

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор: _____ С.А. Колодяжный

« 29 » _____ 2018 г.

**ОСНОВНАЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Направление подготовки (специальность) 11.04.04 «Электроника и
наноэлектроника»

Направленность (профиль, специализация) «Приборы и устройства в микро-
и наноэлектронике»

Квалификация (степень) выпускника магистр

Форма обучения очная/заочная

Срок освоения образовательной программы 2 года/2 года 4м

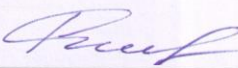
Год начала подготовки 2018

Воронеж – 2018

Основная профессиональная образовательная программа – программа магистратуры «Интегральные системы и устройства в микро- и нанoeлектронике» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», магистерская программа «Интегральные системы и устройства в микро- и нанoeлектронике», разработана на основании требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», магистерская программа «Интегральные системы и устройства в микро- и нанoeлектронике», утверждённого приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г, № 959.

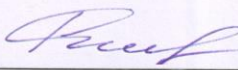
Основная профессиональная образовательная программа рассмотрена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники от 18 марта 2018 г., протокол № 11.

Руководитель ОПОП



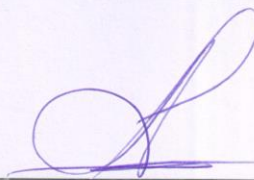
С.И. Рембеза

Заведующий кафедрой



С.И. Рембеза

Проректор по учебной работе



А.И. Колосов

Основная профессиональная образовательная программа рассмотрена и утверждена решением Ученого совета ВГТУ от 31 августа 2018 г., протокол № 2.

Основная профессиональная образовательная программа согласована с представителями работодателей:

Заместитель генерального директора
по развитию АО ВЗПП-С



В.И. Бойко

Оглавление

1 Общая характеристика основной профессиональной образовательной программы высшего образования – магистратура «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».....	4
1.1 Назначение и область применения.....	4
1.2 Нормативные документы для разработки ОПОП ВО	4
1.3 Цель ОПОП.....	5
1.4 Характеристика ОПОП.....	5
2 Общая характеристика профессиональной деятельности выпускников в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».....	6
2.1 Области и сферы профессиональной деятельности выпускников.....	6
2.2 Направленность программы, типы задач и задачи профессиональной деятельности выпускников	6
3 Характеристика структуры ОПОП	9
4 Планируемые результаты освоения ОПОП.....	10
5 Условия реализации ОПОП	59
5.1 Общесистемные требования к реализации ОПОП	59
5.2 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение ОПОП	59
5.3 Кадровые условия реализации ОПОП	60
5.4 Финансовые условия реализации ОПОП.....	61
6 Механизмы оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ОПОП.....	62
7 Рецензии на ОПОП.....	63
8 Лист регистрации изменений	64

1 Общая характеристика основной профессиональной образовательной программы высшего образования – магистратура 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» программы «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике»

1.1 Назначение и область применения

Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – магистратура «Электроника и наноэлектроника» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» программы «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике» (далее - ОПОП) представляет собой комплекс документов, разработанных и утвержденных федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (далее – ВГТУ) с учетом потребностей регионального рынка труда на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее - ФГОС ВО) – магистратура 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» программы «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике», утвержденного приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 № 959, и профессиональных стандартов.

1.2 Нормативные документы для разработки ОПОП ВО

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- приказ Минобрнауки России от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- приказ Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры»;
- приказ Минобрнауки России от 27 ноября 2015 г. № 1383 «Об утверждении Положения о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования»;
- федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования уровень высшего образования – магистратура по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» программы «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике», утвержденного приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 № 959;

- Профессиональный стандарт 29.005 «Специалист по технологии производства систем в корпусе», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 30.09.2016 № 43887.
- Профессиональный стандарт 29.006 «Специалист по проектированию систем в корпусе», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 27.09.2016 № 43832.
- Устав ВГТУ;
- локальные нормативные акты и методические документы ВГТУ.

1.3 Цель ОПОП

Целью настоящей ОПОП является обеспечение комплексной и качественной подготовки квалифицированных, конкурентоспособных специалистов по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», способных эффективно решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях в условиях конкурентных рынков.

ОПОП ВО регламентирует цели, объём, содержание, планируемые результаты обучения, а также организационно-педагогические условия, технологии реализации образовательного процесса, оценки качества подготовки выпускников по данному направлению подготовки и включает в себя: учебный план, календарный учебный график, рабочие программы дисциплин, программы практик, программу государственной итоговой аттестации, оценочные и методические материалы, обеспечивающие реализацию образовательной программы.

К освоению ОПОП допускаются лица, имеющие высшее образование любого уровня.

1.4 Характеристика ОПОП

Обучение по ОПОП в ВГТУ осуществляется в очной/заочной форме.

Программа магистратуры реализуется на государственном языке Российской Федерации.

Срок получения образования по ОПОП составляет:

в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет – 2 года;

в заочной форме обучения - 2 года 4 месяца (*см. учебный план*).

– при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может быть увеличен по их заявлению не более чем на полгода по сравнению со сроком получения образования, установленным для соответствующей формы обучения.

Объём ОПОП составляет 120 зачетных единиц (з. е.).

Объём ОПОП, реализуемый за один учебный год, составляет:

- не более 70 з. е. вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы магистратуры по индивидуальному учебному плану (за исключением ускоренного обучения);
- при ускоренном обучении - не более 80 з. е.

2 Общая характеристика профессиональной деятельности выпускников в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

2.1 Области и сферы профессиональной деятельности выпускников

Области и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу магистратуры, могут осуществлять профессиональную деятельность:

29.005 «Специалист по технологии производства систем в корпусе»;

29.006 «Специалист по проектированию систем в корпусе»

2.2 Направленность программы, типы задач и задачи профессиональной деятельности выпускников

В рамках освоения ОПОП выпускники готовятся к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: указать выбранные типы

- научно-исследовательский;
- проектно-конструкторский;
- производственно-технологический.

Направленность (профиль) ОПОП магистратуры «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике» конкретизирует содержание программы в рамках направления подготовки путем ориентации на:

- область и сферы профессиональной деятельности выпускников;
- типы задач и задачи профессиональной деятельности выпускников;
- объекты профессиональной деятельности выпускников.

Задачи профессиональной деятельности:

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Профессиональные компетенции, дополнительные профессиональные компетенции
1	2	3	4
Производство электрооборудования, электронного	Научно-исследовательский	Разработка моделирование конструкции и	ПК-1 Готовность формулировать цели и задачи научных

и оптического оборудования		топологии изделий «система в корпусе»	исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач ПК-2 Готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно- измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени ПК-3 Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов ПК-4 Способность делать научно- обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения
	Проектно- конструкторский	Разработка эскизного проекта, структурной схемы, схемотехнической модели и электрической принципиальной схемы «системы в корпусе»	ПК-5 Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию ПК-6

			Способность разработки и моделирования конструкции и топологии изделий "система в корпусе" ПК-7 Способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов проектирования твердотельных приборов и устройств ПК-8 Способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства микро- и нанoeлектроники, работающие на новых физических принципах
	Производственно-технологический	Разработка, контроль и корректировка технологических маршрутов и технологических процессов изготовления изделий «система в корпусе». Руководство производством изделий «система в корпусе».	ПК-9 Способность разработки технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания ПК-10 Теоретическая и практическая готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и нанoeлектроники ПК-11 Способность аргументировано идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере электроники и нанoeлектроники, проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств

3 Характеристика структуры ОПОП

Структура ОПОП магистратуры включает следующие блоки:

- Блок 1 «Дисциплины (модули)»;
- Блок 2 «Практика»;
- Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

Структура и объем ОПОП

Таблица

Структура ОПОП		Объем программы магистратуры и ее блоков в з. е.	
		По ФГОС ВО	По учебному плану
Блок 1	Дисциплины (модули)	не менее 51	64
Блок 2	Практика	не менее 39	51
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	не менее 6	9
Объем ОПОП		120	124

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практики. Типы и объемы практик определены в учебных планах.

Типы учебной практики:

- технологическая (проектно-технологическая) практика;
- научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Типы производственной практики:

- научно-исследовательская работа;
- проектная практика.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

ОПОП обеспечивает обучающимся возможность освоения элективных дисциплин (модулей) и факультативных дисциплин (модулей). Факультативные дисциплины не включаются в объем ОПОП.

В рамках ОПОП выделены обязательная часть и часть, формируемая участниками образовательных отношений.

