

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



«Утверждаю»

Первый проректор –  
проректор по учебной работе

Е.Е. Чупандина

«22» июня 2016 года

**Основная образовательная программа  
высшего образования**

Направление подготовки

**11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**

**Нанотехнология в электронике**

Академическая магистерская программа

Квалификация - **магистр**

Форма обучения - очная

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения.....	3
1.1. Основная образовательная программа магистратуры, реализуемая ФГБОУ ВО «ВГУ» по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, программа Нанотехнология в электронике .....	3
1.2. Нормативные документы для разработки ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА.....	3
1.3. Общая характеристика основной образовательной программы высшего образования.....	4
1.3.1. Цель реализации ООП.....	4
1.3.2. Срок освоения ООП .....	4
1.3.3. Трудоемкость ООП .....	4
1.4. Требования к абитуриенту.....	5
2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА.....	6
2.1. Область профессиональной деятельности выпускника.....	6
2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника.....	6
2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника .....	6
2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника.....	6
3. Планируемые результаты освоения ООП.....	8
4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА .....	27
4.1. Годовой календарный учебный график.....	27
4.2. Учебный план.....	27
4.3. Аннотации программ учебных курсов, дисциплин .....	27
4.4. Аннотации программ учебной и производственных практик.....	27
4.4.1 Программа учебной практики по получению навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности.....	27
4.4.2. Программы производственных практик и НИР.....	27
4.4.3. Программы научно-исследовательской работы.....	28
5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА.....	29
6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных.....	30
и социально-личностных компетенций выпускников.....	30
7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА .....	32
7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация.....	32
7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников ООП магистратуры.....	32
8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся.....	35
Приложение 1. МАТРИЦА соответствия требований, составных частей ООП и оценочных средств .....	36
Приложение 2. Годовой календарный учебный график.....	39
Приложение 3. Учебный план.....	41
Приложение 4. Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин.....	44
Приложение 5. Аннотации программ производственных практик .....	72
Приложение 6. Библиотечно-информационное обеспечение.....	87
Приложение 7. Материально-техническое обеспечение.....	89
Приложение 8. Кадровое обеспечение.....	93

## 1 Общие положения

### 1.1. Основная образовательная программа магистратуры, реализуемая ФГБОУ ВО «ВГУ» по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, программа Нанотехнология в электронике Квалификация, присваиваемая выпускникам - магистр

Основная образовательная программа, реализуемая в Воронежском государственном университете по направлению подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** по академической магистерской программе **Нанотехнология в электронике**, представляет собой систему документов, разработанную с учетом требований рынка труда, на основе Федерального государственного образовательного стандарта по соответствующему направлению подготовки высшего образования (ФГОС ВО).

ООП ВО регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки и программе и включает в себя: учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практики, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Основными пользователями ООП являются: руководство, профессорско-преподавательский состав и обучающиеся ВГУ; государственные аттестационные и экзаменационные комиссии; объединения специалистов и работодателей в соответствующей сфере профессиональной деятельности; уполномоченные государственные органы исполнительной власти, осуществляющие аккредитацию и контроль качества в системе высшего образования.

### 1.2. Нормативные документы для разработки ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Нормативные документы для разработки ООП ВО по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012, № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с последующими изменениями и дополнениями);
- Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», утвержденный приказ Минобрнауки России от 04.09.2015 №977;
- Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) по направлению подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.10.2014, №1407;
- Приказ Минобрнауки Российской Федерации от 19.12.2013 №1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- иные нормативные акты Министерства образования и науки Российской Федерации.

Подготовка ведётся в соответствии:

- лицензией Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 10.11.2015 № 3451-06 серии 90Л01 №0008772, рег. №1841, срок действия - бессрочно;
- решениями Ученого совета университета.

Кроме того, локальными актами по организации учебного процесса на кафедре физики твердого тела и наноструктур являются:

- учебный план подготовки магистров по направлению **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**;

- Стандарт университета СТ ВГУ 2.1.02 — 2015 Система менеджмента качества. Государственная итоговая аттестация по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры. Общие требования к содержанию и порядок проведения, утвержденный приказом ректора от 10.11.2015, № 0863;

- Стандарт университета СТ ВГУ 2.1.02 110404М — 2016 Система менеджмента качества. Итоговая аттестация. Структура и содержание государственных аттестационных испытаний по направлению подготовки **11.04.04 – Электроника и наноэлектроника**, Программа - Нанотехнология в электронике. Магистратура. Высшее образование, утвержденный приказом ректора от 31.08.2016, № 0733;

- Положение о порядке проведения практик в Воронежском государственном университете по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**. Высшее образование, утвержденное приказом ректора от 31.08.2016, № 0733.

### **1.3. Общая характеристика основной образовательной программы высшего образования**

#### **1.3.1. Цель реализации ООП**

ООП ВО направления подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** по академической магистерской программе **Нанотехнология в электронике** имеет своей целью развитие у обучающихся личностных качеств, а также формирование общекультурных универсальных (общенаучных, социально-личностных, инструментальных) и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению подготовки.

В области воспитания целью ООП по направлению подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** является формирование социально-личностных качеств обучающихся: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности за конечный результат своей профессиональной деятельности, гражданственности, умению работать в коллективе, коммуникабельности, толерантности, повышение их общей культуры.

В области обучения целью ООП ВО по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** является получение фундаментальных знаний по дисциплинам общенаучной и профессиональной направленности, а также углубленного высшего образования, позволяющего выпускнику обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и востребованности на рынке труда, обеспечивающими возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области электроники и наноэлектроники.

#### **1.3.2. Срок освоения ООП**

Срок освоения ООП ВО по направлению подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** - 2 года. Форма обучения – очная.

#### **1.3.3. Трудоемкость ООП**

Трудоемкость освоения обучающимся данной ООП ВО за весь период обучения в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению составляет 120 зачетных единиц и включает все виды аудиторной и самостоятельной работы обучающегося, практики и время, отводимое на контроль качества освоения обучающимся ООП ВО.

#### **1.4. Требования к абитуриенту**

Для освоения ООП ВО подготовки магистра абитуриент должен иметь документ государственного образца о высшем образовании.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**

### **2.1. Область профессиональной деятельности выпускника**

В соответствии с ФГОС ВО по данному направлению **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** подготовки областью профессиональной деятельности магистра является 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.

Выпускник направления **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** по магистерской программе **Нанотехнология в электронике** может осуществлять профессиональную деятельность на промышленных предприятиях различных форм собственности и в научно-исследовательских организациях, занимающихся исследованием, производством и эксплуатацией материалов и изделий электронной техники.

### **2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника**

Объектами профессиональной деятельности выпускника по академической магистерской программе **Нанотехнология в электронике** подготовки в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению 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. Виды профессиональной деятельности выпускника**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** выпускник подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности:

научно-исследовательская как основной вид деятельности;  
проектно-конструкторская – дополнительный вид деятельности.

### **2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника**

Магистр по направлению подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности и академической магистерской программой **Нанотехнология в электронике**:

*основной вид деятельности - научно-исследовательская деятельность:*

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.

*дополнительный вид деятельности - проектно-конструкторская деятельность:*

анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ;

проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;

разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

### 3. Планируемые результаты освоения ООП

Результаты освоения ООП ВО определяются приобретаемыми магистром компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения данной ООП ВО магистр должен обладать следующими *общекультурными компетенциями (ОК)*:

- способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере (ОК-1);
- способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-2);
- готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-3);
- способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4).

Выпускник, освоивший программы магистратуры, должен обладать следующими *общепрофессиональными компетенциями*:

- способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);
- способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);
- способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность) (ОПК-3);
- способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);
- готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы (ОПК-5).

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать основными профессиональными компетенциями, соответствующими виду профессиональной деятельности, на которую ориентирована программа академической магистратуры **Нанотехнология в электронике**:

*научно-исследовательская деятельность:*

- готовностью 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);
- способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию (ПК-2);
- готовностью 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);
- способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);
- способностью 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);

а также дополнительными профессиональными компетенциями по следующему виду деятельности:

*проектно-конструкторская деятельность:*

способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-6);

готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7);

способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-8);

способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-9).

На основе требований ФГОС ВО и рекомендаций данной ООП по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** разработана матрица соответствия компетенций и составных частей ООП (приложение 1).

## Требования к результатам освоения ООП

№ п/п	Дисциплина	Компетенция	Содержание компетенции	Планируемые результаты освоения
1	История и методология науки и техники в области электроники	ОК-4	способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование технологических укладов индустриального и постиндустриального общества;</li> <li>- закономерности развития наукоёмких технологий в электронике и нанoeлектронике на базе генезиса фундаментальных знаний;</li> <li>- методологию проведения исследований и оценку результатов научных исследований;</li> <li>- угрозы и риски нанотехнологий: геополитические, экологические, биологические и этические проблемы контроля.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить экспертные прогностические оценки развития электроники с учетом приоритетных направлений науки и техники.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями в области закономерности развития электроники с учетом последних достижений фундаментальной науки.</li> </ul>
		ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	
		ОПК-4	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	
2	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	ОК-4	способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современное состояние развития и проблемы интегральной электроники и нанoeлектроники;</li> <li>- квантовые основы современной электроники и нанoeлектроники;</li> <li>- принципы создания и функционирования приборов на основе наноструктур;</li> <li>- технологии создания наноструктур.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт;</li> <li>- анализировать состояние научно-технической проблемы;</li> <li>- определять цели и осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и уст</li> </ul>
		ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулирован-	

			ных задач	роиств различного функционального назначения. Владеть: - методами и средствами решения основных проблем в своей предметной области; - современными методами и средствами организации и проведения экспериментальных исследований.
		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	
		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	
		ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	
		ПК-9	способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	
3	Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации	ОК-2	способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Знать: - теорию и практику коммуникации, культуру устного и письменного делового общения; - нормы литературного языка, правила построения текста; - основные правила делового общения; - особенности убеждающего выступления;
		ОК-3	готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	
		ОПК-3	способность демонстрировать навыки работы в	

			коллективе, порождать новые идеи	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оформлять результаты мыслительной деятельности в письменной и устной речи;</li> <li>- эффективно взаимодействовать с партнером по общению в разных ситуациях общения;</li> <li>- оформлять, представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- средним типом речевой культуры личности;</li> <li>- научным стилем речи;</li> <li>- этикетом невербального общения;</li> <li>- служебным этикетом;</li> <li>- навыками работы в коллективе.</li> </ul>
		ОПК-5	готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы	
4	Иностранный язык в профессиональной сфере	ОК-1	способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила грамматики иностранного языка;</li> <li>- правила перевода с иностранного языка на русский и с русского языка на иностранный по тематике направления Электроника и наноэлектроника.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- читать научную литературу по специальности со словарем (изучающее чтение) и без словаря (ознакомительное, просмотровое и поисковое чтение);</li> <li>- аннотировать и реферировать научные тексты на иностранном языке;</li> <li>- составлять тезисы научного доклада на иностранном языке.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- необходимым уровнем иноязычной коммуникативной компетенции для решения социально-коммуникативных задач в различных областях профессиональной и научной сфер деятельности при общении с зарубежными коллегами и партнерами в области электроники и наноэлектроники;</li> <li>- навыками перевода специальной научной литературы.</li> </ul>
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
5	Технология наноструктур и наноматериалов	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>иметь представление о физических идеях и принципах современной наноэлектроники, о физических свойствах низкоразмерных электронных систем,</li> </ul>

		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	важнейших физических процессах и явлениях, составляющих фундаментальную основу нанoeлектроники; Уметь: решать задачи моделирования нанoeлектронных структур; Владеть: основными существующими моделями, теориями различных физических явлений и основными областями применения нанoeлектронных структур.
		ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	
		ПК-5	способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	
6	Сенсоры в электронных устройствах	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знать: - механизмы проводимости в цеолитах; - физические основы работы твердотельных сенсорных структур, их конструкции и методы идентификации отклика сенсоров. Уметь: - применять природные наноматериалы в сенсорах. Владеть: - методами идентификации откликов сенсоров на основе цеолитов.
		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	
		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	
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
7	Компьютерные технологии в исследованиях электрон-	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знать: - принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий, типо-

	ных свойств наносистем	ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	вые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и в профессиональной сфере деятельности; Уметь: - использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности; Владеть: - современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.
		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	
8	Проектирование и технология электронной компонентной базы	ОПК-5	готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Знать: передовой отечественный и зарубежный научный опыт в профессиональной сфере деятельности; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств; Уметь: разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники; разрабатывать технологические маршруты их изготовления; Владеть: современными программными средствами моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; методами математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров.
		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, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	
		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	

		ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	
9	Электронные процессы на поверхности полупроводников	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности электронных процессов на поверхности полупроводников и их обусловленность природой и концентрацией дефектов на этой поверхности, а также их влияние на реальные характеристики биполярные и полевых приборов;</li> <li>- возможности методов контроля состава и структуры поверхности слоев, процессов физической и химической адсорбции, возможности образования поверхностных фаз;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- связывать реальные свойства приборных структур с концентрацией и типов дефектов в поверхностных слоях;</li> <li>- ориентироваться в возможностях контроля и управления свойств поверенных структур;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современной научной терминологией и методами анализа элементного состава по верности.</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	
		ПК-5	способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	
10	Процессы микро- и нанотехнологии	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологические операции микроформо-образования и формирования наносистем;</li> <li>- базовые физические принципы функционирования компонентов микро- и наносистемной техники;</li> <li>- элементы, компоненты и устройства микросистемной техники</li> <li>- основы проектирования изделий микро- и наносистемной техники.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать изделия микро- и наносистемной техники.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования устройств микросистемной техники.</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	

