

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Утверждено

В составе образовательной программы
Учебно-методическим советом ВГТУ
21.02.2024 г протокол № 6

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
Профессионального модуля**

**ПМ01 Разработка технологических процессов, несложной технологической оснастки
и конструкторско-технологической документации для изготовления изделий
твердотельной электроники**

Специальность: 11.02.13 Твердотельная электроника

Квалификация выпускника: техник

Нормативный срок обучения: 1 год 10 месяцев на базе среднего общего образования

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Программа обсуждена на заседании методического совета СПК

14.02.2024 года Протокол № 6

Председатель методического совета СПК  Сергеева С. И.

Программа одобрена на заседании педагогического совета СПК

16.02.2024 года Протокол № 5

Председатель педагогического совета СПК  Донцова Н.А.

2024

Программа профессионального модуля разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования

11.02.13 Твердотельная электроника

Утвержденным приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2022 г. N 674.

Организация-разработчик: ВГТУ

Разработчики:

Денисов Дмитрий Александрович, преподаватель высшей категории
Ф.И.О., ученая степень, звание, должность

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Требования к материально-техническому обеспечению

3.2. Перечень нормативных правовых документов, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения профессионального модуля

3.3. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных, информационных справочных систем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной профессионального модуля

3.4. Особенности реализации профессионального модуля для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ 01. Разработка технологических процессов, несложной технологической оснастки и конструкторско-технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники

1.1 Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения профессионального модуля обучающийся должен освоить основной вид деятельности: участие в разработке технологических процессов, несложной технологической оснастки и конструкторско-технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники.

Рабочая программа профессионального модуля (далее - программа) - является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 11.02.13 Твердотельная электроника входящей в состав укрупненной группы специальностей 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи».

1.1.1 Перечень общих компетенций

Код компетенции	Формулировка компетенции	Знания, умения
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Умения: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия; определять необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовывать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)
		Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и	Умения: определять задачи для поиска информации; определять необходимые

	интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач Знания: номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Умения: определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; применять современную научную профессиональную терминологию; определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования; выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи; презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план; рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования; определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности; презентовать бизнес-идею; определять источники финансирования Знания: содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования; основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности; правила разработки бизнес-планов; порядок выстраивания презентации; кредитные банковские продукты

ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности Знания: психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Умения: грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе Знания: особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов и построения устных сообщений
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	Умения: описывать значимость своей специальности; применять стандарты антикоррупционного поведения Знания: сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; значимость профессиональной деятельности по специальности; стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Умения: соблюдать нормы экологической безопасности; определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по специальности осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства; организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона Знания: правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; пути обеспечения ресурсосбережения; принципы бережливого производства; основные направления изменения климатических условий региона
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности	Умения: использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей; применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности; пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной специальности

		Знания: роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека; основы здорового образа жизни; условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для специальности; средства профилактики перенапряжения
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Умения: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности

1.1.2 Перечень профессиональных компетенций

Основные виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции
осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.	ПК 1.1. Разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники.	иметь практический опыт: разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники; уметь: разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники (по видам); рассчитывать режимы технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники; использовать программные средства для разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники; знать: технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники (по видам); методы пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники;

		методику расчетов режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;
	ПК 1.2. Разрабатывать несложную технологическую оснастку.	иметь практический опыт: разработки несложной технологической оснастки; уметь: разрабатывать технологическую оснастку для изготовления изделий твердотельной электроники; выполнять монтаж (установку) технологической оснастки на оборудование; оценивать работоспособность изготовленной технологической оснастки знать: порядок разработки технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники; конструктивные особенности, назначение, основные принципы работы изделий твердотельной электроники;
	ПК 1.3. Составлять конструкторско-технологическую документацию.	иметь практический опыт: составления конструкторско-технологической документации; уметь: оформлять техническую и технологическую документацию; разрабатывать технологическую, проектно-конструкторскую и другую техническую документацию в соответствии с нормативными актами; производить расчет конструктивных элементов твердотельной электроники; использовать программное обеспечение для расчета и проектирования изделий твердотельной электроники; знать: виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники; типы технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники; параметры и режимы работы технологического оборудования; основные методы расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов с использованием стандартного программного обеспечения; единые государственные системы стандартов ЕСКД, Единой системы технологической подготовки производства, Единой системой технологической документации.

