

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

2016 года

**Основная образовательная программа
высшего образования**

Направление подготовки

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Интегральная электроника и наноэлектроника

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 Интегральная электроника и нано- электроника	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	5
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 рабочих программ учебных курсов, дисциплин	27
4.4. Аннотации программ учебной и производственных практик	27
5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА	28
6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных 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	31
7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация	31
7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников ООП магистратуры	31
8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся	34
Приложение 1. Матрица соответствия компетенций, составных частей ООП и оценочных средств	35
Приложение 2. Календарный график учебного процесса	38
Приложение 3. Учебный план	40
Приложение 4. Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин	42
Приложение 5. Аннотации программ практик	69
Приложение 6. Библиотечно-информационное обеспечение	83
Приложение 7. Материально-техническое обеспечение	85
Приложение 8. Кадровое обеспечение	90

1 Общие положения

1.1. Основная образовательная программа магистратуры, реализуемая ФГБОУ ВО «ВГУ» по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, программа Интегральная электроника и наноэлектроника 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 **Интегральная электроника и наноэлектроника**, 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 наноэлектроника**:

- 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 полупроводников и микроэлектроники являются:

- учебный план подготовки магистров по направлению **11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**, утвержденный первым проректором – проректором по учебной работе 10.05.2016;

- 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 аттестационных испытаний по направлению подготовки 11.04.04 – Электроника и наноэлектроника. Программа Интегральная электроника и наноэлектроника. 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. Программа Интегральная 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 **Интегральная электроника и наноэлектроника** 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 академической магистерской программе **Интегральная электроника и наноэлектроника** 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 **Интегральная электроника и наноэлектроника** 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;
- проектно-конструкторская.

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 **Интегральная электроника и наноэлектроника**:

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.

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 **Интегральная электроника и наноэлектроника**:

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);

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** с программой академической магистратуры **Интегральная 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><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - формирование технологических укладов индустриального и постиндустриального общества; - закономерности развития наукоёмких технологий в электронике и наноэлектронике на базе генезиса фундаментальных знаний; - методологию проведения исследований и оценку результатов научных исследований; - угрозы и риски нанотехнологий: геополитические, экологические, биологические и этические проблемы контроля. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить экспертные прогностические оценки развития электроники с учетом приоритетных направлений науки и техники. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями в области закономерности развития электроники с учетом последних достижений фундаментальной науки.
		ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	
2	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	ОК-4	способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - современное состояние развития и проблемы интегральной электроники и наноэлектроники; - квантовые основы современной электроники и наноэлектроники; - принципы создания и функционирования приборов на основе наноструктур; - технологии создания наноструктур. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - адаптироваться к изменяющимся условиям,
		ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	
		ОПК-4	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической	

			деятельности новые знания и умения в своей предметной области	<p>переоценивать накопленный опыт;</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать состояние научно-технической проблемы; - определять цели и осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами и средствами решения основных проблем в своей предметной области; - современными методами и средствами организации и проведения экспериментальных исследований.
	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-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	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теорию и практику коммуникации, культуру устного и письменного делового общения; - нормы литературного языка, правила построения текста; - основные правила делового общения; - особенности убеждающего выступления; <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - правильно оформлять результаты мыслительной деятельности в письменной и устной речи; - эффективно взаимодействовать с партнером по общению в разных ситуациях общения; - оформлять, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - средним типом речевой культуры личности; - научным стилем речи; - этикетом невербального общения; - служебным этикетом; - навыками работы в коллективе.
		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	
		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><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - правила грамматики иностранного языка; - правила перевода с иностранного языка на

		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	<p>русский и с русского языка на иностранный по тематике направления Электроника и наноэлектроника.</p> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; - навыками перевода специальной научной литературы.
6	Физика приборов наноэлектроники	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - базовые знания для решения основных задач в проектно-конструкторской профессиональной деятельности; - принципы работы и технологии производства элементов наноэлектроники. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать полученные знания при разработке инновационной продукции. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с современным программным обеспечением для моделирования приборов наноэлектроники; - методами SPICE-моделирования элементов
		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	нанозлектроники.
7	Компьютерные технологии в научных исследованиях	ОПК-5	готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы построения глобальных и локальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий; - типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в профессиональных дисциплинах и сферах профессиональной деятельности; современные программные средства поддержки НИР на всех этапах их выполнения. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанозлектроники различного функционального назначения.
		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	
8	Молекулярная электроника	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"> - классификацию материалов молекулярной электроники; - основные применения молекулярной электро-

		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>ники.</p> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - различать механизмы переноса заряда в материалах молекулярной электроники; - анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения полученных знаний в профессиональной деятельности.
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
9	Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы	ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники; - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств; <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности проектных работ при создании прототипов и устройств электроники и нанoeлектроники; - разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и нанoeлектроники; <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами проектирования электронной ком-
		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-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	понентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; - методами математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров.
10	Квантовые и нейрокомпьютеры	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основы построения и функционирования квантовых и нейросетевых информационных систем; - основные представления о квантовых состояниях и операторах, квантовых алгоритмах; <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - решать практические задачи аппроксимации функций, классификации данных, распознавания образов, комбинаторной оптимизации, прогнозирования и сжатия информации. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основными навыками моделирования ИНС и квантовых вычислений средствами современных нейропакетов.
		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	
		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	Моделирование приборов наноэлектроники в специализированных пакетах	ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основы языка VHDL; - способы представления распределенных моделей в VHDL-AMS; - свободные программные пакеты для VHDL и VHDL-AMS симуляции. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - моделировать цифровые блоки ИС; - моделировать в специализированных программных пакетах VHDL и VHDL-AMS. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с современным программным обеспечением для моделирования прибо-
		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	ров наноэлектроники.
		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	
12	Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные задачи и методы их решения в проектно-конструкторской профессиональной деятельности в области оптоэлектроники; - элементную базу оптических цифровых процессоров; - области применения устройств оптоэлектроники; - перспективы создания цифровых оптических процессоров. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать цели и задачи научных исследований при разработке квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - схемотехникой оптоэлектронных приборов; - навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования устройств оптоэлектроники.
		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-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
		ПК-8	способность проектировать устрой-	

			ства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	
13	Проектирование и технология ультрабольших интегральных схем	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	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники; - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы УБИС с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности проектных работ при создании элементной базы УБИС; - разрабатывать физические и математические модели проборов и устройств ультрабольших интегральных схем. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов ультрабольших интегральных схем.
		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	
14	Компьютерное моделирование электронной структуры наносистем	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"> - модели электронной структуры наносистем; - математические методы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования; - специализированное программное обеспечение информационно-измерительных комплексов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать алгоритмы решения постав-
		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	ленных задач. <i>Владеть:</i> - методами математического моделирования; - современными языками программирования.
15	Элементная база нанoeлектроники	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	<i>Знать:</i> - физических основы и принципы современной нанoeлектроники; - физические свойства низкоразмерных электронных систем; - важнейшие физические процессы и явления, составляющие фундаментальную основу нанoeлектроники; - основные типы наноструктур и их квантово-механические модели.
		ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	<i>Уметь:</i> - решать задачи моделирования нанoeлектронных структур. <i>Владеть:</i> - основными существующими моделями, теориями различных физических явлений и основными областями применения нанoeлектронных структур.
16	Введение в физику графенов	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<i>Знать:</i> - экспериментальные данные по строению, свойствам и применению графенов в электронике

		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	<ul style="list-style-type: none"> - методы вычисления электронного строения графенов; - квантовые эффекты, наблюдаемые в графенах. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - решать задачи моделирования свойств графенов при помощи ЭВМ; <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основными методами вычисления электронных и электрофизических характеристик графеновых структур; - программными комплексами, позволяющими моделировать электронные свойства графенов.
17	Квантовая физика наносистем	ОК-4	способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - квантово-физические основы современной электроники и наноэлектроники; - особенности свойств электронов в низкоразмерных полупроводниковых системах; - принципы создания и функционирования приборов на основе наносистем. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретическими и экспериментальными методами и средствами исследования квантовых наносистем.
		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 наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
18	Нелинейная динамика и самоорганизация в нанотехнологии	ОК-4	способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - перспективность и важность данного научного направления, методологию проведения исследований и оценку результатов научных иссле-

		ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p>дований, в том числе, в готовом продукте;</p> <ul style="list-style-type: none"> - эффекты самоорганизации в биологических, химических, физических системах; - основные понятия теории хаоса; - термодинамику и статистическую механику малых систем; - понятия о сборке и самосборке. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные понятия нелинейной динамики и теории самоорганизации в своей профессиональной сфере. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами моделирования, прогнозирования и управления процессами сборки и самосборки атомов и молекул небиологических объектов для создания наноматериалов с заданными свойствами.
		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	
19	Основы микро- и наносистемной техники	ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические операции микроформобразования и формирования наносистем; - базовые физические принципы функционирования компонентов микро- и наносистемной техники; - элементы, компоненты и устройства микросистемной техники <p>- основы проектирования изделий микро- и наносистемной техники.</p> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - проектировать изделия микро- и наносистемной техники. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования устройств микросистемной техники.
		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	Трехмерные интегральные схемы	ОПК-4	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические операции трехмерной инте-

			деятельности новые знания и умения в своей предметной области	грации; - базовые принципы расчета тепловых процессов в трехмерных ИС.
		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	<i>Уметь:</i> - разрабатывать проекты для разработки интегральных схем и устройств микросистемной техники; - проектировать топологию элементов микросистемной техники.
		ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	<i>Владеть:</i> - навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования интегральных схем и устройств микросистемной техники.
21	Углеродная нано-электроника	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<i>Знать:</i> - проблемы современных технологий производства электронных приборов; - свойства современных углеродных наноматериалов;
		ОПК-4	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	- преимущества этих материалов перед классическими функциональными материалами электроники;
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	- теоретические основы функционирования приборов углеродной наноэлектроники. <i>Уметь:</i> - анализировать новые конструкции, технологии и идеи функционирования устройств углеродной электроники. <i>Владеть:</i> - основными методами вычисления электронных и электрофизических характеристик приборов углеродной наноэлектроники.
22	Сенсоры на основе природных матери-	ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы	<i>Знать:</i> - механизмы проводимости в цеолитах;

	алов		путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	- физические основы работы твердотельных сенсорных структур, их конструкции и методы идентификации отклика сенсоров. <i>Уметь:</i> - применять природные наноматериалы в сенсорах. <i>Владеть:</i> - методами идентификации откликов сенсоров на основе цеолитов.
		ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	
23	Магнитные материалы и спинтроника	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<i>Знать:</i> - перспективность и важность данного научного направления, методологию проведения исследований и оценку результатов научных исследований, в том числе, в готовом продукте; - основные типы наномангнитных материалов и структур, эффектов наномангнетизма и приборов спинтроники. <i>Уметь:</i> - проводить экспертные прогностические оценки развития спинтроники. <i>Владеть:</i> - фундаментальными знаниями в области спинтроники с учетом последних достижений фундаментальной науки.
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
24	Основы физики фотонных кристаллов	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<i>Знать:</i> - фундаментальные основы физики фотонных кристаллов. <i>Уметь:</i> - использовать полученные знания при расчете структуры фотонных зон простейших фотонных кристаллов. <i>Владеть:</i> - 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 сред-	

			ства решения сформулированных задач	
		ПК-6	способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	
25	Методы математического моделирования	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методы синтеза и исследования моделей. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе математического моделирования; - осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы; - применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач; - решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя; <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области; - практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования.
		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	Моделирование процессов нелинейной динамики	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методы синтеза и исследования моделей нелинейной динамики. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе мате-
		ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соот-	

			ветствии 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>математического моделирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой нелинейной динамической системы; - применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач; - решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя; <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области; - практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования.
		ПК-2	способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	
27	Тренинг общения	ОК-3	готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - базовые психологические технологии и дидактические приемы общения, позволяющие решать типовые задачи в процессе межличностного взаимодействия; - основные виды и средства общения, особенности применения знаний психологии общения в деятельности специалиста; - позиции и стили общения, позиции и стили общения, встречающиеся в различных сферах жизнедеятельности и взаимодействия людей. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
		ОПК-5	готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы	

				<p>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.</p> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вербальными и невербальными приемами и техниками общения, навыками быстрой адаптации при выстраивании разнообразных контактов с различными категориями людей.
28	Элементная база ультрабольших интегральных схем	ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники; - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы УБИС с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности проектных работ при создании элементной базы УБИС; - разрабатывать физические и математические модели проборов и устройств ультрабольших интегральных схем. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов ультрабольших интегральных схем.
		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-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 **Интегральная электроника и наноэлектроника** 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 **Интегральная электроника и наноэлектроника**) 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

Программы практик (в том числе НИР) разработаны на основе П ВГУ 2.1.02.110404М – 2016 Положение о порядке проведения практик обучающихся в Воронежском государственном университете по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Интегральная электроника и наноэлектроника). Академическая магистратура, утвержденного приказом ректора от 31.08.2016, № 0733.

4.4.1 Программа учебной практики по получению первичных профессиональных умений и 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 первичных профессиональных умений и 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 научно-исследовательская работа (НИР) с соответствующим научно-исследовательским семинаром (НИС), аннотации которых приведены в приложении 5:

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

2 курс, 4 семестр – преддипломная практика (216 ч, 6 ЗЕТ, 4 нед.).

При реализации данной ООП предусматриваются следующие НИР и НИС, аннотации которых приведены в приложении 5.

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 компетентного 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. Для оперативного и полного обеспечения образовательного и научно-исследовательского процессов формируется Единый библиотечный фонд Воронежского государственного университета, создание которого регламентируется Положением П ВГУ 6.0.02 – 2016 О формировании Единого библиотечного фонда Воронежского государственного университета, утвержденного приказом ректора № 0-903 от 03.11.2016.

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 (УВСПР);
- Штаб студенческих трудовых отрядов;
- Центр молодежных инициатив;
- Психолого-консультационная служба (в составе УВСПР);
- Спортивный клуб (в составе УВСПР);
- Концертный зал ВГУ (в составе УВСПР);
- Фотографический центр (в составе УВСПР);
- Оздоровительно-спортивный комплекс (в составе УВСПР);

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 **Интегральная электроника и наноэлектроника** 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 ВГУ 2.1.02 — 2015 Система менеджмента качества. Государственная итоговая аттестация по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриатуры, программам специалитета и программам магистратуры.

Общие требования к содержанию и порядок проведения, утвержденный решением Ученого совета ВГУ, протокол от 29.10.2015 №9 и введенный в действие приказом ректора от 10.11.2015, №0863;

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

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 **Интегральная электроника и наноэлектроника**, 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 микроэлектроники различного функционального назначения;

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

приборно-технологическое проектирование изделий СВЧ-электроники;

исследование физических процессов в полупроводниковых приборах различного функционального назначения.

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 обрабатывать 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 нанoeлектроники;
- 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 полупроводников и микроэлектроники

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

Декан физического факультета

 /А.М. Бобрешов/

Зав. кафедрой физики полупроводников
и микроэлектроники

 /Е.Н. Бормонтов/

Куратор ООП

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

<i>Б1.В.ДВ.6.2</i>	<i>Моделирование процессов нелинейной динамики</i>	ЗаО	108	42	14		28	66									
<i>Б1.В.ДВ.6.3</i>	<i>Тренинг общения</i>	ЗаО	108	42	14		28	66									
Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности										За	108						
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА											108						
Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности										За	108						
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА			216	8				208			252	8					244
Научно-исследовательская работа (Распр.)		ЗаО	198					198		ЗаО	234						234
Научно-исследовательский семинар (Распр.)		ЗаО	18	8				10		ЗаО	18	8					10

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 **Интегральная электроника и наноэлектроника** 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;

общепрофессиональные компетенции: ОПК-1.

Форма контроля. Текущая аттестация – опрос, рефераты. 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:

- квантовые основы современной электроники и нанoeлектроники;
- технологии создания наноструктур;
- принципы создания и функционирования приборов на основе наноструктур.

Место дисциплины в структуре ООП.