		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	
11	Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовые знания для решения основных задач в проектно-конструкторской профессиональной деятельности.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать полученные знания при разработке инновационной продукции.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования устройств оптоэлектроники.</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	
12	Теоретическая и компьютерная физика наносистем	ОПК-5	готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- квантово-физические основы современной электроники и нанoeлектроники;</li> <li>- особенности свойств электронов в низкоразмерных полупроводниковых системах;</li> <li>- принципы создания и функционирования приборов на основе наносистем.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития квантовой физики наносистем;</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	



		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	Владеть: - теоретическими и экспериментальными методами и средствами исследования квантовых наносистем.
		ПК-5	способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	
13	Наноэлектроника	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знать: - физических основы и принципы современной наноэлектроники; - физические свойства низкоразмерных электронных систем; - важнейшие физические процессы и явления, составляющие фундаментальную основу наноэлектроники; - основные типы наноструктур и их квантово-механические модели. Уметь: - решать задачи моделирования наноэлектронных структур. Владеть: - основными существующими моделями, теориями различных физических явлений и основными областями применения наноэлектронных структур.
		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, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	

14	Программируемые логические ИС	ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	<p>Знать: классификацию, особенности архитектуры, характеристики и область применения ПЛИС; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации программируемых логических ИС с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств;</p> <p>Уметь: разрабатывать модели приборов и устройств на основе программируемых логических ИС;</p> <p>Владеть: методами моделирования, оптимального проектирования и конструирования программируемых логических ИС; навыками разработки приборов и устройств на основе программируемых логических ИС.</p>
		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	
		ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	
15	Основы микро- и наносистемной техники	ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовые физические принципы функционирования элементов и компонентов компонентов микро- и наносистемной техники;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать физические и математические модели элементов и компонентов микро- и наносистемной техники;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета параметров и основных характеристик элементов и компонентов микро- и наносистемной техники.</li> </ul>
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	
		ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	

16	Цифровая электроника	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать: основы теории цепей, элементную базу микроэлектроники, основные схемотехнические решения и функциональные узлы устройств микроэлектроники;</p> <p>Уметь: синтезировать микроэлектронные устройства на основе данных об их функциональном назначении и электрических параметрах; проводить анализ воздействия сигналов; применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования устройств электроники и микроэлектроники;</p> <p>Владеть: навыками практической работы с программными средствами функционально-логического и схемотехнического проектирования.</p>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и микроэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	
		ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	
17	Микросхемотехника	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать: элементную базу микроэлектроники, основные схемотехнические решения и функциональные узлы устройств микроэлектроники;</p> <p>Уметь: синтезировать микроэлектронные устройства на основе данных об их функциональном назначении и электрических параметрах; проводить анализ воздействия сигналов; применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования устройств электроники и микроэлектроники;</p> <p>Владеть: навыками практической работы с программными средствами функционально-логического и схемотехнического проектирования.</p>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и микроэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать тех-	

			нические задания на выполнение проектных работ	
		ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	
18	Современные оптические материалы и структуры	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные задачи и методы их решения в проектно-конструкторской профессиональной деятельности в области оптоэлектроники;</li> <li>- элементную базу оптических цифровых процессоров;</li> <li>- области применения устройств оптоэлектроники;</li> <li>- перспективы создания цифровых оптических процессоров.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать цели и задачи научных исследований при разработке квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схемотехникой оптоэлектронных приборов;</li> <li>- навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования устройств оптоэлектроники.</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	
19	Интегральная оптика и оптоэлектроника	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные задачи и методы их решения в проектно-конструкторской профессиональной деятельности в области оптоэлектроники;</li> <li>- элементную базу оптических цифровых процессоров;</li> <li>- области применения устройств оптоэлектроники;</li> <li>- перспективы создания цифровых оптических процессоров.</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно	

			выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать цели и задачи научных исследований при разработке квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схемотехникой оптоэлектронных приборов;</li> <li>- навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования устройств оптоэлектроники.</li> </ul>
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
		ПК-7	готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	
		ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	
20	Синхротронные технологии и мегаустановки	ОПК-5	готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические явления и понятия в области синхротронного излучения и его современного применения;</li> <li>- основные физические законы, лежащие в основе принципов применения синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- области применения синхротронных технологий (синхротронного излучения) для исследований широкого ряда современных перспективных наноматериалов и наноструктур</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать способ применения синхротронного излучения для проведения эффективной диагностики наноматериала или наноструктуры.</li> <li>- разбирать и понимать информацию полученную в результате применения синхротронного излучения, с учетом его специфики и специфики изучаемого объекта.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физическими основами применения синхротронных технологий и мегаустановок.</li> <li>- основными принципами генерации синхротронного излучения.</li> <li>- основными подходами к изучению локального атомного и электронного строения, фазового состава поверх-</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		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	
		ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	

				ности и приповерхностных слоев при помощи расширенного функционала методов использующих синхротронное излучение.
21	Разработка и применение рентгеновских приборов и ускорителей	ОПК-5	готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физические явления и понятия в области рентгеновской и электронной спектроскопии;</li> <li>- основные физические законы, лежащие в основе принципов построения рентгеновских приборов и ускорителей;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <p>применять полученные знания для работы в области диагностики твердотельных объектов, наноструктур и наноматериалов при помощи рентгеновских приборов и излучения ускорителей.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основными принципами разработки рентгеновских приборов.</li> <li>- Основными принципами применения рентгеновских приборов.</li> <li>- Основными принципами разработки ускорителей.</li> <li>- Основными принципами применения ускорителей.</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		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	
		ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	
22	Электронная и ионная спектроскопия в диагностике наноструктур	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физические явления и понятия, лежащие в основе принципов электронной и ионной спектроскопии;</li> <li>- специфику применения принципов электронной и ионной спектроскопии при исследовании наноструктур;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <p>применять физические основы электронной и ионной спектроскопии для изучения атомного и электронно-энергетического строения твердого тела и наноструктур.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными понятиями электронной спектроскопии.</li> <li>- основными понятиями ионной спектроскопии.</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-3	готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на ос-	

			нове информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	- основными подходами к изучению локального атомного и электронного строения, фазового состава поверхности и приповерхностных слоев наноструктур при помощи функционала методов электронной и ионной спектроскопии.
		ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	
		ПК5	способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	
23	Методы исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знать: - фундаментальные основы физики фотонных кристаллов. Уметь: - использовать полученные знания при расчете структуры фотонных зон простейших фотонных кристаллов. Владеть: - навыками работы с современными программными пакетами компьютерной математики.
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		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	
		ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	
		ПК-5	способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомен-	

			даци по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	
24	Методы математического моделирования	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы численного анализа; методы синтеза и исследования моделей;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования;</li> <li>- осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области;</li> <li>- практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования.</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	
25	Моделирование атомного и электронного строения наносистем	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать: основные положения методов квантовой механики, использующихся при исследовании наносистем; особенности основных моделей и алгоритмов, используемых в вычислительной нанофизике;</p> <p>Уметь: выбирать оптимальные методы расчета физико-химических свойств наноструктур;</p> <p>Владеть: навыками использования основных методов расчета свойств наносистем.</p>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	
26	Тренинг общения	ОК-3	готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовые психологические технологии и дидактические приемы общения, позволяющие решать типовые зада-</li> </ul>



		ОК-4	способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	<p>чи в процессе межличностного взаимодействия;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные виды и средства общения, особенности применения знаний психологии общения в деятельности специалиста;</li> <li>- позиции и стили общения, позиции и стили общения, встречающиеся в различных сферах жизнедеятельности и взаимодействия людей.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ясно и четко выражать собственные мысли в процессе профессионального общения, преодолевать различные барьеры, возникающие в деловом общении, предупреждать отклонения в социальном и личностном статусе и развитии, а также профессиональные риски в различных видах деятельности, адаптировать их с учетом возрастных, гендерных, социально-психологических, профессиональных особенностей; применять на практике приемы создания доброжелательной обстановки в процессе общения, осуществлять самоконтроль в процессе общения, нейтрализовать манипуляции в процессе общения, устанавливать деловые контакты.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вербальными и невербальными приемами и техниками общения, навыками быстрой адаптации при выстраивании разнообразных контактов с различными категориями людей.</li> </ul>
27	Квантовая информатика	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия физики квантовой информации и квантовых вычислений;</li> <li>- свойства, отличающие квантовую информацию от классической;</li> <li>- физические и математические основы квантовых вычислений и принципов работы квантового компьютера;</li> <li>- требования для физической реализации квантового компьютера и проблемы, которые необходимо решить для его создания.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять операции с векторами в гильбертовом</li> </ul>
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	

		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	пространстве. Владеть: - основными методами квантовых вычислений.
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	

#### **4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**

В соответствии с п.39 Типового положения о вузе и ФГОС ВО направления подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** содержание и организация образовательного процесса при реализации данной ООП ВО по академической магистерской программе **Нанотехнология в электронике** регламентируется: учебным планом с учетом его профиля; годовым календарным учебным графиком; рабочими программами учебных курсов, предметов, дисциплин; материалами, обеспечивающими качество подготовки и воспитания обучающихся; программами производственных практик и НИР; а также методическими материалами, обеспечивающими реализацию соответствующих образовательных технологий.

##### **4.1. Годовой календарный учебный график**

Последовательность реализации ООП ВО по направлению подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** (академическая магистерская программа **Нанотехнология в электронике**) по годам, включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и итоговую аттестации, каникулы, отражается в годовом календарном учебном графике (приложение 2).

##### **4.2. Учебный план**

Учебный план разработан на основе Инструкции И ВГУ 2.1.09 – 2015 О порядке разработки и введения в действие учебного плана основной образовательной программы высшего образования в Воронежском государственном университете, утвержденной приказом ректора от 10.11.2015, № 0863.

Учебный план прилагается (приложение 3).

##### **4.3. Аннотации программ учебных курсов, дисциплин**

Рабочие программы учебных дисциплин разработаны на основе Инструкции И ВГУ 1.3.01 – 2015 Рабочая программа учебной дисциплины. Порядок разработки, оформление и введение в действие, утвержденной приказом ректора от 10.11.2015, № 0863.

Аннотации рабочих программ учебных курсов, предметов, дисциплин прилагаются (приложение 4).

##### **4.4. Аннотации программ учебной и производственных практик**

###### **4.4.1 Программа учебной практики по получению навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности**

При реализации данной ООП предусматривается учебная практика по получению навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности, аннотация которой приведена в приложении 5:

1 курс, 2 семестр – учебная практика по получению навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности (108 ч, 3 ЗЕТ, 2 нед.).

###### **4.4.2. Программы производственных практик и НИР**

При реализации данной ООП ВО предусматриваются следующие производственные практики и НИР, аннотации которых приведены в приложении 5:

1 курс, 2 семестр – производственная практика по получению профессиональных умений и опыта проектно-конструкторской деятельности (216 ч, 6 ЗЕТ, 4 нед.);  
2 курс, 4 семестр – преддипломная практика (216 ч, 6 ЗЕТ, 4 нед.).

#### **4.4.3. Программы научно-исследовательской работы**

При реализации данной ООП предусматриваются следующие НИР, аннотации которых приведены в приложении 5:

1 курс, 1 семестр – научно-исследовательская работа (216 ч, 6 ЗЕТ, 4 нед.);  
1 курс, 2 семестр – научно-исследовательская работа (252 ч, 7 ЗЕТ, 4 2/3 нед.);  
2 курс, 3 семестр – научно-исследовательская работа (288 ч, 8 ЗЕТ, 5 1/3 нед.).  
2 курс, 4 семестр – научно-исследовательская работа (756 ч, 21 ЗЕТ, 14 нед.).

## **5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**

Ресурсное обеспечение данной ООП формируется на основе требований к условиям реализации ООП ВО, определяемых ФГОС ВО по направлению подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**, с учетом рекомендаций соответствующей ООП.

Образовательные технологии включают в себя конкретные представления планируемых результатов обучения, форму обучения, порядок взаимодействия обучающегося и преподавателя, методики и средства обучения, систему диагностики текущего состояния учебного процесса и степени обученности студента.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Учебный процесс предусматривает встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Дисциплины по выбору реализуются в объеме не менее 30% вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)», а лекционные занятия составляют не более 50% общего объема аудиторных занятий.

При разработке образовательной программы для каждой учебной дисциплины предусмотрены соответствующие технологии обучения, которые позволяют обеспечить достижение планируемых результатов обучения. При интерактивном обучении реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и обучающегося в течение всего процесса обучения.

Основная цель применения методов активизации образовательной деятельности – обеспечить системный подход к процессу отбора, структурирования и представления учебного материала, стимулировать мотивацию обучающегося к его усвоению и пониманию, развить у обучаемых творческие способности и умение работать в коллективе, сформировать чувство личной причастности к коллективной работе и ответственности за результаты своего труда.

На занятиях используются следующие современные образовательные технологии: проблемное обучение, информационные технологии, междисциплинарное обучение и др.

Допускаются комбинированные формы проведения занятий:

- лекционно-практические занятия;
- лекционно-лабораторные занятия;
- лабораторно-курсовые проекты и работы;
- междисциплинарные проекты.

Преподаватели самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Учебно-методическое обеспечение ООП направления **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** подготовки магистров в полном объеме содержится в рабочих программах дисциплин, фонде оценочных средств, программах практик и итоговой аттестации.

Содержание учебно-методических материалов обеспечивает необходимый уровень и объем образования, включая и самостоятельную работу магистров, а также предусматривает контроль качества освоения обучающимися ООП в целом и отдельных ее компонентов.

При использовании электронных изданий (приложение 6) вуз обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

Время для доступа в Интернет с рабочих мест вуза для внеаудиторной работы составляет для каждого обучающегося не менее 2-х часов в неделю.

