Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Муромский институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)

Отделение среднего профессионального образования

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____Д.Е. Андрианов
«_19_» ___05___ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Выполнение проектирования электронных устройств и систем

для специальности 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем

Муром, 2026 г.

Рабочая программа профессионального модуля разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее - ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее - СПО) 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем №392 от 02 июня 2022 года.

Кафедра-разработчик: радиотехники.

Рабочую программу составил: к.т.н., доцент Якименко К.А.

_____ от «06» мая 2026 г.
(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ.

Протокол № 16 от «06» мая 2026 г.

Заведующий кафедрой РТ *Ромашов В.В.* _____
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 4
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 6
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 7
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 14
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 16

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Выполнение проектирования электронных устройств и систем

1.1. Область применения примерной программы

Примерная программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД): **Результатом освоения профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности (ВПД) "Выполнение проектирования электронных устройств и систем", в том числе профессиональными (ПК) компетенциями.** и соответствующих профессиональных компетенций (ПК):

- ПК 1.1. Осуществлять подбор технологий, технического оснащения и оборудования для сборки, монтажа и демонтажа элементов электронных блоков, устройств и систем различного типа
- ПК 1.2. Осуществлять сборку, монтаж и демонтаж элементов электронных блоков, устройств и систем различного типа
- ПК 1.3. Эксплуатировать автоматизированное оборудование для сборки и монтажа электронных блоков, устройств и систем различного типа
- ПК 2.1. Составлять электрические схемы, проводить расчеты и анализ параметров электронных блоков, устройств и систем различного типа с применением специализированного программного обеспечения в соответствии с техническим заданием
- ПК 2.2. Выполнять проектирование электрических схем и печатных плат с использованием компьютерного моделирования
- ПК 3.1. Составлять и использовать алгоритмы диагностики работоспособности электронных устройств и систем различного типа
- ПК 3.2. Проводить стандартные и сертификационные испытания электронных устройств и систем различного типа
- ПК 3.3. Осуществлять настройку, регулировку, техническое обслуживание и ремонт электронных устройств и систем различного типа
- ПК 4.1. Составлять алгоритмы и структуру программного кода для микропроцессорных систем
- ПК 4.2. Проектировать и программировать встраиваемые системы и интерфейсы оборудования с использованием языков программирования

1.2. Цели и задачи профессионального модуля – требования к результатам освоения профессионального модуля

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

иметь практический опыт:

- - расчета, подбора элементов и проверка их производственного статуса; (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- - моделирования электронных схем на соответствие требованиям технического задания; (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- - подготовки выходной конструкторской документации по итогам анализа и расчетов; (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- - выполнения расчетов электрических величин, в том числе с применением специализированного программного обеспечения; (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- - применения требований нормативно-технической документации при разработке цифровых и аналоговых устройств; (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- - выполнения компьютерного моделирования электронных схем малой и средней сложности; (ПК 2.1. , ПК 2.2.);

- проектирования печатных плат в САПР; (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- - подготовки конструкторской и технологической документации для изготовления печатных плат (ПК 2.1. , ПК 2.2.).

уметь:

- выполнять радиотехнические расчеты параметров и электрических величин различных электрических и электронных схем (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- анализировать результаты расчетов параметров и электрических величин различных электрических и электронных схем (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- проектировать аналоговые и цифровые электрические схемы малой и средней степени сложности (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- применять программные средства компьютерного моделирования и САПР для проектирования и анализа разрабатываемых электрических схем (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- проводить расчеты показателей надежности разрабатываемого устройства (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- выбирать конструкцию печатной платы в соответствии с техническим заданием (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- применять программные средства компьютерного проектирования и САПР для разработки печатных плат (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- подготавливать проектно-конструкторскую и технологическую документацию электронных систем малой и средней степени сложности на основе печатных плат (ПК 2.1. , ПК 2.2.).

