

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ
ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ТОМСКИЙ ТЕХНИКУМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
(ОГБПОУ «ТТИТ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОГБПОУ «ТТИТ»

_____/ Е.В.Дедюхина

« ____ » _____ 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

МДК 03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств

МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного
монтажа

для специальности:

11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств

Квалификация: специалист по электронным приборам и устройствам

Форма обучения: очная

Базовая подготовка

Томск 2025г.

РАССМОТРЕННО
на заседании ПЦК
протокол № _____
от « ____ » _____ 20 ____ г.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана
на основе Федерального государственного
образовательного стандарта по специальности среднего
профессионального образования 11.02.16 Монтаж,
техническое обслуживание и ремонт электронных
приборов и устройств от 10.04.2021г. № 691.

Разработчик:

_____/ _____

_____/ _____

Преподаватели:

_____/ _____

_____/ _____

_____/ _____

_____/ _____

_____/ _____

_____/ _____

© ОГБПОУ “Томский техникум информационных технологий”

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	4
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	14
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	16

1 Общая характеристика рабочей программы профессионального модуля ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

1.1 Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения профессионального модуля обучающийся должен освоить основной вид деятельности: Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа и соответствующие ему общие и профессиональные компетенции, личностные результаты.

1.1.1 Перечень общих компетенций и личностных результатов

Код	Наименование общих компетенций
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 поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 09	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

1.1.2 Перечень профессиональных компетенций

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 3	Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа
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

1.1.3 В результате освоения профессионального модуля обучающийся 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 устройства; – 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.
--	--

1.2 Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля

Всего часов: 731

в том числе в форме практической подготовки - 180

Из них на освоение МДК - 527

в том числе самостоятельная работа- 5

производственная практика 180

Промежуточная аттестация - 24

в том числе консультации - 8

экзамен - 16

2 Структура и содержание профессионального модуля

2.1 Структура профессионального модуля

Коды профессиональн ых общих компетенций	Наименования разделов профессионального модуля			Объем профессионального модуля, ак. час.								
		Суммарный объем нагрузки, час.	В т.ч. в форме практ.	Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем								Самост оя- тельная работа
				Обучение по МДК				Практики				
				Всего	В том числе							
		Промежут. аттест.	Лаборат. и практ. занятий		Курсовы х работ (проектов)	Учебная	Производственная	Консультации				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ПК 3.1 ОК 01-10	Раздел 1 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств	203	-	201	12	74		-	-	-	2	
ПК 3.2 – 3.3 ОК 01 - 10	Раздел 2 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	336	-	333	-	100	30	-	-	-	3	
ПК 3.1- 3.23 ОК 01-10	Производственная практика	180	180					180				
Промежуточная аттестация		12	-	12	12							
консультации		4		4	4							
экзамен по модулю		8		8	8							
Всего:		731	180	546	12	-	-	-	180	-	5	

2.2 Тематический план и содержание профессионального модуля (ПМ)

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем в часах
Раздел 1 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств		203
МДК 03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств		189
Тема 1.1 Диоды и диодные схемы	Содержание	40
	1 Виды и типы электрических схем. Назначение структурных, функциональных и принципиальных схем. Правила чтения электрических принципиальных схем.	
	2 Правила составления электрических схем. Графическое обозначение соединений. УГО линии групповой связи. Специальные обозначения соединений. УГО элементов схем.	
	3 Элементная база современных электронных устройств.	
	4 Диоды: назначение, принцип работы.	
	5 Стабилитроны: назначение, принцип работы .	
	6 Однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямителей.	
	7 Диодные ограничители. Принцип работы диодного ограничителя последовательного типа.	
	8 Ограничители последовательного типа с ненулевым порогом ограничения.	
	9 Ограничитель с нулевым порогом ограничения.	
	10 Параллельные диодные ограничители. Принцип работы ограничителя параллельного типа	
	11 Ограничитель с фиксированным порогом ограничения. Моделирование схем ограничителей параллельного типа	
	12 Ограничители импульсов на стабилитроне. Принцип работы схем ограничителей на стабилитронах.	
	13 Последовательное и параллельное включение стабилитрона. Порог стабилизации. Модели стабилитронов.	
	14 Моделирование схемы ограничителя на стабилитроне.	