К обязательной части ОПОП относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных и общепрофессиональных компетенций.

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, включены и в обязательную часть программы магистратуры, и в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, составляет не менее 30 % процентов общего объема ОПОП.

ВГТУ предоставляет инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья по их заявлению возможность обучения по программе магистратуры, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и при необходимости, обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию указанных лиц.

Особенности организации образовательного процесса по ОПОП ВО для лиц с ограниченными возможностями здоровья регулируются Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по ОПОП высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017 г. № 301, раздел III) и локальным нормативным актом ВГТУ.

4 Планируемые результаты освоения ОПОП

В результате освоения ОПОП у выпускника будут сформированы компетенции, установленные ОПОП магистратуры.

ОПОП устанавливает следующие универсальные компетенции:

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции		Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
	Код	Наименование	
1	2	3	4
Системное и критическое мышление	У К -1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.УК-1.1 Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений; методы критического анализа; основные принципы критического анализа. И.УК -1.2 Умеет получать новые знания на основе методов научного познания; собирать и анализировать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта. И.УК -1.3 Владеет навыками исследования в сфере профессиональной деятельности с применением системного подхода; выявления

Разработка и реализация проектов	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования и высказывания аргументированных оценочных суждений при решении проблемных профессиональных ситуаций И.УК-2.1 Знает методы представления и описания результатов проектной деятельности; методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта; принципы, методы и требования, предъявляемые к проектной работе. И.УК-2.2 Умеет обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов; проверять и анализировать проектную документацию; прогнозировать развитие процессов в проектной профессиональной области; выдвигать инновационные идеи и нестандартные подходы к их реализации в целях реализации проекта; анализировать проектную документацию; рассчитывать качественные и количественные результаты, сроки выполнения проектной работы. И.УК-2.3 Владеет навыками управления проектной деятельностью в области, соответствующей профессиональной деятельности; навыками анализа проектной документации, а также навыками разработки и реализации программы проекта в профессиональной области.
Командная работа и лидерство	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	И.УК-3.1 Знает стратегии и принципы командной работы, проблемы подбора эффективной команды; основные условия эффективной командной работы; нормативные правовые акты в сфере профессиональной деятельности; методы научного исследования в сфере управления человеческими ресурсами. И.УК-3.2 Умеет: определять стиль управления руководства командой; вырабатывать командную стратегию; владеет технологиями реализации основных функций управления в сфере профессиональной деятельности, а также осуществлять исследования, анализировать и интерпретировать их результаты в области управления человеческими ресурсами. И.УК-3.3 Владеет навыками организации и управления командным взаимодействием при решении задач профессиональной деятельности, навыками работы в команде

Коммуникация	УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК-4.1 Знает компьютерные технологии и информационную инфраструктуру в организации; основы и значение коммуникации в профессиональной сфере; современные средства информационно-коммуникационных технологий, особенности академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном языке. И.УК-4.2 Умеет создавать на русском и иностранном языке письменные тексты научного и официально-делового стиля по профессиональным вопросам; анализировать систему коммуникационных связей в организации; применять современные коммуникационные средства и технологии в профессиональном взаимодействии. И.УК-4.3 Владеет принципами формирования системы коммуникации, навыками осуществления устного и письменного профессионального и академического взаимодействия, в том числе на иностранном языке; владеет технологией построения эффективной коммуникации в организации; передачей профессиональной информации в информационно-телекоммуникационных сетях с использованием современных средств информационно-коммуникационных технологий
Межкультурное взаимодействие	УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	И.УК-5.1 Знает психологические основы социального межкультурного взаимодействия, направленного на решение профессиональных задач; основные принципы и методы организации деловых контактов с учетом национальных, этнокультурных и конфессиональных особенностей потенциальных коммуникаторов. И.УК-5.2 Умеет грамотно, доступно излагать информацию в процессе профессионального взаимодействия; соблюдать этические нормы межкультурного взаимодействия; анализировать и реализовывать социальное взаимодействие с учетом национальных, этнокультурных, конфессиональных особенностей оппонентов. И.УК-5.3 Владеет навыками организации продуктивного взаимодействия в профессиональной среде с учетом национальных, этнокультурных, конфессиональных особенностей; преодолением коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных и других барьеров в процессе межкультурного взаимодействия

Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	И.УК-6.1 Знает теоретические основы саморазвития, самореализации, самосовершенствования, а также способы и методы использования собственного потенциала; деятельностный подход в исследовании личностного развития; методы самооценки. И.УК-6.2. Умеет оценивать свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), и оптимально их использовать для успешного выполнения порученного задания; определять приоритеты собственной деятельности и саморазвития и способы их совершенствования на основе самооценки; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач. И.УК-6.3 Владеет навыками определения приоритетов личностного роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки; принятия решений и их реализации в плане профессионального и личностного само-совершенствования; навыками планирования собственной профессиональной карьеры.
---	------	---	---

ОПОП устанавливает следующие общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Код и наименование общепрофессиональной компетенции 1	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции 2
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	И.ОПК-1.1 Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники. И.ОП-1.2 Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности. И.ОП-1.3 Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	И.ОПК-2.1 Знает методы синтеза и исследования моделей. И.ОПК-2.2 Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования. И.ОПК-2.3 Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.

ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	И.ОПК-3.1 Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности. И.ОПК-3.2 Умет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сферы деятельности. И.ОПК-3.3 Владеет методами математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий.
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	И.ОПК-4.1 Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств. И.ОПК-4.2 Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности. И.ОПК-4.3 Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

Профессиональные компетенции установлены ОПОП магистратуры и сформированы на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников, а также на основе анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, обобщения отечественного и зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники АО «НИИЭТ», АО КТЦ-Электроника, Концерн «Созвездие», НПО «РИФ», АО «ВЗПП-Микрон», АО «ВЗПП-Сборка» и многие другие.

Для определения профессиональных компетенций на основе профессиональных стандартов выбраны профессиональные стандарты, соответствующие профессиональной деятельности выпускников по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», из числа указанных в приложении к ФГОС ВО: можно

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
1	29.005	29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 сентября 2016 г. № 528н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 30 сентября 2016 г., регистрационный № 43887)
2	29.006	29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 сентября 2016 г. № 519н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 сентября 2016 г., регистрационный № 43832)

Из выбранных профессиональных стандартов выделены обобщенные трудовые функции, соответствующие профессиональной деятельности выпускников, на основе 7 и (или) 8 уровней квалификации и требований раздела «Требования к образованию и обучению».

Код и наименование профессионального стандарта	Код и наименование обобщенной трудовой функции	Код и наименование выбранной трудовой функции	Номер уровня квалификации (7, 8 – магистратура)
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	D – разработка, контроль и корректировка технологических маршрутов и технологических процессов изготовление изделий «система в корпусе»	D/01.7 – согласование технического задания на технологический маршрут изготовления изделий «система в корпусе»	7
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии	D – разработка, контроль и корректировка технологических маршрутов и технологических процессов изготовление изделий	D/02.7 – выбор конструктивно-технологических вариантов создания пассивной части схемы с учетом конструкции корпуса и сборки изделий «система в корпусе»	7

производства систем в корпусе"	«система в корпусе»		
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	D – разработка, контроль и корректировка технологических маршрутов и технологических процессов изготовление изделий «система в корпусе»	D/03.7 – разработка технологического маршрута на изготовлении изделий «система в корпусе» на основе технического задания	7
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	D – разработка, контроль и корректировка технологических маршрутов и технологических процессов изготовление изделий «система в корпусе»	D/04.7 – разработка комплекта технологической документации на изготовление изделий «система в корпусе»	7
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	D – разработка, контроль и корректировка технологических маршрутов и технологических процессов изготовление изделий «система в корпусе»	D/05.7 – корректировка технологического маршрута на изготовление изделий «система в корпусе» в соответствии с требованиями технического задания и техническими условиями на изделие	7
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	D – разработка, контроль и корректировка технологических маршрутов и технологических процессов изготовление изделий «система в корпусе»	D/06.7 – технологическая подготовка производства изделий «система в корпусе»	7
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического	E – руководство производством изделий «система в корпусе»	E/01.7 – организация взаимодействий между участками производства изделий «система в	7

оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"		корпусе»	
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	Е – руководство производством изделий «система в корпусе»	Е/02.7 – технологический контроль производства изделий «система в корпусе»	7
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	Е – руководство производством изделий «система в корпусе»	Е/03.7 – обеспечение производства изделий «система в корпусе»	7
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	Е – руководство производством изделий «система в корпусе»	Е/04.7 – контроль соблюдения охраны труда, экологической безопасности и технологической дисциплины	7
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	Е – руководство производством изделий «система в корпусе»	Е/05.7 – разработка планов по внедрению нового оборудования и внедрение в производство изделий «система в корпусе»	7