Вуз обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения и располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом вуза и действующими санитарными и противопожарными правилами и нормами (приложение 7).

Материально-техническая база, имеющаяся на факультете, обеспечивает проведение учебного процесса в полном объеме. Факультет располагает двумя поточными лекционными аудиториями, оснащенными мультимедийными проекторами и компьютерами для презентаций с доступом в Интернет, аудиториями для проведения семинарских и лекционных для группы 15-20 человек, 7 лабораториями, оснащенными современной вычислительной техникой на каждого обучающегося (10-15 человек) и имеющими условия для проведения семинаров с использованием проекционного оборудования. Учебные аудитории отвечают санитарно-гигиеническим нормам.

Доля преподавателей, имеющих ученую степень и/или ученое звание, в общем числе преподавателей, обеспечивающих образовательный процесс по данной основной образовательной программе, составляет не менее 70 процентов, ученую степень доктора наук и/или ученое звание профессора имеют не менее 5 процентов преподавателей (приложение 8).

## **6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников**

В Университете созданы условия для активной жизнедеятельности обучающихся, для гражданского самоопределения и самореализации, для максимального удовлетворения потребностей студентов в интеллектуальном, духовном, культурном и нравственном развитии.

В Университете сформирована система социальной и воспитательной работы. Функционируют следующие структурные подразделения:

- Управление по социальной и воспитательной работе (УВСП);
- Штаб студенческих трудовых отрядов;
- Центр молодежных инициатив;
- Психолого-консультационная служба (в составе УВСП);
- Спортивный клуб (в составе УВСП);
- Концертный зал ВГУ (в составе УВСП);
- Фотографический центр (в составе УВСП);
- Оздоровительно-спортивный комплекс (в составе УВСП);

Системная работа ведется в активном взаимодействии с

- Профсоюзной организацией студентов;
- Объединенным советом обучающихся;
- Студенческим советом студгородка;
- музеями ВГУ;
- двумя дискуссионными клубами;
- туристским клубом «Белая гора»;
- клубом интеллектуальных игр;
- четырьмя волонтерскими организациями;
- Управлением по молодежной политике Администрации Воронежской

области;

- Молодежным правительством Воронежской области;
- Молодежным парламентом Воронежской области.

В составе Молодежного правительства и Молодежного парламента 60% - это студенты Университета.

В Университете 8 студенческих общежитий.

Работают 30 спортивных секций по 34 видам спорта.

Работает Центр развития карьеры.

В Университете реализуются социальные программы для студентов, в том числе выделение материальной помощи малообеспеченным и нуждающимся, социальная поддержка отдельных категорий обучающихся.

Обучающимся предоставляется возможность летнего отдыха в спортивно-оздоровительном комплексе «Веневитиново», г. Анапа, на острове Корфу (Греция). Организируются экскурсионные поездки по городам России, бесплатное посещение театров, музеев, выставок, катков, спортивных матчей, бассейнов.

Работает отдел содействия трудоустройству выпускников.

На физическом факультете общим руководством воспитательной деятельностью занимается декан, текущую работу осуществляют и контролируют заместители декана, педагоги-организаторы, кураторы учебных групп и органы студенческого самоуправления.

## **7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** и Типовым положением о вузе оценка качества освоения обучающимися ООП академической магистратуры по программе **Нанотехнология в электронике** включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую государственную аттестацию обучающихся.

### **7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация**

Порядок организации и проведения текущего контроля знаний, умений и навыков обучающихся по учебным дисциплинам, практикам и НИР регламентируется Положением П ВГУ 2.1.04 О текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета, утвержденного приказом ректора от 10.11.2015 № 0863.

Порядок организации и проведения промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся по учебным дисциплинам, практикам и НИР регламентируется Положением П ВГУ 2.1.07 – 2015 О проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования, утвержденного приказом ректора от 10.11.2015 № 0863.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА** для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации созданы соответствующие фонды оценочных средств, разработанные на основе Положения П ВГУ 2.1.0 – 2014 О формировании фонда оценочных средств для аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования Воронежского государственного университета, утвержденного приказом ректора от 14.06.2014 № 373.

Эти фонды включают: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, лабораторных и контрольных работ, коллоквиумов, зачетов и экзаменов; тесты и компьютерные тестирующие программы; примерную тематику курсовых работ/проектов, рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся.

### **7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников ООП магистратуры**

Итоговая аттестация выпускника высшего учебного заведения является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме.

На основе Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации, требований ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки разработаны и утверждены требования к содержанию, объему и структуре выпускных квалификационных работ: Стандарт СТ СТ ВГУ 2.1.02 110404М — 2015 Система менеджмента качества. Государственная итоговая аттестация. Структура и содержание государственных аттестационных испытаний по направлению подготовки 11.04.04 – Электроника и наноэлектроника, Магистратура. Высшее образование, утвержденный приказом ректора от 04.02.2016, № 0051.

В итоговую аттестацию входит защита выпускной квалификационной работы (магистерская диссертация). Выпускные квалификационные работы выполняются по темам, утвержденным Ученым советом факультета.



Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе академической магистерской подготовки **Нанотехнология в электронике**, которую он освоил за время обучения.

При организации работы над магистерской выпускной квалификационной работой кафедра проводит работу по выбору и утверждению тем магистерских работ. Темы всех магистерских работ соответствуют тематике работы кафедры.

Тематика выпускных квалификационных работ направлена на решение профессиональных задач:

математическое и компьютерное моделирование материалов, компонентов, электронных приборов и устройств твердотельной микро- и наноэлектроники различного функционального назначения;

анализ и разработка методов теоретического и экспериментального исследования конструкции и технологии компонентной базы современной электроники;

исследование физических процессов в наноструктурированных материалах;

исследование электронного строения и фазового состава наноструктурированных материалов;

исследование физико-химических процессов при магнетронном и термическом нанесении металлических и диэлектрических нанослоев.

Непосредственное руководство магистрами осуществляется только руководителями, имеющими ученую степень.

Требования, обусловленные специализированной подготовкой магистра, включают: *владение:*

- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- навыками проведения физического эксперимента и методами оценки точности экспериментальных результатов;
- навыками работы с современным экспериментальным оборудованием исследования, проектирования и применения компонентов интегральной электроники и полупроводниковых приборов;
- методами и средствами компьютерного моделирования физических процессов и явлений в объектах наноэлектроники;

*умение:*

- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности;
- выбирать необходимые методы исследования, расчета и конструирования компонентов микро- и наноэлектроники;
- обобщать и отрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом литературных данных;
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, обзоров, докладов, рефератов и статей, оформленных в соответствии с общепринятыми нормами, с привлечением современных средств редактирования и печати;
- использовать математический аппарат и численные методы, физические и математические физико-химические модели процессов и явлений, лежащих в основе наноэлектроники;

- применять современные технологические процессы и технологическое оборудование на этапах исследования, разработки и производства материалов и изделий нанoeлектроники;
- идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики и технологии изготовления элементной базы нанoeлектроники;
- разрабатывать модели исследуемых процессов, элементов, приборов и устройств нанoeлектроники.

## 8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся

Наряду с классическими формами обучения на кафедрах, осуществляющих учебный процесс по направлению в рамках данной ООП, предусматривается:

- использование деловых игр, исследований конкретных производственных ситуаций, имитационного обучения и иных интерактивных форм занятий, тестирования;
- приглашение ведущих специалистов-практиков из числа руководителей отраслевых предприятий для проведения мастер-классов по профессиональным дисциплинам;
- применение образовательных баз знаний и информационных ресурсов глобальной сети Internet для расширения возможностей изучения дисциплин учебного плана и ознакомления с последними достижениями в различных отраслях науки и техники;
- применение ПЭВМ и программ компьютерной графики по общим математическим и естественнонаучным, общепрофессиональным и специальным дисциплинам при проведении практических занятий, курсового проектирования и выполнения ВКР.

Самостоятельная работа обучающихся регламентируется Положением П ВГУ 2.0.16 – 2015, утвержденным приказом ректора от 10.11.2015 № 0863, которое определяет порядок организации, проведения и контроля самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете.

Для самостоятельной работы обучающихся предусматривается разработка по всем дисциплинам ООП методических рекомендаций, с помощью которых обучающийся организует свою работу. В процессе самостоятельной работы обучающиеся имеют возможность контролировать свои знания с помощью разработанных тестов по дисциплинам специальности.

В профессиональных дисциплинах предусмотрено использование инновационных технологий (интерактивные доски, средства телекоммуникации, мультимедийные проекторы, сочлененные с ПЭВМ, специализированное программное обеспечение и средства компьютерной диагностики).

Кроме того, в образовательном процессе используются следующие инновационные методы:

- применение электронных мультимедийных учебников и учебных пособий;
- применение активных методов обучения, «контекстного обучения» и «обучения на основе опыта»;
- использование проектно-организационных технологий обучения работе в команде над комплексным решением практических задач.

ООП составлена: кафедрой физики твердого тела и наноструктур

ООП одобрена: научно-методическим советом физического факультета от 21.06.2016, протокол №6

Декан физического факультета

 /А.М. Бобрешов/

Зав. кафедрой физики твердого тела  
и наноструктур

 /Э.П. Домашевская/

Куратор программы

 /Г.В. Быкадорова/









## Сводные данные по бюджету времени (в неделях)

		Курс 1			Курс 2			Итого
		сем. 1	сем. 2	Всего	сем. 1	сем. 2	Всего	
	Теоретическое обучение	14 2/3	11 1/3	<b>26</b>	12 2/3		<b>12 2/3</b>	38 2/3
Э	Экзаменационные сессии	1 1/3	2	<b>3 1/3</b>	1 1/3		<b>1 1/3</b>	4 2/3
У	Учебная практика		2	<b>2</b>				2
	Научно-исследовательская работа (распред.)	4	4 2/3	<b>8 2/3</b>	6	13 1/3	<b>19 1/3</b>	28
П	Производственная практика		2	<b>2</b>		4	<b>4</b>	6
Г	Гос. экзамены и/или защита диссертации					4	<b>4</b>	4
К	Каникулы	2	8	<b>10</b>	2	8 2/3	<b>10 2/3</b>	20 2/3
<b>Итого</b>		<b>22</b>	<b>30</b>	<b>52</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>52</b>	<b>104</b>









## Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин

### **Б1.Б.1 История и методология науки и техники в области электроники**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Формирование знаний в области системообразующей роли электроники в формировании технологических укладов индустриального и постиндустриального общества. Изучение закономерности развития наукоёмких технологий в электронике и наноэлектронике на базе генезиса фундаментальных знаний.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:* перспективность и важность данного научного направления, методологию проведения исследований и оценку результатов научных исследований, в том числе, в готовом продукте;

*уметь:* проводить экспертные прогностические оценки развития электроники с учетом приоритетных направлений науки и техники.

*владеть:* знаниями в области закономерности развития электроники с учетом последних достижений фундаментальной науки.

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.**

Дисциплина «История и методология науки и техники в области электроники» относится к базовой части блока Б1 основной образовательной программы подготовки магистров по профилю **Нанотехнология в электронике** направления **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**. Рабочая программа по дисциплине "История и методология науки и техники в области электроники" составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из 7 основных разделов: 1.Системообразующая роль электроники в формировании технологических укладов XX и XXI веков: понятие технологического уклада по Кондратьеву; инфраструктура V и VI технологических укладов постиндустриального общества. 2. Роль фундаментальных исследований в развитии электроники: анализ открытий физики, химии и биологии, как базиса электроники; наукоёмкие технологии. 3. Развитие наноэлектроники. Смена парадигм: концепция S-образной кривой развития наукоёмких технологий; закон Мура; парадигмы вычислительной техники. 4. Приоритетные направления в науке и критические технологии: базовые направления наноэлектроники как системы информации, управления и автоматизации. 5. Принцип NBIC. 6. Конвергенция и интеграция технологий наноэлектроники: критерии прогресса, прогностика. 7. Угрозы и риски нанотехнологий: геополитические, экологические, биологические и этические проблемы контроля.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общекультурные компетенции: ОК-4;

общефессиональные компетенции: ОПК-1, ОПК-4.

**Форма контроля.** Текущая аттестация – опрос. Промежуточная аттестация – экзамен (3 семестр).

### **Б1.Б.2 Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники**

#### **Цель освоения дисциплины.**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний и умений, а также формирование целостного представления о современном состоянии развития и проблемах электроники и нанoeлектроники.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- современное состояние развития и проблемы интегральной электроники и нанoeлектроники;
- квантовые основы современной электроники и нанoeлектроники;
- принципы создания и функционирования приборов на основе наноструктур;
- технологии создания наноструктур.

Уметь:

- адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт;
- анализировать состояние научно-технической проблемы;
- определять цели и осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения.

Владеть:

- методами и средствами решения основных проблем в своей предметной области;
- современными методами и средствами организации и проведения экспериментальных исследований.

#### **Место дисциплины в структуре ООП.**

Базовая часть Б1.Б блока Б1, реквизит Б1.Б.2

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из шести разделов.

Раздел 1. Квантовые основы современной электроники и нанoeлектроники: размерное квантование, интерференционные эффекты, туннелирование. Квантоворазмерные структуры. Наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства. Раздел 2. Многослойные наноструктуры. Полупроводниковые сверхрешетки. Способы создания периодического потенциала сверхрешетки. Структуры с двумерным электронным газом. Низкоразмерные кремниевые среды. Раздел 3. Технологии тонких пленок и многослойных структур. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Жидкофазная эпитаксия. Жидкофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Раздел 4. Создание интегральных устройств методами литографии. Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-лучевая литография. Рентгеновская литография. Литография высокого разрешения. Раздел 5. Углеродные наноматериалы. Общие свойства углеродных модификаций. Получение углеродных нанотрубок. Устройства на основе углеродных наноматериалов. Раздел 6. Устройства на основе квантовых эффектов.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общекультурные компетенции: ОК-4;

общепрофессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-9.

