**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**“УТВЕРЖДАЮ”**

Первый проректор

_____ Г.И. Расторгуев

«___» _____ 2018 г.

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Микро- и наноэлектроника

Основной вид деятельности: научно-исследовательская

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2017

Ориентированность: программа академической магистратуры

Новосибирск 2018

Образовательная программа 11.04.04 Электроника и наноэлектроника обсуждена на заседании кафедры Полупроводниковых приборов и микроэлектроники, протокол заседания кафедры № 6 от 20.06.2018 г.

Заведующий кафедрой:

к.т.н., доцент Д.И. Остертак_____

Образовательная программа утверждена на ученом совете факультета радиотехники и электроники, протокол №6 от 21.06.2018 г.

Ответственный за образовательную программу

к.т.н., доцент Д.И. Остертак_____

декан РЭФ:

д.т.н., профессор В.А. Хрусталев_____

**СОДЕРЖАНИЕ**


1. Общие положения 4
2. Квалификационная характеристика выпускника 8
3. Содержание образовательной программы 17
4. Условия реализации образовательной программы подготовки 19
5. Оценка качества подготовки студентов и выпускников 21
6. Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья 22

Приложение 23

## 1. Общие положения

### 1.1 Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса

Образовательная программа академической магистратуры (далее магистратуры), реализуемая по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий, форм аттестации, который представлен в виде следующего комплекта документов:

- общей характеристики образовательной программы высшего образования;
- учебного плана;
- календарного учебного графика;
- рабочих программ дисциплин (модулей);
- программ практик;
- фондов оценочных средств по дисциплинам и государственной итоговой аттестации;
- методических материалов.

Информация об образовательной программе размещена на официальном сайте НГТУ в сети «Интернет» http://www.nstu.ru/sveden/education.

Комплект документов по образовательной программе обновляется ежегодно с учетом развития науки, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы.

1.1.1 В общей характеристике образовательной программы указываются:

- код и наименование направления подготовки;
- направленность (профиль) образовательной программы;
- квалификация, присваиваемая выпускникам;
- вид профессиональной деятельности, к которому готовятся выпускники;
- планируемые результаты освоения образовательной программы – компетенции, которыми должны обладать выпускники:
  - установленные образовательным стандартом;
  - установленные организацией дополнительно к компетенциям, установленным образовательным стандартом, с учетом направленности (профиля) образовательной программы;
- планируемые результаты обучения по каждой дисциплине (модулю) и практике - знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

В качестве приложения к основной характеристике образовательной программы приводится: таблица соответствия между характеристиками этапов освоения компетенций (знаниями, умениями и опытом деятельности выпускника) и элементами образовательной программы (учебными дисциплинами (модулями) и практиками).

1.1.2 В учебном плане указывается перечень дисциплин (модулей), практик, аттестационных испытаний государственной итоговой аттестации обучающихся, других видов учебной деятельности (далее вместе - виды учебной деятельности) с указанием их объема в зачетных единицах, последовательности и распределения по периодам обучения. В учебном плане выделяется объем работы обучающихся во взаимодействии с преподавателем (далее - контактная работа обучающихся с преподавателем) (по видам учебных занятий) и самостоятельной работы обучающихся в академических часах. Для каждой дисциплины (модуля) и практики указывается форма промежуточной аттестации обучающихся.

1.1.3 В календарном учебном графике указываются периоды осуществления видов учебной деятельности и периоды каникул.

1.1.4 Рабочая программа дисциплины (модуля) включает в себя:

- наименование дисциплины (модуля);
- перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы;
- указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы;

- объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся;
- содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий;
- перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);
- фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю);
- перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля);
- перечень методического и программного обеспечения дисциплины (модуля);
- перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости);
- описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1.1.5 Программа практики включает в себя:

- указание вида практики, способа и формы (форм) ее проведения;
- перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы;
- указание места практики в структуре образовательной программы;
- указание объема практики в зачетных единицах и ее продолжительности в неделях либо в академических или астрономических часах;
- содержание практики;
- указание форм отчетности по практике;
- фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике;
- перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для проведения практики;
- перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости);
- описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики.

1.1.6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) или практике, входящий в состав соответствующей рабочей программы дисциплины (модуля) или программы практики, включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал и процедур оценивания для каждого результата обучения по дисциплине (модулю) или практике;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

1.1.7 Фонд оценочных средств для государственной итоговой аттестации включает в себя:

- перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал и процедур оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы.

**1.2 Цель (миссия) образовательной программы**

Миссия образовательной программы 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистерская программа: Микро- и наноэлектроника (основной вид деятельности научно-исследовательская) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистерская программа: Микро- и наноэлектроника (основной вид деятельности научно-исследовательская).

Обеспечить общепрофессиональную подготовку выпускников по: актуальным направлениям физики конденсированных сред; физике полупроводников и диэлектриков; физике низкоразмерных систем; элементной базе микроэлектроники и наноэлектроники, физико-химическим основам технологий микроэлектроники и наноэлектроники; оптоэлектронике; акустоэлектронике; микросенсорике; актуальным проблемам оптики; лазерной физике; формированию и исследованию метаматериалов; компьютерному моделированию, проектирования, конструированию приборов и устройств наноэлектроники.

Цели образовательной программы базируются на совокупности знаний, умений, навыков и методик, которыми должны обладать выпускники ОП 11.04.04 после обучения или через некоторый промежуток времени после обучения.

Также цели ОП 11.04.04 строятся на принципе соответствия профессиональных требований ОП, профессиональных стандартов полупроводниковой отрасли, которые удовлетворяют профессиональным требованиям базовых работодателей (АО НЗПП с ОКБ и АО НПП Восток) по виду деятельности характерной для АО НЗПП с ОКБ и АО НПП Восток: научно-исследовательская деятельность.

**1.3 Сроки освоения образовательной программы**

Объем программы магистратуры составляет 120 зачетных единиц (далее - з.е.) вне зависимости от применяемых образовательных технологий, реализации программы магистратуры по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренному обучению.

Срок получения образования по образовательной программе в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий составляет 2 года. Объем программы магистратуры, реализуемый за один учебный год, составляет не более 60 з.е.

**1.4 Язык реализации образовательной программы**

Образовательная деятельность по программе магистратуры осуществляется на государственном языке Российской Федерации.

**1.5 Нормативная база**

Требования и условия реализации основной образовательной программы определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.10.14 №1407 (зарегистрирован Минюстом России 26.11.14, регистрационный №34944), а также государственными нормативными актами и локальными актами образовательной организации.

**1.6 Особенности образовательной программы**

При разработке образовательной программы 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (магистерская программа: Микро- и наноэлектроника) учтены требования регионального рынка труда (в том числе, региональные особенности профессиональной деятельности выпускников и потребности работодателей), состояние и перспективы развития полупроводниковой отрасли.

Компетенции, приобретаемые выпускниками, сформулированы также с учетом профессионального стандарта: «40.058 Инженер-технолог по производству изделий

микроэлектроники» и «40.006 Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем». Соответствие профессиональных компетенций ФГОС ВО трудовым функциям, сформулированным в профессиональном стандарте, приведено в таблице 1.6.1.

Таблица 1.6.1

| Профессиональные компетенции ФГОС ВО в соответствии с профилем образовательной программы | Трудовые функции и квалификационные требования, сформулированные в профессиональном стандарте и/или по предложению работодателей |
|---|---|
| – 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 методы и средства решения сформулированных задач (ПК-1).<br>– Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию (ПК-2);<br>– 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);<br>– Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);<br>– 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 (ПК-5);<br>– | **Обобщенные трудовые функции:**<br>1. Организация и контроль технологического процесса выпуска изделий микроэлектроники (40.058).<br>2. Разработка, внедрение новых и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов выпуска изделий микроэлектроники (40.058).<br>3. Разработка и внедрение новых технологических процессов и программ выпуска изделий микроэлектроники (40.058).<br>4. Обеспечение функционирования наноэлектронного производства в соответствии с технологической документацией. Поддержка и улучшение существующих технологических процессов и необходимых режимов производства выпускаемой организацией продукции (40.006).<br>5. Разработка и внедрение современных технологических процессов, освоение нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства на выпускаемую организацией продукцию (40.006).<br>6. Разработка программ внедрения новой техники и технологий по своему направлению. Разработка технологических маршрутов изготовления наноэлектронных изделий (40.006). |

При реализации образовательной программы предусмотрено сопровождение обучающихся академическим консультантом, оказывающим содействие в формировании индивидуальных образовательных траекторий, выборе дисциплин, обеспечивающих профессиональное развитие студента.

### 1.7 Востребованность выпускников

Выпускники образовательной программы востребованы открытым акционерным обществом Новосибирский завод полупроводниковых приборов с особым конструкторским бюро (АО НЗПП с ОКБ) и открытым акционерным обществом научно-производственным предприятием Восток (АО НПП Восток), которые выступают основным потребителем выпускников, обучающихся по направлению 11.04.04. Данные предприятия входят в перечень, включенных в

сводный реестр организаций оборонно-промышленного комплекса (Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №.137 от 5 февраля 2013 г.).

Подготовка по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» ведется кафедрой Полупроводниковых приборов и микроэлектроники НГТУ совместно с предприятиями электронной промышленности г. Новосибирска на основании договоров.

В рамках этих договоров магистранты направления 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» выполняют магистерские диссертации на реальные научно-исследовательские темы, связанные с проблемами, решаемые АО НЗПП с ОКБ и АО НПП Восток.

Трудоустройство выпускников осуществляется преимущественно в АО НЗПП с ОКБ и АО НПП Восток на должности инженерного состава, либо в виде поступления в аспирантуру. Остальные выпускники трудоустраиваются либо на предприятиях и компаниях микроэлектронного профиля г. Новосибирска и Российской Федерации, либо продолжают профессиональную карьеру за рубежом.