	15 Осциллограммы входных и выходных напряжений при моделировании схем.	
	16 Формирователи импульсов. Общие сведения. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.	
	17 Дифференцирование реальных прямоугольных импульсов. Условие дифференцирования.	
	18 Интегрирование одиночных импульсов. Условие интегрирования.	
	19 Схемы измерений.	
	20 Схемы для моделирования	
	В том числе практических занятий	18
	1 Проведение анализа показателей диодов	
	2 Проведение анализа показателей стабилитронов	
	3 Проведение анализа показателей однополупериодной схемы выпрямителей.	
	4 Проведение анализа показателей двухполупериодной схемы выпрямителей.	
	5 Проведение анализа показателей ограничителя на стабилитроне	
	6 Анализ осциллограммы входных и выходных напряжений при моделировании схем	
	7 Моделирование схемы ограничителя на стабилитроне	
	8 Моделирование схемы формирователя импульсов	
	9 Моделирование схемы измерений	
Тема 1.2 Транзисторы и транзисторные схемы	Содержание	10
	1 Транзисторы. Назначение и принцип работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора. Схема однокаскадного транзисторного усилителя. Назначение элементов схемы	
	2 Ключи на биполярных транзисторах. Ключевой каскад. Режимы работы транзистора в ключевом каскаде. Стационарные процессы ключа. Переходные процессы в ключе. Увеличение быстродействия ключа	
	3 Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя на транзисторе. Принцип работы эмиттерного повторителя.	
	4 Эмиттерный повторитель при импульсном воздействии.	
	5 Моделирование эмиттерного повторителя.	
	В том числе практических занятий	18

	10 Выполнение сравнительного анализа функциональных схем ключа на биполярных транзисторах	
	11 Выполнение сравнительного анализа функциональных схем эмиттерного повторителя на транзисторе. 12 Разработка классификации средств диагностирования электронных 13 Разработка классификации средств диагностирования электронных устройств 14 Выполнение сравнительного анализа функциональных схем тестового анализа 15 Выполнение сравнительного анализа функциональных схем функционального анализа 16 Заполнение сравнительной таблицы методов внутрисхемного диагностирования электронных приборов 17 Заполнение сравнительной таблицы методов внутрисхемного диагностирования электронных устройств 18 Проведение исследования и анализа показателей эффективности систем технического диагностирования	
Тема 1.3 Генераторы прямоугольных и пилообразных импульсов	Содержание	10
	1 Генераторы прямоугольных импульсов. Транзисторные мультивибраторы. Основная схема мультивибратора в автоколебательном режиме. Физические процессы в мультивибраторе.	
	2 Формирование фронта импульса. Формирование плоской вершины импульса. Формирование среза импульса. Основные параметры колебаний.	
	3 Генераторы пилообразных импульсов. Общие сведения. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН). Простейшая схема ГЛИН.	
	4 Симметричный триггер с внешним смещением. Схема симметричного триггера. Принцип работы схемы	
	5 Несимметричный триггер (триггер Шмитта). Особенности работы триггера Шмитта. Схема триггера. Моделирование схемы триггера Шмитта .	
	В том числе практических занятий	18
	19 Разработка и заполнение таблицы по классификации причин отказов мультивибратора и способов их устранения	
	20 Разработка и заполнение таблицы по классификации причин отказов транзисторного мультивибратора и способов их устранения	

	21 Разработка и заполнение таблицы по классификации причин отказов генератора прямоугольных импульсов и способов их устранения	
	22 Разработка и заполнение таблицы по классификации причин отказов симметричного триггера и способов их устранения	
	23 Разработка и заполнение таблицы по классификации причин отказов триггера Шмитта и способов их устранения	
	24 Разработка и заполнение таблицы по классификации причин отказов генератора прямоугольных импульсов и способов их устранения	
	25 Разработка и заполнение таблицы по классификации причин отказов усилителя звуковой частоты и способов их устранения	
	26 Разработка и заполнение таблицы классификация причин отказов и автогенератора импульсов и способов их устранения	
	27 Разработка и заполнение таблицы по классификации причин отказов цифрового индикатора и способов их устранения	
Тема 1.4 Электронные устройства на операционных усилителях	Содержание	35
	1 Операционный усилитель. Структура ОУ. Физический смысл основных параметров операционного усилителя.	
	2 Схемы измерения основных параметров операционного усилителя.	
	3 Диодные ограничители на ОУ.	
	4 Схемы одностороннего ограничителя на ОУ.	
	5 Схемы двухстороннего ограничителя на ОУ	
	6 Моделирование ограничителей в программе Multisim.	
	7 Формирователи импульсов на ОУ	
	8 Интеграторы и дифференциаторы на ОУ	
	9 Моделирование схем интеграторов и дифференциаторов в программе Multisim	
	В том числе практических занятий	10
	28 Построения алгоритма поиска неисправности в трехкаскадном УНЧ усилителе	
	29 Построения алгоритма поиска неисправности в операционном усилителе	
	30 Построения алгоритма поиска неисправности в одностороннем ограничителе на ОУ	
	31 Построения алгоритма поиска неисправности в двухстороннем ограничителе на ОУ	