Базовая часть Б1.Б блока Б1, реквизит Б1.Б.5

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из шести разделов.

Раздел 1. Квантовые основы современной электроники и нанoeлектроники: размерное квантование, интерференционные эффекты, туннелирование. Квантово-размерные 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, 4;

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

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП). Дисциплина «Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации» относится к базовой части блока Б1 ООП **Интегральная электроника и наноэлектроника** 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, категоричность. Акцентирование позитива общения. Этикет телефонного разговора. Этикет невербального общения: дистанция общения, расположение относительно собеседника, движение в процессе общения, уровень громкости общения, взгляд, мимика, жестикация, 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 протокольно-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:

общекультурные компетенции: ОК-2, ОК-3.

общепрофессиональные компетенции: ОПК-3, 5.

Формы контроля. Текущая аттестация – 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: иностранный язык для осуществления следующих задач: написание заявки на конференцию, составление тезисов доклада, написание научной статьи, подготовка презентации научного доклада, чтение, перевод, аннотирование и реферирование научных текстов.

уметь: читать научную литературу по специальности со словарем (изучающее чтение) и без словаря (ознакомительное, просмотровое и поисковое чтение), аннотирование и реферирование научных текстов.

владеть: 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.

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 **Интегральная электроника и наноэлектроника** направления **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

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;

общепрофессиональные компетенции: ОПК-6.

Формы контроля.

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

Б1.В.ОД.1 Физика приборов нанoeлектроники

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.

Формы контроля.

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

Б1.В.ОД.02 Компьютерные технологии в научных исследованиях

Цель изучения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Компьютерные технологии в научных исследованиях» являются:

- систематизация знаний обучающихся по современным программным средствам поддержки НИР на всех этапах их выполнения;
- теоретическое и практическое освоение компьютерных и информационных технологий сбора, обработки и анализа фактического материала для научных исследований;
- закрепление представлений о легитимности и корректности использования ресурсов глобальной компьютерной сети в научной и творческой деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- принципы построения глобальных и локальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий;
- типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в профессиональных дисциплинах и сферах профессиональной 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 ООП.

Дисциплина «Компьютерные технологии в научных исследованиях» относится к базовой части блока Б1 основной образовательной программы подготовки магистров по программе **Интегральная электроника и наноэлектроника** направления **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из семи разделов. Раздел 1. Введение в дисциплину. Раздел 2. Компьютерные технологии в научной деятельности. Раздел 3. Моделирование в науке. Раздел 4. Компьютеризированный эксперимент. Раздел 5. Средства и системы коммуникации в науке. Интернет. Раздел 6. Средства визуализации результатов научных исследований. Раздел 7. Применение в научных исследованиях пакетов прикладных программ универсального назначения.

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-2.

Формы контроля.

Форма текущего контроля: лабораторные занятия, междисциплинарные проекты.

Промежуточная аттестация - экзамен (1 семестр).

Б1.В.ОД.03. Молекулярная электроника

Цели и задачи учебной дисциплины: формирование знаний в области физики и технологии молекулярной электроники, механизмов переноса заряда в материалах молекулярной электроники .

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: классификацию материалов молекулярной электроники; основные применения молекулярной электроники;

уметь: различать механизмы переноса заряда в материалах молекулярной электроники;

владеть: навыками применения полученных знаний в профессиональной деятельности.

Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина включена в число обязательных дисциплин вариативной части блока Б1; для ее усвоения требуются знания основных разделов математики, информатики и квантовой механики.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Введение: предмет молекулярной электроники; преимущества устройств молекулярной электроники. Раздел 2. Материалы молекулярной электроники: полимерная электроника (строение и свойства полимеров; полупроводниковые и проводящие полимеры); аллотропные модификации углерода; ароматические соединения; жидкие кристаллы; механизмы переноса заряда в молекулярных материалах (внутримолекулярный и межмолекулярный перенос заряда). Раздел 3. Молекулярная макроэлектроника: гибкая электроника (полимерный полевой транзистор, полимерные фотоприемники, OLED, полностью полимерные интегральные схемы); применение проводящих полимеров (полимерные электрические контакты, антистатические покрытия); аккумуляторные батареи на основе полимеров. Раздел 4. Молекулярная наноэлектроника: молекулярный выпрямитель; молекулярные транзисторы.

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-6.

Формы текущей аттестации: опрос, лабораторные занятия.

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет (1 семестр).

Б1.В.ОД.04. Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы

Цель изучения дисциплины.

Целью дисциплины «Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы» является формирование специальных знаний в области физико-технологического проектирования как неотъемлемой и обязательной части всего маршрута проектирования проборов и устройств нанoeлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники;
- методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств;

уметь:

- использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности проектных работ при создании проборов и устройств электроники и нанoeлектроники;
- разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и нанoeлектроники;

владеть:

- 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.

Дисциплина «Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1 ООП подготовки магистров по программе **Интегральная электроника и нанoeлектроника** направления **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**.

Структура дисциплины. Дисциплина состоит из десяти разделов. Раздел 1. Введение в проектирование и технологию элементной базы электроники и нанoeлектроники. Раздел 2. Модели процессов термического окисления. Раздел 3. Моделирование процесса диффузии. Раздел 4. Модели процесса ионного легирования. Раздел 5. Модели процессов обработки кремния. Раздел 6. Основы приборно-технологического проектирования в специализированном пакете Sentaurus (ISE TCAD). Раздел 7. Моделирование технологии элементной база микрoeлектроники и твердотельной электроники в специализированном пакете Sentaurus (ISE TCAD). Раздел 8. Создание и моделирование приборов микрoeлектроники и твердотельной электроники в специализированном пакете Sentaurus (ISE TCAD). Раздел 9. Моделирование термомеханических, электрических, оптических и магнитных явлений в полупроводниковых структурах. Раздел 10. Проектирование элементов и технологических процессов изготовления сверх- и ультрабольших интегральных схем.

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: : ПК-2, ПК-3, ПК-7, ПК-8.

Формы контроля.

Форма текущего контроля: тестирование, практические (семинарские) занятия, курсовая работа. Промежуточная аттестация - экзамен (2 семестр).

Б1.В.ОД.5 Квантовые и нейрокompьютеры

Цель изучения дисциплины.

Целью освоения дисциплины является знакомство с основами построения и функционирования квантовых и нейросетевых информационных систем; показать преимущества квантовых и нейрокompьютеров при решении NP–плохо формализуемых и эвристических задач; научить использовать возможности параллельных алгоритмов в исследовательской и производственной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: представление квантовых состояний и операторов, квантовые алгоритмы;

уметь: решать практические задачи аппроксимации функций, классификации данных, распознавания образов, комбинаторной оптимизации, прогнозирования и сжатия информации;

владеть: основными навыками моделирования ИНС и квантовых вычислений средствами современных нейрокompьютеров.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).

Дисциплина включена в число обязательных дисциплин вариативной части блока Б1, 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 нейрокompьютеров. 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:

общепрофессиональные компетенции: ОПК-1;
 профессиональные компетенции: ПК-2, ПК-7.

Формы контроля.

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

Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (1 семестр).

Б1.В.ОД.06. Моделирование приборов нанoeлектроники в специализированных пакетах

Цель изучения дисциплины. Цель – формирование знаний и умений, необходимых для разработки устройств на основе элементов нанoeлектроники.

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 моделирования приборов нанoeлектроники;

приобрести: опыт деятельности: в проектировании приборов нанoeлектроники.

Задача дисциплины - изучение принципов поведенческого моделирования приборов нанoeлектроники с использованием языка проектирования аппаратуры VHDL-AMS.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП). Дисциплина включена в число обязательных дисциплин вариативной части блока Б1, для ее усвоения требуются знания основных разделов математики, информатики и квантовой механики.