## 2. Квалификационная характеристика выпускника

**2.1 Область профессиональной деятельности** выпускников, освоивших образовательную программу, включает: совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленной на теоретическое и экспериментальное исследование, математическое и компьютерное моделирование, проектирование, конструирование, технологию производства, материалов, компонентов, электронных приборов, устройств, установок вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой, оптической, микро- и наноэлектроники различного функционального назначения.

**2.2 Объектами профессиональной деятельности** выпускников образовательной программы являются: материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники.

**2.3 Основным видом** профессиональной деятельности, к которой готовится выпускник образовательной программы академической магистратуры, является: ***научно-исследовательская.***

**2.4** Обучающийся готовится к решению следующих **профессиональных задач** в соответствии с направленностью (профилем) образовательной программы и основным видом профессиональной деятельности.

разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей;

- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;
- разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов;
- использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем;
- разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере;
- подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары;
- фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности.

**2.5 Планируемые результаты освоения образовательной программы (компетенции).**

В результате освоения образовательной программы у выпускника должны быть сформированы следующие компетенции (таблица 2.5.1).

Таблица 2.5.1

| Коды | Компетенции, знания/умения |
|---|---|
| *Общекультурные компетенции (ОК)* | |
| **ОК.1** | **способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере** |
| з1 | знать терминологию профессиональной сферы деятельности на иностранном языке |
| з2 | знать терминологию в области электроники на русском и иностранном языке |
| з3 | иностранный язык для свободного общения |
| з4 | особенности делового общения с иностранными коллегами |
| у1 | уметь читать и реферировать литературу на иностранном языке |
| у2 | владеть навыками перевода информационных материалов на иностранном языке в области электроники |
| у3 | анализировать речь иностранного коллеги |
| у4 | уметь использовать знания языка для профессионального международного общения и в научно-исследовательской деятельности |
| у5 | уметь понимать специализированные источники информации в области электроники на русском и иностранном языке |
| у6 | осуществлять деловую переписку как на русском, так и на иностранном языке |
| у7 | проводить публичную презентацию результатов профессиональной деятельности |
| **ОК.2** | **способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом** |
| з1 | знать основные этапы планирования и управления предприятием |
| з2 | интегральные экономические показатели эффективности проектов |
| з3 | основные нормы и положения здорового образа жизни |
| з4 | отраслевую направленность правовых норм, в том числе с учетом собственной профессиональной деятельности |
| з5 | знать этапы жизненного цикла производимой продукции |
| з6 | умеет выстраивать партнерские отношения в социально-трудовой сфере, работать в команде |
| з7 | умеет формировать работоспособную команду для реализации профессиональных функций и создавать эффективную коммуникационную систему |
| з8 | разрабатывать организационно-управленческую модель деятельности предприятия на основе технологии бизнес-процессов |
| у1 | конструктивно относиться к внешней оценке деятельности |
| у2 | может осуществлять реализацию нормативно-правовых актов в сфере профессиональной деятельности |
| у3 | оценить эффективность инноваций |
| у4 | Прививать нормы и рекомендации здорового образа жизни |
| у5 | уметь отслеживать прохождение изделия по этапам жизненного цикла производимой продукции |
| у6 | осуществлять инновационное проектирование |
| у7 | уметь работать в едином информационном пространстве планирования и управления предприятием |
| у8 | разрабатывать систему управления проектом, формировать бюджет проекта, осуществлять организационное проектирование |
| **ОК.3** | **готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности** |
| з1 | основные положения гуманистической и научной этики |
| у1 | владеть навыками развития своего интеллектуального и общекультурного уровня в области электроники |

| | |
|---|---|
| у2 | употреблять философские категории и понятия |
| **ОК.4** | **способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности** |
| з1 | знать основные методологические концепции современной науки |
| з2 | знать основные методы научного познания |
| з3 | принимать эффективные управленческие решения в условиях неопределенности, экстремальных ситуаций, острой конкурентной борьбы, дефицита ресурсов, неплатежеспособности предприятий |
| з4 | знать системную периодизацию истории науки и техники |
| з5 | знать современную научную картину мира |
| у1 | идентифицировать риски |
| у2 | разрабатывать программу управления рисками |
| *Общепрофессиональные компетенции (ОПК)* | |
| **ОПК.1** | **способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения** |
| з1 | уметь оценивать инвестиционную привлекательность проекта с учетом стадии его реализации и типа инвестора |
| з2 | знать методы поиска информации по истории науки и техники в области электроники и по современному ее состоянию |
| з3 | знать технологические особенности изготовления интегральных полупроводниковых резисторов, субмикронных и наномикронных транзисторов, используемых в современных СБИС и УБИС |
| з4 | знать основные проблемы современной электроники и наноэлектроники |
| з5 | методы синтеза и исследования моделей |
| у1 | знать методологию разработки проектов и программ, в том числе построения, реорганизации, реструктуризации и реинжиниринга бизнес-процессов |
| у2 | адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования |
| у3 | владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области |
| у4 | осуществлять оценку возможностей и обоснованный выбор типа средства отображения информации в соответствии с решаемыми задачами |
| у5 | уметь выбирать методы и средства решения проблем электроники и наноэлектроники |
| у6 | владеть практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования |
| у7 | уметь находить и анализировать информацию по истории и современному состоянию науки и техники в области электроники |
| у8 | применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации |
| у9 | осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы |
| **ОПК.2** | **способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры** |
| з1 | уметь организовывать проектную работу, разрабатывать и контролировать ресурсо-временные проектные показатели |
| з2 | технологические нормы проектирования электронной компонентной базы |
| з3 | знать основные фундаментальные законы, используемые в своей профессиональной деятельности |
| з4 | знать основные этапы организации научно-исследовательской работы в своей профессиональной деятельности |
| у1 | уметь организовать свои научные исследования в рамках общего научно-исследовательского проекта |
| у2 | уметь вычислять основные параметры современных полупроводниковых интегральных |

| | |
|---|---|
| | резисторов и транзисторов. |
| у3 | уметь представлять новые идеи в научном коллективе |
| у4 | адаптировать топологию элемента компонентной базы электроники под технологические нормы |
| у5 | уметь применять основные уравнения для моделирования, проектирования и конструирования изделий и устройств электроники и наноэлектроники |
| у6 | понимать суть моделируемых эффектов на основе графического представления информации; представлять результаты решения задач, описание расчётно-графического задания в удобной форме |
| **ОПК.3** | **способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность** |
| з1 | знать принципы, методы, инструменты командообразования и технологии работы в команде |
| з2 | основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития в области электроники, место и значение электроники в современном мире |
| з3 | передовой отечественный и зарубежный научный опыт в профессиональной сфере деятельности |
| у1 | предлагать новые области научных исследований и разработок, новые метологические подходы к решению задач в профессиональной сфере деятельности |
| **ОПК.4** | **способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области** |
| з1 | тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники |
| з2 | физическую, химико-физическую и технологическую сущность процессов, протекающих при изготовлении микросистем; производственную гигиену: чистоту материалов и помещений; ЕСТД и её применение |
| з3 | основные направления развития микро- и наноэлектроники; основные типы квантоворазмерных наноструктур (квантовые точки, ямы, проволоки, сверхрешетки), особенности их электронного спектра и эффекты размерного квантования |
| з4 | метологические основы и принципы современной науки |
| з5 | применение систем низкой размерности в современной электронике |
| у1 | готовить метологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники |
| у2 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование компонентов микросистемной техники, интеллектуальных микросистем, сенсоров и актюаторов |
| у3 | уметь разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники |
| у4 | навыками метологического анализа научного исследования и его результатов |
| у5 | применять полученные знания для объяснения работы и проектирования приборов наноэлектроники, использующих квантово-размерные эффекты |
| у6 | прогнозировать изменение свойств объектов при изменении внешних условий или воздействий |
| у7 | строить математические модели расчета параметров систем низкой размерности; осуществлять выбор значений необходимых параметров для конкретных типов объектов; выполнять анализ основных характеристик этих систем |
| у8 | осуществлять структурное представление и поведенческое моделирование электронных приборов |
| **ОПК.5** | **готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы** |
| з1 | правила оформления и представления результатов своей профессиональной деятельности |
| у1 | грамотно излагать результаты выполненной работы |

| *Профессиональные компетенции (ПК) ФГОС, относящиеся к основному виду деятельности* | |
|---|---|
| **ПК.1** | **готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач** |
| з1 | физико-химические основы процессов, протекающих на границах разделах фаз в различных нано- и микросистемах |
| з2 | физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования наноструктур |
| з3 | основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологии |
| з4 | основные механизмы физических явлений, происходящих на наноуровне |
| з5 | знать основные тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники |
| з6 | знать основные теоретические методы и средства, используемые при решении задач научных исследований |
| у1 | применять современные методы расчета и анализа нано- и микросистем |
| у2 | уметь выполнять постановку задач проектирования электронной компонентной базы, формулировать техническое задание на проектирование |
| у3 | владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области |
| у4 | уметь выбирать теоретические методы и средства для решения задач научных исследований |
| у5 | осуществлять выбор структуры микропроцессорной системы в соответствии с поставленной задачей |
| у6 | уметь формулировать цели и задачи научных исследований |
| у7 | выбирать практические варианты сенсоров и актюаторов для решения инженерных задач |
| **ПК.2** | **способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию** |
| з1 | знать методы программной реализации алгоритмов решения задач, возникающих в процессе научных исследований |
| з2 | знать методы расчета и проектирования электронной компонентной базы |
| з3 | методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств |
| з4 | знать физические особенности полупроводниковых интегральных резисторов , субмикронных и наномикронных КМОПТ на объемном кремнии и КНИ-структурах , высокочастотных транзисторов на гетероструктурах. |
| з5 | знать основные операционные системы реального времени |
| з6 | принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и в профессиональной сфере деятельности |
| з7 | методы и технические решения организации обмена информацией в микропроцессорных системах |
| з8 | знать основные принципы планирования и методы автоматизации эксперимента |
| з9 | основные виды преобразования аналоговых сигналов в цифровые |
| з10 | основы автоматического проектирования электронных приборов |
| з11 | знать современные информационно-измерительные комплексы, их основные параметры |
| з12 | основные методы обработки цифровых сигналов |
| з13 | схемы управления выводом информации |