29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	Е – руководство производством изделий «система в корпусе»	Е/06.7 – разработка и внедрение новых технологических процессов изготовления изделий «система в корпусе»	7
29 005 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по технологии производства систем в корпусе"	Е – руководство производством изделий «система в корпусе»	Е/07.7 – разработка и внедрение новых методик контроля качества изделий «система в корпусе»	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	С – разработка и моделирование конструкции и топологии изделий «система в корпусе»	С/01.7 – разработка архитектуры изделий «система в корпусе»	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	С – разработка и моделирование конструкции и топологии изделий «система в корпусе»	С/02.7 – расчет, моделирование и трассировка отдельных частей	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию"	С – разработка и моделирование конструкции и топологии изделий «система в корпусе»	С/03.7 – проведение трассировки и компоновки изделий «система в корпусе»	7

систем в корпусе",			
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	С – разработка и моделирование конструкции и топологии изделий «система в корпусе»	С/04.7 – проверка топологии на соответствие технологическим нормам	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	С – разработка и моделирование конструкции и топологии изделий «система в корпусе»	С/05.7 – разработка рабочей топологии т плана технологии монтажа и сборки электронной компонентной базы изделий «система в корпусе»	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	Д – разработка эскизного проекта, структурной схемы, схемотехнической модели и электрической принципиальной схемы «система в корпусе»	Д/01.7 – разработка функциональной схемы изделий «система в корпусе»	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	Д – разработка эскизного проекта, структурной схемы, схемотехнической модели и электрической принципиальной схемы «система в корпусе»	Д/02.7 – выбор материалов и электронных компонентов для конструкции изделий «система в корпусе»	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	Д – разработка эскизного проекта, структурной схемы, схемотехнической модели и электрической принципиальной схемы «система в корпусе»	Д/03.7 – разработка топологий отдельных блоков изделий «система в корпусе»	7

систем в корпусе",			
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	D – разработка эскизного проекта, структурной схемы, схемотехнической модели и электрической принципиальной схемы «система в корпусе»	D/04.7 – выбор технологии корпусирования и конструкции корпуса для изделий «система в корпусе»	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	E – постановка работ, управление бизнес-процессами создания изделий «система в корпусе»	E/01.7 – организация выполнения работ по проектированию изделий «система в корпусе»	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	E – постановка работ, управление бизнес-процессами создания изделий «система в корпусе»	E/02.7 – анализ исходных технических требований, и выбор конструктивно-технологического базиса для изделий «система в корпусе»	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	E – постановка работ, управление бизнес-процессами создания изделий «система в корпусе»	E/03.7 – технико-экономическое обоснование проведения разработки «система в корпусе»	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	E – постановка работ, управление бизнес-процессами создания изделий «система в корпусе»	E/04.7 – утверждение и выпуск документации для организации серийного выпуска изделий «система в корпусе»	7

систем в корпусе",			
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	Е – постановка работ, управление бизнес-процессами создания изделий «система в корпусе»	Е/05.7 – разработка и утверждение программы измерений и испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе» на соответствие требованиям технического задания	7
29 006 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию систем в корпусе",	Е – постановка работ, управление бизнес-процессами создания изделий «система в корпусе»	Е/06.7 – анализ результатов проведения предварительных испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе» и их утверждение	7

В соответствии с выбранными трудовыми функциями и с учетом необходимого квалификационного уровня ОПОП устанавливает следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Вид профессиональной деятельности и (Тип задач профессиональной деятельности)	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ссылка на ПС, квалификационный справочник и т.д.)
1	2	3	4
Научно-исследовательский	ПК1 Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью	И.ПК-1.1 Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники И.ПК-1.2 Умеет рассчитывать предельно-допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники И.ПК-1.3 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов	29.005 Специалист по технологии производства систем в корпусе 29.006 Специалист по проектированию систем в корпусе

	обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	исследования изделий микро- и нанoeлектроники	
	ПК-2 Готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	И.ПК-2.1 Знает принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента И.ПК-2.2 Умеет разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики И.ПК-2.3 Владеет навыками тестирования и диагностики изделий микро- и нанoeлектроники.	
	ПК-3 Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	И.ПК-3.1 Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований И.ПК-3.2 Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования И.ПК-3.3 Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов	
	ПК-4 Способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	И.ПК-4.1 Знает принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований И.ПК-4.2 Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований И.ПК-4.3 Владеет навыками подготовки заявок на изобретения	
Проектно-конструкторский	ПК-5 Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием	И.ПК-5.1 Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач И.ПК-5.2 Умеет использовать алгоритмы решения исследовательских задач	

современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	с использованием современных языков программирования И.ПК-5.3 Владеет навыками разработки стратегии и методологии исследования изделий микро- и нанoeлектроники	
ПК-6 Способность разработки и моделирования конструкции и топологии изделий "система в корпусе"	И.ПК-6.1 Знает расчет, моделирование и трассировку отдельных частей изделий "система в корпусе" И.ПК-6.2 Умеет разрабатывать архитектуры изделий "система в корпусе". Разрабатывать рабочие топологии и планы технологии монтажа и сборки электронной компонентной базы изделий "система в корпусе" И.ПК-5.3 Владеет проведением трассировки и компоновки изделий "система в корпусе". Проверкой топологии на соответствие технологическим нормам.	
ПК-7 Способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов проектирования твердотельных приборов и устройств	И.ПК-7.1 Знает основы систем автоматизированного проектирования интегральных микросхем, полупроводниковых приборов для проектирования электрических схем, топологий, тестирования полупроводниковых приборов и устройств. И.ПК-7.2 Умеет использовать различные программы для решения конкретных задач проектирования полупроводниковых приборов и устройств. И.ПК-7.3 Владеет методами применения программ проектирования для изготовления топологий, проверке электрических параметров схемы и контроля макета всего устройства в сборе.	
ПК-8 Способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства	И.ПК-8.1 Знает современное состояние и тенденции развития микроэлектроники на основе новых физических принципах. И.ПК-8.2	

	микро- и наноэлектроники, работающие на новых физических принципах	Умеет применять новые материалы, элементы, приборы и устройства микро- и наноэлектроники с использованием новых физических явлений и принципов функционирования. И.ПК-8.3 Владеет фундаментальными знаниями, необходимыми для практического использования новых материалов, элементов, приборов и устройств микро- и наноэлектроники.	
производственно-технологический	ПК-9 Способность разработки технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания	И.ПК-9.1 Знает схему технологического подготовки производства изделий "система в корпусе". И.ПК-9.2 Умеет делать выбор конструктивно-технологических вариантов создания пассивной части схемы с учетом конструкции корпуса и сборки изделий "система в корпусе". Согласовывать технические задания на технологический маршрут изготовления изделий "система в корпусе". И.ПК-9.3 Владеет разработкой технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания. Разработкой комплекта технологической документации на изготовление изделий "система в корпусе".	
	ПК-10 Теоретическая и практическая готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и наноэлектроники	И.ПК-10.1 Знает современные технологические процессы и технологическое оборудование на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и наноэлектроники. И.ПК-10.2 Умеет на практике использовать в своей работе современные технологические процессы и технологическое оборудование на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и наноэлектроники.	

		И.ПК-10.3 Владеет теорией и практикой применения современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и наноэлектроники.	
	ПК-11 Способность аргументировано идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере электроники и наноэлектроники, проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств	И.ПК-11.1 Знает новые области исследований, новые проблемы в сфере электроники и наноэлектроники. И.ПК-11.2 Умеет использовать на практике новинки проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств. И.ПК-11.3 Владеет научно-техническими аргументами для идентификации и использования на практике новых принципов проектировании и технологии изготовления изделий микроэлектроники.	

Совокупность компетенций, установленных ОПОП, обеспечивает выпускнику способность осуществлять профессиональную деятельность в соответствующих области и сферах профессиональной деятельности, указанных в разделе 2.1 ОПОП, и решать задачи профессиональной деятельности, указанные в разделе 2.2 ОПОП.

Результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам, соотнесены с установленными в ОПОП индикаторами достижения компетенций.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе	И.УК-1.1 Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений; методы критического анализа; основные принципы критического	Б1.В.ДВ.02.01 Конструкционные методы повышения надежности интегральных схем Знать основные

системного под- хода, вырабатывать стратегию действий	анализа. И.УК -1.2 Умеет получать новые знания на основе методов научного познания; собирать и анализировать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта. И.УК -1.3 Владеет навыками исследования в сфере профессиональной деятельности с применением системного подхода; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования и высказывания аргументированных оценочных суждений при решении проблемных профессиональных ситуаций	механизмы отказов диодов, биполярных и МДП-транзисторов, КМОП ИС, основные требования к конструкции корпусов ИС Уметь на основе анализа результатов испытаний определять причины отказов ИС Владеть алгоритмами проведения технологических отбраковочных испытаний ИС Б1.В.ДВ.02.02 Международные стандарты качества в микро- и нанoeлектронике Знать содержание стандартизации, правовые основы стандартизации Уметь оценивать качество изделий электронной техники на различных этапах производств Владеть способностью принимать решения в области управления качеством в производстве изделий микро- и нанoeлектроники Б1.О.01 История и методология науки и техники в области электроники Знать как адаптироваться
--	---	---

		к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности Уметь готовить методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники Владеть навыками методологического анализа научного исследования и его результатов Б1.О.02 Методы математического моделирования Знать методы синтеза и исследования моделей. Уметь адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования. Владеть методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента. Б2.О.01(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Знать современные
--	--	--

		проблемы тематики исследования по выбранной теме. Уметь анализировать и систематизировать информацию по теме исследований Владеть навыками организации научно-исследовательских и научно-производственных работ и управлению коллективом.
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК-2.1 Знает методы представления и описания результатов проектной деятельности; методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта; принципы, методы и требования, предъявляемые к проектной работе. И.УК-2.2 Умеет обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов; проверять и анализировать проектную документацию; прогнозировать развитие процессов в проектной профессиональной области; выдвигать инновационные идеи и нестандартные подходы к их реализации в целях реализации проекта; анализировать проектную документацию; рассчитывать качественные и количественные результаты, сроки выполнения проектной работы. И.УК-2.3 Владеет навыками управления	Б1.О.04 Проектная деятельность Знать - этапы жизненного цикла проекта; - этапы разработки и реализации проекта; - методы разработки и управления проектами. Уметь - разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; - объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; - управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла. Владеть - методиками разработки и

	проектной деятельностью в области, соответствующей профессиональной деятельности; навыками анализа проектной документации, а также навыками разработки и реализации программы проекта в профессиональной области.	управления проектом; - методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта. Б2.О.02(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Знать нормативные документы по организации исследовательских и проектных работ Уметь составлять план реализации научной работы и разрабатывать комплекты документации. Владеть навыками работы в интерактивных компьютерных системах
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	И.УК-3.1 Знает стратегии и принципы командной работы, проблемы подбора эффективной команды; основные условия эффективной командной работы; нормативные правовые акты в сфере профессиональной деятельности; методы научного исследования в сфере управления человеческими ресурсами. И.УК-3.2 Умеет: определять стиль управления руководством командой; вырабатывать командную стратегию; владеет технологиями реализации основных функций управления в	Б1.О.04 Проектная деятельность Знать - методики формирования команд; - методы эффективного руководства коллективами; - основные теории лидерства и стили руководства. Уметь - разрабатывать план групповых и организационных коммуникации при подготовке и выполнении

	сфере профессиональной деятельности, а также осуществлять исследования, анализировать и интерпретировать их результаты в области управления человеческими ресурсами. И.УК-3.3 Владеет навыками организации и управления командным взаимодействием при решении задач профессиональной деятельности, навыками работы в команде	проекта; - сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; - разрабатывать командную стратегию; - применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели. Владеть - умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; - методами организации и управления коллективом. Б2.О.02(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Знать состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений в области тематики своих исследований Уметь формировать команду исполнителей проекта, обладающих необходимыми
--	--	---

		компетенциями Владеть навыками координации действий всех участников проекта
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК-4.1 Знает компьютерные технологии и информационную инфраструктуру в организации; основы и значение коммуникации в профессиональной сфере; современные средства информационно-коммуникационных технологий, особенности академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном языке. И.УК-4.2 Умеет создавать на русском и иностранном языке письменные тексты научного и официально-делового стиля по профессиональным вопросам; анализировать систему коммуникационных связей в организации; применять современные коммуникационные средства и технологии в профессиональном взаимодействии. И.УК-4.3 Владеет принципами формирования системы коммуникации, навыками осуществления устного и письменного профессионального и академического взаимодействия, в том числе на иностранном языке; владеет технологией построения эффективной коммуникации в организации; передачей профессиональной информации в информационно-	Б1.В.ДВ.02.01 Конструкционные методы повышения надежности интегральных схем Знать алгоритмы решения задач по моделированию информативных параметров цифровых ИС Уметь решать задачи по моделированию информативных параметров ИС с разделением задачи и ориентацией на работу в команде Владеть навыками совместного использования и модификации проекта в САПР применительно к задачам моделирования информативных параметров ИС Б1.В.ДВ.02.02 Международные стандарты качества в микро- и наноэлектронике Знать основные международные и российские нормативные документы в области микро- и наноэлектроники Уметь использовать

	телекоммуникационных сетях с использованием современных средств информационно-коммуникационных технологий	международные и отечественные стандарты в области микро- и наноэлектроники для разработки состава технологических отбраковочных испытаний и корректировки технологического процесса Владеть навыками работы с системами поиска научных публикаций elibrary, sciencedirect, а также поиска патентной информации в системах ФИПС и Google Patents Б1.О.05 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники Знать основные источники научно-технической информации по проблемам современной электроники и наноэлектронике. Уметь осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы для современных систем электроники и наноэлектроники. Владеть навыками дискуссии в области современной электроники и наноэлектроники,
--	--	---

		терминологией в области квантовой электроники. Б2.О.02(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Знать основные термины предметной области, особенности перевода научно-технических текстов Уметь пользоваться общенаучными и специальными словарями и профессиональными глоссариями, включая распространенные свободно распространяемые и коммерческие компьютерные программы-переводчики Владеть навыками оформления обзоров, аннотаций и рефератов по иностранным информационным источникам в предметной области ВКР
--	--	---

УК-5 Способен анализировать и учить разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	И.УК-5.1 Знает психологические основы социального межкультурного взаимодействия, направленного на решение профессиональных задач; основные принципы и методы организации деловых контактов с учетом национальных, этнокультурных и конфессиональных особенностей потенциальных коммуникаторов. И.УК-5.2 Умеет грамотно, доступно излагать информацию в процессе профессионального взаимодействия; соблюдать этические нормы межкультурного взаимодействия; анализировать и реализовывать социальное взаимодействие с учетом национальных, этнокультурных, конфессиональных особенностей оппонентов. И.УК-5.3 Владеет навыками организации продуктивного взаимодействия в профессиональной среде с учетом национальных, этнокультурных, конфессиональных особенностей; преодолением коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных и других барьеров в процессе межкультурного взаимодействия	Б1.О.01 История и методология науки и техники в области электроники Знать как адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности Уметь опираясь на исторический опыт, выявлять тенденции развития различных областей нанотехнологии; оценивать перспективы научных открытий для социально-экономической сферы Владеть навыками анализа и идентификации новых проблем и областей исследования в области наноэлектроники
УК-6 Способен определять и реализовывать приори-	И.УК-6.1 Знает теоретические основы саморазвития, самореализации, самосовершенствования, а также способы и методы	Б1.О.01 История и методология науки и техники в области электроники

теты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	использования собственного потенциала; деятельностный подход в исследовании личностного развития; методы самооценки. И.УК-6.2. Умеет оценивать свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), и оптимально их использовать для успешного выполнения порученного задания; определять приоритеты собственной деятельности и саморазвития и способы их совершенствования на основе самооценки; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач. И.УК-6.3 Владеет навыками определения приоритетов личностного роста и способов совершенствования собственной деятельности на основе самооценки; принятия решений и их реализации в плане профессионального и личностного самосовершенствования; навыками планирования собственной профессиональной карьеры.	Знать основные информационные источники в изучаемой области Уметь комплексно анализировать новые научные факты и теории, определять их научную значимость в контексте развития мировой науки; использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний, сведений, научных данных Владеть навыками изучения научных публикаций в печатных и электронных изданиях; навыками составления аналитических обзоров по выбранной теме в области науки и техники Б1.О.02 Методы математического моделирования Знать стратегию научного поиска. Уметь осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации. Владеть практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования.
ОПК-1	И.ОПК-1.1	Б1.О.01 История и

Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники. И.ОП-1.2 Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности. И.ОП-1.3 Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности.	методология науки и техники в области электроники Знать -методологические основы и принципы современной науки -основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития в области электроники, место и значение электроники в современном мире - основные направления и тенденции развития нанотехнологии - теории, оказавшие наибольшее влияние на формирование современной нанoeлектроники Уметь -готовить методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники -опираясь на исторический опыт, выявлять тенденции развития различных областей -комплексно анализировать новые научные факты и теории, определять их научную значимость в контексте
---	---	--

		развития мировой науки нанотехнологии -оценивать перспективы научных открытий для социально-экономической сферы Владеть -навыками методологического анализа научного исследования и его результатов -навыками анализа и идентификации новых проблем и областей исследования в области наноэлектроники Б1.О.02 Методы математического моделирования Знать методы организации научно-исследовательской работы. Уметь осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации. Владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области. Б1.О.04 Проектная деятельность Знать тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и
--	--	---

		техники. Уметь использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности. Владеть передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности. Б1.О.05 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники Знать тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники. Уметь предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в профессиональной сфере деятельности. Владеть современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного
--	--	--

		функционального назначения. Б1.О.06 Компьютерные технологии в научных исследованиях Знать основы информационных технологий в профессиональной сфере деятельности. Уметь использовать современные информационные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной деятельности. Владеть методами математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров. Б1.О.07 Физика низкоразмерных структур в микро- и наноэлектронике Знать физические основы и свойства низкоразмерных структур. Уметь моделировать наноструктуры с использованием отечественного и зарубежного опыта. Владеть -современными
--	--	---

		физическими представлениями о свойствах низкоразмерных структур; Б2.О.01(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Знать состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений в области тематики своих исследований. Уметь проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований. Владеть навыками организации научно-исследовательских и научно-производственных работ и управлению коллективом
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	И.ОПК-2.1 Знает методы синтеза и исследования моделей. И.ОПК-2.2 Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования. И.ОПК-2.3 Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его	Б1.О.05 Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники Знать передовой отечественный и зарубежный научный опыт в профессиональной сфере деятельности. Уметь осуществлять поиск и анализировать научно-техническую

	результатов.	информацию и выбирать необходимые материалы для современных систем электроники и наноэлектроники. Владеть современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Б2.О.01(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Знать современные модели физических явлений. Уметь применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере. Владеть методикой экспериментальных и теоретических исследований с применением
--	---------------------	---

		современных информационных технологий в рамках поставленной задачи с анализом полученных результатов. Б2.О.02(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Знать современные модели физических явлений. Уметь применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере. Владеть методикой экспериментальных и теоретических исследований с применением современных информационных технологий в рамках поставленной задачи с анализом полученных результатов.
ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной	И.ОПК-3.1 Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения	Б1.О.03 Проектирование и технология электронной компонентной базы Знать общую характеристику процесса

области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности. И.ОПК-3.2 Умет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности. И.ОПК-3.3 Владет методами математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий.	проектирования электронной компонентной базы. Уметь выбирать и описывать модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования; работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования. Владеть методами математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров. Б1.О.07 Физика низкоразмерных структур в микро- и наноэлектронике Знать возможности современных технологий изготовления квантоворазмерных структур; — области применения низкоразмерных структур в электронике Уметь видеть перспективу применения низкоразмерных структур в развитии различных направлений электроники Владеть современными информационными технологиями для оценки
--	--	--

		количественных и качественных показателей низкоразмерных структур и прогноза их характеристик. Б2.О.01(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Знать перспективные разработки и методы исследования в рамках выбранной тематики Уметь применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области электроники и наноэлектроники. Владеть методикой экспериментальных и теоретических исследований с применением современных информационных технологий в рамках поставленной задачи с анализом полученных результатов Б2.О.02(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
--	--	--

		Знать историю развития конкретной научной проблемы, ее роли и места в изучаемом научном направлении Уметь применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области электроники и наноэлектроники. Владеть навыками работы в информационно-справочных системах, системах автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	И.ОПК-4.1 Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств. И.ОПК-4.2 Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности. И.ОПК-4.3 Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов,	Б1.О.03 Проектирование и технология электронной компонентной базы Знать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования. Уметь разрабатывать технологические маршруты их изготовления. Владеть методами проектирования современной электронной компонентной базы и

	схем и устройств электроники и нано-электроники различного функционального назначения.	технологических процессов электроники и наноэлектроники. Б1.О.06 Компьютерные технологии в научных исследованиях Знать современные программно-аппаратные средства постановки экспериментов в научных исследованиях. Уметь автоматизировать научный эксперимент. Владеть навыками работы с аппаратными средствами автоматизированных измерительных систем и современными программными средствами обработки данных.
ПК1 Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные	И.ПК-1.1 Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники И.ПК-1.2 Умеет рассчитывать предельно-допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники И.ПК-1.3 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники	Б1.В.03 Моделирование физических процессов в микро- и наноэлектронике Знать современное состояние предмета. Уметь выбрать теоретические и экспериментальные методы решения задач. Владеть знаниями о в области электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники. Б1.В.ДВ.02.01 Конструкционные методы повышения надежности

методы и средства решения сформулированных задач		интегральных схем Знать основные методы неразрушающей диагностики ИС, условия использования методов, пути обеспечения необходимой достоверности диагностики Уметь определять состав системы информативных параметров и функциональных тестов для диагностики ИС Владеть алгоритмами построения тестов цифровых ИС и основами сигнатурного анализа Б1.В.ДВ.02.02 Международные стандарты качества в микро- и наноэлектронике Знать основные нормативные документы по проведению испытаний ИС, а также основные периодические издания по тематике надежности и испытаний ИС Уметь на основе анализа результатов испытаний определять причины отказов ИС Владеть современными методами контроля качества, применяемыми при
---	--	---

		изготовлении изделий электронной техники
ПК-2 Готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно- измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	И.ПК-2.1 Знает принципы планирования и автоматизации проведения эксперимента И.ПК-2.2 Умеет разрабатывать требования к средствам проведения эксперимента, контроля и диагностики И.ПК-2.3 Владеет навыками тестирования и диагностики изделий микро- и нанoeлектроники.	Б1.В.03 Моделирование физических процессов в микро- и нанoeлектронике Знать средства автоматизации эксперимента. Уметь применять средства автоматизации эксперимента. Владеть навыками измерений в реальном времени. Б2.В.03(П) Научно- исследовательская работа Знать теоретико- методологические основы научной деятельности в части планирования и проведения аналитических, имитационных и экспериментальных исследований; принципы и методы обработки и анализа данных Уметь самостоятельно планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования; критически оценивать данные и делать выводы; Владеть навыками самостоятельного планирования и

		проведения экспериментальных исследований по профилю профессиональной деятельности
ПК-3 Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	И.ПК-3.1 Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований И.ПК-3.2 Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования И.ПК-3.3 Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов	Б1.В.03 Моделирование физических процессов в микро- и нанoeлектронике Знать современные средства проведения экспериментальных исследований. Уметь выбрать адекватные средства и методы для экспериментальных исследований. Владеть методами проведения экспериментальных исследований. Б2.В.03(П) Научно-исследовательская работа Знать современные модели физических явлений Уметь применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области электроники и нанoeлектроники Владеть навыками работы в распространенных компьютерных пакетах

		программ с формально статистическим подходом к генерации и апробации моделей объектов и процессов Б2.В.04(Пд) Преддипломная практика Знать методологию проведения экспериментальных исследований Уметь работать на технологических установках для операций диффузии, имплантации, окисления Владеть методами расчета параметров технологического процесса
ПК-4 Способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	И.ПК-4.1 Знает принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований И.ПК-4.2 Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований И.ПК-4.3 Владеет навыками подготовки за-явок на изобретения	Б1.В.ДВ.02.01 Конструкционные методы повышения надежности интегральных схем Знать основные нормативные документы по проведению испытаний ИС, а также основные периодические издания по тематике надежности и испытаний ИС Уметь готовить научные публикации на уровне изданий, индексируемых в РИНЦ и заявки на изобретения