	32 Построения алгоритма поиска неисправности в формирователе импульсов на ОУ	
Тема 1.5 Цифровые устройства электронной техники	Содержание	10
	Цифровые устройства. Особенности цифровых устройств. Принцип работы цифровых устройств.	
	Формирователи импульсов на логических элементах. Формирователь импульсов с интегрирующей RC – цепью. Временные диаграммы.	
	Мультивибратор на логических элементах. Автоколебательный мультивибратор. Ждущий мультивибратор на логических элементах.	
	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	
	В том числе практических занятий	4
	33 Проведение функционального теста по поиску неисправностей усилителя звуковой частоты	
	34 Проведение функционального теста по поиску неисправностей RC-генератора	
Тема 1.6 Устройства комбинационного типа	Содержание	10
	Устройства комбинационного типа. Типы устройств комбинационного типа.	
	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.	
	Моделирование счетчиков в программе Multisim.	
	Счетчик - основные понятия. Краткие сведения из теории. Параметры счетчиков. Исследование электронных устройств смешанного типа.	
	В том числе практических занятий	6
	35 Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания блока питания персонального компьютера	

		36 Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания струйного принтера	
		37 Моделирование счетчиков в программе Multisim.	
Самостоятельная работа при изучении раздела 1			2
Подготовка сообщений, работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами.			
Консультация			4
Экзамен			8
Раздел 2 Проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа			336
МДК.03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа			333
Тема 2.1 Основы процесса конструирования	Содержание		6
	1 Конструирование как часть проектирования. Основные термины и определения. Технические требования, технические задания		
	2 Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации: содержание их основных этапов.		
	3 Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на различных этапах конструирования		
	В том числе практических занятий и лабораторных работ		10
	1 Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания блока питания персонального компьютера		
	2 Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания струйного принтера		
	3 Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания клавиатуры персонального компьютера		
	4 Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания электронных часов		
	5 Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания осциллографа		
Тема 2.2 Классификационные группы стандартов в ЕСКД	Содержание		2
	1 Классификационные группы стандартов в ЕСКД. Содержание стандартов в группе. Порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку. Конструкционные системы электронных систем.		
Тема 2.3	Содержание		6

Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов	1.Графические и текстовые конструкторские документы. Перечень документов. Правила оформления структурных и электрических принципиальных схем (Э1иЭ3). Требования к оформлению Перечня элементов (ПЭ3). Правила оформления чертежей деталей: односторонней и двухсторонней печатных плат (ОПП и ДПП).Допуски. Шероховатость поверхности, другие данные,	
	необходимые для их изготовления и контроля. Требования к оформлению спецификации к сборочному чертежу. Разработка технических требований к чертежам печатных плат.Заполнение основной надписи чертежа. Правила оформления сборочных. чертежей на печатную плату. Правила оформления конструкторской документации на микросборки	
Тема 2.4 Автоматизированные методы разработки конструкторской документации	Содержание 1 Комплектность конструкторских документов. Текстовые документы. Обозначения документов. Основная надпись. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц. 2 Чертежи изделий с электромонтажом. Правила оформления чертежей на печатную плату. Правила оформления сборочных 3 Технические требования на печатную плату. Примеры САПР печатных плат. 4 САПР КОМПАС/AUTOCAD / Общие сведения о программе. Запуск программы. Главное меню. Экранное меню. Файловые операции. Удлинение графических объектов. 5 Копирование, вращение и зеркальное отображение объектов. Масштабирование элементов чертежа. Отсечение графических объектов. 6 Редактирование элементов чертежа. Стирание, частичное удаление и перемещение объектов. Деление объекта на части. Сопряжение объектов. Вставка блока форматки чертежа. 7 Правила заполнения основной надписи чертежа. Схемы электрические принципиальные. Редактирование электрических принципиальных схем в программе. 8 Чертежи печатных плат. Изображение топологии в слое TOP. 9 Изображение топологии в слое BOTTOM. Нанесение координатной сетки.	26