Дисциплина формирует у обучающихся знания и умения, которые облегчают и улучшают освоение дисциплины Б1.В.ОД.7 Проектирование и технология ультрабольших интегральных схем.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Основы языка VHDL: Алфавит языка VHDL. Типы данных. Основные операторы языка: условный оператор, оператор цикла, оператор процесса, неявные формы оператора процесса. Понятие последовательных и параллельных операторов. Модельное время. Сигналы. Атрибуты сигналов. Структурное и поведенческое описание в VHDL. Общая структура проекта в VHDL. Процедуры и функции. Функция разрешения. Раздел 2. Основы языка VHDL-AMS: Новые классы данных в VHDL-AMS: quantity. Объявление quantity типа across и through. Описание уравнений модели, использование оператора выбора. Необходимое количество уравнений. Задание начальных условий – оператор break. Связь между цифровой и аналоговой частями модели. Раздел 3. Моделирование цифровых блоков ИС: Моделирование логических вентилей, триггеров, сумматоров, мультиплексоров. Раздел 4. Моделирование аналоговых блоков ИС: Моделирование тепловых эффектов в VHDL-AMS: представление теплопроводности и теплоемкости в виде сосредоточенных элементов. Анализ учета влияния тепловых эффектов на результаты моделирования. Способы представления распределенных моделей в VHDL-AMS с использованием систем ОДУ. Раздел 5. VHDL в специализированных программных пакетах: VHDL в Multisim: создание и использование VHDL-компонентов, функциональная верификация VHDL-модели; Electrical VLSI Design System: автоматический синтез топологии на основе VHDL-модели. Свободные программные пакеты для VHDL и VHDL-AMS симуляции.

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-3, ПК-7, ПК-8.

Формы контроля.

Формы текущего контроля: рефераты, лабораторные занятия. Промежуточная аттестация - экзамен (2 семестр).

Б1.В.ОД.07. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства

Цель изучения дисциплины.

Формирование комплекса знаний, навыков и умений, необходимых для решения практических задач в области оптоэлектроники.

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.

Дисциплина включена в число обязательных дисциплин вариативной части блока Б1, для ее усвоения требуются знания основных разделов математики, информатики и квантовой механики.

Дисциплина расширяет и дополняет знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.ОД.2 Элементная база наноэлектроники.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Введение: Области применения устройств оптоэлектроники. Перспективы решения проблемы межсоединений при помощи оптоэлектроники. Раздел 2. Схемотехника оптоэлектронных приборов: Потенциометрическая и мостовая схема включения фоторезистора. Управление фоторезистором при помощи каскада на МОП-транзисторе. Включение фоторезистора в цепь обратной связи ОУ. Коррекция частотной характеристики фоторезистора. Управление чувствительностью фотоприемника на основе фоторезистора. Схемы включения фотодиодных фотоприемников: трансимпедансный усилитель; усилитель с частотно-корректирующей цепью; схема усилителя с подавлением сигнала фоновой засветки; усилитель на трех ОУ. Шумовые характеристики усилителей сигнала фотодиода. Особенности включения лавинных фотодиодов. Схемы фотоприемников на фототранзисторах: с плавающей базой; с повышенным быстродействием. Раздел 3. Элементная база оптических цифровых процессоров: Память на основе эффекта полностью оптического перемагничивания. Голографическая память. Поверхностно-излучающие лазеры с вертикальным резонатором (VCSEL). Спазеры. Оптические переключатели (S-SEED, VCSG, SMZ). Система оптических межсоединений (оптические волноводы, микрзеркала). Раздел 4. Архитектура оптических цифровых процессоров: Оптическая реализация логических операций. Арифметические вычисления. Оптическая реализация умножения вектора на матрицу. Оптическая реализация быстрого преобразования Фурье. Общая структура оптического процессора. Раздел 5. Практическая реализация оптических цифровых процессоров: Макеты цифровых оптических компьютеров: макет фирмы Bell, макет DOC-II. Первый коммерческий оптический процессор EnLight256. Перспективы создания цифровых оптических процессоров.

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-6, ПК-8.

Формы контроля.

Формы текущего контроля: тестирование, рефераты, практические занятия.

Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (2 семестр).

Б1.В.ОД.08. Проектирование и технология ультрабольших интегральных схем

Цель изучения дисциплины.

Целью дисциплины «Проектирование и технология ультрабольших интегральных схем» является формирование специальных знаний в области физико-технологического проектирования как неотъемлемой и обязательной части всего маршрута проектирования проборов и устройств ультрабольших интегральных схем.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы УБИС с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств;

уметь: использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности проектных работ при создании элементной базы УБИС; разрабатывать физические и математические модели проборов и устройств ультрабольших интегральных схем;

владеть: методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов ультрабольших интегральных схем.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.

Дисциплина «Проектирование и технология ультрабольших интегральных схем» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1 основной образовательной программы подготовки магистров по программе **Интегральная электроника и наноэлектроника** направления **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**.

Для освоения дисциплины «Проектирование и технология ультрабольших интегральных схем» необходимы знания, умения и компетенции, полученные при изучении соответствующих дисциплин основной образовательной программы бакалавра по направлению **Электроника и наноэлектроника**.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Введение. Современное состояние проектирования изделий микро- и наноэлектроники в мире и в России. Раздел 2. Проектирование биполярных транзисторов для УБИС с малыми размерами элементов. Раздел 3. Проектирование МОП транзисторов для УБИС с малыми размерами элементов. Раздел 4. Проектирование полевых транзисторов с управляющим переходом металл-полупроводник. Раздел 5. Проектирование гетероструктурных полевых транзисторов. Раздел 6. Проектирование гетероструктурных биполярных транзисторов. Раздел 7. Проектирование пассивных элементов УБИС. Раздел 8. Ограничения минимальных размеров быстродействия и степени интеграции УБИС.

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-3, ПК-7, ПК-8.

Формы контроля.

Формы текущего контроля: лабораторные занятия. Промежуточная аттестация - зачет (3 семестр).

Б1.В.ОД.09. Компьютерное моделирование электронной структуры наносистем

Цель изучения дисциплины.

Цель изучения дисциплины – подготовка обучающихся к самостоятельной работе по получению новых знаний и навыков в области компьютерного моделирования наносистем, необходимых для успешного применения последних достижений современной наноэлектроники и нанотехнологии в практической деятельности.

При изучении курса ставятся следующие задачи:

- формирование комплекса теоретических знаний об основных моделях и методах моделирования, применяемых в наноэлектронике и нанотехнологии;
- приобретение практических навыков моделирования параметров наносистем и процессов в них протекающих.

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

знать основные модели и методы моделирования, применяемые в наноэлектронике и нанотехнологии;

уметь применять модели и методы моделирования для расчета параметров наносистем и моделирования процессов в них протекающих;

владеть современными программными средствами для моделирования электронной структуры наносистем.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1 основной образовательной программы подготовки магистров по программе **Интегральная электроника и наноэлектроника** направления 11.04.04 Электроника и наноэлектроника.

Структура дисциплины.

Основные положения квантовой механики. Постулаты квантовой механики. Соотношения неопределенностей. Вариационный метод. Теория возмущений.

Одноэлектронные атомы. Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Атомные орбитали. Угловые моменты атома. Спин электрона.

Многоэлектронные атомы. Метод самосогласованного поля Хартри. Принцип Паули в определителе Слэтера. Метод Хартри-Фока. Энергетические уровни многоэлектронных атомов.

Расчетные методы квантовой химии. Неэмпирические методы. Энергия электронной корреляции. Полуэмпирические методы. Приближение нулевого дифференциального перекрытия. Методы CNDO, INDO, MINDO, MNDO. Теория функционала плотности.

Программный комплекс Gaussian. Области применения программного комплекса Gaussian. Редактор GaussView. Основы работы в редакторе GaussView и программном комплексе Gaussian. Примеры расчетов основных характеристик молекулярных и наносистем.

Углеродные наноматериалы. Фуллерены, нанотрубки, графен строение, применение, области применения.

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: ОПК-1; ПК-2, 3.

Формы контроля.

Формы текущего контроля: практические (семинарские) занятия, курсовая работа. Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (3 семестр).

Б1.В.ДВ.1.1 Элементная база нанoeлектроники

Цель изучения дисциплины.

Цель – формирование знаний и умений, необходимых для разработки устройств на основе элементов нанoeлектроники.

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 моделирования приборов нанoeлектроники;

приобрести: опыт деятельности в проектировании приборов нанoeлектроники.