знать:

- основные принципы работы радиоэлектронных устройств (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- основы схемотехники аналоговых и цифровых интегральных схем (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- УГО цифровых и аналоговых компонентов и устройств (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- основные методы расчетов аналоговых и цифровых электрических схем малой и средней степени сложности (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- программные средства компьютерного моделирования и САПР для проектирования и анализа разрабатываемых электрических схем (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- определения понятий: надежность, работоспособность, безотказность, отказ, ремонтопригодность, долговечность, срок службы и сохраняемость ЭУС (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- показатели безотказности и долговечности радиоэлектронной аппаратуры (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- основные схемно-конструктивные факторы, определяющие надежность ЭУС (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- принципы построения различных вариантов электронных схем и устройств (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- основные этапы проектирования цифровых и аналоговых устройств (ПК 2.1. , ПК 2.2.);
- конструкции печатных плат и их характеристики (ПК 2.1. , ПК 2.2.).

1.3. Рекомендуемое количество часов на освоение программы профессионального модуля:

всего - 362 часа, в том числе:
максимальной учебной нагрузки обучающегося - 272 часа, включая:
обязательной аудиторной нагрузки обучающегося - 204 часа;
самостоятельной нагрузки обучающегося - 68 часов;
учебной и производственной практики - 72 часа;
экзамен по модулю - 18 часов.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1.	Осуществлять подбор технологий, технического оснащения и оборудования для сборки, монтажа и демонтажа элементов электронных блоков, устройств и систем различного типа
ПК 1.2.	Осуществлять сборку, монтаж и демонтаж элементов электронных блоков, устройств и систем различного типа
ПК 1.3.	Эксплуатировать автоматизированное оборудование для сборки и монтажа электронных блоков, устройств и систем различного типа
ПК 2.1.	Составлять электрические схемы, проводить расчеты и анализ параметров электронных блоков, устройств и систем различного типа с применением специализированного программного обеспечения в соответствии с техническим заданием
ПК 2.2.	Выполнять проектирование электрических схем и печатных плат с использованием компьютерного моделирования
ПК 3.1.	Составлять и использовать алгоритмы диагностики работоспособности электронных устройств и систем различного типа
ПК 3.2.	Проводить стандартные и сертификационные испытания электронных устройств и систем различного типа
ПК 3.3.	Осуществлять настройку, регулировку, техническое обслуживание и ремонт электронных устройств и систем различного типа
ПК 4.1.	Составлять алгоритмы и структуру программного кода для микропроцессорных систем
ПК 4.2.	Проектировать и программировать встраиваемые системы и интерфейсы оборудования с использованием языков программирования
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
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
ОК 02.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 04.	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК 06.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения
ОК 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности

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

Коды профессиональных компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Всего часов *(макс. учебная нагрузка и практики)*	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса (курсов)					Практика	
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося			Самостоятельная работа обучающегося		Учебная, часов	Производственная (по профилю специальности), часов
			Всего, часов	в т. ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т. ч. курсовая работа (проект), часов	Всего, часов	в т. ч. курсовая работа (проект), часов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПК 2.1., ПК 2.2.	**Раздел 1.** МДК.02.01 Проектирование и анализ электрических схем	156	124	64	20	32	20		
ПК 2.1., ПК 2.2.	**Раздел 2.** МДК.02.02 Конструкторское проектирование печатных плат	116	80	40		36			
	Учебная практика по модулю ПМ.02	72						72	
	Квалификационный экзамен	18							
	Всего:	**362**	**204**	**104**		**68**	**20**	**72**	

3.2. Содержание обучения по профессиональному модулю

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
МДК.02.01 Проектирование и анализ электрических схем		**136**	
	4 семестр		
Раздел 1	**Проектирование и анализ электрических схем**		
Тема 1.1 Системный подход при проектировании ЭУС	**Содержание учебного материала**		
	Лекционные занятия. Способы организации процесса проектирования. Иерархический принцип компоновки сборочных единиц ЭУС. Требования к проектируемым ЭУС. Факторы, воздействующие на ЭУС. Надёжность в технических системах. Основные характеристики и параметры. Расчет надежности. Структурные методв повышения надежности ЭУС.	12	1
	Лабораторные работы. Моделирование цепей переменного тока.	4	3