	10 Специальные виды контроля: разрушающие и неразрушающие методы контроля и их описание. Инструменты контроля качества продукции	
	11 Проставление размеров на чертеже: линейные размеры, угловые размеры, размеры радиусов, диаметров. Рисование размерных выносок.	
	12 Редактирование размерного текста. Подготовка чертежа для печати.	
	13 Импортное изображение разработок чертежей	
	В том числе практических занятий	10
	6 Создание пассивных и активных элементов схемы	
	7 Создание цифровых и аналоговых микросхем	
	8 Проектирование топологии платы в слое TOP и BOT	
	9 Разработка чертежа печатной платы. Импортное изображение топологии печатной платы из других программ	
	10 Разработка сборочного чертежа печатной платы	
Тема 2.5 Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов	Содержание	38
	1 Проектирование ЭПГУ с учетом воздействия окружающей среды Актуальность разработок электронных устройств с печатным монтажом. Задачи, стоящие перед разработчиком.	
	2 Этапы разработки конструкций узлов на печатной плате. Анализ электрических принципиальных схем. Информация, необходимая на стадии проектирования.	
	3 Окружающая среда и её воздействующие факторы. Климат, климатические зоны. Условия эксплуатации ЭПГУ.	
	4 Основные группы воздействующих факторов: климатические факторы, биологические факторы, термические факторы.	
	5 Воздействие влаги, песка, пыли, солнечной радиации на работу ЭПГУ. Воздействие биологических факторов. Воздействие температуры на работу ЭПГУ.	
	6 Защита ЭПГУ от влаги, пыли, солнечной радиации. Теплообмен. Основные понятия. Тепловой режим ЭПГУ. Конструктивные методы обеспечения теплового режима ЭПГУ.	
	7 Способы охлаждения. Защита ЭПГУ от тепловых воздействий. Теплообмен рельефных поверхностей. Тепловые и вихревые трубки. Принцип работы тепловых и вихревых трубок.	

	8 Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий.Общая характеристика механических воздействий. Влияние механически воздействий на работу электронных приборов и устройств.	
	9 Конструкции ЭПиУ и их расчётные модели. Определение динамических характеристик элементов электронной аппаратуры.	
	10 Расчет элементов ЭПиУ на собственную частоту вибрации. Расчет частоты свободных колебаний функциональных узлов..	
	11 Конструктивные способы защиты ЭПиУ от воздействия вибраций. Методы	
	повышения жёсткости конструкции.	
	12 Влияние способов крепления, площади и толщины плат на собственную частоту колебаний.	
	13 Системы активной защиты ЭПиУ от вибраций	
	14 Принципы компоновки изделий электронной техники. Общие вопросы компоновки. Требования, предъявляемые к компоновочным работам.	
	15 Этапы разработки конструкции узлов, собранных на печатной плате. Информация, необходимая на этапе компоновки.	
	16 Виды компоновочных работ: аналитическая компоновка, графоаналитическая компоновка, машинная компоновка.	
	17 Компоновочные характеристики устройства, собранного на печатной плате	
	18 Последовательность разработки конструкции ЭПиУ на основе печатного монтажа. Расчет геометрических размеров коммутационных оснований.	
	19 Определение установочных характеристик радиоэлементов. Расчет конструктивных показателей электронного устройства	
	В том числе практических занятий	12
	11 Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы	
	12 Определение установочных характеристик радиоэлементов	
	13 Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства	
	14 Расчет конструктивных показателей электронного устройства	
	15 Определение собственной частоты вибрации печатной платы	

	16 Расчет динамических характеристик радиоэлементов при различных способах установки на плату	
Тема 2.6 Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат	Содержание	50
	1 Знакомство с программой. Открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы.	
	2 AltiumDesigner. Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Рисование линий, дуг и окружностей.	
	3 Нанесение выводов элементов и текстов. Нумерация и перенумерация выводов.	
	4 Приемы корректировки изображения: выбор объектов, перемещение, копирование, удаление, изменение графики. Изменение графики дуг и окружностей.	