Задачи дисциплины: изучение принципа работы и технологии производства элементов нанoeлектроники, освоение SPICE-моделирования элементов нанoeлектроники.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Введение: Проблемы, возникающие при переходе к наноразмерам электронных приборов. Понятие нанoархитектуры. Раздел 2. Основы языка SPICE: Общая структура SPICE-описания. Описание основных компонентов электрической цепи. Директивы анализа электрической цепи. Директивы вывода результатов. Директива описания моделей. Раздел 3. Металлизация в ультрабольших интегральных схемах: Технологии металлизации УБИС на основе меди Damascene и Dual Damascene. High-k и Low-k диэлектрики. Альтернативные подходы к системе межсоединений УБИС: межсоединения на основе углеродных нанотрубок, 3D-интеграция. Модели металлизации в УБИС: сосредоточенная и распределенная RC-модели; RLC –модель (эффекты линии передач; согласование сопротивлений источника, проводника и нагрузки). SPICE-модели металлизации. Раздел 4. Классический нано-МОП транзистор: Классическая структура и технология изготовления МОП-транзистора в глубоко субмикронной области. Альтернативные технологии нано-МОП транзисторов. Короткоканальные эффекты в нано-МОП транзисторах. SPICE-модели МОП-транзисторов. Базовая модель Шихмана-Ходжеса. Модель BSIM4.6, учет короткоканальных эффектов при длине канала менее 100 нм. Раздел 5. FinFET-транзисторы: Устройство и принцип работы FinFET. Технология FinFET. Логические элементы на основе FinFET. Топология FinFET. Электрические характеристики и модель BSIMCMG. Альтернативные технологии с длиной канала менее 28 нм: FDSOI. Раздел 6. Приборы на основе наногетероструктур: Устройство и принцип работы HEMT: гетеропереходы на основе полупроводников A3B5, двумерный электронный газ, рост подвижности носителей в гетероструктурах A3B5. Физическая модель HEMT-транзистора. SPICE-моделирование HEMT-транзисторов. MMIC на основе HEMT-транзисторов. Устройство и принцип работы HBT-транзисторов. HBT-транзисторы на основе A3B5 и SiGe. SPICE-модели HBT-транзисторов Mextram 504 и VBiC.

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, 8.

Формы контроля. Форма текущего контроля: рефераты, лабораторные занятия. Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (1 семестр).

Б1.В.ДВ.1.2. Введение в физику графенов

Цель изучения дисциплины.

Целью освоения дисциплины является обучение основам моделирования свойств графеновых структур.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: экспериментальные данные по строению, свойствам и применению графенов в электронике;

уметь: решать задачи моделирования свойств графенов при помощи ЭВМ, для чего в самостоятельную работу обучающихся включается написание программ для представляемых в лекциях математических моделей;

владеть: основными методами вычисления электронных и электрофизических характеристик графеновых структур.

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**.

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Физика конденсированного состояния», «Кристаллография и кристаллохимия», «Квантовая механика».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при проведении практик, научно-исследовательских работ и выполнении магистерской диссертации.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Известные экспериментальные данные о свойствах графенов. Раздел 2. Существующие и возможные области применения графенов. Раздел 3. Методы вычисления электронного строения графенов. Раздел 4. Программные комплексы, позволяющие моделировать электронные свойства графенов. Раздел 5. Моделирование тепловых колебаний в решетке графена. Раздел 6. Квантовые эффекты, наблюдаемые в графенах.

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-6.

Формы контроля.

Формы текущего контроля: практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (2 семестр).

Б1.В.ДВ.2.1. Квантовая физика наносистем

Цель освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний и формирование целостного представления о квантовых основах физики наносистем.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:

- квантово-физические основы современной электроники и наноэлектроники;
- особенности свойств электронов в низкоразмерных полупроводниковых системах;
- принципы создания и функционирования приборов на основе наносистем.

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина по выбору вариативной части блока дисциплин Б1, реквизит Б1.В.ДВ.1.1.

3. Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Квантовые основы физики наносистем: размерное квантование, интерференционные эффекты, туннелирование. Основные типы наноструктур и их квантово-механические модели. Раздел 2. Электронные свойства квантовых низкоразмерных систем. Энергетический спектр и волновые функции двумерного (2D), одномерного (1D) и нульмерного (0D) электронного газа. 2D- и 1D-подзоны размерного квантования. Распределение плотности состояний в структурах с квантовыми ямами, в квантовых нитях и квантовых точках. Равновесные концентрации электронов в системах пониженной размерности. Раздел 3. Кинетические эффекты в двумерных наноструктурах. Время релаксации и подвижность носителей в двумерном электронном газе. Механизмы рассеяния. Кинетические явления в двумерных структурах. Модулированное легирование. Полевые транзисторы на электронах с высокой подвижностью. Баллистический транспорт. Приборы на основе баллистического транспорта. Целочисленный и дробный квантовый эффект Холла. Раздел 4. Оптика квантовых структур, свойства гетероструктур. Гетеролазеры на межзонных переходах, униполярные лазеры. Фотонные кристаллы. Возможность реализации лазерной генерации в непрерывном режиме при комнатной температуре. Каскадные лазеры на межзонных переходах в системе квантовых ям.

Раздел 5. Кулоновская блокада Одноэлектронный транзистор. Устройства на основе одноэлектронных транзисторов.

Раздел 6. Магнитные наноструктуры. Гигантское магнетосопротивление наноструктур, элементы записи, хранения и считывания информации. Инжекция спиновых токов как основа нового класса приборов.

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.

Формы контроля. Текущая аттестация – опрос, практические занятия. Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (1 семестр).

Б1.В.ДВ.2.2. Нелинейная динамика и самоорганизация в нанотехнологии

Цель изучения дисциплины.

Изучение закономерностей процессов самоорганизации в нелинейных динамических системах различной природы. Овладение методами моделирования, прогнозирования и управления процессами сборки и самосборки атомов и молекул небологических объектов для создания наноматериалов с заданными свойствами.

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: применять основные понятия теории самоорганизации в своей профессиональной сфере;

владеть: фундаментальными знаниями в области нелинейной динамики и теории самоорганизации с учетом последних достижений фундаментальной науки.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).

Дисциплина " Нелинейная динамика и самоорганизация в нанотехнологии" является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 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 4 основных разделов: 1.Эффекты самоорганизации в биологических, химических, физических системах: ячейки Бенара, лазер как самоорганизующаяся система, реакция Белоусова-Жаботинского, морфогенез биологических структур, самопроизвольное наноструктурирование. 2. Основные понятия теории хаоса: понятие нелинейной динамической системы, фазовое пространство, основные виды фазовых траекторий, странные аттракторы, автоколебания, детерминированный хаос, фракталы, бифуркации, сценарии перехода к хаосу, синхронизация нелинейных динамических систем. 3. Термодинамика и статистическая механика малых систем: наноразмерные термодинамические системы, понятие неэкстенсивных систем, энтропия по Цалису, равновесные и неравновесные фазовые переходы в наносистемах. 4. Сборка и самосборка: использование СТМ для позиционной сборки; «строительные блоки» наносистем, самосборка по Лену.

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.

Формы контроля. Текущая аттестация – опрос, практические занятия. Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (1 семестр).

Б1.В.ДВ.3.1. Основы микро- и наносистемной техники

Цель изучения дисциплины - формирование знаний в области технологических операций микроформообразования и формирования наносистем, базовых физических принципов функционирования компонентов микро- и наносистемной техники, проектирования изделий микро- и наносистемной техники.

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 микросистемной техники;

приобрести: опыт деятельности: в проектировании устройств микросистемной техники.

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**.