Рабочая программа профессионального модуля может быть использована в дополнительном профессиональном образовании (в программах повышения квалификации и переподготовки) по профессиям рабочих:

14618 Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов.

14618 Сборщик изделий электронной техники.

18316 Сборщики электроизмерительных приборов

18460 Слесарь-механик по радиоэлектронной аппаратуре

18569 Слесарь-сборщик радиоэлектронной аппаратуры и приборов

1.1.3 Анализ сопряжения планируемых результатов освоения профессионального модуля с требованиями профессиональных стандартов:

ФГОС СПО	Профессиональный стандарт (ПС), обобщенные трудовые функции (ОТФ)
готовится к следующим видам деятельности:	
разработка технологических процессов, несложной технологической оснастки и конструкторско-технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники;	29.002 Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники <i>Оперативная подготовка оборудования к производству приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий</i>

1.2 Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля:

Всего – 260 часов.

Обязательная часть – 234 часа.

Вариативная часть – 6 часов.

Объем практической подготовки – 128 ч.

ОК2 ОК4 ОК9												
	ПМ01.01(К) Экзамен по модулю	6		-					-	-	6	
	ВСЕГО:	260	128	234	104	38		20	8	36	36	18

2.2 Тематический план и содержание профессионального модуля

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)		Объем часов	Формируемые знания и умения, практический опыт, ОК, ПК
МДК.01.01 Основные технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники			112	ПК1.1-1.2 ОК1, ОК4, ОК5, ОК9
Раздел 1. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Содержание		8	31 32 У1 ОК1 ОК5 ПК1.1
	1.1	Основные свойства и классификация полупроводниковых материалов		
	1.2	Кристаллическая структура полупроводников		
	1.3	Носители заряда и электропроводность полупроводников		
	1.4	Материалы для полупроводниковых и гибридных интегральных микросхем		
Раздел 2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ	Содержание		8	31 32 У1У2 ОК1, ОК5, ОК4, ОК9 ПК1.1, 1.2
	2.1	Определение кристаллографической ориентации полупроводниковых слитков		
	2.2	Резка полупроводниковых слитков на пластины		
	2.3	Шлифовка полупроводниковых пластин		
	2.4	Полировка полупроводниковых пластин		
	Практические занятия		4	

	1	Очистка подложек		
Раздел 3. ХИМИЧЕСКАЯ, ИОННАЯ И ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН	Содержание		16	31 32 У1 У2 ОК1, ОК5, ОК4 ПК1.1-1.2
	3.1	Основные процессы химической обработки		
	3.2	Очистка поверхности полупроводников		
	3.3	Способы и технология отмывки поверхности полупроводников		
	3.4	Определение чистоты поверхности полупроводников		
	3.5	Химическое травление полупроводников		
	3.6	Электрохимическое травление полупроводников		
	3.7	Химическая и электрохимическая полировка полупроводников		
	3.8	Ионно-лучевая, ионно-плазменная к плазмохимическая очистка и травление полупроводников		
Раздел 4. ЭПИТАКСИАЛЬНОЕ НАРАЩИВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СЛОЕВ	Содержание		8	31 33 У1 У3 ОК1, ОК5, ОК4, ОК9 ПК1.1-1.2
	4.1	Получение эпитаксиальных слоев кремния химическим осаждением из паровой фазы		
	4.2	Вакуумная и жидкостная эпитаксия		
	4.3	Структура эпитаксиальных слоев		
	4.4	Контроль эпитаксиальных слоев		
	Практические занятия		6	
	5	Изучение планарно-эпитаксиальной технологии изготовления полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах		
Раздел 5. ЛЕГИРОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ	Содержание		8	31 32 33 У1 У2 У3 ОК1, ОК5, ОК4, ОК9 ПК1.1-1.2
	5.1	Основные сведения о диффузии		
	5.2	Способы проведения диффузии		
	5.3	Воспроизводимость и контроль параметров диффузионных слоев		
	5.4	Ионное легирование		
Раздел 6. ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ	Содержание		14	32 33 У2 У3 ОК1, ОК5, ОК4, ОК9
	6.1	Классификация тонких пленок и методов их получения		
	6.2	Получение тонких пленок испарением и распылением		