	Самостоятельная работа обучающихся. Виды и состав конструкторской и эксплуатационной документации на ЭУС. Интеллектуальная собственность в области электроники. Основы технологичности конструкторских решений. Системы теплоотвода и терморегулирования в ЭУС. Расчёт тепловых режимов. Вопросы ремонтопригодности и технического обслуживания ЭУС.	20	3
Тема 1.2 Разработка электрических схем	**Содержание учебного материала**		
	Лабораторные работы. Знакомство с интерфейсом ПО для моделирования и анализа ЭУС. Моделирование цепей постоянного тока. Анализ цепей постоянного тока.	12	3
	5 семестр		
Тема 1.3 Системный подход при проектировании ЭУС	**Содержание учебного материала**		
	Практические занятия. Анализ технического задания.	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся. Системный подход и V-модель в жизненном цикле разработки ЭУС. Микроконтроллеры.	8	3
Тема 1.4 Разработка электрических схем	**Содержание учебного материала**		
	Лекционные занятия. Основы работы с постоянным током. Основы работы с переменным током. Составные элементы электроники. Аналоговые и цифровые схемы ЭУС. Основные схемы усилителей. Дифференциальные усилители и операционные усилители. Базовые логические элементы и устройства. Основные понятия математической логики. Логические функции и их таблицы истинности. Минимизация логических функций. Комбинационные цифровые устройства. Генераторы и формирователи импульсов. Средства индикации. АЦП и ЦАП. Датчики и исполнительные устройства. САПР моделирования, разработки и анализа аналоговых и цифровых электрических схем.	28	1
	Практические занятия. Расчет аналогового электронного устройства. Моделирование аналогового электронного устройства. Анализ работы аналогового электронного устройства. Обоснование и выбор элементной базы аналогового электронного устройства. Синтез схемы цифрового электронного устройства. Моделирование цифрового электронного устройства. Анализ работы цифрового электронного устройства. Обоснование и выбор элементной базы цифрового электронного устройства. Создание электрических принципиальных схем. Оформление перечня элементов. Оформление пояснительной записки.	40	2
	Лабораторные работы. Моделирование и анализ аналоговых устройств. Моделирование частотно-избирательных цепей. Моделирование и анализ устройств на базе операционных усилителей. Моделирование простейших	24	3

	цифровых устройств. Моделирование комбинационных цифровых устройств. Моделирование средств индикации.		
	Самостоятельная работа обучающихся. Силовая электроника.	4	3
МДК.02.02 Конструкторское проектирование печатных плат		**116**	
	4 семестр		
Раздел 1	**Конструкторско-технологическое проектирование печатных плат**		
Тема 1.1 Печатные платы в конструкциях ЭУС	**Содержание учебного материала**		
	Лекционные занятия. Типы печатных плат. Основные определения и применение. Конструкторские и электрические требования и характеристики ПП. Требования к устойчивости ПП к климатическим и механическим воздействиям. Материалы для производства печатных плат. САПР KiCad. Проверка проекта. Вывод файлов для производства.	8	1
	Лабораторные работы. Оформление электрической принципиальной схемы в MS Visio. Создание и настройка проекта в САПР печатных плат. Электрическая принципиальная схема в САПР. Работа с библиотеками компонентов. Редактирование УГО и посадочных мест компонентов. Анализ работы электрической принципиальной схемы. Размещение компонентов и трассировка печатной платы. Вывод файлов для производства.	16	3
	Самостоятельная работа обучающихся. Защитные и финишные покрытия печатных плат. Металлизация отверстий. Виды отверстий в МПП. Виды электрорадиоэлементов. Условные графические обозначения, корпуса и посадочные места элементов. Работа со справочной литературой. Поиск аналогов компонентов. Редактирование УГО, корпусов и посадочных мест элементов в KiCad. Методы и способы установки элементов для монтажа сквозь отверстия на плату.	20	3
Тема 1.2 Конструкторско-технологическое проектирование печатной платы	**Содержание учебного материала**		
	Лекционные занятия. САПР KiCad. Создание проекта, оформление принципиальной электрической схемы. Особенности. Редактирование УГО и посадочных мест. Создание правил. САПР KiCad. Размещение компонентов и трассировка дорожек печатной платы.	4	1
	5 семестр		
Тема 1.3 Печатные платы в конструкциях ЭУС	**Содержание учебного материала**		
	Лекционные занятия. Методы производства печатных плат. Фотолитография. Травление. Основные этапы производства печатных плат.	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся. Методы и способы установки	12	3