Дисциплина дополняет знания и умения, которые приобретают обучающиеся при изучении дисциплин Б1.В.ОД.1 Проектирование и технология электронной компонентной базы, Б1.В.ОД.7 Проектирование и технология ультрабольших интегральных схем, Б1.В.ОД.6 Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Введение: Предмет микро- и наносистемной техники. Классификация микросистем. Тенденции развития микро- и наносистемной техники. Раздел 2. Технологии микрообработки: Технологии объемной микрообработки. Изотропное и анизотропное травление. Передне- и заднесторонняя объемная микрообработка. Стоп-слои. LIGA-технология. Принципы поверхностной микрообработки. Жертвенные слои. MUMPs- технология: набор физических слоев, литографические процессы, описание основных технологических этапов. SUMMiT-технология: набор физических слоев, литографические процессы, описание основных технологических этапов. Химико-механическая полировка. Технологии срачивания пластин. Раздел 3. Элементы, компоненты и устройства микросистемной техники: Актюаторные элементы микросистемной техники: термоактюатор, термопневматический актюатор, пьезоэлектрический актюатор, электростатический актюатор, магнитный актюатор. Сенсоры угловых скоростей: волоконный оптический гироскоп; микромеханические гироскопы. Интегральные микродвигатели: электростатические воздушные планарные микродвигатели; электростатические диэлектрические планарные микродвигатели; пьезоэлектрические микродвигатели. Интегральная оптика: микроволноводы, интегральные микрзеркала. Классификация микронасосов. Электрогидродинамические микронасосы. Механические микронасосы с пассивными клапанами. Механические микронасосы с активными клапанами. Микроаналитические системы. Раздел 4. Проектирование микросистем: Расчет механических свойств элементов микросистем. Метод конечных элементов. Основные уравнения для деформаций и смещений элементов микросистем. Триангуляция конструкции. Задание граничных условий. Матрица жесткости линейного упругого элемента. Матрица жесткости системы упругих элементов. Матрица жесткости стержневого элемента.

Матрица жесткости при произвольном расположении элементов на плоскости. Расчет механических свойств плоского кронштейна. Матрица жесткости балочного элемента. Конечные элементы для плоских задач. Специализированные программные пакеты для расчета механических свойств микросистем. Моделирование микросистем с использованием VHDL-AMS. Возможности языка VHDL-AMS. Алфавит и основные операторы языка VHDL-AMS. Разработка топологии компонентов и устройств микросистемной техники. Раздел 5. Основные технологические процессы изготовления элементов наносистемной техники: Зондовые технологии формирования наносистем. Самосборка. Формирование периодических структур с использованием самоорганизации. Методы нанолитографии. Формирование наноструктур методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Раздел 6. Элементы и устройства наносистемной техники: Наносенсоры. Сенсоры на основе природных наноматериалов. Биосенсоры. Наномеханизмы. Основные подходы к разработке нанороботов: наноактюаторы и нанодвижители; алгоритмы управления и программирования; сборка.

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.

Формы текущего контроля: рефераты, лабораторные занятия. Промежуточная аттестация - зачет (2 семестр).

Б1.В.ДВ.3.2 Трехмерные интегральные схемы

Цель изучения дисциплины.

Формирование знаний в области технологических операций трехмерной интеграции, базовых принципов расчета тепловых процессов в трехмерных ИС, расширения функциональности ИС за счет применения компонентов микросистемной техники.

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 интегральных схем и устройств микросистемной техники;

приобрести: опыт деятельности: в проектировании интегральных схем и устройств микросистемной техники.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.

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

Дисциплина дополняет знания и умения, которые приобретают обучающиеся при изучении дисциплин Б1.В.ОД.1 Проектирование и технология электронной компонентной базы, Б1.В.ОД.7 Проектирование и технология ультрабольших интегральных схем, Б1.В.ОД.6 Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Введение: Преимущества трехмерной интеграции ИС. Классификация трехмерных ИС. Раздел 2. Технологии создания трехмерных ИС: Утонение пластин. Технологии сращивания пластин. Система переходных отверстий (TSV). Совмещение пластин. Проблема охлаждения трехмерных ИС. Thermal Vias. Проблемы проектирования трехмерных ИС. Расширение функциональности ИС за счет трехмерной интеграции. Раздел 3. Технологии создания микросистемных компонентов трехмерных ИС: Технологии объемной микрообработки: изотропное и анизотропное травление, LIGA-технология. Принципы поверхностной микрообработки. MUMPs- технология и SUMMiT-технология: набор физических слоев, литографические процессы, описание основных технологических этапов. Химико-механическая полировка. Раздел 4. Компоненты микросистемной техники в составе трехмерных ИС: Актюаторные элементы микросистемной техники: Микромеханические гироскопы. Интегральные микродвигатели: электростатические воздушные планарные микродвигатели; электростатические диэлектрические планарные микродвигатели; пьезоэлектрические микродвигатели. Интегральная оптика: микроволноводы, интегральные микрозеркала. Механические микронасосы с активными и пассивными клапанами. Микроаналитические системы. Раздел 5. Особенности проектирования трехмерных ИС: Расчет плотности Thermal Vias. Расчет тепловых полей в трехмерной ИС. Метод конечных элементов. Оптимизация распределения элементов между слоями ИС. Проектирование топологии элементов микросистемной техники.

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-4;

профессиональные компетенции: ПК-1, ПК-8.

Формы контроля. Формы текущего контроля: тестирование, рефераты. Промежуточная аттестация - зачет (2 семестр).

Б1.В.ДВ.4.1. Углеродная наноэлектроника**Цель изучения дисциплины.**

Целью дисциплины является обучение основам функционирования электронных приборов, выполненных на основе углеродных наноматериалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: свойства современных углеродных наноматериалов, преимущества этих материалов перед классическими функциональными материалами электроники, теоретические основы функционирования приборов углеродной наноэлектроники;

уметь: анализировать новые конструкции, технологии и идеи функционирования устройств углеродной электроники;

владеть: основными методами вычисления электронных и электрофизических характеристик приборов углеродной наноэлектроники.

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**.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из девяти разделов. Раздел 1. Проблемы современных технологий производства электронных приборов. Раздел 2. Углеродные наноматериалы, их классификация и свойства. Раздел 3. Квантовые эффекты, применяемые в приборах нового поколения. Раздел 4. Использование углеродных наноматериалов в роли металлизации. Раздел 5. Использование углеродных нанотрубок для производства устройств отображения информации. Раздел 6. Транзисторы на углеродных наноматериалах. Раздел 7. Элементы памяти на углеродных наноматериалах. Раздел 8. Сенсоры на основе углеродных наноматериалов. Раздел 9. Прочие приборы на углеродных наноматериалах.

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, ОПК-4;

профессиональные компетенции: ПК-6.

Формы контроля. Формы текущего контроля: коллоквиум, тестирование, практические (семинарские) занятия. Промежуточная аттестация - зачет (3 семестр).

Б1.В.ДВ.4.2. Сенсоры на основе природных материалов

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.

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: инпедансная 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:

профессиональные компетенции: ПК-6, ПК-8.

Формы контроля. Текущая аттестация – рефераты, опрос, практические занятия. Промежуточная аттестация - зачет (3 семестр).

Б1.В.ДВ.5.1. Магнитные материалы и спинтроника**Цель изучения дисциплины.**

Изучение основных типов наномагнитных материалов и структур, эффектов наномagnetизма и приборов спинтроники.

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 спинтроники;

владеть: фундаментальными знаниями в области спинтроники с учетом последних достижений фундаментальной науки.

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: 1. Основные типы магнетизма: диамагнетизма парамагнетизма, ферромагнетизма, базовые характеристические параметры, домены, доменные стенки 2. Классификация магнитных материалов: ферромагнетизма (металлы и сплавы на их основе), полупроводники, ферроикки, стекла. 3. Наномагнитные материалы и структуры: наночастицы, композитные материалы, гетероструктуры ФМ-ПП, мультислойные структуры. 4. Гигантское магнетосопротивление: механизмы ГМС, приборы на основе ГМС. 5. Основные типы приборов спинтроники: спиновые вентили, спиновые транзисторы.

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-6.

Формы контроля. Текущая аттестация – опрос, практические занятия. Промежуточная аттестация - зачет (3 семестр).

Б1.В.ДВ.5.2. Основы физики фотонных кристаллов

Цель изучения дисциплины.

Цель изучения дисциплины – фундаментальная подготовка в области перспективного направления оптоэлектроники, формирование умений и навыков, направленных на решение практических задач фотоники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

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.