	6.3	Получение пленок оксидированием		ПК1.1-1.2
	6.4	Основные сведения и способы химического осаждения из парогазовой фазы		
	6.5	Электрохимическое (гальваническое) осаждение проводящих пленок		
	6.6	Получение проводящих пленок контактным осаждением и каталитическим восстановлением		
	6.7	Механические напряжения в тонких пленках		
	Практические занятия		4	
	11	Технологии получения тонких металлических пленок		
Раздел 7. ФОТОЛИТОГРАФИЯ	Содержание		16	31 32 У1 У2 ОК1, ОК5, ОК4, ОК9 ПК1.1-1.2
	7.1	Основные этапы процесса фотолитографии		
	7.2	Формирование слоя фоторезиста		
	7.3	Совмещение фотошаблона с подложкой и экспонирование		
	7.4	Формирование рисунка рельефа в слое фоторезиста		
	7.5	Формирование рисунка рельефа на подложке		
	7.6	Проекционная фотолитография		
	7.7	Электронолитографии		
	7.8	Рентгенолитография		
Раздел 8. ФОТОШАБЛОНЫ	Содержание		10	31 32 33 У1 У2 У3 ОК1, ОК5, ОК4, ОК9 ПК1.1-1.2
	8.1	Изготовление оригиналов фотошаблонов		
	8.2	Изготовление промежуточных фотооригиналов		
	8.3	Изготовление эталонных фотошаблонов		
	8.4	Изготовление рабочих фотошаблонов		
	8.5	Способы и оборудование изготовления фотошаблонов		
Раздел 9. МОНТАЖ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	9.1	Разделение пластин на кристаллы	8	31 32 У1 ОК1, ОК5, ПК1.1-1.2
	9.2	Монтаж кристаллов в корпуса		
	9.3	Присоединение проволочных выводов		
	9.4	Беспроволочный монтаж		

Раздел 10. ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	Содержание		14	31 32 33 У1 У2 У3 ОК1, ОК5, ОК4, ОК9 ПК1.1-1.2
	10.1	Корпуса полупроводниковых приборов и интегральных микросхем		
	10.2	Герметизация пайкой		
	10.3	Герметизация электроконтактной сваркой		
	10.4	Герметизация холодной сваркой		
	10.5	Герметизация сваркой плавлением		
	10.6	Герметизация пластмассами		
	10.7	Контроль герметичности. Заключительные операции		
Раздел 11. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	Содержание		14	31 32 33 У1 У2 У3 ОК1, ОК5, ОК4, ОК9 ПК1.1-1.2
	11.1	Технологический процесс производства полупроводниковых приборов и микросхем		
	11.2	Изготовление биполярных транзисторов		
	11.3	Изготовление биполярных интегральных микросхем с изоляцией р-п-переходом		
	11.4	Изготовление биполярных интегральных микросхем с комбинированной изоляцией		
	11.5	Изготовление МДП-транзисторов		
	11.6	Изготовление МПД-интегральных микросхем		
	11.7	Изготовление гибридных интегральных микросхем		
	Практические занятия			
		Изучение технологии изготовления МДП интегральных микросхем	2	
		Изучение конструкторско-технологических особенностей полупроводниковых интегральных микросхем	2	
		Изучение конструкторско-технологических особенностей гибридных интегральных микросхем	2	
Самостоятельная работа при изучении раздела.				
Примерная тематика внеаудиторной самостоятельной работы 1. Работа с учебником, специальной литературой и конспектом лекций 2. Подготовка к лабораторно-практическим занятиям. 3. Систематизация информации по современному технологическому оборудованию по			4	