| | |
|---|---|
| з14 | основные параметры электронных компонентов используемых в устройствах первичной обработки информации |
| з15 | основные типы электронных устройств обработки первичной информации |
| з16 | основные численные методы, используемые в математическом моделировании: решения систем линейных алгебраических уравнений, решения нелинейных алгебраических уравнений и их систем, вычисления определенных интегралов, численного интегрирования дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных) и их систем |
| з17 | принципы построения моделей верификации цифровых электрических схем |
| з18 | способы описания основных частей современных цифровых электрических схем с помощью специализированных языков описания на уровне RTL |
| з19 | систему команд микропроцессора |
| у1 | владеть методами математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров |
| у2 | использовать известные алгоритмы ЦОС для решения конкретных задач по обработке первичной информации |
| у3 | использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности |
| у4 | владеть методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники, в том числе, с учетом требований региональных предприятий |
| у5 | уметь выполнять сквозное проектрование устройств и приборов электронной техники с учетом заданных требований |
| у6 | использовать микропроцессорные системы при решении конкретных задач автоматизации эксперимента и управления производственными процессами |
| у7 | использовать современную элементную базу при решении конкретных задач по обработке первичной информации |
| у8 | владеть современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения |
| у9 | уметь применять математическое моделирование для анализа элементной базы субмикронных и наномикронных СБИС и УБИС |
| у10 | уметь использовать современные программные пакеты для решения задач моделирования физических объектов |
| у11 | уметь использовать современные средства автоматизированного измерения для повышения точности измерений |
| у12 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование интеллектуальных сенсоров |
| у13 | уметь проводить измерения в режиме реального времени |
| у14 | строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |
| у15 | разрабатывать модель верификации цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| у16 | создавать RTL описание цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| **ПК.3** | **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** |
| з1 | знать основные параметры современного оборудования и приборов, используемых при исследовании характеристик и изготовлении изделий электроники и наноэлектроники |
| з2 | знать основные этапы проектирования электронной компонентной базы |
| з3 | понятийный аппарат (терминологию) дисциплины |

| | |
|---|---|
| з4 | основные виды памяти микропроцессорных систем |
| з5 | структуру электронных и микропроцессорных устройств обработки первичной информации |
| з6 | классификацию систем отображения информации |
| з7 | основные принципы визуализации информации |
| з8 | основные разновидности архитектуры современных микропроцессоров |
| з9 | основные параметры и технические характеристики средств отображения информации |
| з10 | основные схемотехнические пути включения компонент микросистемной техники в состав микросистем |
| з11 | структуру микропроцессорной системы |
| у1 | уметь ориентироваться в современном оборудовании и приборах для осуществления выбора под свои профессиональные задачи |
| у2 | применять типовые структурные схемы для новых проектных решений |
| **ПК.4** | **способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов** |
| з1 | алгоритмы проведения многофакторных экспериментов при построении математических моделей сложных объектов |
| з2 | основные виды и свойства нанообъектов, наноматериалов, устройств и приборов на их основе, типовые технологические процессы их получения, элементную базу, а также типовое оборудование |
| з3 | основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин |
| з4 | применяемые решения для передачи информации между асинхронными доменами цифровых электрических схем |
| з5 | физические принципы действия механических, тепловых, магнитных, термических, химических актюаторов |
| з6 | физические принципы работы актюаторов с электростатическим и термическим управлением |
| з7 | физические принципы работы сенсоров механических, тепловых, магнитных, химических и радиационных величин |
| у1 | анализировать конструкции актюаторов, количественно описывать характеристики актюаторов |
| у2 | использовать приемы ослабления действия влияющих факторов для создания микросистем с необходимыми метрологическими характеристиками |
| у3 | определять параметры физических моделей объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |
| у4 | осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований и организации опытного промышленного производства |
| у5 | применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов микро- и. наносистемной техники |
| у6 | выбирать практические варианты технологии изготовления элементной базы микроэлектроники и микросистем для решения инженерных задач |
| у7 | получать и обрабатывать необходимую для организации научных исследований и промышленного производства информацию, в том числе экономическую |
| у8 | проектировать сенсоры механических, тепловых и магнитных величин с учетом особенностей измеряемых величин |
| **ПК.5** | **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** |
| з1 | конечно-разностные сеточные методы, используемые в моделировании |
| з2 | знать основы проведения технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта |
| з3 | математический аппарат и численные методы для моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе нанотехнологии |

| | |
|---|---|
| з4 | основные влияющие факторы сенсоров и пути ослабления их действия |
| з5 | основы анализа научно-технической информации из литературных и патентных источников |
| з6 | основы метода конечных элементов, применительно к системам моделирования |
| з7 | знать основные проектно-технологические ограничения на проектирование электронной компонентной базы |
| у1 | проводить численный анализ моделей - алгебраических уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| у2 | уметь оценивать рыночную эффективность создаваемого продукта |
| у3 | проводить численный анализ моделей - дифференциальных уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| у4 | уметь проводить анализ научно-технической информации в своей профессиональной области |
| у5 | разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники, разрабатывать технологические маршруты их изготовления |

Этапы формирования компетенций выпускника приведены в таблице 2.5.2.

## Этапы формирования компетенций выпускника

Таблица 2.5.2

| Код компетенции | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ОК.1** | Иностранный язык | Иностранный язык; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | История и методология науки и техники в области электроники | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |
| **ОК.2** | Компьютерные технологии в научных исследованиях | Производственная практика: научно-исследовательская работа; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Управление инновациями | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |
| **ОК.3** | | Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | История и методология науки и техники в области электроники | | | | | |
| **ОК.4** | Философия | Производственная практика: научно-исследовательская работа | История и методология науки и техники в области электроники; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Управление инновациями | | | | | |
| **ОПК.1** | Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники; Компьютерное моделирование наноэлементов и наносистем; Методы исследования микроэлектронных и | Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных структур; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Технические средства отображения информации; Учебная практика: практика по получению первичных | История и методология науки и техники в области электроники; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | наноэлектронных структур; Специальные главы микросистемной техники; Специальные главы физики полупроводниковых приборов | профессиональных умений и навыков | технологическая практика, педагогическая практика); Технические средства отображения информации; Управление инновациями | | | | | |
| **ОПК.2** | Компьютерные технологии в научных исследованиях; Проектирование и технология электронной компонентной базы; Специальные главы микросистемной техники; Специальные главы проектирования элементов микросистемной техники; Специальные главы физики полупроводниковых приборов | Производственная практика: научно-исследовательская работа; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | Компьютерные технологии в проектировании; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Управление инновациями | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |
| **ОПК.3** | Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники | Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | История и методология науки и техники в области электроники; Управление инновациями | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |
| **ОПК.4** | Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники; Компьютерные технологии в научных исследованиях; Проектирование и технология электронной компонентной базы; Специальные главы микро- и наноэлектроники; Специальные главы проектирования элементов микросистемной техники | Производственная практика: научно-исследовательская работа; Специальные главы компьютерных технологий в научных исследованиях; Специальные главы микро- и наноэлектроники; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | История и методология науки и техники в области электроники; Материалы и процессы микросистемной техники; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Специальные главы компьютерных технологий в научных исследованиях | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |
| **ОПК.5** | Актуальные проблемы современной электроники | Производственная практика: научно-исследовательская работа; | Производственная практика: научно-исследовательская работа; | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | и наноэлектроники | Семинары по специальности; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Семинары по специальности | работа | | | | |
| **ПК.1** | Компьютерные технологии в научных исследованиях; Микро- и наносистемы в технике и технологии; Проектирование и технология электронной компонентной базы; Специальные главы микро- и наноэлектроники; Специальные главы проектирования элементов микросистемной техники; Философия | Микропроцессорные средства обработки первичной информации; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Специальные главы компьютерных технологий в научных исследованиях; Специальные главы микро- и наноэлектроники; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | Микропроцессорные средства обработки первичной информации; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Специальные главы компьютерных технологий в научных исследованиях | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |
| **ПК.2** | Компьютерное моделирование наноэлементов и наносистем; Компьютерные технологии в научных исследованиях; Проектирование и технология электронной компонентной базы; Специальные главы микросистемной техники; Специальные главы проектирования элементов микросистемной техники; Специальные главы физики полупроводниковых приборов | Микропроцессорные средства обработки первичной информации; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Специальные главы компьютерных технологий в научных исследованиях; Технические средства отображения информации; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | Компьютерные технологии в проектировании; Материалы и процессы микросистемной техники; Микропроцессорные средства обработки первичной информации; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Системы сбора, обработки и отображения информации; Специальные главы компьютерных технологий в научных исследованиях; Технические средства отображения информации | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |
| **ПК.3** | Актуальные проблемы современной электроники | Микропроцессорные средства обработки | Микропроцессорные средства обработки | Производственная (преддипломная) практика: | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | и наноэлектроники; Проектирование и технология электронной компонентной базы; Специальные главы проектирования элементов микросистемной техники | первичной информации; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Технические средства отображения информации; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | первичной информации; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Системы сбора, обработки и отображения информации; Технические средства отображения информации | научно-исследовательская работа | | | | |
| **ПК.4** | Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники; Компьютерное моделирование наноэлементов и наносистем; Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных структур | Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных структур; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | Компьютерные технологии в проектировании; Материалы и процессы микросистемной техники; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Специальные главы физики микросистем | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |
| **ПК.5** | Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники; Компьютерное моделирование наноэлементов и наносистем; Компьютерные технологии в научных исследованиях; Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных структур; Проектирование и технология электронной компонентной базы; Специальные главы проектирования элементов микросистемной техники | Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных структур; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Семинары по специальности; Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков | Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика); Семинары по специальности; Управление инновациями | Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа | | | | |

## 3. Содержание образовательной программы

### 3.1 Структура образовательной программы

Структура образовательной программы приведена в таблице 3.1.1, включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную).