Место дисциплины в структуре 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**. Дисциплина формирует у обучающихся знания и умения, расширяющие знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.ОД.4 Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Введение: Понятие фотонного кристалла, классификация фотонных кристаллов. Исторические сведения. Устройства на основе фотонных кристаллов. Раздел 2. Матричная теория многослойной оптики: Волновая матрица передачи. Матрица рассеяния. Формулы Эйри. Внеосевые волны в слоистых средах. Применение матричного метода к изучению интерферометра Фабри-Перо. Брэгговская решетка и ее изучение матричным методом. Раздел 3. Одномерные фотонные кристаллы: Моды Блоха: аксиальные, нормальные, внеосевые. Фотонная запрещенная зона. Дисперсионное соотношение и фотонная зонная структура. Решение задачи на собственные значения и моды Блоха матричным методом. Фурье-оптика периодических сред. Раздел 4. Двумерные и трехмерные фотонные кристаллы: Двумерные периодические и ко-сопериодические структуры. Зонная структура двумерного фотонного кристалла. Трехмерные фотонные кристаллы: структура кристаллов (яблоновит, поленница), моды Блоха, структура фотонных зон. Раздел 5. Технологии получения фотонных кристаллов: Методы оптической литографии. Глубокая литография для получения МЭМС-структур. Голографическая литография. Формирование микроструктур при фотоотверждении полимеров. Раздел 6. Узкополосные фильтры. Коммутаторы. Активные элементы оптоэлектронных процессоров. Объемные резонаторы лазеров. Оптоволокно.

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-6.

Формы контроля.

Формы текущего контроля: тестирование, рефераты. Промежуточная аттестация - зачет (3 семестр).

Б1.В.ДВ.6.1. Методы математического моделирования

Цель изучения дисциплины. Целями освоения дисциплины являются: расширить представления обучающихся о моделировании как методе научного познания, привить представления о математике как науке об абстрактных понятиях и структурах, моделирующих те или иные стороны реального мира, ознакомить с использованием компьютера как средства познания и научно-исследовательской деятельности, сформировать у обучающегося навыки решения задач на ЭВМ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: методы синтеза и исследования моделей;

уметь: адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе математического моделирования; осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы; применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач; решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя;

владеть: методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области; практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП). Дисциплина «Методы математического моделирования» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 основной образовательной программы подготовки магистров по программе **Интегральная электроника и наноэлектроника** направления **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 основной образовательной программы бакалавра по направлению **Электроника и наноэлектроника**.

Структура дисциплины. Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Основные понятия метода моделирования. Способы моделирования. Классификация моделей. Раздел 2. Методы моделирования. Технологии моделирования. Раздел 3. Математическое моделирование сложных систем и их элементов. Раздел 4. Модели динамических систем. Раздел 5. Математическое моделирование по экспериментальным данным. Раздел 6. Математические модели в научных исследованиях.

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.

Формы контроля.

Форма текущего контроля: практические (семинарские) занятия, междисциплинарные проекты. Промежуточная аттестация - дифференцированный зачет.

Б1.В.ДВ.6.2. Моделирование процессов нелинейной динамики

Цель изучения дисциплины. Целями освоения дисциплины являются: расширить представления обучающихся о моделировании процессов нелинейной динамики как методе научного познания, привить представления о математике как науке об абстрактных понятиях и структурах, моделирующих те или иные стороны реального мира, ознакомить с использованием компьютера как средства познания и научно-исследовательской деятельности, сформировать у обучающегося навыки решения задач на ЭВМ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: методы синтеза и исследования моделей процессов нелинейной динамики;

уметь: адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов нелинейной динамики на основе математического моделирования; осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой нелинейной динамической системы; применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач; решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя;

владеть: методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области; практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП). Дисциплина «Моделирование процессов нелинейной динамики» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 основной образовательной программы подготовки магистров по программе **Интегральная электроника и наноэлектроника** направления **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 основной образовательной программы бакалавра по направлению **Электроника и наноэлектроника**.

Структура дисциплины. Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Основные понятия метода моделирования. Способы моделирования. Классификация моделей. Раздел 2. Методы моделирования. Технологии моделирования. Раздел 3. Математическое моделирование сложных систем и их элементов. Раздел 4. Модели динамических систем. Раздел 5. Математическое моделирование по экспериментальным данным. Раздел 6. Математические модели в научных исследованиях.

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.

Формы контроля.

Форма текущего контроля: практические (семинарские) занятия, опрос. Промежуточная аттестация - дифференцированный зачет (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; ОПК-5

Формы контроля. Текущая аттестация – опрос, практические занятия. Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (3 семестр).

ФТД.1 Элементная база ультрабольших интегральных схем

Цель изучения дисциплины.

Цель – формирование у обучающихся комплекса знаний в области физических основ микроэлектроники, необходимых для решения проблем исследования, конструирования, изготовления и применения электронных устройств со сверхвысокой и ультравысокой степенями интеграции.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: тенденции и перспективы развития электроники и микроэлектроники, а также смежных областей науки и техники; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы УБИС с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств;

уметь: использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности проектных работ при создании элементной базы УБИС; разрабатывать физические и математические модели проборов и устройств ультрабольшой интегральной схем;

владеть: методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов ультрабольшой интегральной схем.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).

Спецкурс относится факультативным дисциплинам. Дисциплина формирует у обучающихся комплекс знаний в области физических основ микроэлектроники, необходимых для решения проблем исследования, конструирования, изготовления и применения электронных устройств со сверхвысокой и ультравысокой степенями интеграции.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Введение. Современное состояние микроэлектроники в мире и в России. Раздел 2. Биполярные транзисторы для УБИС с малыми размерами элементов. Раздел 3. МОП транзисторы для УБИС с малыми размерами элементов. Раздел 4. Полевые транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник (МeП). Раздел 5. Гетероструктурные полевые транзисторы (ГMeП). Раздел 6. Гетероструктурные полевые транзисторы (ГMeП). Раздел 7. Пассивные элементы УБИС. Раздел 8. Ограничения минимальных размеров быстродействия и степени интеграции УБИС.

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.

Формы контроля.

Формы текущего контроля: тестирование, рефераты. Промежуточная аттестация - зачет (2 семестр).

Аннотации программ практик

Аннотация программы учебной практики по получению первичных профессиональных умений и 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 научных исследованиях.

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 микроэлектроника, на основе изучения современного прикладного и специализированного программного обеспечения профильной кафедры физики полупроводников и микроэлектроники.

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 «Интегральная электроника и микроэлектроника».

3. Время проведения учебной практики

Учебная практика проводится на выпускающей кафедре физики полупроводников и микроэлектроники 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 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 учебной практики о получении первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, общекультурные и общепрофессиональные 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 аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5).

Аннотация программы научно-исследовательской работы

1. Цели научно-исследовательской работы

Целями 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 «Интегральная электроника и наноэлектроника».

2. Задачи научно-исследовательской работы

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

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

сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;

разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов;

использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем;

разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере;

подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары;

фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности;

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 полупроводников и микроэлектроники ВГУ или на предприятиях, представляющих электронную промышленность и связанных с разработкой, изготовлением или исследованиями 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 НИР, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (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 отечественной и зарубежной интегральной электроники и нанoeлектроники; - систематизация и обобщение научно-технической информации по теме исследований	288	Рабочие записи для оформления отчета
3	<i>Экспериментально-исследователь-</i>	- теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач	864	Рабочие записи для оформления
4	<i>Заключительный этап</i>	- подготовка и написание отчета о выполнении НИР	144	Отчет по практике.

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 НИР обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, общекультурные и профессиональные компетенции:

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);

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 аргументированно

защищать результаты выполненной работы (ОПК-5);

научно-исследовательская деятельность:

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);

проектно-конструкторская деятельность:

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

Научно-исследовательский семинар

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 магистров навыков научных коммуникаций, публичного обсуждения результатов своей научно-исследовательской работы на ее различных этапах.

Задачами научно-исследовательского семинара являются:

1. Ознакомление магистров с актуальными научными проблемами в рамках выбранной ими программы и направления обучения.

2. Формирование у магистров навыков научно-исследовательской работы, ее планирования, проведения, формирования научных выводов.

3. Представление и публичное обсуждение промежуточных результатов научных исследований магистров.

4. Итоговая апробация результатов научных исследований магистров, представляемая в форме научных докладов.