Формы контроля. Текущая аттестация – опрос. Промежуточная аттестация – экзамен (3 семестр).

### **Б1.Б.3 Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации**

**Цель изучения дисциплины.** Цель изучения учебной дисциплины – ознакомление обучающихся с теорией и практикой коммуникации, культурой устного и письменного делового общения, формирование основных лингвистических и речеведческих знаний о нормах литературного языка, правилах построения текста, особенностях функциональных стилей, этикетных речевых нормах.

Основными задачами учебной дисциплины являются: сформировать у будущих специалистов представление об основных нормах русского речевого делового этикета и культуры русской речи; сформировать средний тип речевой культуры личности; развить коммуникативные способности, сформировать психологическую готовность эффективно взаимодействовать с партнером по общению в разных ситуациях общения, соблюдать законы эффективного общения; сформировать научный стиль речи обучающегося; сформировать у обучающихся способность правильно оформлять результаты мыслительной деятельности в письменной и устной речи.

Знать:

- теорию и практику коммуникации, культуру устного и письменного делового общения;

- нормы литературного языка, правила построения текста;

- основные правила делового общения;

- особенности убеждающего выступления;

Уметь:

- правильно оформлять результаты мыслительной деятельности в письменной и устной речи;

- эффективно взаимодействовать с партнером по общению в разных ситуациях общения;

- оформлять, представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Владеть:

- средним типом речевой культуры личности;

- научным стилем речи;

- этикетом невербального общения;

- служебным этикетом;

- навыками работы в коллективе.

### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации» относится к базовой части блока Б1 основной обра-

зовательной программы подготовки магистров по профилю **Нанотехнология в электронике** направления **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины.**

Функции речевого этикета. Выбор адекватной формы обращения, трудности выбора обращения в русском языке. Соблюдение коммуникативных табу и императивов. Поддержание доброжелательного контакта в общении, некатегоричность. Акцентирование позитива общения. Этикет телефонного разговора. Этикет невербального общения: дистанция общения, расположение относительно собеседника, движение в процессе общения, уровень громкости общения, взгляд, мимика, жестикуляция, физический контакт при общении, позы, осанка, походка, посадка, манипуляция с предметами. Основные правила общения в коллективе. Служебный этикет. Основные правила делового общения. Профилактика и урегулирование конфликтов с коллегами, подчиненными и руководством. Речевой этикет в документе. Языковые формулы официальных документов. Из истории риторики. Риторика в России. Понятие публичной речи. Устный текст и письменный текст, их особенности. Оратор и его аудитория. Основные требования к публичной речи. Словесное оформление публичного выступления. Особенности убеждающего выступления: цель, форма, структура, речевое оформление. Особенности развлекательной речи: разновидности, цель, форма, сфера употребления. Особенности информационного выступления: цель, форма, структура, особенности исполнения. Особенности протоколно-этикетной речи: цель, форма, сфера употребления, правила построения. Тезис и аргументы. Основные виды аргументов.

Убедительность аргументов. Правила аргументации. Способы аргументации. Помехи восприятию аргументации. Правила эффективной аргументации.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общекультурные компетенции: ОК-2, ОК-3.

общепрофессиональные компетенции: ОПК-3, 5.

**Формы контроля.** Текущая аттестация – тестирование, опрос.

Промежуточная аттестация - зачет (1 семестр).

### **Б1.Б.4 Иностранный язык в профессиональной сфере**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Основной целью дисциплины является повышение уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущем уровне обучения (бакалавриат) и овладение обучающимися необходимым уровнем иноязычной коммуникативной компетенции для решения социально-коммуникативных задач в различных областях профессиональной и научной сфер деятельности при общении с зарубежными коллегами и партнерами, а также для развития когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- правила грамматики иностранного языка;

- правила перевода с иностранного языка на русский и с русского языка на иностранный по тематике направления Электроника и наноэлектроника.

Уметь:

- читать научную литературу по специальности со словарем (изучающее чтение) и без словаря (ознакомительное, просмотровое и поисковое чтение);

- аннотировать и реферировать научные тексты на иностранном языке;
- составлять тезисы научного доклада на иностранном языке.

Владеть:

- необходимым уровнем иноязычной коммуникативной компетенции для решения социально-коммуникативных задач в различных областях профессиональной и научной сфер деятельности при общении с зарубежными коллегами и партнерами в области электроники и нанoeлектроники;
- навыками перевода специальной научной литературы.

### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Иностранный язык в профессиональной сфере» относится к базовой части блока Б1 основной образовательной программы подготовки магистров по программе **Нанотехнология в электронике** направления **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины.**

Дисциплина состоит из двух разделов. Раздел 1. Сфера делового общения. Раздел 2. Сфера профессионального и научного общения.

### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общекультурные компетенции: ОК-1;  
 профессиональные компетенции: ПК-6.

**Формы контроля.** Форма текущего контроля: коллоквиум, тестирование, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – зачет (1 семестр), экзамен (2 семестр).

### **Б1.В.ОД.1 Технология наноструктур и наноматериалов**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Цель дисциплины состоит в формировании систематических знаний и фундаментальных принципов, определяющих структуру квантовых низкоразмерных систем, а также в изучении явлений и процессов в наноструктурах, используемых при разработке приборов нанoeлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:* иметь представление о физических идеях и принципах современной нанoeлектроники, о физических свойствах низкоразмерных электронных систем, важнейших физических процессах и явлениях, составляющих фундаментальную основу нанoeлектроники;

*уметь:* решать задачи моделирования нанoeлектронных структур;

*владеть:* основными существующими моделями, теориями различных физических явлений и основными областями применения нанoeлектронных структур.

### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина включена в число обязательных дисциплин вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**.



Для ее усвоения требуются знания, формируемые при освоении ООП бакалавриата в рамках курсов математики, физики, компьютерного моделирования.

### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из десяти разделов. Раздел 1. Введение. Размерное квантование. Основные типы наноструктур и их квантово-механические модели. Раздел 2. Электронные свойства квантовых низкоразмерных систем. Раздел 3. Двумерный электронный газ в МДП- и гетероструктурах. Раздел 4. Кинетические эффекты в наноструктурах; Квантовый эффект Холла. Раздел 5. Мезоскопические системы; баллистический транспорт. Раздел 6. Оптические свойства гетероструктур; фотонные кристаллы; гетеролазеры на квантовых ямах и квантовых точках. Раздел 7. Электронная структура и физические свойства фуллеренов и нанотрубок. Раздел 8. Резонансное туннелирование; туннельно-резонансные приборы. Раздел 9. Кулоновская блокада туннелирования; одноэлектроника. Раздел 10. Магнитные наноструктуры; спинтроника.

### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

- общепрофессиональные компетенции: ОПК-1;
- профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-4, ПК-5.

### **Формы контроля.**

Формы текущего контроля: коллоквиум, тестирование, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – экзамен (1 семестр).

## **Б1.В.ОД.2 Сенсоры в электронных устройствах**

### **Цель изучения дисциплины.**

Цель изучения дисциплины - формирование знаний в области физических основ работы твердотельных сенсорных структур, их конструкции и методов идентификации отклика сенсоров, применения природных наноматериалов в сенсорах.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- механизмы проводимости в цеолитах;
- физические основы работы твердотельных сенсорных структур, их конструкции и методы идентификации отклика сенсоров.

Уметь:

- применять природные наноматериалы в сенсорах.

Владеть:

- методами идентификации откликов сенсоров на основе цеолитов.

### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из 7 основных разделов. Раздел 1. Классификация природных наноматериалов и их применение в газочувствительных сенсорах. Раздел 2. Типы адсорбентов: активные угли, глины, неорганические гели, кристаллические алюмосиликаты, молекулярно-ситовой эффект. Раздел 3. Структура цеолитов: классификация цеолитных структур, структура внутренних каналов в цеолитах, размеры окон в цеолитах. Раздел 4. Адсорбционные процессы в цеолитах: равновесная адсорбция газов и паров цеолитами; свойства фазы, адсорбированной цеолитами; Диффузия и кинетика адсорбции. Раздел 5. Влияние адсорбции в цеолитах на их электрофизические свойства: механизмы проводимости в цеолитах; поверхностная проводимость в цеолитах, ионно-обменные процессы на поверхности; влияние воды и аммиака на проводимость; влияние неполярных молекул на проводимость; диэлектрические свойства цеолитов. Раздел 6. Конструкция сенсора на основе цеолитов: цеолитовые покрытия, встречно-штыревая конструкция сенсора. Раздел 7. Методы идентификации отклика сенсора на основе цеолитов: импедансная спектроскопия; селективность сенсора; перекрёстная чувствительность.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-2, ПК-3, ПК-6.

**Формы контроля.** Текущая аттестация – тестирование, практические занятия. Промежуточная аттестация - зачет (1 семестр).

### **Б1.В.ОД.3 Компьютерные технологии в исследованиях электронных свойств наносистем**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Целью дисциплины «Компьютерные технологии в научных исследованиях» является формирование знаний умений и навыков, необходимых для применения компьютерных технологий моделирования электронных свойств материалов электроники и наноэлектроники с использованием современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:*

- 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;

*Уметь:*

- использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности;

*Владеть:*

- современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Компьютерные технологии в научных исследованиях» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата: «Математика», «Физика», «Информатика», «Инженерная и компьютерная графика». Для освоения дисциплины «Компьютерные технологии в научных исследованиях» необходимы знания, умения и компетенции, полученные при изучении соответствующих дисциплин основной образовательной программы бакалавра по направлению **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**.

Данная дисциплина является предшествующей дисциплинам: Проектирование и технология электронной компонентной базы, Процессы микро- и нанотехнологии, Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства, Современные оптические материалы и структуры.

### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Современные информационные и компьютерные технологии. Раздел 2. Компьютерные технологии в исследованиях электронных свойств кристаллических твердых тел. Раздел 3. Компьютерные технологии в исследованиях электронных свойств двумерных наноструктур. Раздел 4. Компьютерные технологии в исследованиях электронных свойств одномерных наноструктур. Раздел 5. Компьютерные технологии в исследованиях электронных свойств нанокластеров.

### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;  
 профессиональные компетенции: ПК-2, ПК-3.

### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: коллоквиум, тестирование, лабораторные работы. Промежуточная аттестация - экзамен (1 семестр).

### **Б1.В.ОД.4 Проектирование и технология электронной компонентной базы**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Целями дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» является: Формирование знаний и умений, необходимых для автоматизированного проектирования электронной компонентной базы. Изучение и освоение современных методов и маршрутов проектирования, средств и способов автоматизации процесса проектирования. Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных языков описания и проектирования электронной компонентной базы. Изучение и освоение типовых базовых технологических процессов производства микроэлектронных компонентов и устройств с использованием современных методов моделирования с применением новейших программных продуктов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать*: передовой отечественный и зарубежный научный опыт в профессиональной сфере деятельности; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств;

*уметь*: разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и нанoeлектроники; разрабатывать технологические маршруты их изготовления;

*владеть*: современными программными средствами моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения; методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и нанoeлектроники; методами математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров.

### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**.

Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата: «Математика», «Физика», «Химия», «Информатика», «Инженерная и компьютерная графика», «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Основы технологии электронной компонентной базы». Для освоения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» необходимы знания, умения и компетенции, полученные при изучении соответствующих дисциплин основной образовательной программы по направлению **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**.

### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из семи разделов. Раздел 1. Маршруты и этапы проектирования. Раздел 2. Средства автоматизированного проектирования. Раздел 3. Модели компонентов электронных схем. Раздел 4. Автоматизация схемотехнического проектирования электронной компонентной базы. Раздел 5. Автоматизация топологического проектирования электронной компонентной базы. Раздел 6. Физико-математические модели технологических процессов микро- и нанoeлектроники. Раздел 7. Технологическое проектирование в среде Sentaurus TCAD.

### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общепрофессиональные компетенции: ОПК-5;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8.

Формы контроля.

Форма текущего контроля: опрос, тестирование, практические (семинарские) занятия, курсовая работа.

Промежуточная аттестация - экзамен (2 семестр).

### **Б1.В.ОД.5 Электронные процессы на поверхности полупроводников** **Цель изучения дисциплины.**

Основные цели обучения формирование у студентов умений и навыков использования фундаментальных законов классической и квантовой физики, а также физических методов исследования как основы системы профессиональной деятельности; формирование творческого и логического мышления, научного мировоззрения, навыка самостоятельной познавательной деятельности, умение моделировать физические процессы; формирование у студентов профессиональной направленности будущего инженера. В ходе изучения курса студенты овладевают основными представлениями об особенностях атомной и электронной структуры поверхности полупроводников и их влиянию на формирование области пространственного заряда и электрофизических свойств поверхностных структур, так же о современных методах экспериментального исследования атомного состава, структуры и электронного строения поверхности. Формирования профессиональной направленности студентов осуществления путем определения целей и содержания обучения, адаптированных к деятельности специалиста в области микроэлектроники и технологии полупроводниковых материалов. Средством реализации профессионально направленного обучения является соответствующая технология обучения, включающая цели, познавательные задачи, рейтинговую оценку знаний студентов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- особенности электронных процессов на поверхности полупроводников и их обусловленность природой и концентрацией дефектов на этой поверхности, а также их влияние на реальные характеристики биполярных и полевых приборов;

- возможности методов контроля состава и структуры поверхности слоев, процессов физической и химической адсорбции, возможности образования поверхностных фаз;

уметь:

- связывать реальные свойства приборных структур с концентрацией и типом дефектов в поверхностных слоях;

- ориентироваться в возможностях контроля и управления свойств поверенных структур;

владеть:

- современной научной терминологией и методами анализа элементного состава по верности.

### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**. Для ее усвоения требуются знания основных разделов математики, информатики и квантовой механики.

### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из одиннадцати разделов. Раздел 1. Введение. Алгоритмы и теория чисел. Раздел 2. Постулаты квантовой механики. Раздел 3. Кубит. Состояния квантовых объектов. Раздел 4. Общие принципы вычислений. Раздел 5. Квантовые алгоритмы. Раздел 6. Квантовые криптография и телепортация. Раздел 7. Модели нейронов, архитектура и обучение ИНС. Раздел 8. Рекуррентные нейронные сети. Раздел 9. Нейронные сети с самоорганизацией. Раздел 10.

Методы реализации нейрокомпьютеров. Раздел 11. Перспективы квантовой нейротехнологии.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-4, ПК-5.

#### **Формы контроля.**

Формы текущего контроля: опрос, тестирование, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (1 семестр).

### **Б1.В.ОД.6 Процессы микро- и нанотехнологии**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Подготовка к использованию базовых технологических процессов и оборудования, применяемых в производстве наноматериалов, компонентов наноэлектроники, микро- и наносистемной техники; владение знаниями о фундаментальных основах технологических процессов получения наноматериалов, компонентов наноэлектроники, микро- и наносистемной техники; готовность работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве наноматериалов, компонентов наноэлектроники, микро- и наносистемной техники; готовность к эксплуатации и техническому обслуживанию технологического и контрольно-диагностического оборудования в области нанотехнологии; владение знаниями об основах специальных технологических процессах, применяемых для получения наноматериалов и нанокomпонентов.

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Процессы микро- и нанотехнологии» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Системный подход к процессам микро- и нанотехнологии. Раздел 2. Методы неравновесного синтеза наночастиц и нанокomпозитов. Раздел 3. Квазиравновесные методы формирования нанослоевых и наноструктурированных композиций. Раздел 4. Методы наноразмерной обработки и наномодификации материалов. Раздел 5. Литографические процессы.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-6, ПК-7.

#### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: коллоквиум, тестирование, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – экзамен (2 семестр).

### **Б1.В.ОД.7 Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Целью дисциплины является изучение физических основ квантовой электроники и разрабатываемых на этой основе приборов и устройств оптического диапазона, а также элементной базы систем оптической связи. Основной задачей дисциплины является изучение принципов действия, характеристик, параметров и особенностей устройства важнейших узлов и элементов, используемых в оптических системах электронной техники. К их числу относятся когерентные и некогерентные источники света, использующие явление люминесценции в твердотельных структурах, в первую очередь полупроводниковые гетеро р-п переходы, оптические модуляторы и дефлекторы, фотодиоды и фото-приемные устройства, приборы, основанные на использовании нелинейной и интегральной оптики, голографии, оптико-электронные системы управления пространственным и временным спектром излучения квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:* базовые знания для решения основных задач в проектно-конструкторской профессиональной деятельности.

*Уметь:* использовать полученные знания при разработке инновационной продукции.

*Владеть:* навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования устройств оптоэлектроники.

Приобрести опыт деятельности: в проектировании устройств оптоэлектроники.

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Физические основы взаимодействия электромагнитного излучения с квантовыми системами. Раздел 2. Свойства, распространение и преобразование лазерных пучков. Раздел 3. Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Раздел 4. Теория люминесценции в полупроводниках. Раздел 5. Фотоприемники. Раздел 6. Приборы управления оптическим излучением.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

обще профессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-6, ПК-7.

#### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: практические (семинарские) занятия, коллоквиум. Промежуточная аттестация - зачет с оценкой (2 семестр).

### **Б1.В.ОД.8 Теоретическая и компьютерная физика наносистем**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Целью дисциплины является изучение методов моделирования в нанофизике, формирование умения проводить вычислительный эксперимент в данной предметной области, используя при этом современные программные среды для моделирования наносистем.

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Теоретическая и компьютерная физика наносистем» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

Для ее освоения необходимы знания, умения и компетенции, полученные при изучении дисциплин: «Методы математического моделирования, «Компьютерные технологии в научных исследованиях».

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Программный пакет квантово-механических расчетов Firefly. Раздел 2. Программный пакет квантово-механических расчетов Abinit. Раздел 3. Программный пакет квантово-механических расчетов HyperChem. Раздел 4. Программный пакет квантово-механических расчетов Gaussian. Раздел 5. Программный пакет Wien2k и его возможности. Раздел 6. Программный ЛППВ-комплекс FilmAll.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

обще профессиональные компетенции: ОПК-5;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-5.

Формы контроля.

Форма текущего контроля: практические (семинарские) занятия, коллоквиум, тестирование.

Промежуточная аттестация – зачет (3 семестр).

### **Б1.В.ОД.9 Наноэлектроника**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Целью дисциплины является изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной наноэлектроники, получение знаний по основным направлениям развития наноэлектроники, умений применять данные знания для создания новых электронных устройств нового поколения.



**Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Наноэлектроника» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

**Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Физические основы наноэлектроники. Раздел 2. Технологические основы наноэлектроники. Раздел 3. Наноэлектронные приборы и системы. Раздел 4. Спинтроника и квантовые компьютеры. Раздел 5. Интегральные микросхемы высоких степеней интеграции. Раздел 6. Элементы и узлы цифровых устройств.

**Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общепрофессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7.

**Формы контроля.**

Форма текущего контроля: коллоквиум, практические (семинарские) занятия, тестирование, курсовая работа. Промежуточная аттестация – зачет (3 семестр).

**Б1.В.ДВ.1.1 Программируемые логические ИС**

**Цель изучения дисциплины.**

Освоение методов автоматизированного проектирования программируемых логических интегральных схем, современных методов и маршрутов проектирования, средств и способов автоматизации процесса проектирования. Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных языков описания и проектирования электронной компонентной базы и современных методов моделирования с применением новейших программных продуктов. Формирование знаний и умений и навыков, необходимых для разработки устройств на основе программируемых логических ИС.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:* классификацию, особенности архитектуры, характеристики и область применения ПЛИС; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации программируемых логических ИС с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.

*Уметь:* разрабатывать модели приборов и устройств на основе программируемых логических ИС.

*Владеть:* методами моделирования, оптимального проектирования и конструирования программируемых логических ИС; навыками разработки приборов и устройств на основе программируемых логических ИС.

**Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Программируемые логические ИС» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из пятнадцати разделов. Раздел 1. Общая характеристика процесса проектирования ПЛИС. Раздел 2. Архитектура ПЛИС. 3. Средства автоматизированного проектирования ПЛИС. Раздел 4. Создание проекта на языке VHDL. Раздел 5. Лексические элементы VHDL. 6. Скалярные типы данных. Раздел 7. Составные типы данных. Раздел 8. Последовательные операторы. Раздел 9. Параллельные операторы. Раздел 10. Подпрограмм. Раздел 11. Библиотеки и пакеты. 12. Стили описания проектов. Раздел 13. Проектирование последовательностных схем. Раздел 14. Проектирование конечных автоматов. Раздел 15. Синтезабельное подмножество языка VHDL.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

профессиональные компетенции: ПК-2, ПК-7, ПК-8.

#### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: опрос, , практические (семинарские) занятия.

Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (2 семестр).

### **Б1.В.ДВ.1.2 Основы микро- и наносистемной техники**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Формирование и закрепление знаний об элементах и компонентах микро- и наносистемной техники, базовых физических принципах их функционирования, характеристиках, конструкциях и особенностях применения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: базовые физические принципы функционирования элементов и компонентов микро- и наносистемной техники.

Уметь: разрабатывать физические и математические модели элементов и компонентов микро- и наносистемной техники.

Владеть: методами расчета параметров и основных характеристик элементов и компонентов микро- и наносистемной техники.

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Основы микро- и наносистемной техники» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из 8 основных разделов: 1. Параметры и характеристики микро- и наносистем. 2. Чувствительные элементы микроэлектромеханических

систем 3. Сенсорные компоненты микроэлектромеханических систем. Часть 1.. 4. Сенсорные компоненты микроэлектромеханических систем. Часть 2. 5. Сенсорные компоненты микроэлектромеханических систем. Часть 3. 6. Актюаторные элементы МСТ. 7. Интегральные микродвигатели. 8. Пассивные и индуктивные компоненты микросистем.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-6, ПК-7, ПК-8.

#### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: опрос, практические (семинарские) занятия.

Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (2 семестр).

### **Б1.В.ДВ.2.1 Цифровая электроника**

#### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является изучение и освоение теории и методов проектирования базовых логических элементов цифровых схем, функциональных узлов комбинационного и последовательностного типа, триггерных устройств и конечных автоматов. Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных средств проектирования электронной компонентной базы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:* основы теории цепей, элементную базу микроэлектроники, основные схемотехнические решения и функциональные узлы устройств микроэлектроники;

*уметь:* синтезировать микроэлектронные устройства на основе данных об их функциональном назначении и электрических параметрах; проводить анализ воздействия сигналов; применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования устройств электроники и наноэлектроники;

*владеть:* навыками практической работы с программными средствами функционально-логического и схемотехнического проектирования.

#### **Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Цифровая электроника» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из девяти разделов. Раздел 1. Способы представления информации. Раздел 2. Булева алгебра и логические функции. Раздел 3. Преобразования логических функций. Раздел 4. Проектирование базовых логических элементов цифровых систем. Раздел 5. Проектирование функциональных узлов комбинационного типа. Раздел 6. Проектирование функциональных блоков комбинационного типа. Раздел 7. Проектирование схем контроля. Раздел 8. Проектирование триггерных устройств. Раздел 9. Проектирование конечных автоматов.

### **Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-7, ПК-8.

### **Форма контроля**

Форма текущего контроля: тестирование, реферат.

Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (1 семестр).

### **Б1.В.ДВ.2.2 Микросхемотехника**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Изучение и освоение теоретических основ и методов проектирования базовых логических элементов цифровых схем, функциональных узлов комбинационного и последовательностного типа, триггерных устройств и конечных автоматов. Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных средств проектирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:* элементную базу микроэлектроники, основные схемотехнические решения и функциональные узлы устройств микроэлектроники;

*уметь:* синтезировать микроэлектронные устройства на основе данных об их функциональном назначении и электрических параметрах; проводить анализ воздействия сигналов; применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования устройств электроники и наноэлектроники;

*владеть:* навыками практической работы с программными средствами функционально-логического и схемотехнического проектирования.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Микросхемотехника» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Способы представления информации. Раздел 2. Булева алгебра и логические функции. Раздел 3. Преобразования логических функций. Раздел 4. Проектирование базовых логических элементов цифровых систем. Раздел 5. Функциональные узлы комбинационного типа. Раздел 6. Проектирование функциональных блоков комбинационного типа. Раздел 7. Проектирование функциональных блоков последовательностного типа. Раздел 8. Проектирование конечных автоматов.

### **Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-7, ПК-8.

**Форма контроля**

Форма текущего контроля: тестирование, реферат.  
Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (1 семестр).

**Б1.В.ДВ.3.1 Современные оптические материалы и структуры****Цель изучения дисциплины.**

Целью дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, необходимых при решении теоретических и практических задач, возникающих в научно-практическом направлении, сформированном на стыке трех наук – оптоэлектроники, интегральной оптики и квантовой электроники.

Задачей дисциплины является изучение основных свойств материалов, используемых в конструкции различных приборов и устройств интегральной оптики, оптоэлектроники, фотоники и квантовой электроники, ознакомление с технологическими приемами создания новых оптических материалов, функциональных структур на их основе и областями их применения.

Задачей курса является также приобретение студентами навыков использования теоретических знаний в практической деятельности.

**Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Современные оптические материалы и структуры» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

Данная дисциплина является предшествующей дисциплинам: Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства, Методы исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур.

**Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Введение. Предмет курса, его определение. Раздел 2. Полупроводниковые соединения группы А3В5. Раздел 3. Полупроводниковые соединения группы А2В6. Раздел 4. Узкозонные полупроводниковые соединения системы Cd-Hg-Te и Pb-Sn-Te(Se). Раздел 5. Оптические материалы с отрицательным показателем преломления (метаматериалы). Раздел 6. Материалы для систем передачи информации. Раздел 7. Фотонные кристаллы. Раздел 8. Основные тенденции в развитии науки о материалах оптоэлектроники и интегральной оптики, квантовой электроники, фотоники.

**Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-6, ПК-7.

**Формы контроля.**

Форма текущего контроля: коллоквиум, тестирование, практические (семинарские) занятия.

Промежуточная аттестация - зачет (2 семестр).

### **Б1.В.ДВ.3.2 Интегральная оптика и оптоэлектроника**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, необходимых при решении теоретических и практических задач, возникающих в научно-практическом направлении, сформировавшемся на стыке трех наук - физики твердого тела, оптики и микроэлектроники.

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Интегральная оптика и оптоэлектроника» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых в бакалавриате дисциплинах: "Физика конденсированного состояния", "Кристаллография и кристаллохимия", "Квантовая механика".

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Введение. Предмет курса, его определение. Раздел 2. Физические основы работы оптоэлектронных источников излучения. Раздел 3. Полупроводниковые светодиоды и лазеры. Раздел 4. Приемники излучения. Раздел 5. Элементная база и устройства оптоэлектроники и интегральной оптики. Раздел 6. Системы передачи информации. Раздел 7. Интегрально-оптические волноводы. Раздел 8. Основные тенденции в развитии оптоэлектроники и интегральной оптики.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-6, ПК-7, ПК-8.

#### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: реферат, опрос, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация - зачет (2 семестр).