Таблица 3.1.1

| Структура образовательной программы | | Объем программы, з.е. |
|---|---|---|
| **Блок 1** | **Дисциплины (модули)** | **60** |
| | Базовая часть | **15** |
| | Вариативная часть | **45** |
| **Блок 2** | **Практики** | **54** |
| | Базовая часть | **0** |
| | Вариативная часть | **54** |
| **Блок 3** | **Государственная итоговая аттестация** | **6** |
| | Базовая часть | **6** |
| **Объем образовательной программы** | | **120** |

### 3.2 Характеристика содержания дисциплин

Содержание дисциплин (модулей), практик, предусмотренных учебным планом, определяется требованиями к результатам освоения образовательной программы (компетенциями). Соответствие между характеристиками этапов освоения компетенций (знаниями, умениями и опытом деятельности выпускника) и элементами образовательной программы (учебными дисциплинами (модулями) и практиками) приведено в Приложении.

### 3.3 Применяемые образовательные технологии

Для формирования предусмотренных основной образовательной программой компетенций, реализуются лекционные, практические занятия и лабораторные работы .

При организации образовательного процесса применяются активные, в том числе, интерактивные формы проведения занятий.

Учебным планом предусмотрена самостоятельная работа студентов, которая обеспечена необходимыми методическими материалами, размещенными в ЭБС и информационно-образовательной среде вуза.

### 3.4 Организация практик

Для достижения планируемых результатов освоения образовательной программы предусматриваются следующие практики:

- Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков,
- Производственная практика: научно-исследовательская работа,
- Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика),
- Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа.

**Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков** проводится в

1. Акционерном обществе «Новосибирский завод полупроводниковых приборов с ОКБ» (АО «НЗПП с ОКБ»);

2. Акционерном обществе «Научно-производственное предприятие «Восток» (АО «НПП «Восток»);

3. Обществе с ограниченной ответственностью «СибИС» (ООО «СибИС»;

4. Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН);

5. Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН).

Способ проведения практик – стационарная.

**Производственная практика: научно-исследовательская работа** проводится в

1. Акционерном обществе «Новосибирский завод полупроводниковых приборов с ОКБ» (АО «НЗПП с ОКБ»);

2. Акционерном обществе «Научно-производственное предприятие «Восток» (АО «НПП «Восток»);

3. Обществе с ограниченной ответственностью «СибИС» (ООО «СибИС»;

4. Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН);

5. Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН).

Способ проведения практик – стационарная.

**Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика)** проводится в

1. Акционерном обществе «Новосибирский завод полупроводниковых приборов с ОКБ» (АО «НЗПП с ОКБ»);

2. Акционерном обществе «Научно-производственное предприятие «Восток» (АО «НПП «Восток»);

3. Обществе с ограниченной ответственностью «СибИС» (ООО «СибИС»;

4. Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН);

5. Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН).

Способ проведения практик – стационарная.

**Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа** проводится в

1. Акционерном обществе «Новосибирский завод полупроводниковых приборов с ОКБ» (АО «НЗПП с ОКБ»);

2. Акционерном обществе «Научно-производственное предприятие «Восток» (АО «НПП «Восток»);

3. Обществе с ограниченной ответственностью «СибИС» (ООО «СибИС»;

4. Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН);

5. Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН).

Способ проведения практик – стационарная.

Выбор мест прохождения практик для лиц с ограниченными возможностями здоровья производится с учетом состояния здоровья обучающихся и требований по доступности.

## 4. Условия реализации образовательной программы подготовки

### 4.1. Общесистемные требования к реализации программы

Реализация образовательной программы полностью обеспечена материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде НГТУ. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), как на территории организации, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда организации (http:// www.nstu.ru/sveden/eos) обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы магистратуры;
- проведение всех видов занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети "Интернет".

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

Квалификация руководящих и научно-педагогических работников организации соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, разделе "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. № 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный № 20237).

Доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет не менее 60 процентов от общего количества научно-педагогических работников организации.

### 4.2. Кадровые условия реализации программы

Реализация программы магистратуры обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы магистратуры на условиях гражданско-правового договора.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры, составляет не менее 70 процентов.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры, составляет не менее 70 процентов.

Доля работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы магистратуры (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет) в общем числе работников, реализующих программу магистратуры, составляет не менее 10 процентов.

### 4.3. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы магистратуры

Образовательная программа реализуется в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин (модулей).

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры, включает в себя лаборатории, оснащенные необходимым лабораторным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

Образовательная программа полностью обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и ежегодно обновляется).

Электронно-библиотечные системы (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают одновременный доступ не менее 25 процентов обучающихся по программе магистратуры.

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

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## 5. Оценка качества подготовки студентов и выпускников

Оценка качества освоения образовательной программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и государственную итоговую аттестацию выпускников.

Конкретные формы промежуточной и итоговой аттестации обучающихся по каждой дисциплине определяются учебным планом. Текущая аттестация по дисциплинам проводится на основе балльно-рейтинговой системы. Правила аттестации по дисциплинам определяются в рабочих программах и доводятся до сведения обучающихся в течение первого месяца изучения дисциплины.

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений требованиям образовательной программы (текущая и промежуточная аттестация) создаются фонды оценочных средств, которые могут включать типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Фонды оценочных средств разрабатываются и утверждаются кафедрами, обеспечивающими учебный процесс по дисциплинам образовательной программы.

При разработке оценочных средств для контроля качества изучения дисциплин (модулей), практик учитываются связи между включенными в них знаниями, умениями, навыками, что позволяет установить уровень сформированности компетенций у обучающихся.

В Блок 3 "Государственная итоговая аттестация" входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, а также подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена. Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы и государственному экзамену определяются программой ГИА.

## 6. Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При наличии в контингенте обучающихся по образовательной программе инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ЛОВЗ) образовательная программа адаптируется с учетом особых образовательных потребностей таких обучающихся.

При обучении по индивидуальному учебному плану лиц с ограниченными возможностями здоровья срок освоения образовательной программы может быть увеличен по их желанию не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения. Объем программы магистратуры за один учебный год при обучении по индивидуальному плану вне зависимости от формы обучения не может составлять более 75 з.е.

При использовании формы инклюзивного обучения составляется индивидуальная программа сопровождения образовательной деятельности студента.

**Индивидуальная программа** сопровождения образовательной деятельности студента может включать

- сопровождение лекционных и практических занятий прямым и обратным переводом на русский жестовый язык (для студентов с нарушениями слуха);
- посещение групповых и индивидуальных занятий с психологом;
- организационно-педагогическое, психолого-педагогическое, профилактически-оздоровительное, социальное сопровождения учебного процесса.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**Соответствие между характеристиками этапов освоения компетенций (знаниями, умениями и опытом деятельности выпускника) и элементами образовательной программы (учебными дисциплинами (модулями) и практиками)**

| Код компетенции | Код знания/умения | Наименование дисциплин, знания и умения |
|---|---|---|
| *Дисциплины (модули), базовые* | | |
| **История и методология науки и техники в области электроники** | | |
| ОК.1 | з2 | знать терминологию в области электроники на русском и иностранном языке |
| ОК.1 | у2 | владеть навыками перевода информационных материалов на иностранном языке в области электроники |
| ОК.1 | у5 | уметь понимать специализированные источники информации в области электроники на русском и иностранном языке |
| ОК.3 | у1 | владеть навыками развития своего интеллектуального и общекультурного уровня в области электроники |
| ОК.4 | з1 | знать основные методологические концепции современной науки |
| ОПК.1 | з2 | знать методы поиска информации по истории науки и техники в области электроники и по современному ее состоянию |
| ОПК.1 | у7 | уметь находить и анализировать информацию по истории и современному состоянию науки и техники в области электроники |
| ОПК.3 | з2 | основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития в области электроники, место и значение электроники в современном мире |
| ОПК.4 | з4 | метологические основы и принципы современной науки |
| ОПК.4 | у1 | готовить метологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники |
| ОПК.4 | у4 | навыками метологического анализа научного исследования и его результатов |
| **Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники** | | |
| ОПК.1 | з4 | знать основные проблемы современной электроники и наноэлектроники |
| ОПК.1 | у5 | уметь выбирать методы и средства решения проблем электроники и наноэлектроники |
| ОПК.3 | з3 | передовой отечественный и зарубежный научный опыт в профессиональной сфере деятельности |
| ОПК.3 | у1 | предлагать новые области научных исследований и разработок, новые метологические подходы к решению задач в профессиональной сфере деятельности |
| ОПК.4 | з1 | тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники |
| ОПК.4 | з2 | физическую, химико-физическую и технологическую сущность процессов, протекающих при изготовлении микросистем; производственную гигиену: чистоту материалов и помещений; ЕСТД и её применение |
| ОПК.4 | у3 | уметь разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники |
| ОПК.5 | з1 | правила оформления и представления результатов своей профессиональной деятельности |
| ОПК.5 | у1 | грамотно излагать результаты выполненной работы |
| ПК.3 | з1 | знать основные параметры современного оборудования и приборов, |