	элементов поверхностного монтажа на плату. Особенности проектирования печатных плат для схем с управляющей цифровой частью и силовой частью. Гальваническая развязка. Снижение помех. Проектирование контуров, полигонов и сплошной земли на печатной плате. Виды и комплектность конструкторско-технологической документации. Правила оформления конструкторско-технологической документации.		
Тема 1.4 Конструкторско-технологическое проектирование печатной платы	**Содержание учебного материала**		
	Лекционные занятия. Структурная схема конструкторско-технологического проектирования печатной платы. Назначение электронной аппаратуры и объект установки. Условия эксплуатации. Анализ электрической принципиальной схемы функционального узла. Анализ элементной базы. Выбор варианта конструкции и компоновочной структуры ячейки, блока, модуля. Выбор типа конструкции, класса точности ПП. Соединение ПП в единой конструкции. Разработка компоновочного эскиза и выбор габаритных размеров ПП. Типоразмеры ПП. Определение числа слоев и толщины МПП. Расчет элементов проводящего рисунка. Основные рекомендации по проектированию высокочастотных цифровых МПП. Особенности существующих САПР печатных плат. Алгоритмы размещения ЭРИ на ПП. Автоматическая трассировка в САПР. Поверочные расчеты ПП. Моделирование процессов на печатной плате. Подготовка разработанного проекта ПП к производству. Оформление конструкторской документации на ПП.	24	2
	Лабораторные работы. Разработка проекта 1 в KiCad для аналогового устройства на дискретных компонентах и компонентах малой степени интеграции. Проверка и доработка проекта 1 – Анализ принципиальной схемы и разработанной печатной платы. Устранение ошибок проектирования. Разработка проекта 2 в KiCad для цифрового устройства на дискретных компонентах и компонентах малой степени интеграции. Проверка и доработка проекта 2 – Анализ принципиальной схемы и разработанной печатной платы. Устранение ошибок проектирования. Разработка проекта 3 – индивидуального задания в соответствии с темой ВКР в KiCad и других САПР ПП. Проверка и доработка проекта 3 – индивидуального задания в соответствии с темой ВКР в KiCad и других САПР ПП.	24	3
	Самостоятельная работа обучающихся. Особенности проектирования печатных плат для схем с аналоговой и цифровой частью.	4	3
Учебная практика **Виды работ:**		72	

1. Установка САПР проектирования электрических схем на рабочем месте. 2. Анализ технического задания на разработку электрической схемы устройства. 3. Составление описания принципа работы устройства. 4. Моделирование и анализ работы аналоговой части устройства. 5. Моделирование и анализ цифровой части устройства. 6. Обеспечение теплового режима устройства. 7. Обеспечение защиты устройства от воздействия вибраций. 8. Расчет надежности устройства. 9. Оформление схемы электрической структурной. 10. Оформление схемы электрической принципиальной. 11. Оформление схемы электрической монтажной. 12. Составление спецификации и перечня элементов. 13. Анализ задания на разработку прототипа. Составление структурной схемы. 14. Проведение выбора элементной базы для разработки прототипа. 15. Разработка электрической принципиальной схемы прототипа с помощью программы автоматизированного проектирования. 16. Выбор конструктивной базы, метода компоновки схемы устройства. 17. Выбор и обоснование конструкции печатной платы, выбор материала и метода изготовления печатной платы. 18. Разработка печатной платы прототипа с помощью программы автоматизированного проектирования. 19. Сборка схемы и печатной платы прототипа. 20. Оценка качества разработанного прототипа. 21. Проверка работоспособности и функционирования прототипа. 22. Составление конструкторско-технологической документации на разрабатываемый прототип.		
Примерная тематика курсовых работ / индивидуальных проектов: Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком положения по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком скорости по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком перемещения по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком температуры по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком давления по заданным техническим	20	

условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком влажности по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком дыма по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком освещенности по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком присутствия по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком расстояния по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком цвета по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком напряжения по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком тока по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком движения по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком направления ветра по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком скорости ветра по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком веса по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком утечки по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком уровня жидкости по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком угла поворота по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком приближения по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком излучения по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком содержания воды по заданным		

техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с датчиком пламени по заданным техническим условиям. Разработка устройства сопряжения персонального компьютера с химическим датчиком по заданным техническим условиям			
Квалификационный экзамен		18	
	Всего:	362	

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

4.1. Требования к минимальному материально–техническому обеспечению

Лаборатория систем автоматизированного проектирования

Рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19” 3 шт.; принтер HP P2015dn; сканер Epson V200Photo; маршрутизатор 3Com Switch; проектор NEC; экран настенный.ПК Dijitech монитор АЛОС 12 шт.

Программное обеспечение:
Не предусмотрено.

4.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет–ресурсов, дополнительной литературы.

Основные источники:

1. Вайспапир, В. Я. Технология производства радиоэлектронных средств : учебное пособие для СПО / В. Я. Вайспапир. — Саратов : Профобразование, 2022. — 120 c.. https://www.iprbookshop.ru/125579.html
2. Уваров, А. С. P-CAD 2000, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат / А. С. Уваров. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 322 c. — ISBN 978-5-4488-0067-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART . https://www.iprbookshop.ru/125579.html
3. Виноградов, М. В. Проектирование цифровых устройств : учебное пособие для СПО / М. В. Виноградов, Е. М. Самойлова. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 106 c. . https://www.iprbookshop.ru/86704.html

Дополнительные источники:

1. Архипов, С. Н. Схемотехника телекоммуникационных устройств : практикум для СПО / С. Н. Архипов. — Саратов : Профобразование, 2021. — 100 c. — ISBN 978-5-4488-1202-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].. https://www.iprbookshop.ru/106635.html
2. Штейнбах, О. Л. Компьютерная графика. Проектирование в среде AutoCAD : учебное пособие для СПО / О. Л. Штейнбах, О. В. Диль. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2023. — 108 c. — ISBN 978-5-4488-1590-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. . https://www.iprbookshop.ru/132576.html

Интернет-ресурсы:

1. Справочники и базы данных по дискретным компонентам и интегральным микросхемам зарубежного и отечественного производства. http://window.edu.ru/resource/663/9663
2. Радиотехнический сайт RADIOTRACT. Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей http://radiotract.ru/link_sprav.html
3. Радиотехнические системы http://rateli.ru/

4.3. Общие требования к организации образовательного процесса

Обязательным условием освоения профессионального модуля является положительные результаты освоения междисциплинарных дисциплин и учебных практик, самостоятельных и практических работ. В целях успешного освоения профессионального модуля обучающимся оказываются консультации.

4.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Требования к квалификации педагогических (инженерно-педагогических) кадров, обеспечивающих обучение по междисциплинарному курсу (курсам): наличие высшего профессионального образования, соответствующего профилю модуля Выполнение проектирования электронных устройств и систем и специальности «Разработка электронных устройств и систем». Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих руководство практикой: Инженерно-педагогический состав: дипломированные специалисты - преподаватели междисциплинарных курсов, а также общепрофессиональных дисциплин: "Основы электротехники", "Электронная техника", "Электрорадиоматериалы и электрорадиоэлементы", "Импульсные и цифровые устройства", "Конструирование радиоаппаратуры", "Источники питания", "Схемотехника электронных устройств".

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результаты обучения (освоенные профессиональные компетенции)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
ПК 2.1. Составлять электрические схемы, проводить расчеты и анализ параметров электронных блоков, устройств и систем различного типа с применением специализированного программного обеспечения в соответствии с техническим заданием	знать: основные принципы работы радиоэлектронных устройств; знать: основы схемотехники аналоговых и цифровых интегральных схем; знать: УГО цифровых и аналоговых компонентов и устройств; знать: основные методы расчетов аналоговых и цифровых электрических схем малой и средней степени сложности; знать: программные средства компьютерного моделирования и САПР для проектирования и анализа разрабатываемых электрических схем; знать: определения понятий: надежность, работоспособность, безотказность, отказ, ремонтопригодность, долговечность, срок службы и сохраняемость ЭУС; знать: показатели безотказности и долговечности радиоэлектронной аппаратуры; знать: основные схемно-конструктивные факторы, определяющие надежность ЭУС; знать: принципы построения различных вариантов электронных схем и устройств; знать: основные этапы проектирования цифровых и аналоговых устройств; знать: конструкции печатных плат и их характеристики; уметь: выполнять радиотехнические расчеты параметров и электрических величин различных электрических и электронных схем; уметь: анализировать результаты расчетов параметров и электрических величин различных электрических и электронных схем; уметь:	зачет, экзамен, курсовая работа; зачет, экзамен, курсовая работа; зачет, экзамен, курсовая работа;

