.

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств.	<ul style="list-style-type: none"> - полнота сбора и глубина анализа исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем; - обоснованность подбора элементной базы при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания; - полнота описания работы проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем; - точность и грамотность выполнения чертежей структурных и электрических принципиальных схем; - обоснованность и полнота применения пакетов прикладных программ для моделирования электрических схем; 	тестирование, выполнение практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике, экзамен
ПК3.2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности.	<ul style="list-style-type: none"> - грамотность оформления конструкторской документации на односторонние и двусторонние печатные платы; - эффективность применения автоматизированных методов разработки конструкторской документации; - полнота сбора и глубина анализа исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; - обоснованность подбора элементной базы при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания; - точность выполнения несложных расчетов основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств; - полнота анализа работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования; - полнота анализа технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа; - грамотность чтения принципиальных схем электронных устройств; - полнота конструктивного анализа элементной 	тестирование, выполнение практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике, экзамен

	<p>базы;</p> <ul style="list-style-type: none"> - обоснованность выбора класса точности и шага координатной сетки на основе анализа технического задания; - обоснованность выбора и точность расчета элементов печатного рисунка; - эффективность компоновки и размещения электрорадиоэлементов на печатную плату; - точность расчета конструктивных показателей электронного устройства; - точность расчета компоновочных характеристик электронного устройства; - точность расчета габаритных размеров печатной платы электронного устройства; - обоснованность выбора типоразмеров печатных плат; - обоснованность выбора способов крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий; - точность выполнения трассировки проводников печатной платы; - глубина и точность разработки чертежей печатных плат в пакете прикладных программ САПР 	
<p>ПК3.3 Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - глубина анализа конструктивных показателей технологичности, - точность расчета конструктивных показателей технологичности 	<p>тестирование, выполнение практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике, экзамен</p>

<p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач; - адекватная оценка и самооценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач 	<p>тестирование, выполнение практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике, экзамен</p>
<p>ОП 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - использование различных источников, включая электронные ресурсы, медиаресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач 	
<p>ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и</p>	<ul style="list-style-type: none"> - демонстрация ответственности за принятые решения - обоснованность самоанализа и коррекция результатов собственной работы; 	

личностное развитие.		
ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	<ul style="list-style-type: none"> - взаимодействие с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения, с руководителями учебной и производственной практик; - обоснованность анализа работы членов команды (подчиненных) 	
ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.	<ul style="list-style-type: none"> - грамотность устной и письменной речи, - ясность формулирования и изложения мыслей 	
ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей.	<ul style="list-style-type: none"> - соблюдение норм поведения во время учебных занятий и прохождения учебной и производственной практик, 	
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	<ul style="list-style-type: none"> - эффективность выполнения правил ТБ во время учебных занятий, при прохождении учебной и производственной практик; - знание и использование ресурсосберегающих технологий в области телекоммуникаций 	
ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.	<ul style="list-style-type: none"> - эффективность выполнения правил ТБ во время учебных занятий, при прохождении учебной и производственной практик; 	
ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.	<ul style="list-style-type: none"> - эффективность использования информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности согласно формируемым умениям и получаемому практическому опыту; 	
ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.	<ul style="list-style-type: none"> - эффективность использования в профессиональной деятельности необходимой технической документации, в том числе на английском языке. 	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

"РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ", Добрякова Марина Геннадьевна

06.03.24 10:22 (MSK)

Простая подпись