сборке и монтажу микросхем и многокристальных модулей. 4. Применение современных изделий твердотельной электроники. 5. Характеристики и параметры современного оборудования кристалльного производства. 6. Характеристики и параметры современного оборудования сборочного производства. 7. Современные способы корпусирования изделий твердотельной электроники. 8. . Изготовление изделий из стекла и керамики. 9. УЗ обработка в производстве изделий электронной техники. 10. Электронно-лучевая обработка материалов в электронной промышленности. 11. Конструкции элементов полупроводниковых микросхем, методы изоляции элементов. 12. Технология изготовления гибридных микросхем.				
МДК.01.02 Проектирование изделий твердотельной электроники		60	ПК1.3 ОК1 ОК2 ОК6 ОК8	
Раздел 1 КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ГИБРИДНЫХ МИКРОСХЕМ	Содержание		8	31 У1 ОК1, ОК3, ПК1.3
	1.1	Подложки		
	1.2	Материалы пленок тонкопленочных микросхем		
	1.3	Конструкции тонкопленочных резисторов		
	1.4	Тонкопленочные конденсаторы		
	1.5	Пленочные индуктивности		
	1.6	Конструкции тонкопленочных распределенных RC - структур		
	1.7	Особенности конструкций СВЧ ГИС		
	1.8	Конструкции компонентов гибридных микросхем		
	1.9	Проектирование топологии гибридных ИМС		
Раздел 2 ТОЛСТОПЛЕ- НОЧНЫЕ ГИБРИДНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ	Содержание		4	31 32 У1 У2 ОК1, ОК3, ОК6, ОК8 ПК1.3
	2.1	Платы толстопленочных ГИС		
	2.2	Пасты для толстопленочных ГИС		
	2.3	Основные требования к изготовлению толстопленочных ГИС		
	Практические занятия		6	
	1	Расчет тонкопленочных резисторов		

	2	Расчет тонкопленочных конденсаторов		
	3	Расчет тонкопленочных индуктивностей		
Раздел 3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ	Содержание		4	31 33 У1 У3 ОК1, ОК3, ОК6, ОК8 ПК1.3
	3.1	Паразитные связи в гибридных ИМС		
	3.2	Обеспечение тепловых режимов работы ИМС		
Раздел 4. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ НА	Содержание		8	31 32 У1 У2 ОК1, ОК3, ОК6, ОК8 ПК1.3
	4.1	Подложки полупроводниковых ИМС		
	4.2	Конструирование и выбор структуры интегральных транзисторов		
	4.3	Конструирование и расчет диодов		
	4.4	Интегральные резисторы		
	4.5	Конструирование и расчет конденсаторов		
	4.6	Диоды и транзисторы с барьером Шоттки		
	4.7	Методы изоляции элементов ИМС		
	4.8	Разработка топологии полупроводниковых ИМС		
	4.9	Тепловой режим полупроводниковых ИМС		
	Практические занятия		2	
	4	Расчет полупроводникового диффузионного резистора		
	5	Расчет площади микросхемы и составление эскиза топологии		
	Раздел 5. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ НА МДП - ТРАНЗИСТОРАХ	Содержание		6
5.1		Типы МДП-транзисторов		
5.2		Основные принципы построения МДП ИМС		
5.3		Проектирование топологии МДП ИМС		
Практические занятия		1		
7	Расчет МДП-транзистора			
Раздел 6 КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ И ЗАЩИТА	Содержание лекции		4	31 32 У1 У2 ОК1, ОК3, ОК6, ОК8
	6.1	Корпуса микросхем		

МИКРОСХЕМ	6.2	Защита поверхности кристалла бескорпусных микросхем		ПК1.3
	Практические занятия		1	
	10	Конструктивно-технологические особенности полупроводниковых микросхем		
Курсовая работа Тематика курсовых направлена на расчет элементов интегральных микросхем			20	ОК1, ОК3, ОК6, ОК8 ПК1.3
Самостоятельная работа при изучении раздела. 1. Работа с учебником, специальной литературой и конспектом лекций 2. Подготовка к практическим занятиям. 3. Самостоятельное изучение Единых стандартов технологической подготовки производства, Единых стандартов конструкторской и технической документации . 4. Применение поверхностного, печатного и внутреннего способов монтажа при производстве современных изделий микроэлектроники. 5. Применение изделий функциональной электроники. 6. Современные способы, методы и оборудование для осаждения тонких пленок. 7. Конструкция и особенности микросборок. 8. Современные методы изоляции элементов полупроводниковых ИМС			4	

УП 01.01 Учебная практика				
Виды работ	Номер задания по практике	Наименование лаборатории, необходимое оборудование	Количество часов	Планируемые результаты
Организационное собрание, на котором студентов знакомят с целью и задачами практики, с руководителями практики от колледжа, сроки прохождения практики, мероприятиями текущего контроля и формой итоговой аттестации. Инструктаж по ТБ, ОТ,ПБ	1	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	2	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК6, ОК7, ОК8, ОК9