| | | |
|---|---|---|
| | | используемых при исследовании характеристик и изготовлении изделий электроники и наноэлектроники |
| ПК.3 | у1 | уметь ориентироваться в современном оборудовании и приборах для осуществления выбора под свои профессиональные задачи |
| ПК.4 | з2 | основные виды и свойства нанообъектов, наноматериалов, устройств и приборов на их основе, типовые технологические процессы их получения, элементную базу, а также типовое оборудование |
| ПК.5 | з2 | знать основы проведения технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта |
| **Компьютерные технологии в научных исследованиях** | | |
| ОК.2 | у7 | уметь работать в едином информационном пространстве планирования и управления предприятием |
| ОПК.2 | у2 | уметь вычислять основные параметры современных полупроводниковых интегральных резисторов и транзисторов. |
| ОПК.4 | у8 | осуществлять структурное представление и поведенческое моделирование электронных приборов |
| ПК.1 | з5 | знать основные тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники |
| ПК.1 | з6 | знать основные теоретические методы и средства, используемые при решении задач научных исследований |
| ПК.1 | у4 | уметь выбирать теоретические методы и средства для решения задач научных исследований |
| ПК.1 | у6 | уметь формулировать цели и задачи научных исследований |
| ПК.2 | з1 | знать методы программной реализации алгоритмов решения задач, возникающих в процессе научных исследований |
| ПК.2 | з5 | знать основные операционные системы реального времени |
| ПК.2 | з6 | принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и в профессиональной сфере деятельности |
| ПК.2 | з8 | знать основные принципы планирования и методы автоматизации эксперимента |
| ПК.2 | з11 | знать современные информационно-измерительные комплексы, их основные параметры |
| ПК.2 | у3 | использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности |
| ПК.2 | у10 | уметь использовать современные программные пакеты для решения задач моделирования физических объектов |
| ПК.2 | у11 | уметь использовать современные средства автоматизированного измерения для повышения точности измерений |
| ПК.2 | у13 | уметь проводить измерения в режиме реального времени |
| ПК.5 | з6 | основы метода конечных элементов, применительно к системам моделирования |
| **Иностранный язык** | | |
| ОК.1 | з1 | знать терминологию профессиональной сферы деятельности на иностранном языке |
| ОК.1 | у1 | уметь читать и реферировать литературу на иностранном языке |
| ОК.1 | у4 | уметь использовать знания языка для профессионального международного общения и в научно-исследовательской деятельности |

| | | |
|---|---|---|
| *Дисциплины (модули), вариативные* | | |
| **Специальные главы компьютерных технологий в научных исследованиях** | | |
| ОПК.4 | у8 | осуществлять структурное представление и поведенческое моделирование электронных приборов |
| ПК.1 | з5 | знать основные тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники |
| ПК.1 | з6 | знать основные теоретические методы и средства, используемые при решении задач научных исследований |
| ПК.1 | у4 | уметь выбирать теоретические методы и средства для решения задач научных исследований |
| ПК.1 | у6 | уметь формулировать цели и задачи научных исследований |
| ПК.2 | з1 | знать методы программной реализации алгоритмов решения задач, возникающих в процессе научных исследований |
| ПК.2 | з5 | знать основные операционные системы реального времени |
| ПК.2 | з6 | принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и в профессиональной сфере деятельности |
| ПК.2 | з8 | знать основные принципы планирования и методы автоматизации эксперимента |
| ПК.2 | з11 | знать современные информационно-измерительные комплексы, их основные параметры |
| ПК.2 | у3 | использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности |
| ПК.2 | у10 | уметь использовать современные программные пакеты для решения задач моделирования физических объектов |
| ПК.2 | у11 | уметь использовать современные средства автоматизированного измерения для повышения точности измерений |
| ПК.2 | у13 | уметь проводить измерения в режиме реального времени |
| **Компьютерное моделирование наноэлементов и наносистем** | | |
| ОПК.1 | з5 | методы синтеза и исследования моделей |
| ОПК.1 | у2 | адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования |
| ОПК.1 | у3 | владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области |
| ОПК.1 | у6 | владеть практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования |
| ОПК.1 | у9 | осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы |
| ПК.2 | з16 | основные численные методы, используемые в математическом моделировании: решения систем линейных алгебраических уравнений, решения нелинейных алгебраических уравнений и их систем, вычисления определенных интегралов, численного интегрирования дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных) и их систем |
| ПК.2 | у14 | строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |
| ПК.4 | з1 | алгоритмы проведения многофакторных экспериментов при построении математических моделей сложных объектов |

| | | |
|---|---|---|
| ПК.4 | у3 | определять параметры физических моделей объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |
| ПК.5 | з1 | конечно-разностные сеточные методы, используемые в моделировании |
| ПК.5 | з6 | основы метода конечных элементов, применительно к системам моделирования |
| ПК.5 | у1 | проводить численный анализ моделей - алгебраических уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| ПК.5 | у3 | проводить численный анализ моделей - дифференциальных уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| **Управление инновациями** | | |
| ОК.2 | з1 | знать основные этапы планирования и управления предприятием |
| ОК.2 | з5 | знать этапы жизненного цикла производимой продукции |
| ОК.2 | у5 | уметь отслеживать прохождение изделия по этапам жизненного цикла производимой продукции |
| ОК.2 | у7 | уметь работать в едином информационном пространстве планирования и управления предприятием |
| ОК.4 | з3 | принимать эффективные управленческие решения в условиях неопределенности, экстремальных ситуаций, острой конкурентной борьбы, дефицита ресурсов, неплатежеспособности предприятий |
| ОПК.1 | з1 | уметь оценивать инвестиционную привлекательность проекта с учетом стадии его реализации и типа инвестора |
| ОПК.1 | у1 | знать методологию разработки проектов и программ, в том числе построения, реорганизации, реструктуризации и реинжиниринга бизнес-процессов |
| ОПК.2 | з1 | уметь организовывать проектную работу, разрабатывать и контролировать ресурсо-временные проектные показатели |
| ОПК.3 | з1 | знать принципы, методы, инструменты командообразования и технологии работы в команде |
| ПК.5 | з2 | знать основы проведения технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта |
| ПК.5 | у2 | уметь оценивать рыночную эффективность создаваемого продукта |
| **Философия** | | |
| ОК.4 | з1 | знать основные методологические концепции современной науки |
| ОК.4 | з2 | знать основные методы научного познания |
| ОК.4 | з4 | знать системную периодизацию истории науки и техники |
| ОК.4 | з5 | знать современную научную картину мира |
| ПК.1 | у6 | уметь формулировать цели и задачи научных исследований |
| **Семинары по специальности** | | |
| ОПК.5 | з1 | правила оформления и представления результатов своей профессиональной деятельности |
| ОПК.5 | у1 | грамотно излагать результаты выполненной работы |
| ПК.5 | з5 | основы анализа научно-технической информации из литературных и патентных источников |
| ПК.5 | у4 | уметь проводить анализ научно-технической информации в своей профессиональной области |
| **Специальные главы микро- и наноэлектроники** | | |
| ОПК.4 | з3 | основные направления развития микро- и наноэлектроники; основные типы квантоворазмерных наноструктур (квантовые точки, ямы, проволоки, сверхрешетки), особенности их электронного спектра и |

| | | |
|---|---|---|
| | | эффекты размерного квантования |
| ОПК.4 | з5 | применение систем низкой размерности в современной электронике |
| ОПК.4 | у5 | применять полученные знания для объяснения работы и проектирования приборов наноэлектроники, использующих квантово-размерные эффекты |
| ОПК.4 | у6 | прогнозировать изменение свойств объектов при изменении внешних условий или воздействий |
| ОПК.4 | у7 | строить математические модели расчета параметров систем низкой размерности; осуществлять выбор значений необходимых параметров для конкретных типов объектов; выполнять анализ основных характеристик этих систем |
| ПК.1 | з4 | основные механизмы физических явлений, происходящих на наноуровне |
| **Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных структур** | | |
| ОПК.1 | у8 | применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации |
| ПК.4 | з2 | основные виды и свойства нанообъектов, наноматериалов, устройств и приборов на их основе, типовые технологические процессы их получения, элементную базу, а также типовое оборудование |
| ПК.4 | з3 | основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин |
| ПК.4 | у4 | осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований и организации опытного промышленного производства |
| ПК.4 | у5 | применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов микро- и. наносистемной техники |
| ПК.4 | у7 | получать и обрабатывать необходимую для организации научных исследований и промышленного производства информацию, в том числе экономическую |
| ПК.5 | з3 | математический аппарат и численные методы для моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе нанотехнологии |
| *Дисциплины (модули), вариативные, по выбору студента* | | |
| **Микропроцессорные средства обработки первичной информации** | | |
| ПК.1 | у5 | осуществлять выбор структуры микропроцессорной системы в соответствии с поставленной задачей |
| ПК.2 | з7 | методы и технические решения организации обмена информацией в микропроцессорных системах |
| ПК.2 | з19 | систему команд микропроцессора |
| ПК.2 | у6 | использовать микропроцессорные системы при решении конкретных задач автоматизации эксперимента и управления производственными процессами |
| ПК.3 | з4 | основные виды памяти микропроцессорных систем |
| ПК.3 | з8 | основные разновидности архитектуры современных микропроцессоров |
| ПК.3 | з11 | структуру микропроцессорной системы |
| **Технические средства отображения информации** | | |
| ОПК.1 | у4 | осуществлять оценку возможностей и обоснованный выбор типа средства отображения информации в соответствии с решаемыми задачами |
| ПК.2 | з13 | схемы управления выводом информации |
| ПК.3 | з6 | классификацию систем отображения информации |
| ПК.3 | з7 | основные принципы визуализации информации |
| ПК.3 | з9 | основные параметры и технические характеристики средств отображения информации |
| **Материалы и процессы микросистемной техники** | | |
| ОПК.4 | з2 | физическую, химико-физическую и технологическую сущность |