		Владеть навыками работы с системами поиска научных публикаций elibrary, sciencedirect, а также поиска патентной информации в системах ФИПС и Google Patents Б2.В.03(П) Научно-исследовательская работа Знать состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений в области тематики своих исследований Уметь проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований Владеть системными, аспектными и концептуальными подходами к формулированию целей и задач исследований в соответствии со спецификой решаемой научно-технической проблемы. Б2.В.04(Пд) Преддипломная практика Знать новые тенденции развития в области данной практики Уметь
--	--	---

		проводить экспериментальные исследования Выполнять Владеть методами проведения экспериментальных исследований
ПК-5 Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных за-дач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	И.ПК-5.1 Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно- исследовательских задач И.ПК-5.2 Умеет использовать алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования И.ПК-5.3 Владет навыками разработки стратегии и методологии исследования изделий микро- и наноэлектроники	Б1.В.01 Схемотехника цифровых больших интегральных схем Знать - основы высокоуровневых языков описания аппаратных средств VHDL/Verilog для проектирования цифровых устройств на различных уровнях абстракции; - различные виды схемотехнического анализа моделирования для Spice-симуляторов САПР БИС (на примере T- Spice). Уметь - проводить качественный анализ работы МОП транзисторов и КМОП логических элементов, вычислять паразитные эффекты для субмикронных БИС и применять меры по их устранению; - пользоваться SPICE- моделями МОП транзисторов, резисторов, конденсаторов по

		субмикронной КМОП-технологии для проведения схемотехнического моделирования в САПР БИС Tanner EDA - разрабатывать топологический чертеж логических элементов и последовательностных устройств в “ручном” режиме, с использованием символьного представления и в автоматизированном режимах с использованием топологических редакторов САПР БИС по методу стандартных ячеек; - восстанавливать из описания топологии электрические схемы по КМОП-технологии. Владеть навыками работы со схемотехническим редактором SEdit, с редактором топологии L-Edit и симулятором T-Spice САПР БИС Tanner EDA. Б1.В.02 Схемотехника аналого-цифровых устройств Знать основы высокоуровневого языка описания аппаратных средств AVerilog/Verilog/VHDL. Уметь пользоваться
--	--	---

		программными инструментами логического и физического синтеза по Verilog/VHDL-коду. Владеть навыками работы с топологической библиотекой. Б1.В.ДВ.01.01 Цифровая обработка сигналов в базе ПЛИС Знать - основные узлы вычислительных устройств цифровой обработки сигналов; - основы высокоуровневого языка описания аппаратных средств (VHDL). Уметь - строить имитационные модели сложно-функциональных цифровых устройств обработки сигналов в системе Matlab/Simulink с использованием языка М-файла, fi-объектов и графического представления цифровых автоматов (StateFlow); - строить функциональные модели цифровых устройств обработки сигналов с применением языка VHDL и мегафункций в САПР ПЛИС Altera Quartus II и Xilinx ISE.
--	--	---

		Владеть навыками работы с САПР ПЛИС Altera Quartus II или Xilinx ISE (Vivado). Б1.В.ДВ.01.02 Проектирования больших интегральных схем на системном уровне Знать - основные узлы вычислительных устройств цифровой обработки сигналов; - основы высокоуровневого языка описания аппаратных средств (VHDL). Уметь - строить имитационные модели сложно-функциональных цифровых устройств обработки сигналов в системе Matlab/Simulink с использованием языка М-файла, fi-объектов и графического представления цифровых автоматов (StateFlow); - строить функциональные модели цифровых устройств обработки сигналов с применением языка VHDL и мегафункций в САПР ПЛИС Altera Quartus II и Xilinx ISE. Владеть навыками работы с САПР ПЛИС Altera
--	--	--

		Quartus II или Xilinx ISE (Vivado). Б2.В.02(II) Проектная практика Знать пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач Уметь решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ Владеть готовностью решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ
ПК-6 Способность разработки и моделирования конструкции и топологии изделий "система в корпусе"	И.ПК-6.1 Знает расчет, моделирование и трассировку отдельных частей изделий "система в корпусе" И.ПК-6.2 Умеет разрабатывать архитектуры изделий "система в корпусе". Разрабатывать рабочие топологии и планы технологии монтажа и сборки электронной компонентной базы изделий "система в корпусе" И.ПК-5.3 Владеет проведением трассировки и компоновки изделий "система в корпусе". Проверкой топологии на соответствие технологическим нормам.	Б1.В.03 Моделирование физических процессов в микро- и наноэлектронике Знать существующие конструкции SoC; Уметь проектировать конструкцию SoC под свои задачи; Владеть навыками работы в САПР для моделирования конструкции SoC. Б1.В.ДВ.01.02 Проектирования больших интегральных схем на системном уровне

		Знать -основные архитектуры современных БИС, ПЛИС и БИС типа SoC - состав и назначение сложно-функциональных блоков для SoC-проектирования Уметь -разрабатывать архитектуры ПЛИС с одноуровневой структурой межсоединений с использованием программных средств ODIN, ABC, T-Vpack и VPR - строить имитационные модели в системе Matlab/Simulink для задач цифровой обработки сигналов - строить функциональные модели сложно-функциональных цифровых устройств по коду языка VHDL в САПР ПЛИС Quartus II извлеченного из имитационных моделей, созданных с помощью системы Matlab/Simulink Владеть -навыками работы с программными инструментами T-Vpack и VPR для автоматической генерации и исследования трассировочных ресурсов академических ПЛИС
--	--	--

		- навыками работы с системой визуально-имитационного моделирования Matlab/Simulink - навыками работы с САПР ПЛИС Quartus II - навыками работы с САПР БИС Tanner Б2.В.02(П) Проектная практика Знать проектные, конструкторские и технологические решения в области разработки и моделирования конструкции и топологии изделий «система в корпусе» Уметь применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений, разработки и поиска компромиссных решений Владеть готовностью применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений, разработки и поиска компромиссных решений
ПК-7 Способность к восприятию, разработке и критической оценке	И.ПК-7.1 Знает основы систем автоматизированного проектирования интегральных микросхем, полупроводниковых	Б1.В.01 Схемотехника цифровых больших интегральных схем Знать методологию проектирования цифровых

новых способов проектирования твердотельных приборов и устройств	приборов для проектирования электрических схем, топологий, тестирования полупроводниковых приборов и устройств. И.ПК-7.2 Умеет использовать различные программы для решения конкретных задач проектирования полупроводниковых приборов и устройств. И.ПК-7.3 Владеет методами применения программ проектирования для изготовления топологий, проверке электрических параметров схемы и контроля макета всего устройства в сборе.	БИС с применением как индустриальных САПР так и САПР с открытым программным кодом. Уметь пользоваться программными инструментами для Verilog-синтеза цифровых устройств как в базис заказных БИС так и в базис ПЛИС. Владеть навыками проектирования сложно-функциональных блоков в базисе ПЛИС в САПР Quartus II компании Altera, с использованием высокоуровневых языков описания аппаратуры VHDL/Verilog и симулятора ModelSim-Altera; Б1.В.02 Схемотехника аналого-цифровых устройств Знать - методологию проектирования аналого-цифровых устройств с использованием различных уровней абстракций; - принципы функционирования аналого-цифровых устройств. Уметь пользоваться схемотехническим и топологическим редакторами САПР БИС
---	---	--

		Tanner. Владеть - навыками работы с САПР БИС Tanner EDA; - навыками работы с библиотекой логических элементов масштабируемой КМОП-технологии и библиотекой аналого-цифровых устройств: устройства выборки и хранения, операционные усилители, компараторы, интеграторы и др. Б1.В.ДВ.01.01 Цифровая обработка сигналов в базисе ПЛИС Знать - теорию цифровых кодов; - форматы представления чисел с фиксированной и плавающей запятой; - методы обработки цифровых сигналов; - методы расчета аналоговых и дискретных фильтров; - основные структуры цифровых фильтров. Уметь работать с пакетом Signal Processing среды FDATool системы Matlab для расчета параметров цифровых фильтров. Владеть - навыками работы с системой визуально-имитационного моделирования
--	--	--

		Matlab/Simulink и приложением по извлечению кода языка VHDL из моделей устройств цифровой обработки сигналов; - навыками проектирования цифровых фильтров в базисе ПЛИС. Б1.В.ДВ.01.02 Проектирования больших интегральных схем на системном уровне Знать - теорию цифровых кодов; - форматы представления чисел с фиксированной и плавающей запятой; - методы обработки цифровых сигналов; - методы расчета аналоговых и дискретных фильтров; - основные структуры цифровых фильтров. Уметь работать с пакетом Signal Processing среды FDATool системы Matlab для расчета параметров цифровых фильтров. Владеть - навыками работы с системой визуально-имитационного моделирования Matlab/Simulink и приложением по извлечению кода языка VHDL из моделей
--	--	---