	проектировать аналоговые и цифровые электрические схемы малой и средней степени сложности; уметь: применять программные средства компьютерного моделирования и САПР для проектирования и анализа разрабатываемых электрических схем; уметь: проводить расчеты показателей надежности разрабатываемого устройства; уметь: выбирать конструкцию печатной платы в соответствии с техническим заданием; уметь: применять программные средства компьютерного проектирования и САПР для разработки печатных плат; уметь: подготавливать проектно-конструкторскую и технологическую документацию электронных систем малой и средней степени сложности на основе печатных плат; иметь практический опыт: - расчета, подбора элементов и проверка их производственного статуса;; иметь практический опыт: - моделирования электронных схем на соответствие требованиям технического задания;; иметь практический опыт: - подготовки выходной конструкторской документации по итогам анализа и расчетов;; иметь практический опыт: - выполнения расчетов электрических величин, в том числе с применением специализированного программного обеспечения;; иметь практический опыт: - применения требований нормативно-технической документации при разработке цифровых и аналоговых устройств;; иметь практический опыт: - выполнения компьютерного моделирования электронных схем малой и средней сложности;; иметь практический опыт: проектирования печатных плат в	курсовая работа; зачет, экзамен, курсовая работа; зачет, экзамен, курсовая работа; зачет, экзамен, курсовая работа;

	САПР;; иметь практический опыт: - подготовки конструкторской и технологической документации для изготовления печатных плат;	
ПК 2.2. Выполнять проектирование электрических схем и печатных плат с использованием компьютерного моделирования	знать: основные принципы работы радиоэлектронных устройств; знать: основы схемотехники аналоговых и цифровых интегральных схем; знать: УГО цифровых и аналоговых компонентов и устройств; знать: основные методы расчетов аналоговых и цифровых электрических схем малой и средней степени сложности; знать: программные средства компьютерного моделирования и САПР для проектирования и анализа разрабатываемых электрических схем; знать: определения понятий: надежность, работоспособность, безотказность, отказ, ремонтопригодность, долговечность, срок службы и сохраняемость ЭУС; знать: показатели безотказности и долговечности радиоэлектронной аппаратуры; знать: основные схемно-конструктивные факторы, определяющие надежность ЭУС; знать: принципы построения различных вариантов электронных схем и устройств; знать: основные этапы проектирования цифровых и аналоговых устройств; знать: конструкции печатных плат и их характеристики; уметь: выполнять радиотехнические расчеты параметров и электрических величин различных электрических и электронных схем; уметь: анализировать результаты расчетов параметров и электрических величин различных электрических и электронных схем; уметь: проектировать аналоговые и цифровые электрические схемы	зачет, экзамен, курсовая работа; зачет, экзамен, курсовая работа; зачет, экзамен, курсовая работа;

	малой и средней степени сложности; уметь: применять программные средства компьютерного моделирования и САПР для проектирования и анализа разрабатываемых электрических схем; уметь: проводить расчеты показателей надежности разрабатываемого устройства; уметь: выбирать конструкцию печатной платы в соответствии с техническим заданием; уметь: применять программные средства компьютерного проектирования и САПР для разработки печатных плат; уметь: подготавливать проектно-конструкторскую и технологическую документацию электронных систем малой и средней степени сложности на основе печатных плат; иметь практический опыт: - расчета, подбора элементов и проверка их производственного статуса;; иметь практический опыт: - моделирования электронных схем на соответствие требованиям технического задания;; иметь практический опыт: - подготовки выходной конструкторской документации по итогам анализа и расчетов;; иметь практический опыт: - выполнения расчетов электрических величин, в том числе с применением специализированного программного обеспечения;; иметь практический опыт: - применения требований нормативно-технической документации при разработке цифровых и аналоговых устройств;; иметь практический опыт: - выполнения компьютерного моделирования электронных схем малой и средней сложности;; иметь практический опыт: проектирования печатных плат в САПР;; иметь практический опыт: - подготовки	курсовая работа; зачет, экзамен, курсовая работа; зачет, экзамен, курсовая работа;