| | | |
|---|---|---|
| | | процессов, протекающих при изготовлении микросистем; производственную гигиену: чистоту материалов и помещений; ЕСТД и её применение |
| ОПК.4 | у2 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование компонентов микросистемной техники, интеллектуальных микросистем, сенсоров и актюаторов |
| ПК.2 | з3 | методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств |
| ПК.4 | у6 | выбирать практические варианты технологии изготовления элементной базы микроэлектроники и микросистем для решения инженерных задач |
| **Специальные главы физики микросистем** | | |
| ПК.4 | з5 | физические принципы действия механических, тепловых, магнитных, термических, химических актюаторов |
| ПК.4 | у1 | анализировать конструкции актюаторов, количественно описывать характеристики актюаторов |
| **Системы сбора, обработки и отображения информации** | | |
| ПК.2 | з9 | основные виды преобразования аналоговых сигналов в цифровые |
| ПК.2 | з12 | основные методы обработки цифровых сигналов |
| ПК.2 | з14 | основные параметры электронных компонентов используемых в устройствах первичной обработки информации |
| ПК.2 | з15 | основные типы электронных устройств обработки первичной информации |
| ПК.2 | у2 | использовать известные алгоритмы ЦОС для решения конкретных задач по обработке первичной информации |
| ПК.2 | у7 | использовать современную элементную базу при решении конкретных задач по обработке первичной информации |
| ПК.3 | з3 | понятийный аппарат (терминологию) дисциплины |
| ПК.3 | з5 | структуру электронных и микропроцессорных устройств обработки первичной информации |
| ПК.3 | у2 | применять типовые структурные схемы для новых проектных решений |
| **Компьютерные технологии в проектировании** | | |
| ОПК.2 | у6 | понимать суть моделируемых эффектов на основе графического представления информации; представлять результаты решения задач, описание расчётно-графического задания в удобной форме |
| ПК.2 | з10 | основы автоматического проектирования электронных приборов |
| ПК.2 | з17 | принципы построения моделей верификации цифровых электрических схем |
| ПК.2 | з18 | способы описания основных частей современных цифровых электрических схем с помощью специализированных языков описания на уровне RTL |
| ПК.2 | у15 | разрабатывать модель верификации цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| ПК.2 | у16 | создавать RTL описание цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| ПК.4 | з4 | применяемые решения для передачи информации между асинхронными доменами цифровых электрических схем |
| **Проектирование и технология электронной компонентной базы** | | |
| ОПК.2 | з2 | технологические нормы проектирования электронной компонентной базы |
| ОПК.2 | з3 | знать основные фундаментальные законы, используемые в своей профессиональной деятельности |
| ОПК.2 | у4 | адаптировать топологию элемента компонентной базы электроники под |

| | | |
|---|---|---|
| | | технологические нормы |
| ОПК.2 | у5 | уметь применять основные уравнения для моделирования, проектирования и конструирования изделий и устройств электроники и наноэлектроники |
| ОПК.4 | з2 | физическую, химико-физическую и технологическую сущность процессов, протекающих при изготовлении микросистем; производственную гигиену: чистоту материалов и помещений; ЕСТД и её применение |
| ОПК.4 | у2 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование компонентов микросистемной техники, интеллектуальных микросистем, сенсоров и актюаторов |
| ПК.1 | у2 | уметь выполнять постановку задач проектирования электронной компонентной базы, формулировать техническое задание на проектирование |
| ПК.2 | з2 | знать методы расчета и проектирования электронной компонентной базы |
| ПК.2 | з3 | методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств |
| ПК.2 | у1 | владеть методами математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров |
| ПК.2 | у4 | владеть методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники, в том числе, с учетом требований региональных предприятий |
| ПК.2 | у5 | уметь выполнять сквозное проектрование устройств и приборов электронной техники с учетом заданных требований |
| ПК.2 | у8 | владеть современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения |
| ПК.3 | з2 | знать основные этапы проектирования электронной компонентной базы |
| ПК.5 | з5 | основы анализа научно-технической информации из литературных и патентных источников |
| ПК.5 | з7 | знать основные проектно-технологические ограничения на проектирование электронной компонентной базы |
| ПК.5 | у4 | уметь проводить анализ научно-технической информации в своей профессиональной области |
| ПК.5 | у5 | разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники, разрабатывать технологические маршруты их изготовления |
| **Специальные главы проектирования элементов микросистемной техники** | | |
| ОПК.2 | з2 | технологические нормы проектирования электронной компонентной базы |
| ОПК.2 | з3 | знать основные фундаментальные законы, используемые в своей профессиональной деятельности |
| ОПК.2 | у4 | адаптировать топологию элемента компонентной базы электроники под технологические нормы |
| ОПК.2 | у5 | уметь применять основные уравнения для моделирования, проектирования и конструирования изделий и устройств электроники и наноэлектроники |
| ОПК.4 | з2 | физическую, химико-физическую и технологическую сущность процессов, протекающих при изготовлении микросистем; производственную гигиену: чистоту материалов и помещений; ЕСТД и её |

| | | |
|---|---|---|
| | | применение |
| ОПК.4 | у2 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование компонентов микросистемной техники, интеллектуальных микросистем, сенсоров и актюаторов |
| ПК.1 | у1 | применять современные методы расчета и анализа нано- и микросистем |
| ПК.1 | у2 | уметь выполнять постановку задач проектирования электронной компонентной базы, формулировать техническое задание на проектирование |
| ПК.2 | з2 | знать методы расчета и проектирования электронной компонентной базы |
| ПК.2 | з3 | методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств |
| ПК.2 | у1 | владеть методами математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров |
| ПК.2 | у4 | владеть методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники, в том числе, с учетом требований региональных предприятий |
| ПК.2 | у5 | уметь выполнять сквозное проектрование устройств и приборов электронной техники с учетом заданных требований |
| ПК.2 | у8 | владеть современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения |
| ПК.3 | з10 | основные схемотехнические пути включения компонент микросистемной техники в состав микросистем |
| ПК.5 | з5 | основы анализа научно-технической информации из литературных и патентных источников |
| ПК.5 | з7 | знать основные проектно-технологические ограничения на проектирование электронной компонентной базы |
| ПК.5 | у4 | уметь проводить анализ научно-технической информации в своей профессиональной области |
| ПК.5 | у5 | разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники, разрабатывать технологические маршруты их изготовления |
| **Специальные главы физики полупроводниковых приборов** | | |
| ОПК.1 | з3 | знать технологические особенности изготовления интегральных полупроводниковых резисторов, субмикронных и наномикронных транзисторов, используемых в современных СБИС и УБИС |
| ОПК.2 | у2 | уметь вычислять основные параметры современных полупроводниковых интегральных резисторов и транзисторов. |
| ПК.2 | з4 | знать физические особенности полупроводниковых интегральных резисторов , субмикронных и наномикронных КМОПТ на объемном кремнии и КНИ-структурах , высокочастотных транзисторов на гетероструктурах. |
| ПК.2 | у9 | уметь применять математическое моделирование для анализа элементной базы субмикронных и наномикронных СБИС и УБИС |
| **Специальные главы микросистемной техники** | | |
| ОПК.1 | з3 | знать технологические особенности изготовления интегральных полупроводниковых резисторов, субмикронных и наномикронных транзисторов, используемых в современных СБИС и УБИС |
| ОПК.2 | у2 | уметь вычислять основные параметры современных полупроводниковых |

| | | |
|---|---|---|
| | | интегральных резисторов и транзисторов. |
| ПК.2 | з4 | знать физические особенности полупроводниковых интегральных резисторов , субмикронных и наномикронных КМОПТ на объемном кремнии и КНИ-структурах , высокочастотных транзисторов на гетероструктурах. |
| ПК.2 | у9 | уметь применять математическое моделирование для анализа элементной базы субмикронных и наномикронных СБИС и УБИС |
| *Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)* | | |
| **Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков** | | |
| ОК.1 | з3 | иностранный язык для свободного общения |
| ОК.1 | у6 | осуществлять деловую переписку как на русском, так и на иностранном языке |
| ОК.1 | у7 | проводить публичную презентацию результатов профессиональной деятельности |
| ОК.2 | з3 | основные нормы и положения здорового образа жизни |
| ОК.2 | з4 | отраслевую направленность правовых норм, в том числе с учетом собственной профессиональной деятельности |
| ОК.2 | з6 | умеет выстраивать партнерские отношения в социально-трудовой сфере, работать в команде |
| ОК.2 | у1 | конструктивно относиться к внешней оценке деятельности |
| ОК.2 | у2 | может осуществлять реализацию нормативно-правовых актов в сфере профессиональной деятельности |
| ОК.2 | у4 | Прививать нормы и рекомендации здорового образа жизни |
| ОК.3 | з1 | основные положения гуманистической и научной этики |
| ОК.3 | у2 | употреблять философские категории и понятия |
| ОПК.1 | з5 | методы синтеза и исследования моделей |
| ОПК.1 | у2 | адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования |
| ОПК.1 | у4 | осуществлять оценку возможностей и обоснованный выбор типа средства отображения информации в соответствии с решаемыми задачами |
| ОПК.1 | у8 | применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации |
| ОПК.2 | з2 | технологические нормы проектирования электронной компонентной базы |
| ОПК.2 | з3 | знать основные фундаментальные законы, используемые в своей профессиональной деятельности |
| ОПК.2 | з4 | знать основные этапы организации научно-исследовательской работы в своей профессиональной деятельности |
| ОПК.2 | у1 | уметь организовать свои научные исследования в рамках общего научно-исследовательского проекта |
| ОПК.2 | у6 | понимать суть моделируемых эффектов на основе графического представления информации; представлять результаты решения задач, описание расчётно-графического задания в удобной форме |
| ОПК.3 | з2 | основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития в области электроники, место и значение электроники в современном мире |
| ОПК.3 | з3 | передовой отечественный и зарубежный научный опыт в профессиональной сфере деятельности |
| ОПК.4 | з1 | тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники |
| ОПК.4 | з2 | физическую, химико-физическую и технологическую сущность |