		устройств цифровой обработки сигналов; - навыками проектирования цифровых фильтров в базисе ПЛИС. Б2.В.02(П) Проектная практика Знать способы проектирования приборов и устройств в микро- и наноэлектронике Уметь разрабатывать способы проектирования приборов и устройств в микро- и наноэлектронике Владеть способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов проектирования приборов и устройств в микро- и наноэлектронике Б2.В.04(Пд) Преддипломная практика Знать Новые тенденции развития в данной области Уметь Самостоятельно приобретать новые знания, перспективные решения в предметной области Владеть Практикой применения новых знаний, перспективных решений при разработке новых приборов
--	--	--

		ФТД.В.01 Современные тенденции развития микро- и нанoeлектроники Знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития микро- и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники Уметь использовать информационные источники для получения новых знаний о свойствах и области применения материалов и структур в микро- и нанoeлектронике; Владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях электроники, микро- и нанoeлектроники
ПК-8 Способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, эле-менты, приборы и устройства микро- и нанoeлектроники, ра-ботающие на новых физических принципах	И.ПК-8.1 Знает современное состояние и тенденции развития микроэлек-троники на основе новых физических принципах. И.ПК-8.2 Умеет применять новые материалы, элементы, приборы и устройства микро- и нанoeлектроники с использованием новых физических явлений и принципов функционирования.	Б1.В.04 Технологии больших интегральных схем, микро- и наносистем Знать параметры исходных полупроводниковых материалов. Уметь реализовывать современные способы нанесения, удаления и модифицирования

	И.ПК-8.3 Владеет фундаментальными знаниями, необходимыми для практического использования новых материалов, элементов, приборов и устройств микро- и наноэлектроники.	материалов при создании элементной базы электронной техники. Владеть методами системного анализа процессов и объектов. Б2.В.02(П) Проектная практика Знать новые материалы, элементы, приборы и устройства микро- и наноэлектроники, работающие на новых физических принципах Уметь разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства микро- и наноэлектроники, работающие на новых физических принципах Владеть готовностью применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений, разработки и поиска компромиссных решений ФТД.В.02 Твердотельные преобразователи энергии Знать физические принципы работ и технологические о фотоэлектрических, термоэлектрических, электромеханических
--	--	--

		преобразователей. Уметь проводить моделирование работы твердотельных преобразователей энергии в САПР конечно-элементного анализа. Владеть - методами расчета твердотельных моделей методом конечных элементов; - навыками настройки и редактирования параметров решателей САПР конечно-элементного анализа.
ПК-9 Способность разработки технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания	И.ПК-9.1 Знает схему технологической подготовки производства изделий "система в корпусе". И.ПК-9.2 Умеет делать выбор конструктивно-технологических вариантов создания пассивной части схемы с учетом конструкции корпуса и сборки изделий "система в корпусе". Согласовывать технические задания на технологический маршрут изготовления изделий "система в корпусе". И.ПК-9.3 Владеет разработкой технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания. Разработкой комплекта технологической документации на изготовление изделий "система в корпусе".	Б1.В.03 Моделирование физических процессов в микро- и нанoeлектронике Знать технологический маршрут изготовления SoC. Уметь моделировать маршрут изготовления SoC. Владеть навыками работы в САПР для моделирования технологических процессов изготовления SoC. Б1.В.04 Технологии больших интегральных схем, микро- и наносистем Знать методы расчета базовых технологических параметров;

		Уметь ориентироваться в технологии производства больших интегральных схем, микро- и наносистем. Владеть знаниями о принципах работы технологического оборудования и приборов и применения их в реальных условиях работы в научных лабораториях или на производстве. Б2.В.01(У) Технологическая практика Знать особенности технологических процессов изготовления изделий «система в корпусе» Уметь составлять техническое задание и примерный технологический маршрут на проектирование функционального блока устройства согласно проекту по тематике магистратуры Владеть навыками работы в команде для распределения по иерархическим уровням задачи проектирования блоков устройства, разрабатываемого согласно проекту по
--	--	--

		тематике магистратуры
ПК-10 Теоретическая и практическая готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах раз-работки и производства приборов и устройств микро- и наноэлектроники	И.ПК-10.1 Знает современные технологические процессы и технологическое оборудование на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и наноэлектроники. И.ПК-10.2 Умеет на практике использовать в своей работе современные технологические процессы и технологическое оборудование на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и нано-электроники. И.ПК-10.3 Владеет теорией и практикой применения современных техно-логических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и нано-электроники.	Б1.В.01 Схемотехника цифровых больших интегральных схем Знать - понятия о конструктивно-технологических проектных нормах масштабируемой КМОП-технологии (MOSIS Scalable CMOS design rules, DRC) и электрические правила проектирования схем (ERC); - основы топологии логических элементов и триггеров КМОП БИС. Уметь строить технологический маршрут изготовления КМОП БИС по субмикронным проектным нормам на этапах проектирования БИС. Владеть навыками сборами информации из технологии изготовления БИС для учета надежности на этапе разработке элементов конструкции БИС Б1.В.02 Схемотехника аналого-цифровых устройств Знать технологические особенности изготовления аналого-цифровых КМОП БИС.

		Уметь пользоваться конструктивно-технологическими требованиями масштабируемой субмикронной КМОП-технологии для проектирования топологии. Владеть навыками работы с технологическим оборудованием. Б1.В.04 Технологии больших интегральных схем, микро- и наносистем Б2.В.01(У) Технологическая практика Знать основные сведения об алгоритмах проектирования и моделирования элементов в САПР технологического и схемотехнического уровней Уметь проектировать элементы на топологическом или схемотехническом уровне, в зависимости от тематики проекта Владеть навыками работы с интерфейсом САПР технологического и схемотехнического уровней
ПК-11	И.ПК-11.1	Б1.В.04 Технологии

Способность аргументировано идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере электроники и нанoeлектроники, проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств	Знает новые области исследований, новые проблемы в сфере электроники и нанoeлектроники. И.ПК-11.2 Умеет использовать на практике новинки проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств. И.ПК-11.3 Владеет научно-техническими аргументами для идентификации и использования на практике новых принципов проектировании и технологии изготовления изделий микроэлектроники.	больших интегральных схем, микро- и наносистем Знать современные операции микро- и нанотехнологии. Уметь применять теоретические знания в реальных условиях производства изделий микро и нанoeлектроники. Владеть методами моделирования процессов с целью анализа и оптимизации их параметров. Б1.В.ДВ.01.02 Проектирования больших интегральных схем на системном уровне Знать - основные архитектуры современных БИС, ПЛИС и БИС типа SoC Уметь -разрабатывать архитектуры ПЛИС с одноуровневой структурой межсоединений с использованием программных средств ODIN, ABC, T-Vpack и VPR Владеть -навыками работы с программными инструментами T-Vpack и VPR для автоматической генерации и исследования
--	--	---

		трассировочных ресурсов академических ПЛИС - навыками работы с системой визуально-имитационного моделирования Matlab/Simulink Б2.В.01(У) Технологическая практика Знать . основные периодические издания на русском и английском языке, индексируемые в РИНЦ и Scopus по тематике выполняемого проект Уметь составлять обзор литературы по теме проекта, а также готовить научные публикации на уровне изданий, индексируемых в РИНЦ Владеть навыками поиска в базах цитирования Scopus, Web of Science, Elibrary, Sciencedirect, а также поиска патентной информации в системах ФИПС и Google Patents Б2.В.04(Пд) Преддипломная практика Знать Основные методы перспективных исследований и технологию получения
--	--	---

		новых материалов Уметь Проектировать и изготавливать новые функциональные материалы. Владеть Навыками поиска информации об актуальных материалах
--	--	---

Совокупность запланированных результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам (представлены в рабочих программах дисциплин и практик) обеспечивает формирование у выпускника всех компетенций, установленных ОПОП.

5 Условия реализации ОПОП

5.1 Общесистемные требования к реализации ОПОП

ВГТУ располагает материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации ОПОП в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (далее - ЭИОС) ВГТУ из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории ВГТУ, так и за его пределами. Код доступа к ЭИОС: <http://education.cchgeu.ru/>.

ЭИОС ВГТУ обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Функционирование ЭИОС обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих, и соответствует законодательству Российской Федерации.

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников ВГТУ за период реализации ОПОП в расчете на 100 научно-педагогических работников

(исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям) составляет не менее двух в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus и не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования.