	конструкторской и технологической документации для изготовления печатных плат;	

Приложение

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине

Выполнение проектирования электронных устройств и систем

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

Перечень тем для устного опроса обучающихся:

1. Среда САПР проектирования электрических схем. Назначение меню и горячие клавиши
2. Виртуальные инструменты и приборы среды проектирования
3. Моделирование цепей постоянного тока. Подключение приборов и анализ цепей
4. Моделирование цепей переменного тока. Подключение приборов и анализ цепей
5. Моделирование простейших аналоговых схемотехнических решений на базе операционных усилителей
6. Анализ аналоговых схемотехнических решений
7. Моделирование простейших цифровых схем
8. Анализ цифровых схемотехнических решений
9. Создание и настройка проекта в САПР печатных плат.
10. Работа с редактором схем.
11. Работа с библиотеками компонентов. Создание библиотеки компонентов.
12. Создание электрической схемы для проекта.
13. Настройка правил проектирования печатной платы.
14. Размещение компонентов на печатной плате.
15. Трассировка печатной платы.
16. Проверка платы на наличие ошибок.
17. Создание сборочного чертежа печатной платы.
18. Подготовка файлов для производства печатной платы.

Регламент проведения защиты и оценивание курсовой работы / индивидуального проекта

По результатам проверки курсовой работы выставляется оценка. В том случае, если работа не отвечает предъявляемым требованиям (не раскрыты тема или отдельные вопросы плана, изложение материала поверхностно, отсутствуют выводы), то она возвращается автору на доработку. Студент должен переделать работу с учетом замечаний и предоставить для проверки новый вариант. Если сомнения вызывают отдельные аспекты курсовой работы, то в этом случае они рассматриваются во время устной защиты работы перед комиссией.

Работа в готовом варианте должна быть предоставлена на проверку преподавателю в срок, указанный в задании на курсовой проект.

Студенты, не защитившие курсовые проекты, не допускаются до сдачи экзамена.

Защита курсовой работы представляет собой устный публичный отчет студента, на который ему отводиться 7-8 минут, ответы на вопросы членов комиссии. Устный отчет студента включает: раскрытие целей и задач проектирования, его актуальность, описание выполненного проекта, основные выводы и предложения, разработанные студентом в процессе курсового проектирования.

Анализ результатов курсового проектирования проводиться по следующим критериям:

1. Навыки самостоятельной работы с материалами, по их обработке, анализу и структурированию.
2. Умение правильно применять методы исследования.
3. Умение грамотно интерпретировать полученные результаты.
4. Способность осуществлять необходимые расчеты, получать результаты и грамотно излагать их в отчетной документации.

5. Умение выявить проблему, предложить способы ее разрешения, умение делать выводы.

6. Умение оформить итоговый отчет в соответствии со стандартными требованиями.

Пункты с 1 по 6 дают до 50% вклада в итоговую оценку студента.

7. Умение защищать результаты своей работы, грамотное построение речи, использование при выступлении специальных терминов.

8. Способность кратко и наглядно изложить результаты работы.

Пункты 7,8 дают до 35% вклада в итоговую оценку студента.

9. Уровень самостоятельности, творческой активности и оригинальности при выполнении работы.

10. Выступления на конференциях и подготовка к публикации тезисов для печати по итогам работы.

Пункты 9, 10 дают до 15 % вклада в итоговую оценку студента.

Оценка «отлично» ставится студенту, который в срок, в полном объеме и на высоком уровне выполнил курсовой проект. При защите и написании работы студент продемонстрировал вышеперечисленные навыки и умения. Тема, заявленная в работе раскрыта, раскрыта полностью, все выводы студента подтверждены материалами исследования и расчетами. Отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями. Отзыв руководителя положительный.