Сроки проведения научно-исследовательского семинара:

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

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

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

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

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:

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);

научно-исследовательская деятельность:

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 1 1/3 зачетных единиц, 72 часа.

НИС является обязательной формой аудиторных занятий обучающихся, входит в учебный план подготовки магистров.

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

Перечень примерных тем НИС

1. Приборно-технологическое проектирование приборов твердотельной электроники в среде САПР TCAD.
2. СВЧ LDMOS-транзисторы.
3. Прогнозирование нелинейных динамических систем с помощью искусственных нейронных сетей.
4. Квантовые схемы.
5. Углеродные нанотрубки в наноэлектронике.
6. Нейромемристорные структуры и мемэлементы для электроники.
7. Молекулярно-динамическое моделирование нелинейных процессов.
8. Материалы для наноэлектроники.
9. Датчики и сенсоры на основе перспективных материалов.
10. Элементы интегральных схем с субмикронными размерами: ограничения и перспективы развития.

НИС проводится в рамках магистерской программы обучения, выбранной обучающимися. Формами проведения НИС являются:

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

Содержание конкретных форм НИС определяется и утверждается выпускающей кафедрой физики полупроводников и микроэлектроники.

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 магистров; научная конференция магистров; 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 дифференцированного 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:

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.

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 полупроводников и микроэлектроники физического факультета университета по приборно-технологическому и топологическому проектированию современных изделий электронной техники;

- 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 обучающихся (в часах)	Формы текущего контроля
1	Организационные мероприятия	Инструктажи по технике безопасности. Знакомство с коллективом специалистов лаборатории по проектированию приборов электронной техники	9	Опрос с отметкой в журнале по ТБ
2	Приборно-технологическое проектирование в САПР	Обзорные лекции по основам работы в среде приборно-технологического проектирования	9	опрос
		Моделирование топологии и технологии дискретной электронной компонентной базы	18	Результаты моделирования

		Моделирование электрофизических параметров дискретной электронной компонентной базы	18	Результаты моделирования
		Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы, разрабатываемой в организации	27	Результаты 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 данной 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:

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

а) научно-исследовательская деятельность:

- 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 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);

б) проектно-конструкторская деятельность:

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

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 являются:

- 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 полупроводников и микроэлектроники физического факультета университета по приборно-технологическому и топологическому проектированию современных изделий электронной техники;
- 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 отчетную 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 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
История и методология науки и техники в области электроники	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218)
Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218)
Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218)
Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации	Лингафонный кабинет с пакетами аудио и видео кассет	ауд. № 231
Физика приборов нанoeлектроники	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 138: цифровые осциллографы АК ИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебно-измерительный комплекс NI Elvis II (1 шт.), лабораторный стенд для исследования полупроводниковых свойств твердых тел (1 шт), лабораторный стенд для исследования биполярных структур (1 шт.); Arduino Uno с набором датчиков (6 шт.); тестовая плата ПЛИС Altera MAX II (1 шт.); компьютеры Pentium Dual Core (5 шт.)	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория спецпрактикумов кафедры физики ПП и МЭ (ауд. 138)
Компьютерные технологии в научных исследованиях	Ауд. 138: цифровые осциллографы АК ИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебно-измерительный комплекс NI Elvis II (1 шт.), лабораторный стенд для исследования полупроводниковых свойств твердых тел (1 шт), лабораторный стенд для исследования биполярных структур (1 шт.); Arduino Uno с набором датчиков (6 шт.); отладочная плата на базе ПЛИС Altera MAX II (1 шт.); компьютеры Pentium Dual Core (5 шт.)	Лаборатория спецпрактикумов кафедры физики ПП и МЭ (ауд. 138)
Молекулярная электроника	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 55: Анализатор размеров наночастиц Photocor Mini – 1 шт; ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22 – 1 шт.; микроинтерферометр МИИ4 – 1 шт.; компьютер Pentium Dual Core – 1 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория функцио-

		нальных наноматериалов кафедры физики ПП и МЭ (ауд. 55)
Приборно-технологическое проектирование электронной компонентной базы	Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.; Ауд. 138: цифровые осциллографы АКИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебно-измерительный комплекс NI Elvis II (1 шт.), лабораторный стенд для исследования полупроводниковых свойств твердых тел (1 шт), лабораторный стенд для исследования биполярных структур (1 шт.); Arduino Uno с набором датчиков (6 шт.); отладочная плата на базе ПЛИС Altera MAX II (1 шт.); компьютеры Pentium Dual Core (5 шт.); Ауд. 107 (пр-т Революции, 24): установка вакуумная УВН-2М с магнетронным устройством; эллипсометр Э-3; печь «Изоприн»; микроинтерферометр МИИ-4; милливольтметр В3-38; вольтметр В7-16А; измеритель Л2-56; турбомолекулярный насос; генератор УВ-1	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146); Лаборатория спецпрактикумов кафедры физики ПП и МЭ (ауд. 138); Лаборатория неразрушающих методов контроля им. проф. Ю.И.Урывского (ауд. 107, пр-т Революции, 24)
Квантовые и нейрокомпьютеры	Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Моделирование приборов нанoeлектроники в специализированных пакетах	Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства	Ауд. 138: цифровые осциллографы АКИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебно-измерительный комплекс NI Elvis II (1 шт.), лабораторный стенд для исследования полупроводниковых свойств твердых тел (1 шт), лабораторный стенд для исследования биполярных структур (1 шт.); Arduino Uno с набором датчиков (6 шт.); отладочная плата на базе ПЛИС Altera MAX II (1 шт.); компьютеры Pentium Dual Core (5 шт.)	Лаборатория спецпрактикумов кафедры физики ПП и МЭ (ауд. 138)
Проектирование и технология ультрабольших интегральных схем	Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Компьютерное моделирование электронной структуры наноси-	Ауд. .55: Анализатор размеров наночастиц Photocor Mini – 1 шт; ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22 – 1 шт.; микроинтерферометр	Лаборатория функциональных наноматериалов

стем	МИИ4 – 1 шт.; компьютер Pentium Dual Core – 1 шт.	кафедры физики ПП и МЭ (ауд. 55)
Элементная база наноэлектроники	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 55: Анализатор размеров наночастиц Photocor Mini – 1 шт.; ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22 – 1 шт.; микроинтерферометр МИИ4 – 1 шт.; компьютер Pentium Dual Core – 1 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория функциональных наноматериалов кафедры физики ПП и МЭ (ауд. 55)
Введение в физику графенов	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Квантовая физика наносистем	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Нелинейная динамика и самоорганизация в нанотехнологии	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Основы микро- и наносистемной техники	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)

Трёхмерные интегральные схемы	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Углеродная наноэлектроника	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 55: Анализатор размеров наночастиц Photocor Mini – 1 шт.; ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22 – 1 шт.; микроинтерферометр МИИ4 – 1 шт.; компьютер Pentium Dual Core – 1 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория функциональных наноматериалов кафедры физики ПП и МЭ (ауд. 55)
Сенсоры на основе природных наноматериалов	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 55: Анализатор размеров наночастиц Photocor Mini – 1 шт.; ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22 – 1 шт.; микроинтерферометр МИИ4 – 1 шт.; компьютер Pentium Dual Core – 1 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория функциональных наноматериалов кафедры физики ПП и МЭ (ауд. 55)
Магнитные материалы и спинтроника	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Основы физики фотонных кристаллов	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Методы математического моделирования	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ

		(ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Моделирование процессов нелинейной динамики	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)
Тренинг общения	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218)
Элементная база ультрабольших интегральных схем	Ауд. 218: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E; Ауд. 146: Компьютер Pentium Dual Core – 10 шт.	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ (ауд.218); Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования (ауд. 146)

Кадровое обеспечение**Кадровое обеспечение**

Кадровое обеспечение образовательного процесса

Привлечено 16 преподавателей
Всего

Имеют ученую степень, ученое звание 15, из них
докторов наук, профессоров 2;
ведущих специалистов 4.

93,75% преподавателей имеют ученую степень, звание; 10,6% преподавателей привлечены из ведущих специалистов, что соответствует требованиям стандарта.

Все преподаватели на регулярной основе занимаются научно-методической деятельностью