5.2 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение ОПОП

Для реализации ОПОП магистратуры используются помещения, представляющие собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в рабочих программах дисциплин (модулей).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС ВГТУ.

Адрес официального сайта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» в информационно-коммуникационной среде Интернет: <https://cchgeu.ru/>.

Реализация программы обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определен в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости).

ОПОП обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным дисциплинам, практикам и ГИА в печатной и электронной формах. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Наряду с библиотечным фондом ВГТУ используются электронные библиотечные системы.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определен в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (при

наличии) обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

5.3 Кадровые условия реализации ОПОП

Реализация ОПОП обеспечивается педагогическими работниками ВГТУ, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы магистратуры на иных условиях.

Квалификация педагогических работников ВГТУ отвечает квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках и (или) профессиональных стандартах (при наличии).

Не менее 70 % процентов численности педагогических работников ВГТУ, участвующих в реализации программы магистратуры, и лиц, привлекаемых к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и(или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля).

Не менее 10 % процентов численности педагогических работников ВГТУ, участвующих в реализации программы магистратуры, и лиц, привлекаемых к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями или работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

Не менее 70 % процентов численности педагогических работников ВГТУ и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) или ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

Общее руководство научным содержанием программы магистратуры осуществляется научно-педагогическим работником ВГТУ, имеющим ученую степень, осуществляющим самостоятельные научно-исследовательские (творческие) проекты (участвующим в осуществлении таких проектов) по направлению подготовки, имеющим ежегодные публикации по результатам указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляющим ежегодную апробацию результатов указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности на национальных и международных

конференциях.

5.4 Финансовые условия реализации ОПОП

Финансовое обеспечение реализации ОПОП магистратуры осуществляется в объеме не ниже значений базовых нормативов затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования - программ магистратуры и значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Минобрнауки России.

6 Механизмы оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ОПОП

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ОПОП определяется в рамках системы внутренней оценки качества образовательной деятельности, которая реализуется в соответствии с Положением о внутренней системе оценки качества образования ВГТУ с целью выполнения контрольной, методической, информационной и мотивационной функций.

В основе внутренней системы оценки качества образования ВГТУ лежат следующие принципы:

- объективность, достоверность, полнота и системность информации о качестве образования;
- открытость, прозрачность процедур оценки качества образования, доступность информации о состоянии и качестве образования для различных групп потребителей.

В целях совершенствования ОПОП при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ОПОП ВГТУ привлекает работодателей АО «НИИЭТ», АО КТЦ-Электроника, Концерн «Созвездие», НПО «РИФ», АО «ВЗПП-Микрон», АО «ВЗПП-Сборка» и многие другие и педагогических работников ВГТУ.

Внутренняя система независимой оценки качества образования включает проведение мониторинга удовлетворенности студентов и выпускников университета содержанием изучаемых дисциплин и образовательного процесса в целом, качеством преподавания дисциплин, условиями образовательного процесса, включая проведение учебной/производственной/преддипломной практик и состоянием образовательной среды в целом. По результатам оценки определяются направления совершенствования и модернизации ОПОП и образовательного процесса.

Внутренний независимый аудит реализации ОПОП проводится в соответствии с локальным нормативным актом университета с привлечением

внутренних аудиторов, которые прошли обучение по программе «Внутренний аудит образовательного процесса в вузе» и не участвуют в реализации проверяемой ОПОП.

Систематически проводится самообследование, целью которого является анализ всех аспектов деятельности университета, влияющих на качество образовательного процесса. В его рамках, в том числе, реализуется внутренняя независимая оценка качества ресурсного обеспечения образовательной деятельности по программе магистратуры.

7 Рецензии на ОПОП

РЕЦЕНЗИЯ

на основную профессиональную образовательную программу
высшего образования (ОПОП ВО) –
программу подготовки *бакалавров, специалистов, магистров* по направлению
подготовки (*специальности*)

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

«ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА В МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ»

(профиль)

магистр

квалификация (уровень)

форма обучения – *очная, заочная*

разработанную в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ) и утвержденную решением ученого совета ВГТУ от 29 июня 2018 г., протокол № 26.

Рецензируемая ОПОП разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» (ФГОС), утвержденного приказом *Минобрнауки России* от 19.09.2017 года № 945.

Рецензируемая ОПОП в полной мере соответствует локальному нормативному акту ВГТУ и имеет следующую структуру:

1. *Характеристика ОПОП ВО.*
2. *Учебный план, включая календарный график.*
3. *Рабочие программы дисциплин (модулей).*
4. *Программы практик.*
5. *Программа государственной итоговой аттестации, включая требования к ВКР.*
6. *Оценочные материалы.*
7. *Учебно-методические материалы.*

Содержание ООП определяется учебным планом, рабочими программами дисциплин, программами практик, итоговой государственной аттестации.

Приведенные сведения о материально-техническом обеспечении образовательной деятельности соответствуют требованиям ФГОС. Преподавательский состав, привлеченный к реализации программы, обеспечен аттестованными кадрами в соответствии с требованиями ФГОС. Базовая подготовка преподавателей и опыт работы в промышленности, научных организациях соответствует требованиям ФГОС.

Учебный план содержит все обязательные дисциплины федерального компонента (базовые дисциплины по ФГОС).

По всем дисциплинам, предусмотренным учебными планами, есть рабочие программы. Рабочие программы ориентированы на достижение конечной цели обучения, соответствуют профессионально-образовательным требованиям к подготовке выпускников. При разработке рабочих программ учтены требования ФГОС к обязательному минимуму содержания дисциплин и к формированию необходимых компетенций. В рабочих программах указаны цели и задачи изучения дисциплины, дан подробный план изучения дисциплины, сформулированы требования, которые

необходимо выполнить для успешного прохождения текущего контроля по дисциплине и промежуточной аттестации. Виды занятий и формы контроля по дисциплинам соответствуют заявленным целям изучения дисциплин. Рабочие программы учебных дисциплин содержат также всю необходимую информацию для организации самостоятельной работы обучающихся: указано количество часов, отводимых на самостоятельную работу по каждому разделу или теме, даны вопросы (темы) для самостоятельного изучения, предложен список учебной, методической литературы и периодических изданий (при необходимости) для самостоятельной подготовки.

В каждом блоке дисциплин по выбору присутствует две-три дисциплины, что обеспечивает 100 % наличие альтернативной дисциплины по выбору.

Объем дисциплин по выбору соответствует требованиям ФГОС.

Учебным планом предусмотрены все установленные ФГОС практики студентов. По всем видам практик имеются рабочие программы и методические рекомендации по их прохождению.

Заключение

Рецензируемая программа составлена с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей, имеет комплексный и целевой подход для подготовки квалифицированного выпускника, обладающего профессиональными навыками и компетенциями, необходимыми для дальнейшей профессиональной деятельности по соответствующему направлению.

Содержание подготовки обучающихся (учебный план, календарный учебный график, рабочие программы дисциплин (модулей), программы практик, оценочные материалы, методические материалы) и условия реализации ОПОП ВО ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА В МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ, соответствуют требованиям ФГОС и запланированным результатам освоения ОПОП ВО.

Материально-технические, информационно-коммуникационные, учебно-методические и кадровые ресурсы ВГТУ соответствуют содержанию профессиональной деятельности и профессиональным задачам, к которым готовится выпускник.

Реализуется процедура утверждения, анализа и актуализации образовательной программы с участием работодателей радиоэлектронной промышленности.

Разработанная ОПОП ВО ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА В МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ в полной мере соответствует заявленному уровню подготовки выпускников.

Рецензент:

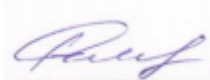
Заместитель генерального директора по развитию
«АО» Воронежский Завод Полупроводниковых
Приборов-Сборка» АО "ВЗПП-С"

В.И. Бойко
_____ 20 г.



8 Лист регистрации изменений

№ п/п	Дата внесения изменений	Номер пункта ОП ВО бакалавриата (РПД)	Содержание изменений	Согласование		
				Руководитель ОПОП 11.04.04 «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике»	Заведующий кафедрой полупроводниковой электроники и наноэлектроники	Декан факультета радиотехники и электроники
1	24.11.2018		Внесены изменения в перечень программного обеспечения и материально-техническую базу, необходимые для осуществления образовательного процесса.			
2	02.12.2019		Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			

3	02.01.2020		Актуализированы лицензионные соглашения на программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы.			
4	02.01.2020		Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			
5						
6						
7						
8						

9						
10						