| | | |
|---|---|---|
| | | процессов, протекающих при изготовлении микросистем; производственную гигиену: чистоту материалов и помещений; ЕСТД и её применение |
| ОПК.4 | з3 | основные направления развития микро- и наноэлектроники; основные типы квантоворазмерных наноструктур (квантовые точки, ямы, проволоки, сверхрешетки), особенности их электронного спектра и эффекты размерного квантования |
| ОПК.4 | з5 | применение систем низкой размерности в современной электронике |
| ОПК.4 | у5 | применять полученные знания для объяснения работы и проектирования приборов наноэлектроники, использующих квантово-размерные эффекты |
| ОПК.4 | у6 | прогнозировать изменение свойств объектов при изменении внешних условий или воздействий |
| ОПК.5 | з1 | правила оформления и представления результатов своей профессиональной деятельности |
| ОПК.5 | у1 | грамотно излагать результаты выполненной работы |
| ПК.1 | з2 | физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования наноструктур |
| ПК.1 | з6 | знать основные теоретические методы и средства, используемые при решении задач научных исследований |
| ПК.1 | у1 | применять современные методы расчета и анализа нано- и микросистем |
| ПК.1 | у4 | уметь выбирать теоретические методы и средства для решения задач научных исследований |
| ПК.1 | у5 | осуществлять выбор структуры микропроцессорной системы в соответствии с поставленной задачей |
| ПК.1 | у6 | уметь формулировать цели и задачи научных исследований |
| ПК.2 | з3 | методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств |
| ПК.2 | з6 | принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и в профессиональной сфере деятельности |
| ПК.2 | з9 | основные виды преобразования аналоговых сигналов в цифровые |
| ПК.2 | з10 | основы автоматического проектирования электронных приборов |
| ПК.2 | з12 | основные методы обработки цифровых сигналов |
| ПК.2 | з16 | основные численные методы, используемые в математическом моделировании: решения систем линейных алгебраических уравнений, решения нелинейных алгебраических уравнений и их систем, вычисления определенных интегралов, численного интегрирования дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных) и их систем |
| ПК.2 | з17 | принципы построения моделей верификации цифровых электрических схем |
| ПК.2 | у3 | использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности |
| ПК.2 | у7 | использовать современную элементную базу при решении конкретных задач по обработке первичной информации |
| ПК.2 | у14 | строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |

| | | |
|---|---|---|
| ПК.3 | з3 | понятийный аппарат (терминологию) дисциплины |
| ПК.3 | з4 | основные виды памяти микропроцессорных систем |
| ПК.3 | з8 | основные разновидности архитектуры современных микропроцессоров |
| ПК.3 | з9 | основные параметры и технические характеристики средств отображения информации |
| ПК.3 | з10 | основные схемотехнические пути включения компонент микросистемной техники в состав микросистем |
| ПК.3 | з11 | структуру микропроцессорной системы |
| ПК.3 | у2 | применять типовые структурные схемы для новых проектных решений |
| ПК.4 | з1 | алгоритмы проведения многофакторных экспериментов при построении математических моделей сложных объектов |
| ПК.4 | з2 | основные виды и свойства нанообъектов, наноматериалов, устройств и приборов на их основе, типовые технологические процессы их получения, элементную базу, а также типовое оборудование |
| ПК.4 | з3 | основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин |
| ПК.4 | з6 | физические принципы работы актюаторов с электростатическим и термическим управлением |
| ПК.4 | з7 | физические принципы работы сенсоров механических, тепловых, магнитных, химических и радиационных величин |
| ПК.4 | у4 | осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований и организации опытного промышленного производства |
| ПК.4 | у5 | применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов микро- и. наносистемной техники |
| ПК.4 | у8 | проектировать сенсоры механических, тепловых и магнитных величин с учетом особенностей измеряемых величин |
| ПК.5 | з3 | математический аппарат и численные методы для моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе нанотехнологии |
| ПК.5 | з5 | основы анализа научно-технической информации из литературных и патентных источников |
| ПК.5 | у4 | уметь проводить анализ научно-технической информации в своей профессиональной области |
| **Производственная практика: научно-исследовательская работа** | | |
| ОК.2 | з8 | разрабатывать организационно-управленческую модель деятельности предприятия на основе технологии бизнес-процессов |
| ОК.2 | у8 | разрабатывать систему управления проектом, формировать бюджет проекта, осуществлять организационное проектирование |
| ОК.4 | у2 | разрабатывать программу управления рисками |
| ОПК.1 | у9 | осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы |
| ОПК.2 | з2 | технологические нормы проектирования электронной компонентной базы |
| ОПК.2 | у4 | адаптировать топологию элемента компонентной базы электроники под технологические нормы |
| ОПК.4 | у2 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование компонентов микросистемной техники, интеллектуальных микросистем, сенсоров и актюаторов |
| ОПК.4 | у7 | строить математические модели расчета параметров систем низкой размерности; осуществлять выбор значений необходимых параметров для конкретных типов объектов; выполнять анализ основных характеристик этих систем |
| ОПК.5 | з1 | правила оформления и представления результатов своей |

| | | |
|---|---|---|
| | | профессиональной деятельности |
| ПК.1 | у7 | выбирать практические варианты сенсоров и актюаторов для решения инженерных задач |
| ПК.2 | з3 | методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств |
| ПК.2 | з7 | методы и технические решения организации обмена информацией в микропроцессорных системах |
| ПК.2 | з19 | систему команд микропроцессора |
| ПК.2 | у12 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование интеллектуальных сенсоров |
| ПК.2 | у14 | строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |
| ПК.2 | у15 | разрабатывать модель верификации цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| ПК.2 | у16 | создавать RTL описание цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| ПК.3 | з6 | классификацию систем отображения информации |
| ПК.3 | з11 | структуру микропроцессорной системы |
| ПК.4 | у6 | выбирать практические варианты технологии изготовления элементной базы микроэлектроники и микросистем для решения инженерных задач |
| ПК.4 | у7 | получать и обрабатывать необходимую для организации научных исследований и промышленного производства информацию, в том числе экономическую |
| ПК.4 | у8 | проектировать сенсоры механических, тепловых и магнитных величин с учетом особенностей измеряемых величин |
| ПК.5 | у1 | проводить численный анализ моделей - алгебраических уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| ПК.5 | у3 | проводить численный анализ моделей - дифференциальных уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| ПК.5 | у4 | уметь проводить анализ научно-технической информации в своей профессиональной области |
| ПК.5 | у5 | разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники, разрабатывать технологические маршруты их изготовления |
| **Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика)** | | |
| ОК.2 | з8 | разрабатывать организационно-управленческую модель деятельности предприятия на основе технологии бизнес-процессов |
| ОК.2 | у8 | разрабатывать систему управления проектом, формировать бюджет проекта, осуществлять организационное проектирование |
| ОК.4 | у2 | разрабатывать программу управления рисками |
| ОПК.1 | у9 | осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы |
| ОПК.2 | з2 | технологические нормы проектирования электронной компонентной базы |
| ОПК.2 | у4 | адаптировать топологию элемента компонентной базы электроники под технологические нормы |
| ОПК.4 | у2 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование |

| | | |
|---|---|---|
| | | компонентов микросистемной техники, интеллектуальных микросистем, сенсоров и актюаторов |
| ОПК.4 | у7 | строить математические модели расчета параметров систем низкой размерности; осуществлять выбор значений необходимых параметров для конкретных типов объектов; выполнять анализ основных характеристик этих систем |
| ОПК.5 | з1 | правила оформления и представления результатов своей профессиональной деятельности |
| ПК.1 | у7 | выбирать практические варианты сенсоров и актюаторов для решения инженерных задач |
| ПК.2 | з3 | методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств |
| ПК.2 | з7 | методы и технические решения организации обмена информацией в микропроцессорных системах |
| ПК.2 | з19 | систему команд микропроцессора |
| ПК.2 | у12 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование интеллектуальных сенсоров |
| ПК.2 | у14 | строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |
| ПК.2 | у15 | разрабатывать модель верификации цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| ПК.2 | у16 | создавать RTL описание цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| ПК.3 | з4 | основные виды памяти микропроцессорных систем |
| ПК.3 | у1 | уметь ориентироваться в современном оборудовании и приборах для осуществления выбора под свои профессиональные задачи |
| ПК.4 | у6 | выбирать практические варианты технологии изготовления элементной базы микроэлектроники и микросистем для решения инженерных задач |
| ПК.4 | у7 | получать и обрабатывать необходимую для организации научных исследований и промышленного производства информацию, в том числе экономическую |
| ПК.4 | у8 | проектировать сенсоры механических, тепловых и магнитных величин с учетом особенностей измеряемых величин |
| ПК.5 | у1 | проводить численный анализ моделей - алгебраических уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| ПК.5 | у3 | проводить численный анализ моделей - дифференциальных уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| ПК.5 | у4 | уметь проводить анализ научно-технической информации в своей профессиональной области |
| ПК.5 | у5 | разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники, разрабатывать технологические маршруты их изготовления |
| **Производственная (преддипломная) практика: научно-исследовательская работа** | | |
| ОК.1 | з3 | иностранный язык для свободного общения |
| ОК.1 | з4 | особенности делового общения с иностранными коллегами |
| ОК.1 | у6 | осуществлять деловую переписку как на русском, так и на иностранном языке |
| ОК.1 | у7 | проводить публичную презентацию результатов профессиональной |