Оценка «хорошо» ставиться студенту, который выполнил курсовую работу, но с незначительными замечаниями, был менее самостоятелен и инициативен. Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические материалы обработаны не полностью. Отзыв руководителя положительный.

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, который допускал просчеты и ошибки в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, делал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. Отзыв руководителя с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, который не выполнил курсовую работу, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос, практическое задание	до 20 баллов
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос, практическое задание	до 20 баллов
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос, практическое задание	до 20 баллов
Посещение занятий студентом		до 10 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)		до 10 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		до 20 баллов

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.
Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

МДК. 02.01 Проектирование и анализ электрических схем

Экзаменационные билеты по темам:

Способы организации процесса проектирования

Иерархический принцип компоновки сборочных единиц ЭУС

Требования к проектируемым ЭУС

Факторы, воздействующие на ЭУС

Назначение и объект установки ЭУС

Надёжность в технических системах. Основные характеристики и параметры

Структурные методы повышения надёжности ЭУС

Основные сведения о системе автоматизированного проектирования (САПР)

Классификация и виды обеспечения САПР

Основы работы с переменным и постоянным током

Аналоговые и цифровые схемы ЭУС

Составные элементы электроники

Типовые схемы аналоговых устройств

Основные схемы усилителей. Дифференциальные усилители и операционные усилители

Генераторы и формирователи импульсов

Базовые логические элементы и устройства. Основные понятия математической логики. Логические функции и их таблицы истинности

Минимизация логических функций с помощью законов булевой алгебры и с помощью карт Карно

Комбинационные цифровые устройства

Цифровые устройства последовательностного типа

Применение интегральных схем при разработке цифровых устройств и проверка их на работоспособность

Принципы проведения анализа работоспособности электрических схем.

САПР моделирования, разработки и анализа аналоговых и цифровых электрических схем.

МДК. 02.02 Конструкторско-технологическое проектирование печатных плат

Типы печатных плат. Основные определения и применение.

Конструкторские требования и характеристики ПП.

Электрические требования и характеристики ПП.

Требования к устойчивости ПП к климатическим и механическим воздействиям. Материалы для производства печатных плат.

САПР KiCad. Создание проекта, оформление принципиальной электрической схемы. Особенности. Редактирование УГО и посадочных мест. Создание правил.

САПР KiCad. Размещение компонентов и трассировка дорожек печатной платы.

САПР KiCad. Проверка проекта. Вывод файлов для производства.

Структурная схема конструкторско-технологического проектирования печатной платы.

Назначение и объект установки электронной аппаратуры. Условия эксплуатации.

Анализ электрической принципиальной схемы функционального узла. Анализ элементной базы.

Выбор варианта конструкции и компоновочной структуры ячейки, блока, модуля.

Выбор типа конструкции, класса точности ПП. Соединение ПП в единой конструкции.

Разработка компоновочного эскиза и выбор габаритных размеров ПП. Типоразмеры ПП.

Определение числа слоев и толщины МПП. Расчет элементов проводящего рисунка.

Основные рекомендации по проектированию высокочастотных цифровых МПП.

Особенности существующих САПР печатных плат. Алгоритмы размещения ЭРИ на ПП.

Автоматическая трассировка в САПР.

Поверочные расчеты ПП. Моделирование процессов на печатной плате.

Подготовка разработанного проекта ПП к производству.

Методы производства печатных плат. Фотолитография. Травление.

Основные этапы производства печатных плат.

Оформление конструкторской документации на ПП.

Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания

На основе общего перечня вопросов формируются билеты для студентов, состоящие из двух вопросов. Время для подготовки - 1 час.

С учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется итоговая оценка.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить при промежуточной аттестации, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	***Уровень сформированности компетенций***
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	***Высокий уровень***
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	***Продвинутый уровень***

50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	***Пороговый уровень***
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	***Компетенции не сформированы***

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Трудоемкость изготовления печатных плат зависит от

- класса точности
- группы жесткости
- вида материала

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=3701

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.