	5 Разработка УГО конденсатора, резистора, диода, транзистора, катушки.	
	6 Разработка УГО элементов коммутации: контакты, соединители (наборные и неделимые). Разработка УГО микросхем. построение иерархических схем.	
	7 AltiumDesigner . Редактор библиотек. Настройка рабочего поля. Создание шаблона.	
	8 Структура печатной платы (ПП и МПП). Отверстия и контактные площадки: система обозначений, металлизированные отверстия, монтажные отверстия, плоские КП, отверстия для МПП.	
	9 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.	
	10 Разработка больших библиотек. Имена компонентов, типы, номиналы. Особые ТКМ: с крепежными отверстиями и с «круглыми» посадочными местами. Разработка ТКМ микросхем. Символы и посадочные места (разработка с использованием мастера подсказки). Установка соответствия выводов.	
	11 Микросхемы с разнородными логическими частями.	
	12 Элементы коммутации: контакты для подключения и контрольные, гнезда и соединители.	
	13 Создание библиотечных элементов	

	14 Редактор Schematic. Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Установка библиотек и просмотр библиотек.	
	15 Рисование схемы и работа со схемой. Команды из-под правой кнопки. Перемещение УГО, повороты, развороты, изменение графики УГО.	
	16 Работа с цепями: подвижка, деформация, удаление. Введение и удаление точек соединения цепей. Параметры цепей. Сопроводительные тексты в электрических схемах. Введение и их изменение.	
	17 Разработка сложных схем (с микросхемами). Разрывы цепей. Введение конструктивных параметров: общие параметры, классы цепей и их параметры, параметры отдельных цепей.	
	18 Проверка схемы и подготовка для передачи на конструирование печатной платы.	
	19 Деление схемы. Поиск элементов на схеме. Информация о цепях. Создание архивной библиотеки. Создание файла перечня цепей	
	20 Разработка форматки и запись её в программу. Оформление схемы в соответствии с ЕСКД	
	21 Редактор печатных плат (PCB). 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.	
	22 Ручная трассировка. Замена посадочных мест и ТКМ. Контур платы. Окна и отверстия в плате. Области запрета. Трассировка проводников. Установка и корректировка параметров цепей и платы. Полуавтоматическая трассировка.	
	23 Работа с проектом. Приёмы корректировки. Контроль платы и исправление ошибок. Экраны, массивы и экранные слои. Создание, установка конструктивных параметров. Окна в массивах. Подключение цепей к массивам. Корректировка массивов. Русскоязычные и прочие надписи на печатных платах. Автоматическая трассировка при помощи приложения ShapeRoute. Настройка и возможные варианты применения. Автотрассировка в пакетном режиме.	
	24 Трансляция проектов в другие версии или программы, используя форматы представления данных PDIF и DXF.9.	

	25 Выходная документация - выпуск конструкторской документации. Возможности импорта/экспорта файлов в стандартных форматах DWG и DXF, добавление на чертеж заранее заготовленных элементов, оформление, передача проекта в механические САПР (AutoCAD, nanoCAD и др.) для дальнейшего оформления документации. Gerber файлы.	36
	В том числе практических занятий	
	17 Настройка параметров конфигурации и среды проектирования. Изучение команд графического редактора	
	18 Создание условного графического обозначения логического элемента «И-НЕ» и «2И-НЕ»	
	19 Создание условного графического обозначения микросхем с помощью SymbolWizard	
	20 Создание условного графического обозначения транзисторов, резисторов, диодов, катушек индуктивности	
	21 Создание условного графического обозначения элементов питания, разъемов входных и выходных цепей	
	22 Создание библиотеки элементов принципиальной схемы Создание базы данных УГО элементов электронного устройства по индивидуальному заданию	
	23 Изучение команд графического редактора PatternEditor. Задание среды проектирования.	
	24 Создание посадочного места для микросхемы 133ЛА6 с планарными выводами и микросхемы К511ПУ2 со штыревыми выводами	
	25 Создание посадочного места для транзистора КТ3102Г и диода КД403	
	26 Создание посадочного места конденсаторов, катушки индуктивности, разъемов питания, входных и выходных цепей	
	27 Создание посадочных мест микросхем с планарными и штыревыми выводами, выключателей, реле, ВЧ разъемов в PatternWizard	
	28 Создание библиотеки посадочных мест радиокомпонентов по индивидуальному заданию	
	29 Изучение правил работы с программой LibraryExecutive Создание упаковочной информации элемента микросхемы 133ЛА6 и К511ПУ2	
	30 Создание упаковочной информации для транзистора КТ3102Г, диода КД403А	