### **Б1.В.ДВ.4.1 Синхротронные технологии и мегаустановки**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Цель дисциплины – формирование базовых знаний в области применения синхротронных технологий (синхротронного излучения) для исследований широкого ряда современных перспективных наноматериалов и наноструктур.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных физических явлений и понятий в области синхротронного излучения и его современного применения;

- Изучение основных физических законов, лежащих в основе принципов применения синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наноструктур;

В результате освоения дисциплины “Синхротронные технологии и мегаустановки” обучающийся должен:

знать:

- физические явления и понятия в области синхротронного излучения и его современного применения;
- основные физические законы, лежащие в основе принципов применения синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наноструктур;
- области применения синхротронных технологий (синхротронного излучения) для исследований широкого ряда современных перспективных наноматериалов и наноструктур

уметь:

- выбирать способ применения синхротронного излучения для проведения эффективной диагностики наноматериала или наноструктуры.
- разбирать и понимать информацию полученную в результате применения синхротронного излучения, с учетом его специфики и специфики изучаемого объекта.

владеть:

1. физическими основами применения синхротронных технологий и мегаустановок.
2. основными принципами генерации синхротронного излучения.
3. основными подходами к изучению локального атомного и электронного строения, фазового состава поверхности и приповерхностных слоев при помощи расширенного функционала методов использующих синхротронное излучение.

### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Синхротронные технологии и мегаустановки» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из трех разделов:

1. Физические основы синхротронного излучения. Основные принципы генерации синхротронного излучения. Поколения накопительных колец.
2. Физические основы применения синхротронного излучения как расширение функционала методов рентгеновской и электронной спектроскопии. Спектроскопия.
3. Применение синхротронного излучения для диагностики твердых тел, наноструктур и наноматериалов.

### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-5;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-3, ПК-4.

### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: опрос, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – зачет (3 семестр).

## **Б1.В.ДВ.4.2 Разработка и применение рентгеновских приборов и ускорителей**

### **Цель изучения дисциплины.**

Цель дисциплины – формирование базовых знаний в области разработки рентгеновских приборов и ускорителей для изучения атомного и электронного строения твердого тела.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных физических явлений и понятий в области рентгеновской и электронной спектроскопии;
- Изучение основных физических законов, лежащих в основе принципов построения рентгеновских приборов и ускорителей;

В результате освоения дисциплины “Введение в физику твердого тела” обучающийся должен:

знать:

- основные физические явления и понятия в области рентгеновской и электронной спектроскопии;
- основные физические законы, лежащие в основе принципов построения рентгеновских приборов и ускорителей;

уметь:

применять полученные знания для работы в области диагностики твердотельных объектов, наноструктур и наноматериалов при помощи рентгеновских приборов и излучения ускорителей.

владеть:

1. Основными принципами разработки рентгеновских приборов.
2. Основными принципами применения рентгеновских приборов.
3. Основными принципами разработки ускорителей.
4. Основными принципами применения ускорителей.

### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Разработка и применение рентгеновских приборов и ускорителей» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из четырех разделов:

1. Физические основы разработки рентгеновских приборов.
2. Физические основы применения рентгеновских приборов.
3. Физические основы разработки ускорителей.
4. Физические основы применения ускорителей.

### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-5;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-3, ПК-4.



**Формы контроля.**

Форма текущего контроля: опрос, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – зачет (3 семестр).

**Б1.В.ДВ.5.1 Электронная и ионная спектроскопия в диагностике наноструктур****Цель изучения дисциплины.**

Цель дисциплины – формирование базовых знаний в области электронной и ионной спектроскопии для изучения атомного и электронного строения твердого тела и наноструктур.

**Задачи дисциплины:**

- Изучение основных физических явлений и понятий в области электронной и ионной спектроскопии в приложениях для исследования наноструктур;
- Изучение основных физических законов, лежащих в основе принципов электронной и ионной спектроскопии в приложениях для исследования наноструктур.

В результате освоения дисциплины “Электронная и ионная спектроскопия в диагностике наноструктур” обучающийся должен:

**знать:**

- основные физические явления и понятия, лежащие в основе принципов электронной и ионной спектроскопии;
- специфику применения принципов электронной и ионной спектроскопии при исследовании наноструктур;

**уметь:**

применять физические основы электронной и ионной спектроскопии для изучения атомного и электронно-энергетического строения твердого тела и наноструктур.

**владеть:**

1. основными понятиями электронной спектроскопии.
2. основными понятиями ионной спектроскопии.
3. основными подходами к изучению локального атомного и электронного строения, фазового состава поверхности и приповерхностных слоев наноструктур при помощи функционала методов электронной и ионной спектроскопии.

**Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Электронная и ионная спектроскопия в диагностике наноструктур» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

Дисциплина развивает и дополняет знания, умения и компетенции, полученные при изучении дисциплин: Теоретическая и компьютерная физика наносистем, Проектирование и технология электронной компонентной базы, Процессы микро- и нанотехнологии, Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства, История и методология науки и техники в области электроники, Современные оптические материалы и структуры, Разработка и применение рентгеновских приборов и ускорителей.

**Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из трех разделов:

1. Физические основы электронной спектроскопии. Основные принципы электронной спектроскопии. Оборудование для электронной спектроскопии, типы анализаторов, их использование.
2. Физические основы ионной спектроскопии. Основные принципы ионной спектроскопии. Оборудование для ионной спектроскопии, его использование.
3. Применение электронной и ионной спектроскопии для изучения твердых тел и наноструктур, Особенности диагностики наноструктур методами электронной спектроскопии и ионной спектроскопии.

**Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

**Формы контроля.**

Форма текущего контроля: опрос, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – зачет (3 семестр).

**Б1.В.ДВ.5.2 Методы исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур****Цель изучения дисциплины.**

Цель – фундаментальная подготовка в области освоения современных методов исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур.

Задача - знание методов исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур и умение их применять.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: методы исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур.

Уметь: использовать методы исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур.

Владеть: навыками работы с современными методами исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур.

**Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Методы исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

**Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Оптические методы исследования и контроля. Раздел 2. Рентгеновские методы исследования и контроля. Раздел 3. Электронно-зондовые методы исследования и контроля. Раздел 4. Электрические и магнитные методы исследования и контроля.

### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: опрос, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – зачет (3 семестр).

### **Б1.В.ДВ.6.1 Методы математического моделирования**

#### **Цель изучения дисциплины.**

Изучение методов численного решения математических задач, моделирующих задачи физики, естествознания и техники, а также современных методов анализа математических моделей. Формирование навыков построения и применения моделей, возникающих в инженерной практике и проведения расчетов по таким моделям.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

- основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексной переменной, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики;

- фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики;

- технологию работы на ПК в современных операционных средах;

*уметь:*

- применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач;

- решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя;

*владеть:*

- методами решения дифференциальных и алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистики, математической логики, функционального анализа;

- навыками практического применения законов физики, химии, экологии.

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Методы математического моделирования» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата: «Математика», «Физика», «Информатика». Для освоения дисциплины «Методы математического моделирования» необходимы знания, умения и компетенции, полученные при изучении соответствующих дисциплин ос-

новой образовательной программы бакалавра по направлению **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Вычислительный эксперимент. Математические модели. Методы численного анализа. Раздел 2. Аппроксимация функциональных зависимостей. Интерполяция. Обработка экспериментальных данных. Раздел 3. Численное интегрирование. Раздел 4. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Раздел 5. Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных и интегральных уравнений. Раздел 6. Вычислительные методы линейной алгебры. Раздел 7. Решение нелинейных уравнений. Раздел 8. Методы оптимизации.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

обще профессиональные компетенции: ОПК-1;  
 профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-2.

#### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: опрос, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (1 семестр).

### **Б1.В.ДВ.6.2 Моделирование атомного и электронного строения наносистем**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с физическими принципами, лежащими в основе моделирования материалов на наноразмере, формирование у студентов знаний об основных методах моделирования в нанofизике, формирование умения проводить вычислительный эксперимент в данной предметной области, используя при этом современные программные среды для моделирования наносистем.

Основной задачей дисциплины является подготовка студентов для решения научно-исследовательских задач нанofизики с помощью компьютерного моделирования.

В результате изучения курса студент должен

*знать:* основные положения методов квантовой механики, используемых при исследовании наносистем; особенности основных моделей и алгоритмов, используемых в вычислительной нанofизике;

*уметь:* выбирать оптимальные методы расчета физико-химических свойств наноструктур;

*владеть:* навыками использования основных методов расчета свойств наносистем.

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Моделирование атомного и электронного строения наносистем» включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего об-

разования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Раздел 2. Уравнение Шредингера для систем многих частиц. Раздел 3. Теория функционала плотности. Раздел 4. Моделирование электронного строения нанопленок и нанослоев. Раздел 5. Моделирование электронного строения нанотрубок и нанонитей.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные компетенции: ОПК-1;  
 профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-2.

#### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: опрос, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (1 семестр).

### **Б1.В.ДВ.6.3. Тренинг общения**

**Цель изучения дисциплины** - Цель изучения учебной дисциплины – теоретическая и практическая подготовка студентов с ОВЗ в области коммуникативной компетентности.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

- 1) изучение техник и приемов эффективного общения,
- 2) формирование навыков активного слушания, установления доверительного контакта,
- 3) преодоления коммуникативных барьеров, использования различных каналов для передачи информации в процессе общения,
- 4) развитие творческих способностей студентов в процессе тренинга общения .

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина включена в число дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Тренинг как интерактивная форма обучения.

Психология конструирования тренингов общения

Психодиагностика и психологический практикум в тренинге

Перцептивный компонент общения. Самоподача. Ошибки восприятия в процессе общения.

Коммуникативная сторона общения

Невербальный компонент общения.

Интерактивная сторона процесса общения

Организация обратной связи в процессе общения  
Групповое общение

### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общекультурные и общепрофессиональные компетенции: ОК-3; ОК-4

**Формы контроля.** Текущая аттестация – опрос, практические занятия. Промежуточная аттестация - зачет с оценкой (1 семестр).

### **ФТД.1 Квантовая информатика**

#### **Цель изучения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основами физики квантовой информации и квантовых вычислений – новой области науки, возникшей на стыке квантовой механики, математической физики и информатики.

Задачи курса состоят в изложении принципиальных понятий физики квантовой информации и квантовых вычислений, а также в рассмотрении путей создания квантового компьютера и возникающих при этом проблем.

В результате изучения курса студент должен знать:

- основные понятия физики квантовой информации и квантовых вычислений;
- свойства, отличающие квантовую информацию от классической;
- физические и математические основы квантовых вычислений и принципов работы квантового компьютера;
- требования для физической реализации квантового компьютера и проблемы, которые необходимо решить для его создания.

*Уметь* выполнять операции с векторами в гильбертовом пространстве.

*Владеть* основными методами квантовых вычислений.

#### **Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).**

Дисциплина «Моделирование атомного и электронного строения наносистем» включена в число факультативных дисциплин блока ФТД.1 по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения по направлению **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из трех разделов. Раздел 1. Квантовая информация: Информатика. Информация. Свойства информации. Количественные характеристики информации. Бит. Информационный объем сообщения. Информация и энтропия. Информационная энтропия Шэннона. Классические двоичные системы. Физическая реализация бита информации. Квантовая информация. Информационная энтропия фон Неймана. Кубит – единица квантовой информации. Кубит в гильбертовом векторном пространстве состояний. Состояние квантовой системы. Временная эволюция изолированной системы. Системы, составленные из нескольких взаимодействующих кубитов. Запутанные состояния. Измерение состояния кубита. Чистые и смешанные состояния квантовых систем, квантовая когерентность векторов состояния. Физическая реализация кубитов. Процессы деко-

герентизации состояний кубитов. Раздел 2. Квантовые вычисления и квантовые алгоритмы: Схемная модель классических вычислений, универсальный логический вентиль. Модель квантовой вычислительной схемы. Основные квантовые логические операции, одно- и двухкубитовые операции. Универсальные квантовые вентили. Формирование запутанного состояния. Квантовая телепортация. Классические вероятностные алгоритмы. Квантовые алгоритмы. Квантовый параллелизм. Квантовая интерференция. Квантовые алгоритмы поиска. Помехоустойчивость квантовых вычислительных процессов. Раздел 3. Принципы построения и работы квантового компьютера: Схема квантового компьютера. Требования для физической реализации и проблемы, которые необходимо решить для создания квантового компьютера. Квантовые компьютеры на квантовых точках. Квантовые компьютеры на основе ядерного магнитного резонанса. Квантовый компьютер на основе электронного спинового резонанса. Квантовые компьютеры на сверхпроводниках. Квантовые компьютеры на ионах в ловушках. Методы преодоления эффектов декогерентизации в квантовых компьютерах.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

общепрофессиональные компетенции: ОПК-1;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-6.

#### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: опрос, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – зачет (3 семестр).

## **Аннотации программ производственных практик**

### **Аннотация программы учебной практики по получению навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности**

#### **1. Цели учебной практики**

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности базируется на курсах, предшествующих прохождению данного вида практики: Методы математического моделирования, Компьютерные технологии в исследованиях электронных свойств наносистем, Цифровая электроника, Технология наноструктур и наноматериалов.

Целями учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности являются: знакомство с организацией научных исследований в лабораториях университета, профильных научно-исследовательских институтов, научно-исследовательских и промышленных организаций, закрепление и углубление знаний и умений, полученных в процессе теоретического обучения в рамках учебного плана; формирование элементов общенаучных, социально-личностных компетенций; приобретение практических навыков, компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности, способствующих успешному освоению специальных дисциплин, изучаемых на последующих курсах в соответствии с требованиями и квалификационной характеристикой магистра, установленными ФГОС ВО по направлению 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, на основе изучения современного прикладного и специализированного программного обеспечения профильной кафедры физики твердого тела и наноструктур.