| | | |
|---|---|---|
| | | деятельности |
| ОК.2 | з2 | интегральные экономические показатели эффективности проектов |
| ОК.2 | з3 | основные нормы и положения здорового образа жизни |
| ОК.2 | з6 | умеет выстраивать партнерские отношения в социально-трудовой сфере, работать в команде |
| ОК.2 | у3 | оценить эффективность инноваций |
| ОПК.1 | у8 | применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации |
| ОПК.2 | з4 | знать основные этапы организации научно-исследовательской работы в своей профессиональной деятельности |
| ОПК.2 | у3 | уметь представлять новые идеи в научном коллективе |
| ОПК.2 | у5 | уметь применять основные уравнения для моделирования, проектирования и конструирования изделий и устройств электроники и наноэлектроники |
| ОПК.3 | з3 | передовой отечественный и зарубежный научный опыт в профессиональной сфере деятельности |
| ОПК.4 | з1 | тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники |
| ОПК.4 | у5 | применять полученные знания для объяснения работы и проектирования приборов наноэлектроники, использующих квантово-размерные эффекты |
| ОПК.4 | у7 | строить математические модели расчета параметров систем низкой размерности; осуществлять выбор значений необходимых параметров для конкретных типов объектов; выполнять анализ основных характеристик этих систем |
| ОПК.5 | з1 | правила оформления и представления результатов своей профессиональной деятельности |
| ОПК.5 | у1 | грамотно излагать результаты выполненной работы |
| ПК.1 | з2 | физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования наноструктур |
| ПК.1 | з5 | знать основные тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники |
| ПК.2 | з3 | методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств |
| ПК.2 | у3 | использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности |
| ПК.2 | у7 | использовать современную элементную базу при решении конкретных задач по обработке первичной информации |
| ПК.2 | у14 | строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |
| ПК.3 | з2 | знать основные этапы проектирования электронной компонентной базы |
| ПК.4 | з7 | физические принципы работы сенсоров механических, тепловых, магнитных, химических и радиационных величин |
| ПК.5 | з5 | основы анализа научно-технической информации из литературных и патентных источников |
| ПК.5 | у1 | проводить численный анализ моделей - алгебраических уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| ПК.5 | у2 | уметь оценивать рыночную эффективность создаваемого продукта |
| ПК.5 | у3 | проводить численный анализ моделей - дифференциальных уравнений и |

| | | |
|---|---|---|
| | | их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| ПК.5 | у4 | уметь проводить анализ научно-технической информации в своей профессиональной области |
| *Государственная итоговая аттестация* | | |
| **Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты** | | |
| ОК.1 | у3 | анализировать речь иностранного коллеги |
| ОК.1 | у7 | проводить публичную презентацию результатов профессиональной деятельности |
| ОК.2 | з7 | умеет формировать работоспособную команду для реализации профессиональных функций и создавать эффективную коммуникационную систему |
| ОК.2 | у6 | осуществлять инновационное проектирование |
| ОК.3 | у1 | владеть навыками развития своего интеллектуального и общекультурного уровня в области электроники |
| ОК.4 | у1 | идентифицировать риски |
| ОПК.1 | у2 | адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования |
| ОПК.1 | у4 | осуществлять оценку возможностей и обоснованный выбор типа средства отображения информации в соответствии с решаемыми задачами |
| ОПК.1 | у8 | применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации |
| ОПК.1 | у9 | осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы |
| ОПК.2 | з2 | технологические нормы проектирования электронной компонентной базы |
| ОПК.2 | у3 | уметь представлять новые идеи в научном коллективе |
| ОПК.2 | у4 | адаптировать топологию элемента компонентной базы электроники под технологические нормы |
| ОПК.2 | у6 | понимать суть моделируемых эффектов на основе графического представления информации; представлять результаты решения задач, описание расчётно-графического задания в удобной форме |
| ОПК.3 | з3 | передовой отечественный и зарубежный научный опыт в профессиональной сфере деятельности |
| ОПК.4 | з2 | физическую, химико-физическую и технологическую сущность процессов, протекающих при изготовлении микросистем; производственную гигиену: чистоту материалов и помещений; ЕСТД и её применение |
| ОПК.4 | у2 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование компонентов микросистемной техники, интеллектуальных микросистем, сенсоров и актюаторов |
| ОПК.4 | у8 | осуществлять структурное представление и поведенческое моделирование электронных приборов |
| ОПК.5 | з1 | правила оформления и представления результатов своей профессиональной деятельности |
| ОПК.5 | у1 | грамотно излагать результаты выполненной работы |
| ПК.1 | у4 | уметь выбирать теоретические методы и средства для решения задач научных исследований |
| ПК.1 | у5 | осуществлять выбор структуры микропроцессорной системы в соответствии с поставленной задачей |
| ПК.1 | у7 | выбирать практические варианты сенсоров и актюаторов для решения |

| | | |
|---|---|---|
| | | инженерных задач |
| ПК.2 | з3 | методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств |
| ПК.2 | з9 | основные виды преобразования аналоговых сигналов в цифровые |
| ПК.2 | з10 | основы автоматического проектирования электронных приборов |
| ПК.2 | з15 | основные типы электронных устройств обработки первичной информации |
| ПК.2 | з17 | принципы построения моделей верификации цифровых электрических схем |
| ПК.2 | з18 | способы описания основных частей современных цифровых электрических схем с помощью специализированных языков описания на уровне RTL |
| ПК.2 | у2 | использовать известные алгоритмы ЦОС для решения конкретных задач по обработке первичной информации |
| ПК.2 | у3 | использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности |
| ПК.2 | у6 | использовать микропроцессорные системы при решении конкретных задач автоматизации эксперимента и управления производственными процессами |
| ПК.2 | у7 | использовать современную элементную базу при решении конкретных задач по обработке первичной информации |
| ПК.2 | у12 | проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование интеллектуальных сенсоров |
| ПК.2 | у14 | строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |
| ПК.2 | у15 | разрабатывать модель верификации цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| ПК.2 | у16 | создавать RTL описание цифровой электрической схемы по ее спецификации |
| ПК.3 | у2 | применять типовые структурные схемы для новых проектных решений |
| ПК.4 | з1 | алгоритмы проведения многофакторных экспериментов при построении математических моделей сложных объектов |
| ПК.4 | з2 | основные виды и свойства нанообъектов, наноматериалов, устройств и приборов на их основе, типовые технологические процессы их получения, элементную базу, а также типовое оборудование |
| ПК.4 | з4 | применяемые решения для передачи информации между асинхронными доменами цифровых электрических схем |
| ПК.4 | з5 | физические принципы действия механических, тепловых, магнитных, термических, химических актюаторов |
| ПК.4 | у1 | анализировать конструкции актюаторов, количественно описывать характеристики актюаторов |
| ПК.4 | у2 | использовать приемы ослабления действия влияющих факторов для создания микросистем с необходимыми метрологическими характеристиками |
| ПК.4 | у3 | определять параметры физических моделей объектов на основе экспериментального исследования их характеристик |
| ПК.4 | у4 | осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований и организации опытного промышленного производства |
| ПК.4 | у5 | применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов микро- и. наносистемной техники |

| | | |
|---|---|---|
| ПК.4 | у6 | выбирать практические варианты технологии изготовления элементной базы микроэлектроники и микросистем для решения инженерных задач |
| ПК.4 | у7 | получать и обрабатывать необходимую для организации научных исследований и промышленного производства информацию, в том числе экономическую |
| ПК.4 | у8 | проектировать сенсоры механических, тепловых и магнитных величин с учетом особенностей измеряемых величин |
| ПК.5 | з1 | конечно-разностные сеточные методы, используемые в моделировании |
| ПК.5 | з2 | знать основы проведения технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта |
| ПК.5 | з3 | математический аппарат и численные методы для моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе нанотехнологии |
| ПК.5 | з4 | основные влияющие факторы сенсоров и пути ослабления их действия |
| ПК.5 | з6 | основы метода конечных элементов, применительно к системам моделирования |
| ПК.5 | у1 | проводить численный анализ моделей - алгебраических уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| ПК.5 | у3 | проводить численный анализ моделей - дифференциальных уравнений и их систем и использовать результаты моделирования для совершенствования наноэлементов и наносистем |
| ПК.5 | у4 | уметь проводить анализ научно-технической информации в своей профессиональной области |
| ПК.5 | у5 | разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники, разрабатывать технологические маршруты их изготовления |
| *Факультативные дисциплины* | | |
| **Микро- и наносистемы в технике и технологии** | | |
| ПК.1 | з1 | физико-химические основы процессов, протекающих на границах разделах фаз в различных нано- и микросистемах |
| ПК.1 | з2 | физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования наноструктур |
| ПК.1 | з3 | основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологии |
| ПК.1 | з4 | основные механизмы физических явлений, происходящих на наноуровне |
| ПК.1 | у1 | применять современные методы расчета и анализа нано- и микросистем |
| ПК.1 | у3 | владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области |