	31 Создание упаковочной информации конденсаторов, резисторов, катушек индуктивностей, разъемов питания	
	32 Изучение правил трассировки печатных плат. Создание стратегии трассировки	
	33 Трассировка печатных проводников в ручном и интерактивном режимах	
	34 Автоматическая трассировка печатных проводников. Редактирование топологии платы.	
	35 Создание * DXF файлов для выпуска конструкторской документации.	
Тема 2.7 Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	Содержание	4
	1 Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств. Факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности.	
	2 Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам: технологическим, топологическим, механическим, электрическим и эксплуатационным характеристикам	
	В том числе практических занятий	2
	Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности	
Тема 2.8 Методы изготовления печатных плат	Содержание	30
	1 Классификация методов изготовления печатных плат Актуальность применения печатных плат в производстве электронных устройств.	
	2 Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат. Особенности субтрактивной и аддитивной технологий.	
	3 Материалы для изготовления печатных ОПП, ДПП, МПП и ГПП. Требования к материалам печатных плат. Современные материалы для изготовления ПП	
	4 Односторонние печатные платы. Преимущества ОПП. Способы получения ОПП. Классификация ОПП. Химические методы изготовления ОПП. Технологические процессы изготовления ОПП.	
	5 Двусторонние печатные платы. Классификация ДПП, в зависимости от материала основания. Комбинированные методы получения ДПП. Технологические процессы изготовления ДПП комбинированным методом.	
	6 Тентинг-метод. Особенности данной технологии. Получение ДПП методом фрезерования	

	7 Полуаддитивный метод. Классификация полуаддитивной технологии изготовления ДПП. Технологические процессы изготовления печатных плат полуаддитивным методом.	
	8 Аддитивные методы получения печатных плат. Особенности изготовления печатных плат аддитивным методом. Достоинства и недостатки. Классификация методов изготовления ДПП по аддитивной технологии. Технология получения печатных плат аддитивными методами.	
	9 Метод фотоформирования. ДПП на термопластичном основании, на металлическом основании	
	10 Многослойные печатные платы. МПП общего применения на фольгированном диэлектрике. Метод металлизации сквозных отверстий. Метод попарного прессования, открытых контактных площадок, выступающих выводов и послойного наращивания. Прецизионные МПП.	
	11 Изготовление МПП методом ПАФОС. МПП для поверхностного монтажа.	
	12 Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы. Технология изготовления гибких ОПП. Последовательность изготовления ДПП на полиимидной пленке.	
	13 ДПП на гибком фольгированном основании. ДПП на гибком нефольгированном основании. Полиимидные ДПП.	
	14 МПП на гибко-жестком основании. Гибкие печатные кабели. Технологические процессы изготовления ГПК.	
	15 Технологическая документация. Маршрутные и операционные карты. Основные понятия. Оформление.	
	В том числе практических занятий	10
	36 Изучение свойств материалов для изготовления ОПП, ДПП, МПП и ГПП	
	37 Изучение технологического процесса изготовления ОПП на жестком и гибком фольгированном основании	
	38 Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком и гибком фольгированном и нефольгированном основании	
	39 Изучение технологического процесса изготовления МПП попарного прессования и послойного наращивания	
	40 Изучение технологического процесса изготовления МПП методом открытых контактных площадок и выступающих выводов	