#### **2. Задачи учебной практики**

В результате прохождения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности обучающиеся приобретают знания, умения и навыки, необходимые для освоения профессиональных дисциплин профильной подготовки по магистерской программе «Нанотехнология в электронике».

#### **3. Время проведения учебной практики**

Учебная практика проводится на выпускающей кафедре физики твердого тела и наноструктур ВГУ.

Сроки проведения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности: практика проводится в начале второго семестра первого курса. Продолжительность практики 2 недели (108 часов/3 зет).

#### **4. Форма проведения учебной практики - учебная практика в вузе.**



## 5. Содержание учебной практики

Общая трудоемкость учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности составляет 3 зачетных единицы/108 часов.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работ на учебной практике	Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)	Формы текущего контроля
1	Организационные мероприятия	Проведение инструктажа по технике безопасности при работе в лабораториях и по порядку прохождения практики.	9	Опрос с отметкой в журнале по ТБ
2	Ознакомительный этап	Обзорная лекция по компьютерным технологиям, используемым в разработке и производстве основных типов изделий электронной техники. Ознакомление обучающихся с вычислительными мощностями профильных кафедр. Экскурсии по научно-производственным и научно-образовательным подразделениям и лабораториям ВГУ.	27	Рабочие записи для оформления отчета
3	Практический этап	Освоение компьютерных средств решения прикладных и профессиональных задач по тематике соответствующей магистерской программы.	27	Рабочие записи для оформления отчета
		Решение профильных и профессиональных задач: - физическая постановка задачи; - выбор и обоснование математических методов решения; - обоснование и выбор программных средств решения; - разработка алгоритма решения поставленной задачи; - проведение численных экспериментов.	36	Рабочие записи для оформления отчета
4	Заключительный этап	Обработка и анализ полученной информации, подготовка отчета по практике.	9	Отчет по практике. Защита результатов практики

**6. Формы промежуточной аттестации (по итогам учебной практики) – зачет по результатам защиты отчета.**

## 7. Коды формируемых компетенций

В результате прохождения данной учебной практики по получению навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, общекультурные и профессиональные компетенции:

*а) общекультурные компетенции (ОК):*

- способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4);

*б) общепрофессиональные компетенции:*

- способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);

- способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность) (ОПК-3);

- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);

- готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы (ОПК-5).

## **Аннотация программы научно-исследовательской работы**

### **1. Цели научно-исследовательской работы**

Целями научно-исследовательской работы (НИР) являются закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и компетенций по выполнению научных исследований, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

Выполнение НИР базируется на курсах, предшествующих прохождению каждого этапа данного вида практики согласно учебному плану по соответствующей академической магистерской программе «Нанотехнология в электронике».

### **2. Задачи научно-исследовательской работы**

Индивидуальные задания на научно-исследовательскую работу направлены на подготовку обучающегося, способного решать следующие профессиональные задачи в соответствии с направленностью основной образовательной программы и видами профессиональной деятельности:

*а) научно-исследовательская деятельность:*

- 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;

*б) проектно-конструкторская деятельность:*

- анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;
- определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ;
- проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;
- разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

### **3. Время выполнения научно-исследовательской работы**

Научно-исследовательская работа проводится на выпускающей кафедре физики твердого тела и наноструктур ВГУ или на предприятиях, представляющих электронную промышленность и связанных с разработкой, изготовлением или ис-

следованиями интегральных схем и электронных компонентов. В последнем случае оформляется Договор между ВГУ и предприятием, где обучающийся выполняет научно-исследовательскую работу.

Календарное время выполнения научно-исследовательской работы:

1 курс, 1 семестр – НИР (198 ч, 5,5 ЗЕТ, 3 2/3 нед.);

1 курс, 2 семестр – НИР (234 ч, 6,5 ЗЕТ, 4 1/3 нед.);

2 курс, 3 семестр – НИР (306 ч, 8,5 ЗЕТ, 5 2/3 нед.);

2 курс, 4 семестр – НИР (702 ч, 19,5 ЗЕТ, 13 нед.).

**4. Форма проведения научно-исследовательской работы** - лабораторная, заводская.

### 5. Содержание научно-исследовательской работы

Общая трудоемкость НИР составляет 40 зачетных единиц, 1440 часов.

№ п/п	Разделы (этапы) НИР	Виды работ	Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу (в часах)	Формы текущего контроля
1	<i>Подготовительный этап</i>	- изучение патентных и литературных источников, в том числе на иностранном языке, по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении выпускной квалификационной работы	144	Рабочие записи для оформления отчета
2	<i>Обработка и анализ полученной информации</i>	- анализ научно-технических проблем и перспектив развития отечественных и зарубежных нанотехнологий в области интегральной электроники и нанoeлектроники; - систематизация и обобщение научно-технической информации по теме исследований	288	Рабочие записи для оформления отчета
3	<i>Экспериментально-исследовательский этап</i>	- теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач	864	Рабочие записи для оформления отчета
4	<i>Заключительный этап</i>	- подготовка и написание отчета о выполнении НИР	144	Отчет по практике. Защита результатов НИР

## **6. Формы промежуточной аттестации (по итогам научно-исследовательской работы) – защита отчета с оценкой.**

Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета проводится по итогам научно-исследовательской работы на выпускающей кафедре физики полупроводников и микроэлектроники при участии заведующего кафедрой в 1, 2, 3 и 4 семестрах 1 и 2 курсов, на основании:

- подготовленного обучающимся литературного обзора по тематике предполагаемой выпускной квалификационной работы (объем – 15-20 страниц, список литературы – 25-30 наименований), оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета, за подписью руководителя НИР;
- подготовленного обучающимся части экспериментального практического или теоретического расчетного исследования по тематике выпускной квалификационной работы (объем – 25-30 страниц), оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета, за подписью руководителя практики. По итогам промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

## **7. Коды формируемых компетенций**

В результате выполнения данной научно-исследовательской работы обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, общекультурные и профессиональные компетенции:

### *а) общекультурные компетенции (ОК):*

- способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-2);
- готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-3);
- способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4);

### *б) общепрофессиональные компетенции:*

- способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);
- способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);
- способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность) (ОПК-3);
- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);
- готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы (ОПК-5);

### *в) профессиональные компетенции:*

- 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);
- способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию (ПК-2);

- готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени (ПК-3);
- способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);
- способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5);
- способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-6).

### **Аннотация программы Научно-исследовательского семинара**

#### **1. Цель и задачи научно-исследовательского семинара**

Научно-исследовательский семинар является неотъемлемой частью подготовки магистров, активной формой научно-исследовательской работы, обеспечивающей возможности гибкого, интерактивного взаимодействия магистров, руководителей научно-исследовательской работы и ведущих ученых.

Целью научно-исследовательского семинара является формирование у обучающихся навыков научных коммуникаций, публичного обсуждения результатов своей научно-исследовательской работы на ее различных этапах.

Задачами научно-исследовательского семинара являются:

1. Ознакомление обучающихся с актуальными научными проблемами в рамках выбранной ими программы и направления обучения.
2. Формирование у обучающихся навыков научно-исследовательской работы, ее планирования, проведения, формирования научных выводов.
3. Представление и публичное обсуждение промежуточных результатов научных исследований обучающихся.
4. Итоговая апробация результатов научных исследований обучающихся, представляемая в форме научных докладов.

Участие в научно-исследовательском семинаре позволяет магистрам приобрести следующие компетенции:

*общекультурные компетенции (ОК):*

- готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-3);

*общепрофессиональные компетенции (ОПК):*

- способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);
- способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность) (ОПК-3);
- готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы (ОПК-5);

*профессиональные компетенции (ПК):*

- 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).

## 2. Руководство и организация научно-исследовательского семинара

Общее руководство научно-исследовательским семинаром осуществляет заведующий кафедрой.

Проект плана научно-исследовательского семинара на весь период обучения магистра (2 года) разрабатывается при непосредственном участии ведущих преподавателей, принимающих участие в подготовке магистров, проходит обсуждение и утверждение на заседании выпускающей кафедры. Проект плана научно-исследовательского семинара по направлению подготовки должен содержать следующую информацию: тематика и примерные даты проведения; формы проведения; рекомендации по подготовке к семинару для магистров; описание содержания каждой из указанных в плане форм проведения семинара.

Подготовка и согласование проекта плана научно-исследовательского семинара в рамках программы подготовки магистров должна быть завершена до 30 сентября, после чего он рассматривается и утверждается на заседании кафедры.

В ходе утверждения планов научно-исследовательских семинаров на кафедре происходит их согласование, определение тематики и времени проведения семинаров, общих для одного или нескольких направлений подготовки магистров.

Согласование и утверждение планов научно-исследовательских семинаров по направлениям магистерской подготовки на НМС факультета проходит в срок до 1 октября. После утверждения планов научно-исследовательского семинара по программе подготовки магистров, они должны быть доведены до сведения магистров и преподавателей.

## 3. Тематика и сроки проведения научно-исследовательского семинара

Научно-исследовательский семинар является обязательной формой аудиторных занятий магистров, входит в учебный план подготовки магистров.

Тематика вопросов, рассматриваемых на научно-исследовательском семинаре, разрабатывается в рамках конкретных магистерских программ и определяется актуальными направлениями научных исследований, а также направлениями научных исследований, выбранными магистрами для своей научно-исследовательской работы.

Общая трудоемкость НИС составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Сроки проведения научно-исследовательского семинара:

- 1 курс, 1 семестр – научно-исследовательский семинар (18 ч, 1/2 ЗЕТ);
- 1 курс, 2 семестр – научно-исследовательский семинар (18 ч, 1/2 ЗЕТ);
- 2 курс, 3 семестр – научно-исследовательский семинар (18 ч, 1/2 ЗЕТ);
- 2 курс, 4 семестр – научно-исследовательский семинар (18 ч, 1/2 ЗЕТ).

### Перечень примерных тем НИС

1. Понятие о моделях отдельных технологических процессов, их классификация, история развития.
2. Системы автоматизации функционально-логического и схмотехнического проектирования электронной компонентой базы.
3. Программные комплексы моделирования атомной и электронной структуры нанокластеров.
4. Программные комплексы моделирования атомной и электронной структуры нанослоев и нанотрубок.

5. Углеродные нанотрубки в наноэлектронике.
6. Мемристорные структуры и мемэлементы для электроники.
7. Роль математического моделирования технологических процессов в микро-, нано- и твердотельной электронике.
8. Материалы для наноэлектроники.
9. Датчики и сенсоры на основе перспективных материалов.
10. Системы автоматизации топологического проектирования электронной компонентой базы.

#### **4. Формы проведения научно-исследовательского семинара**

Научно-исследовательский семинар проводится в рамках программы обучения, выбранной магистрами. Формами проведения научно-исследовательского семинара являются:

- лекции ведущих ученых и практических работников;
- деловые игры;
- круглые столы;
- диспуты;
- обсуждения результатов научных исследований обучающихся;
- научная конференция обучающихся;
- другие формы, предложенные в рамках направления подготовки магистров.

Содержание конкретных форм научно-исследовательского семинара определяется и утверждается выпускающей кафедрой.

#### **5. Аттестация магистров по итогам научно-исследовательского семинара**

По результатам проведения научно-исследовательского семинара магистры проходят итоговую аттестацию в форме зачета. Решение об аттестации магистров принимает руководитель научно-исследовательского семинара. Задолженность по научно-исследовательскому семинару приравнивается к академической задолженности.

Научно-исследовательский семинар является обязательной формой аудиторных занятий магистров, входит в учебные планы подготовки магистров.

#### **Аннотация производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности**

##### **1. Цели производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности**

Целями производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности являются закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

##### **2. Задачи производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности**



Задачами производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности в соответствии с профильной направленностью образовательной программы и видами профессиональной деятельности являются:

*научно-исследовательская деятельность:*

- 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;

*проектно-конструкторская деятельность:*

- анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;
- определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ;
- проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;
- разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

### **3. Место и время проведения производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности**

Базами практики являются:

- лабораторный фонд кафедры физики твердого тела и наноструктур физического факультета университета по проектно-конструкторскому и топологическому проектированию современных изделий электронной техники;
- АО «Конструкторско-технологический центр «Электроника» (АО КТЦ «Электроника») (г. Воронеж);
- ОАО «Научно-исследовательский институт электронной техники» (НИИЭТ) (г. Воронеж),

что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта направления 01.04.04 Электроника и наноэлектроника.

Сроки проведения практики: практика проводится во 2 семестре 1 курса; продолжительность практики - 2 недели (108 часов/3 зет).

### **4. Форма проведения производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности - лабораторная**

### 5. Структура и содержание производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности

Общая трудоемкость производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды производственной работы на практике	Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу (в часах)	Формы текущего контроля
1	Организационные мероприятия	Инструктажи по технике безопасности. Знакомство с коллективом специалистов лаборатории	9	Опрос с отметкой в журнале по ТБ
2	Проектирование материалов, структур, технологий и изделий электронной техники	Обзорные лекции по методам проектирования материалов, структур, технологий и изделий электронной техники и основам работы в средах проектирования и моделирования	18	Опрос
		Определение цели, постановка задач проектирования материалов, структур, технологий, электронных схем и устройств различного функционального назначения	9	Рабочие записи для оформления отчета
		Критический анализ литературных источников, проведение патентных исследований, разработка технического задания на выполнение проектных работ	18	Техническое задание
		Проектирование и моделирование материалов, структур, технологий, устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований	27	Результаты проектирования и моделирования
3	Заключительный этап	Обработка и анализ результатов Подготовка отчета по практике.	27	Защита отчета по практике

### 6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности

В результате прохождения производственной практики по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности обучающийся должен приобрести следующие знания, умения, практические навыки, общекультурные и профессиональные компетенции:

- способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-2);
- готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-3);
- способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4);
- способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);
- способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-3);
- готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы (ОПК-5);
- а) научно-исследовательская деятельность:*
  - способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию (ПК-2);
- б) проектно-конструкторская деятельность:*
  - способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-8).