Изучение интерфейса управляющей программы установки микросварки УЗСА-12	2	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	4	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК6, ОК7, ОК8, ОК9
Изучение интерфейса установке разрушающего контроля Dage-4000;	3	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	6	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК6, ОК7, ОК8, ОК9
Ознакомление с особенностями гибких автоматизированных производственных систем;	4	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	6	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК6, ОК7, ОК8, ОК9
Изучение устройства, принципа действия и правил работы на установках микросварки и термокомпрессии;	5	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	6	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК6, ОК7, ОК8, ОК9
Обработка материалов практики, подбор и структурирование материала для раскрытия соответствующих тем для отчета. Оформление отчета. Предоставление отчета руководителю. Подготовка к зачету и сдача зачета по практике	7	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	6	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК6, ОК7, ОК8, ОК9

ПП 01.01 Производственная практика				
Виды работ	Номер задания по	Наименование лаборатории, необходимое оборудование	Количество часов	Планируемые результаты

	практике			
Организационное собрание, на котором студентов знакомят с целью и задачами производственной практики, с руководителями практики от колледжа, сроки прохождения практики, мероприятиями текущего контроля и формой итоговой аттестации. Распределение по базовым предприятиям. Знакомство с руководителями практики . инструктаж по ТБ, ОТ,ПБ	1	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	6	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Участие в организации работ по производственной эксплуатации и обслуживанию сборочного технологического оборудования	2	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	10	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Ведение ультразвуковой микросварки на установке Orthodyne Electronics Model 20 с применением пластин и тест-структур; ведение ультразвуковой микросварки на установке УЗСА-12 с применением пластин и тест-структур;	3	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	10	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Ведение разрушающего контроля качества проволочных соединений на установке Dage- 4000	4	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	4	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9

Промывка, зачистка, прочистка сварочного оборудования; заправка проволоки в сварочный инструмент. Замер диаметра «шарика», высоты петли с помощью необходимого инструментария; участие в оформлении производственной конструкторско-технологической документации.	5	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	6	ПК1.1, ПК1.2, ПК1.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
---	---	--	---	---

Экзамен по модулю	12	
Всего	260	

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1 Требования к материально-техническому обеспечению

Реализация профессионального модуля требует наличия

Лаборатория физического материаловедения

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья)
- персональные компьютеры с установленным программным обеспечением, подключенные к сети Интернет – 10 шт.;
- компьютер ITR Business – 10 шт
- лабораторный стенд СФП-5 – 2 шт.;
- генератор Г5-54;
- генератор импульсов Г5-75;
- вольтметр ВК 2-20 – 6 шт.;
- измеритель Е7-11 – 2 шт.;
- микроскоп МИИ-4;
- микротвердомер ПМТ-3;
- вакуумметр ВИТ-2;
- нульиндикатор Ф-582;
- преобразователь Ф 7077;
- установка банистическая БУ-3;
- осциллограф МСР ОСУ-20;
- источник постоянного тока
- установка нанесения и сушки ЛФ-3 – 1 шт.;
- муфельная печь ЭКПС-10 1300С – 1 шт.;
- установка нанесений фотослоя УНФ-1 – 1 шт.;
- печь диффузионная СДО 125 – 1 шт.; - установка совмещений и экспонирования фотошаблонов – 1 шт.;
- установка совмещения и экспонирования ЛФ-2 – 1 шт.;
- устройство термического распыления для вакуумных установок – 1 шт.;
- микроскоп МР-320 – 1 шт.;
- шкаф травильный 105 А -89 М – 1 шт.;
- пресс гидравлический 20т – 1 шт.
- вакуумметр ВИТ-2П – 2 шт.;
- микроскоп МИН-8 – 2 шт.;
- насос ЛК-26 – 7 шт.;
- криостат КД-1 – 3 шт.

Помещение для самостоятельной работы
Комплект учебной мебели: рабочие места обучающихся (столы, стулья);
Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением, подключенные к сети Интернет, с доступом в электронно-библиотечные системы и электронную информационно-образовательную среду.

Профильные организации: Акционерное общество «ВЗПП-Микрон» (Договор № 03-27/5 о практической подготовке при проведении практики обучающихся ВГТУ от 14.02.2023 срок действия – до 01.09.2027); Акционерное общество «Корпорация НПО «РИФ» (Договор № 03-27/7 о практической подготовке при проведении практики обучающихся ВГТУ от 16.02.2023 срок действия – до 01.09.2027); Акционерное общество «Научно-исследовательский институт электронной техники» (Договор № 03-27/6 о практической подготовке при проведении практики обучающихся ВГТУ от 14.02.2023 срок действия – до 01.09.2027), в соответствии с договором создают условия для получения обучающимися опыта профессиональной деятельности, предоставляют обучающимся и руководителю практики от кафедры возможность пользоваться помещениями организации (лабораториями, кабинетами, библиотекой), предоставляют оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающегося.