Тема 2.9 Технологические процессы производства гибридных интегральных схем	Содержание	24
	1 Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС Тонкопленочные гибридные микросхемы (ГИС) и микросборки (МСБ). Элементная база ГИС и МСБ. Термины и определения. Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС.	
	2 Материалы подложек. Требования к материалам подложек. Подготовка подложек перед нанесением тонких пленок. Материалы проводников и контактных площадок. Требования к материалам проводников и контактных площадок.	
	3 Способы нанесения тонких пленок: термическое испарение в вакууме, тонное испарение. Катодное распыление, ионно-плазменное распыление, реактивное ионное распыление.	
	4 Способы получения рельефа тонких пленок Получение рельефа тонких пленок методом свободной маски. Способы получения свободной маски фотохимическим фрезерованием и электрохимическим наращиванием.	
	5 Получение рельефа тонких пленок метод контактной маски. Прямой метод использования контактной маски. Косвенный метод использования контактной маски. Метод селективного травления.	
	6 Фотолитография. Основные этапы процесса фотолитографии. Разрешающая способность процесса фотолитографии. Фоторезисты и их свойства. Подготовка пластин к нанесению фотослоя.	
	7 Фотошаблоны. Совмещение фотошаблона. Знаки совмещения. Экспонирование, проявление и термообработка фотомаски. Метод двойной фотолитографии. Получение рельефа тонких пленок методом электронно-лучевого фрезерования, электронолитографией, электронно-лучевым разложением	
	8 Тонкопленочные резисторы. Материалы резистивных пленок. Требования к материалам резистивных пленок. Расчет тонкопленочных резисторов. Понятие о коэффициенте формы резистора. Топология тонкопленочных микросборок. Технологические ограничения при проектировании микросборок.	

	9 Платы толсто пленочных ГИС. Требования к материалам подложек толсто пленочных ГИС. Пасты для толсто пленочных ГИС. Проводящие и резистивные пасты. Требования, предъявляемые к пастам.	10
	10 Основные технологические операции изготовление толсто пленочных ГИС. Схема технологического процесса изготовления толсто пленочных ГИС.	
	11 Способы нанесения толстых пленок. Термообработка паст. Подгонка номиналов пленочных элементов. Групповые методы подгонки номиналов элементов толсто пленочной ГИС. Метод лазерной подгонки.	
	12 Расчет топологии толсто пленочных резисторов. Расчет топологии толсто пленочных конденсаторов	
	В том числе практических занятий	
	41 Проектирование топологии резистора с $1 \square \text{Кф} \square 10$	
	42 Проектирование топологии тонко пленочного резистора с $\text{Кф} \square 1$	
	43 Проектирование топологии резистора с $10 \square \text{Кф} \square 50$	
	44 Расчет топологии тонко пленочного конденсатора	
	45 Разработка топологии тонко пленочной микросборки	
Тема 2.10 Технология производства полупроводниковых микросхем	Содержание	17
	1 Введение в технологию полупроводниковых микросхем, получение биполярных структур. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах.	
	2 Планарно-эпитаксиальный транзистор. Последовательность технологического процесса изготовления транзистора. Эпитаксиальные резисторы и интегральные конденсаторы. МДП конденсаторы	
	3 Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС. Изоляция обратнo-смещенным р-п переходом.	
	4 Схема технологического процесса получения планарно-эпитаксиального транзистора.	
	5 Изоляция диэлектриком. Изоляция поликристаллическим кремнием. Изоляция воздушным зазором. Комбинированная изоляция (Изопланар – I, Изопланар – II). Полипланарная и эппланарная технологии изоляции элементов ИМС. Полная изоляция в микросхемах	

6 Маршрут изготовления пластин кремния. Шлифование и полировка пластин. Особенности и виды шлифования. Абразивные материалы для шлифования. Способы крепление пластин при шлифовании. Оборудование для шлифовки пластин. Полировка пластин. Механическая и химическая полировка пластин. Полуавтомат полировки пластин.	
7 Формирование фасок. Назначение данной операции. Получение фасок профильным алмазным кругом.	
8 Ориентация слитков полупроводниковых материалов по различным плоскостям. Способы разметки, ориентирования и резки заготовок и слитков полупроводниковых материалов.	
9 Оборудование для ориентации слитков по кристаллографическим осям и плоскостям	
В том числе практических занятий	10
46 .Изучение технологии получения биполярных структур	
47 Изучение способов изоляция в полупроводниковых микросхемах	
48 Изучение изоляции КНС и КНШ	
49 Изучение технологического процесса полировки и шлифовки пластин	
50 Изучение технологии резки слитков кремния на пластины	
Курсовой проект Тематика курсовых проектов 1. Проведение диагностики инфракрасного барьера 2. Проведение диагностики предварительного двухканального стереоусилителя 3. Проведение диагностики охранного устройства 4.Проведение диагностики электронного устройства «сигнализатора открытой двери холодильника»	
Обязательные аудиторные учебные занятия по курсовому проекту 1 Анализ технического задания на проектирование; 2 Этапы работы над курсовым проектированием;	30