### **Аннотация производственной преддипломной практики**

#### **1. Цели производственной преддипломной практики**

Основными целями производственной преддипломной практики являются: закрепление и расширение теоретических знаний, опыта и практических навыков в научно-исследовательской работе и профессиональной проектно-конструкторской деятельности как части выпускной квалификационной работы, сбор обучающимися необходимого для выполнения выпускной магистерской работы материала, совершенствование профессиональных умений его обработки, анализа, систематизации и обобщения.

#### **2. Задачи производственной преддипломной практики**

Задачами производственной преддипломной практики:

- формирование профессиональных умений и навыков самостоятельного получения нового научного знания и его применения для решения прикладных задач;
- совершенствование профессиональных умений, навыков и компетенций научно-исследовательской деятельности, расширение профессионального опыта в выполнении проектно-конструкторских работ;
- установление и укрепление связи теоретических знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплин основной образовательной программы, с решением исследовательских и прикладных проектно-конструкторских задач;

- воспитание ответственности за достоверность полученных данных, обоснованность теоретических выводов и практических рекомендаций, сформулированных на их основе;

- развитие у обучающихся профессионального мышления и самосознания, совершенствование системы ценностей, смысловой и мотивационной сфер личности будущих специалистов, а также их активности, направленной на гуманизацию общества;

- выработка у обучающихся творческого, исследовательского подхода к профессиональной деятельности, формирование у них профессиональной позиции исследователя и соответствующих мировоззрения и стиля поведения, освоение профессиональной этики при проведении научных исследований;

- приобретение и расширение обучающимся опыта рефлексивного отношения к своей научно-исследовательской деятельности, актуализация у них готовности и потребности в непрерывном самообразовании и профессиональном самосовершенствовании.

### **3. Место и время проведения производственной преддипломной практики**

Преддипломная практика проводится на профильных предприятиях, фирмах и организациях, либо в структурных подразделениях Воронежского государственного университета, научная и практическая деятельность которых связана с использованием проектных и информационных методов и технологий в области электроники и наноэлектроники.

Базами производственной преддипломной практики являются:

- лабораторный фонд кафедры физики твердого тела и наноструктур физического факультета университета по приборно-технологическому и топологическому проектированию современных изделий электронной техники;

- АО «Конструкторско-технологический центр «Электроника» (АО КТЦ «Электроника») (г. Воронеж), ОАО «Научно-исследовательский институт электронной техники» (НИИЭТ) (г. Воронеж) и другие профильные организации и предприятия, что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта направления 01.04.04 Электроника и наноэлектроника.

Сроки проведения практики: практика проводится в 4 семестре 2 курса; продолжительность практики 4 недели (216 часов/6 зет).

### **4. Форма проведения производственной преддипломной практики - лабораторная, заводская**

### **5. Структура и содержание производственной преддипломной практики**

Общая трудоемкость производственной преддипломной практики составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Разделы (этапы) производственной преддипломной практики:

№ п/п	Разделы (этапы) преддипломной практики	Виды работ	Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу (в часах)	Формы текущего контроля
1	<i>Подготовительный этап</i>	- изучение патентных и литературных источников, в том числе на иностранном языке, по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении выпускной квалификационной работы	54	Рабочие записи для оформления отчета
2	<i>Обработка и анализ полученной информации</i>	- анализ научно-технических проблем и перспектив развития отечественной и зарубежной интегральной электроники и нанoeлектроники; - систематизация и обобщение научно-технической информации по теме исследований - анализ достоверности полученных результатов; - сравнение результатов исследований объекта разработки с отечественными и зарубежными аналогами; - анализ научной и практической значимости проводимых исследований	108	Рабочие записи для оформления отчета
3	<i>Заключительный этап</i>	- в окончательном виде сформулировать тему выпускной квалификационной работы; - подготовка и написание отчета о выполнении преддипломной практики	54	Отчет по практике. Защита результатов практики

В течение первой недели обучающиеся знакомятся с программой, целями и задачами преддипломной практики; посещают базы практики; реализуют программу эмпирического (экспериментального) исследования; знакомятся с правилами оформления текста выпускной магистерской работы, критериями выставления дифференцированного зачета (с оценкой), порядком подведения итогов преддипломной практики.

В течение следующих недель обучающиеся выполняют теоретические и/или экспериментальные исследования, проводят математико-статистическую обработку эмпирических данных с применением современных математических методов и использованием адекватных поставленным целям статистических критериев; посещают консультации руководителя в университете, проводят анализ эмпирических данных; наглядно оформляют полученные результаты (в виде графиков, таблиц, диаграмм и т.п.), формулируют предварительные выводы, оформляют методические руководства к каждой из использованных в эмпирическом исследовании методик на бумажном и электронном носителях; готовят реферат по итогам исследования. В конце последней недели обучающиеся оформляют от-

четную документацию и участвуют в заключительной конференции по производственной преддипломной практике.

### **6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной преддипломной практики**

Процесс прохождения обучающимися производственной преддипломной практики направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

- способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);
- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);
- способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5);
- способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-6);
- готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7);
- способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-8);
- способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-9).

### Библиотечно-информационное обеспечение

#### 8.1. Обеспечение образовательного процесса официальными, периодическими, справочно-библиографическими изданиями, научной литературой

N п/п	Наименование индикатора	Единица измерения/значение	Значение сведений
1	2	3	4
1.	Наличие в организации электронно-библиотечной системы (электронной библиотеки)	есть/нет	есть
2.	Общее количество наименований основной литературы, указанной в рабочих программах дисциплин (модулей), имеющих в электронном каталоге электронно-библиотечной системы	ед.*	47
3.	Общее количество наименований дополнительной литературы, указанной в рабочих программах дисциплин (модулей), имеющих в электронном каталоге электронно-библиотечной системы	ед.	18
4.	Общее количество печатных изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей) в наличии (суммарное количество экземпляров) в библиотеке по основной образовательной программе	экз.	12
5.	Общее количество наименований основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), в наличии в библиотеке по основной образовательной программе	ед.	3
6.	Общее количество печатных изданий дополнительной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), в наличии в библиотеке (суммарное количество экземпляров) по основной образовательной программе	экз.	478
7.	Общее количество наименований дополнительной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), в наличии в библиотеке по основной образова-	ед.	98

	тельной программе		
8.	Наличие печатных и (или) электронных образовательных ресурсов, адаптированных к ограничениям здоровья обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья	да/нет	нет
9.	Количество имеющегося в наличии ежегодно обновляемого лицензионного программного обеспечения, предусмотренного рабочими программами дисциплин (модулей)	ед.	4
10.	Наличие доступа (удаленного доступа) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, которые определены в рабочих программах дисциплин (модулей)	да/нет	да

#### 8.2. Обеспечение образовательного процесса электронно-библиотечной системой

№ п/п	Наименование электронно-библиотечной системы, предоставляющей возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, адрес в сети Интернет	Наименование документа с указанием реквизитов
1	ЭБС «Издательства «Лань»,	Договор №3010-06/71-14 от 25.11.2014
	ЭБС «Университетская библиотека online»,	Договор №3010-06/70-14 от 25 .11.14
	Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ»,	Договор №ДС-208 от 01.02.2012

Всем обучающимся обеспечен доступ к электронно-библиотечной системе и электронному каталогу



### Материально-техническое обеспечение

#### Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

Дисциплины	Перечень оборудования	Место расположения
Б1.Б.1 История и методология науки и техники в области электроники	Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21
Б1.Б.2 Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21
Б1.Б.3 Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации	Лекционная аудитория.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 435
Б1.Б.4 Иностранный язык в профессиональной сфере	Лингафонный кабинет с пакетами аудио и видео кассет.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 231
Б1.В.ОД.1 Технология наноструктур и наноматериалов	Вакуумные технологические установки для магнетронного и термического нанесения металлических и диэлектрических пленок; Электропечь ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для получения оксидов с заданными стехиометрией и свойствами; Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором OxfordInstruments для диагностирования морфологии оксидных и металлических нанослоев; Просвечивающий электронный микроскоп ЭМВ-100БР для диагностирования степени совершенства структуры, субструктуры оксидных и металлических нанослоев; Многоканальный цифровой осциллограф-регистратор АСК-4106 с расширенным программным обеспечением; Прецизионный LCR измеритель НЮКИ- 3522-50; Измеритель импеданса Solartron1260 с диэлектрическим интерфейсом Solartron1296 для исследования электрофизических характеристик образцов.	г. Воронеж, проспект Революции, д.24, ауд. №129
Б1.В.ОД.2 Сенсоры в электронных устройствах	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термо ЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур; Оптический микроскоп-твердомер ПМТ-3; Интерферометр МИИ-4; Лабораторный стенд для исследования газовой чувствительности; LCR-	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126

	спектрометр Elins-1500; LCR-спектрометр GWInstek LCR-819; Дистиллятор лабораторный АЗ-14 «Я-ФП»-01; Центрифуга лабораторная ЦЛн-16; Магнитная мешалка с подогревом MagicLAB – US-1500D; Импедансметр Z-1500J; Диспергатор роторный – Ika-T18D; pH-метр/ионометр ИПЛ 111-1, 12. Печь Nabertherm-LE; Печь LIOP-LF; Ванна ультразвуковая -СТ431D2; Источник тока GWInstek PSW7 800-2.88; Источник тока GWInstek GPR – 30H10D, 17. 3 компьютера.	
Б1.В.ОД.3 Компьютерные технологии в исследованиях электронных свойств наносистем	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18
Б1.В.ОД.4 Проектирование и технология электронной компонентной базы	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18
Б1.В.ОД.5 Электронные процессы на поверхности полупроводников	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термо ЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Б1.В.ОД.6 Процессы микро- и нанотехнологии	Вакуумные технологические установки для магнетронного и термического нанесения металлических и диэлектрических пленок; Электродуховка ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для получения оксидов с заданными стехиометрией и свойствами; Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором OxfordInstruments для диагностирования морфологии оксидных и металлических нанослоев; Просвечивающий электронный микроскоп ЭМВ-100БР для диагностирования степени совершенства структуры, субструктуры оксидных и металлических нанослоев; Многоканальный цифровой осциллограф-регистратор АСК-4106 с расширенным программным обеспечением; Прецизионный LCR измеритель HIOKI- 3522-50; Измеритель импеданса Solartron1260 с диэлектрическим интерфейсом Solartron1296 для исследования электрофизических характеристик образцов.	г. Воронеж, проспект Революции, д.24, ауд. №129
Б1.В.ОД.7 Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства	Измерительные устройства: спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур. Лаборатория инфракрасной спектроскопии ЦКПНО ВГУ; ИК - Фурье спектрометр Vertex 70;	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126, 49

	Фурье спектрометр ближнего ИК диапазона MPA (Брукер); Спектрометр Lambda 650 (PerkinElmer); Лаборатория учебного практику- ма изучения оптических свойств материалов и структур (5 стендов).	
Б1.В.ОД.8 Теоретическая и компьютерная физика наносистем	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18
Б1.В.ОД.9 Нанoeлектроника	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термо ЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Б1.В.ДВ.1.1 Программируемые логические ИС	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18
Б1.В.ДВ.1.2 Основы микро- и наносистемной техники	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18
Б1.В.ДВ.2.1 Цифровая электроника	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18
Б1.В.ДВ.2.2 Микросхемотехника	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18
Б1.В.ДВ.3.1 Современные оптические материалы и структуры	Измерительные устройства: спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур. Лаборатория инфракрасной спектроскопии ЦКПНО ВГУ: ИК - Фурье спектрометр Vertex 70; Фурье спектрометр ближнего ИК диапазона MPA (Брукер); Спектрометр Lambda 650 (PerkinElmer); Лаборатория учебного практику- ма изучения оптических свойств материалов и структур (5 стендов).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126, 49
Б1.В.ДВ.3.2 Интегральная оптика и оптоэлектроника	Измерительные устройства: спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур. Лаборатория инфракрасной спектроскопии ЦКПНО ВГУ: ИК - Фурье спектрометр Vertex 70; Фурье спектрометр ближнего ИК диапазона MPA (Брукер); Спектрометр Lambda 650 (PerkinElmer); Лаборатория учебного практику- ма изучения оптических свойств материалов и структур (5 стендов).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126, 49
Б1.В.ДВ.4.1 Синхротронные технологии и мегаустановки	Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S. Рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21, 25

Б1.В.ДВ.4.2 Разработка и применение рентгеновских приборов и ускорителей	Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S. Рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21, 25
Б1.В.ДВ.5.1 Электронная и ионная спектроскопия в диагностике наноструктур	Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S. Рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21, 25
Б1.В.ДВ.5.2 Методы исследования и контроля полупроводниковых материалов и структур	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термо ЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Б1.В.ДВ.6.1 Методы математического моделирования	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18
Б1.В.ДВ.6.2 Моделирование атомного и электронного строения наносистем	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18
Б1.В.ДВ.6.3 Тренинг общения	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21
ФТД.1 Квантовая информатика	Компьютеры Pentium Intel Core i7 (3 шт.), Компьютеры Pentium Intel Core Duo (6 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19, 18

## Кадровое обеспечение

### Кадровое обеспечение образовательного процесса

Привлечено 20 преподавателей  
*Всего*

Имеют ученую степень, ученое звание 19, из них  
докторов наук, профессоров 7;  
ведущих специалистов 4.

95% преподавателей имеют ученую степень, звание; 20% преподавателей привлечены из ведущих специалистов, что соответствует требованиям стандарта.

Все преподаватели на регулярной основе занимаются научно-методической деятельностью