3.2. Перечень нормативных правовых документов, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения профессионального модуля

а) Нормативно-правовые акты:

1. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2022 г. N 674;
2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 17 декабря 2020 г. № 747 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования»;
3. Приказ Минобрнауки России от 5 августа 2020 № 885 и Минпросвещения России от 5 августа 2020 № 390 «О практической подготовке обучающихся».

б) Основные источники:

1. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие для вузов. - СПб.: Лань, 2009. - 400 с. **ссылка URL:**
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=192
2. Николаев, И.М. Интегральные микросхемы и основы их проектирования: учебник / И.М. Николаев, Н.А. Филинюк - М.: Радио и связь, 1992. - 424 с.

3. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учебное пособие для вузов. - М.: Техносфера, 2005. - 407 с.

4. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учебное пособие для вузов. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 488 с.

5. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1990. - 320 с.

6. Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986. - 368 с.

7. Коледов Л.А., Волков В.А., Докучаев Н.И., Ильина Э.М., Патрик Н.И. Конструирование и технология микросхем: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1984. - 231 с.

в) дополнительная литература:

1. Шило В.Л. Популярные микросхемы ТТЛ. - М.: Аргус, 1993. - 64 с.
Козырь И.Я., Горбунов Ю.И., Чернозубов Ю.С., Пономарев А.С. Технология полупроводниковых приборов: Учебник для ПТУ. - М.: Высшая школа, 1989. - 223 с.

2. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника: Проектирование, виды микросхем, функциональная микроэлектроника: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1987. - 416 с.

3. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника. Физические и технологические основы, надежность: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986. - 464 с.

4. Батавин В.В. и др. Измерение параметров полупроводниковых материалов и структур. - М.: Радио и связь, 1985. - 264 с.

Интернет-ресурсы:

1 <http://pcbfab.ru> – Учебно-демонстрационный комплекс «Электронные технологии»

2 <http://pcbfab.ru/index.php?name=pcbfab> – Учебно-демонстрационный комплекс «Электронные технологии»

Отечественные специализированные журналы:

1 <http://www.prochip.ru> – «Современная электроника»,

2 <http://www.pribor.ru> – «Технологии в электронной промышленности»,

3 <http://www.petrointrade.ru> – «Компоненты и технологии»,

4 <http://www.elektronics.ru> – «Электроника. Наука. Технология. Бизнес»,

5 <http://www.ostec.smt.ru> – информационный бюллетень «Поверхностный монтаж»,

6 <http://www.platan.ru> – «Приборы и инструменты»,

7 <http://www.ostec-micro.ru> – «Степень интеграции».

Справочная литература:

1. Москатов Е.А. Справочник по полупроводниковым приборам. - М.: Журнал «Радио», 2005. - 208 с.

2. Бурбаева Н. В., Днепровская Т. С. Сборник задач по полупроводниковой электронике. - М.: Физматлит, 2004. - 168 с.

3. Петрунин И. Е. Справочник по пайке. - М.: Машиностроение, 2003. -

480с.

4. Грабовский Б. Краткий справочник по электронике. - М.: ДМК Пресс, 2004. - 416 с.

5. Вакуумная техника: Справочник / Под общ. ред. Е.С. Фролова, В.Е. Минайчева. - М.: Машиностроение, 1992. - 480 с.

6. Электроника: Энциклопедический словарь / Гл. ред. В.Г. Колесникова. - М.: Советская энциклопедия, 1991. - 688 с.

7. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: Справочник. - М.: Радио и связь, 1991. - 528 с.

8. Тарабрин Б.В. и др. Интегральные микросхемы: Справочник. - М.: Радио и связь, 1983. - 528 с.

9. Пономарев М.Ф. Конструкции и расчет микросхем и микроэлементов ЭВА: Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1982. - 288 с.

3.3. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных, информационных справочных систем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения профессионального модуля

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавательским составом используются следующее программное обеспечение:

ОС Windows 7 Pro;
MS Office 2007;
Kaspersky Endpoint Security;
7-Zip;
Google Chrome;
PDF24 Creator;

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавательским составом используются следующие информационно справочные системы: электронная библиотечная система «Юрайт», Электронный каталог Научной библиотеки ВГТУ, Виртуальные справочные службы, Библиотеки, Англоязычные ресурсы и порталы, и иные ИСС:

1. Информационно-справочная система GOSTRF.com // Режим доступа: [<http://www.gostrf.com/>].
2. Информационный портал «Охрана труда в России» // Режим доступа: [<http://www.ohranatruda.ru/>].
3. Информационно-правовая система «Гарант» // Режим доступа: [<http://www.garant.ru/>].
4. Информационно-правовая система «Консультант» // Режим доступа: [<http://www.consultant.ru/online/>].

3.4. Особенности реализации профессионального модуля для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается индивидуальный график обучения.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, создаются фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

4.1 Контроль и оценка профессиональных компетенций:

Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции	Формы и методы контроля
ПК 1.1. Разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники.	знать: технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники (по видам); методы пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники; методику расчетов режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;	Оценка за выполнение практических работ Оценка за выполнение и защиту отчетов по лабораторным работам Оценка выполнения работ во время практики, отражённые в дневнике практики, аттестационном листе.
	уметь: разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники (по видам); рассчитывать режимы технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники; использовать программные средства для разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;	
	иметь практический опыт: разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;	
ПК 1.2. Разрабатывать несложную технологическую оснастку.	знать: порядок разработки технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники; конструктивные особенности, назначение, основные принципы работы изделий твердотельной электроники;	Оценка за выполнение практических работ Оценка за выполнение и защиту отчетов по лабораторным работам Оценка выполнения работ во время практики, отражённые в дневнике практики, аттестационном листе.
	уметь: разрабатывать технологическую оснастку для изготовления изделий твердотельной электроники; выполнять монтаж (установку) технологической оснастки на оборудование; оценивать работоспособность изготовленной технологической оснастки	
	иметь практический опыт: разработки несложной технологической оснастки;	

ПК 1.3. Составлять конструкторско-технологическую документацию.	знать: виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники; типы технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники; параметры и режимы работы технологического оборудования; основные методы расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов с использованием стандартного программного обеспечения; единые государственные системы стандартов ЕСКД, Единой системы технологической подготовки производства, Единой системой технологической документации.	Оценка за выполнение практических работ Оценка за выполнение и защиту отчетов по лабораторным работам Оценка выполнения работ во время практики, отраженные в дневнике практики, аттестационном листе.
	уметь: оформлять техническую и технологическую документацию; разрабатывать технологическую, проектно-конструкторскую и другую техническую документацию в соответствии с нормативными актами; производить расчет конструктивных элементов твердотельной электроники; использовать программное обеспечение для расчета и проектирования изделий твердотельной электроники;	
	иметь практический опыт: составления конструкторско-технологической документации;	

4.2 Контроль и оценка общих компетенций:

Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции	Формы и методы контроля
ОК1 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам;	Наблюдение при выполнении работ по практике. Отзыв руководителя практики указанный в характеристике.
ОК 2 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и	Использует современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы

информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;	Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам.
ОК 3 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Планирует и реализовывает собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере;	Наблюдение при выполнении работ по практике. Отзыв руководителя практики указанный в характеристике.
ОК 4 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Эффективно взаимодействует и работает в коллективе и команде;	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам.
ОК 5 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Осуществляет устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Наблюдение при выполнении работ по практике. Отзыв руководителя практики указанный в характеристике.
ОК 6 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты	Проявляет 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	интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам.

антикоррупционного поведения		
ОК 7 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Содействует сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам.
ОК 8 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности	Использует средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы
ОК 9 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Пользуется профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы. Наблюдение при выполнении работ по практике. Отзыв руководителя практики указанный в характеристике.

Разработчик

преподаватель высшей категории


_____ Д.А. Денисов

Руководитель образовательной программы

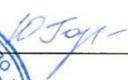
Преподаватель первой категории


_____ Р.Г. Анисимов

Эксперт

Заместитель генерального директора
по производству АО "ВЗПП-Микрон"





_____ Горожанкин Юрий Васильевич