3 Задачи топологического проектирования; 4 Порядок проектирования печатных плат; 5 Анализ частного технического задания на разработку; 6 Выбор типа печатной платы, ее габаритов и материала 7 Оценка конструктивных показателей при аналитической компоновке; 8 Определение собственной частоты вибрации печатной платы, анализ полученных результатов; 9 Выбор способа установки радиоэлементов на печатную плату; 10 Проверка эскиза печатной платы; 11 Проверка топологии печатной платы; 12 Правила оформления электрической схемы и перечня элементов; 13 Проверка содержания пояснительной записки курсового проекта; 14 Подготовка материалов к защите курсовых проектов; Защита курсовых проектов	
Самостоятельная учебная работа обучающегося над курсовым проектом 1 Изучение принципа работы электрической схемы 2 Анализ внешних воздействий на устройство; 3 Анализ условий эксплуатации устройства 4 Конструктивные способы защиты от внешних факторов 5 Выбор элементной базы с учетом условий эксплуатации 6 Ориентировочный выбор размеров печатной платы 7 Проектирование печатной платы с использованием пакетов прикладных программ 8 Анализ полученных результатов 9 Оформление топологических чертежей 10 Выбор способа крепления печатной платы и определения ее жесткости 11 Оценка качества разработки 12 Оформления текстовой документации и графической части курсового проекта	3
Производственная практика Виды работ 1 Производственная практика по ПМ.03 Виды работ по Разделу 1: 1 Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ 2 Разработка структурной электрической схемы электронного устройства 3 Моделирование принципиальных схем по постоянному току	180

4	Проектирование и моделирование цифровых схем	
5	Моделирование частотных характеристик силовых полупроводниковых приборов	
Виды работ по разделу 2:		
1	Выполнение работ по оформлению проектно-конструкторской документации	
2	Редактирование посадочных мест радиокомпонентов с планарными и штыревыми выводами;	
3	Проверка технологических параметров посадочных мест радиокомпонентов;	
4	Проверка соответствия марки компонента схемы и его посадочного места;	
5	Редактирование стеков контактных площадок;	
6	Проверка соответствия принципиальной схемы и упаковки печатной платы;	
7	Ознакомление с технологической документацией при производстве ЭПиУ.	
8	Участие в подготовке и оформлении маршрутных карт на изготовление печатных плат	
9	Участие в разработке отдельных операций технологического процесса производства ЭПиУ	
10	Ознакомление с особенностями производства электронных приборов и устройств	
11	Ознакомление с особенностями технологического оборудования при производстве печатных плат	
12	Участие в выполнении основных этапов технологического процесса производства печатных плат	
Консультация		4
Экзамен по модулю		8
Всего:		731

3 Условия реализации программы профессионального модуля

3.1 Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

Реализация программы модуля предполагает наличие учебных кабинетов: 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)

Реализация программы предполагает обязательную производственную практику.

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

3.2 Информационное обеспечение реализации программы

3.2.1 Основные издания

Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1: учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 382 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10366-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565877>

Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2: учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 421 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10368-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565878>

Сажнев, А. М. Микропроцессорные системы: цифровые устройства и микропроцессоры: учебник для среднего профессионального образования / А. М. Сажнев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 148 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18601-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566725>

Миленина, С. А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. А. Миленина; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 277 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19818-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562790>

Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника: учебник для среднего профессионального образования / С. А. Миленина, Н. К. Миленин; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 450 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19814-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560839>

3.2.2 Основные электронные издания

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.kite.ru/articles/circuitbrd.php>
3. PS electro. Режим доступа.:http://www.pselectro.ru/nestandartnye_pechatnye_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 Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля

Код профессиональных общих компетенций и личностных результатов, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
ПК 3.1 ОК 01-05	- 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, экспертное наблюдение выполнения практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике, экзамен
ПК 3.2 ОК 06-09	- 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 электрических схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; - обоснованность подбора элементной базы при разработке принципиальных схем электронных устройств с	тестирование, экспертное наблюдение выполнения практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике, экзамен

	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 базы; - 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	
ПК 3.3 ОК 07-09	- глубина анализа конструктивных показателей технологичности, - точность расчета конструктивных показателей технологичности	тестирование, экспертное наблюдение выполнения практических заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике,