

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  
\_\_\_\_\_ 2017 года



**Основная образовательная программа  
высшего образования**

Направление подготовки

**03.04.02 ФИЗИКА**

Академическая магистерская программа

**Физика наносистем**

Квалификация - **магистр**

Форма обучения - очная

## СОДЕРЖАНИЕ

1.1. Основная образовательная программа магистратуры, реализуемая ФГБОУ ВО «ВГУ» по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА , программа «Физика наносистем» .....	3
1.2. Нормативные документы для разработки ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика.....	3
1.3. Общая характеристика основной образовательной программы высшего образования	4
1.3.1. Цель реализации ООП .....	4
1.3.2. Срок освоения ООП.....	4
1.3.3. Трудоемкость ООП.....	4
1.4. Требования к абитуриенту.....	4
2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА .....	5
2.1. Область профессиональной деятельности выпускника .....	5
2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника.....	5
2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника.....	5
2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника.....	5
3. Планируемые результаты освоения ООП .....	7
4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА.....	25
4.1. Годовой календарный учебный график.....	25
4.2. Учебный план .....	25
4.3. Аннотации программ учебных курсов, дисциплин.....	25
4.4. Аннотации программ производственной практики и организации научно-исследовательской работы студентов.....	25
4.4.1 Программа научно-исследовательской работы .....	25
4.4.2. Программа производственной научно-исследовательской практики.....	26
4.4.3. Программа научно-исследовательского семинара.....	26
5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА.....	27
6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников .....	29
7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика.....	30
7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация.....	30
7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников ООП магистратуры .....	30
8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся.....	32
Приложение 1 МАТРИЦА соответствия требований, составных частей ООП и оценочных средств .....	33
Приложение 2 Годовой календарный учебный график .....	36
Приложение 3 Учебный план.....	38
Приложение 4 Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин .....	41
Приложение 5 Аннотации программ производственных практик .....	68
Приложение 6 Библиотечно-информационное обеспечение.....	79
Приложение 7 Материально-техническое обеспечение.....	81
Приложение 8 Кадровое обеспечение .....	85

## 1 Общие положения

### 1.1. Основная образовательная программа магистратуры, реализуемая ФГБОУ ВО «ВГУ» по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА, программа «Физика наносистем»

#### Квалификация, присваиваемая выпускникам - магистр

Основная образовательная программа, реализуемая в Воронежском государственном университете по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА по академической магистерской программе Физика наносистем, 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 03.04.02 Физика

Нормативные документы для разработки ООП ВО по направлению подготовки **03.04.02 Физика**:

- 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 **03.04.02 ФИЗИКА** высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.10.2014, №1407;

- Приказ Минобрнауки Российской Федерации от 19.12.2013 №1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;

- иные нормативные акты Министерства образования и науки Российской Федерации.

Подготовка ведётся в соответствии:

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

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

- учебный план подготовки магистров по направлению **03.04.02 Физика**;

- 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 — 2015 Система менеджмента качества. Государственная итоговая аттестация. Структура и содержание государственных аттестационных испытаний по направлению подготовки 03.04.02 – Физика, Магистратура. Высшее образование, утвержденный приказом ректора от 04.02.2016, № 0051;

- Положение о порядке проведения практик в Воронежском государственном университете по направлению подготовки 03.04.02 Физика. Высшее образование, утвержденное приказом ректора от 04.02.2016, № 0051.

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

#### **1.3.1. Цель реализации ООП**

ООП ВО направления подготовки **03.04.02 ФИЗИКА** по академической магистерской программе Физика наносистем 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 **03.04.02 ФИЗИКА** 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 **03.04.02 ФИЗИКА** 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 физики наносистем.

#### **1.3.2. Срок освоения ООП**

Срок освоения ООП ВО по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА - 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 03.04.02 ФИЗИКА**

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

В соответствии с ФГОС ВО по данному направлению **03.04.02 ФИЗИКА** подготовки областью профессиональной деятельности магистра является все виды наблюдающихся в природе физических явлений, процессов и структур; решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области физики как самостоятельной области знаний.

Выпускник направления **03.04.02 ФИЗИКА** по магистерской программе Физика наносистем может осуществлять профессиональную деятельность на промышленных предприятиях различных форм собственности и в научно-исследовательских организациях, занимающихся решением физических проблем области физики наносистем, в учреждениях системы высшего и среднего профессионального образования, среднего общего образования

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

Объектами профессиональной деятельности выпускника по академической магистерской программе Физика наносистем подготовки в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению являются: физические системы и явления различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования, физические, инженерно-физические, физико-медицинские и природоохранительные технологии, физическая экспертиза и мониторинг.

### **2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 03.04.02 ФИЗИКА выпускник подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности:

- научно-исследовательской;
- научно-инновационной;
- организационно-управленческой;
- педагогическая деятельность.

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

Магистр по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности и академической магистерской программой Физика наносистем:

*научно-исследовательская деятельность:*

- проведение научных исследований поставленных проблем;
- формулировка новых задач, возникающих в ходе научных инноваций;
- работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной педагогикой;
- проведение физических исследований по заданной тематике;
- выбор технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках;
- выбор необходимых методов исследования;
- анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники.

*научно-инновационная деятельность:*

- применение результатов научных исследований в инновационной деятельности;
- разработка новых методов инженерно-технологической деятельности;
- участие в формулировке новых задач и разработке новых методических подходов в научно-инновационных исследованиях;
- обработка и анализ полученных данных с помощью современных технологий.

*организационно-управленческая деятельность:*

- участие в организации научно-исследовательских и научно-инновационных работ, контроль за соблюдением техники безопасности;
- участие в организации семинаров, конференций;
- составление рефератов, написание и оформление научных статей;
- участие в подготовке заявок на конкурсы грантов и оформлении научно-технических проектов, отчетов и патентов;
- участие в организации инфраструктуры предприятий, в том числе информационной и технической

*педагогическая деятельность:*

- подготовка и ведение семинарских занятий и лабораторных практикумов;
- руководство научной работой.

### 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 демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (ОК-1);

способностью демонстрировать углубленные знания в области гуманитарных и экономических наук (ОК-2);

способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение (ОК-3);

способностью использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОК-4);

способностью порождать новые идеи (ОК-5);

способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности (ОК-6);

способностью адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (ОК-7);

способностью к коммуникации в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, свободное владение русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-8);

способностью к активной социальной мобильности, способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способностью к управлению научным коллективом (ОК-9);

способностью использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-10).

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

способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (ПК-1);

способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (ПК-2).

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать основными профессиональными компетенциями, соответствующими виду профессиональной деятельности, на которую ориентирована программа академической магистратуры Физика наносистем:

*научно-исследовательская деятельность:*

способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (ПК-3);

способностью и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (ПК-4);

способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (ПК-5);

а также дополнительными профессиональными компетенциями по следующему виду деятельности:

*научно-инновационная деятельность:*

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (ПК-6);

способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (ПК-7);

способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов (ПК-8);

*организационно-управленческая деятельность:*

способностью организовать и планировать физические исследования (ПК-9);

способностью организовать работу коллектива для решения профессиональных задач (ПК-10);

*педагогическая деятельность:* (ПК-11).

На основе требований ФГОС ВО и рекомендаций данной ООП по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА 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.	Б1.Б.1 Философские проблемы естествознания	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-6; ОК-7; ОК-10; ПК-8; ПК-11	<p>ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук</p> <p>ОК-2 способность демонстрировать углубленные знания в области гуманитарных и экономических наук</p> <p>ОК-3 способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение</p> <p>ОК-4 способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов</p> <p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ОК-7 способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p> <p>ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p> <p>ПК-8 способность проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов</p> <p>ПК-11 педагогическая</p>	<p>Задачи учебной дисциплины:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимание философских концепций естествознания, овладение основными методами научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени;</li> <li>- самостоятельное приобретение с помощью информационных технологий и использование в практической деятельности новых знаний и умений;</li> <li>- расширение и углубление научного мировоззрения;</li> <li>- овладение современной научной парадигмой, системным представлением о динамике развития избранной области научной и профессиональной деятельности;</li> <li>- использование понятийного аппарата философии для решения профессиональных задач и разработки концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач;</li> <li>- умение видеть междисциплинарные связи изучаемых дисциплин и понимание их значения для будущей профессиональной деятельности;</li> <li>- умение организовать и проводить научные исследования.</li> </ul>

2.	Б1.Б.2 Иностранный язык в профессиональной сфере	ОК-2; ОК-8; ОК-10	<p>ОК-2 способность демонстрировать углубленные знания в области гуманитарных и экономических наук</p> <p>ОК-8 способность к коммуникации в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, свободное владение русским и иностранным языками как средством делового общения</p> <p>ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p>	<p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование способности к интеллектуальному, культурному, нравственному, физическому и профессиональному саморазвитию и самосовершенствованию; способности к достижению целей и критическому переосмыслению накопленного опыта; способности к письменной и устной коммуникации на государственном и иностранном языках, готовность к работе в иноязычной среде.</p>
3.	Б1.Б.3 Современные проблемы физики	ОК-1; ОК-6; ОК-7; ОК-10; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-6; ПК-8; ПК-11	<p>ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук</p> <p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ОК-7 способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p> <p>ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-3 научно-исследовательская деятельность: способность самостоятельно ставить</p>	<p>В результате изучения курса студенты должны:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современное состояние развития и проблемы физики.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт;</li> <li>- анализировать состояние научно-технической проблемы;</li> <li>- определять цели и осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами и средствами решения основных проблем в своей предметной области;</li> <li>- современными методами и средствами организации и проведения экспериментальных исследований.</li> </ul>

			<p>конкретные задачи научных исследований в области физики</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p> <p>ПК-8 способность проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов</p> <p>ПК-11 педагогическая</p>	
4.	Б1.Б.4 История и методология физики	<p>ОК-1; ОК-3; ОК-4; ОК-6; ОК-7; ОК-10; ПК-2; ПК-6; ПК-8; ПК-11</p>	<p>ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук</p> <p>ОК-3 способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение</p> <p>ОК-4 способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов</p> <p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ОК-7 способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p> <p>ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших дости-</p>	<p>В результате изучения курса студенты должны получить ясное представление о науке, ее развитии и роли, которую она выполняет в обществе, получить сведения об основных проблемах развития физики, научиться выделять на каждом этапе этого развития методологические аспекты, понять, как решение методологических вопросов помогает преодолению трудностей в науке и, в конечном итоге, становится механизмом дальнейшего развития знаний.</p>

			жений физики в своей научно-исследовательской деятельности ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач ПК-8 способность проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов ПК-11 педагогическая	
5.	Б1.Б.5 Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации	ОК-2; ОК-8; ПК-11	ОК-2 способность демонстрировать углубленные знания в области гуманитарных и экономических наук ОК-8 способность к коммуникации в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, свободное владение русским и иностранным языками как средством делового общения ПК-11 педагогическая	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: - теорию и практику коммуникации, культуру устного и письменного делового общения; - нормы литературного языка, правила построения текста; - основные правила делового общения; - особенности убеждающего выступления; Уметь: - правильно оформлять результаты мыслительной деятельности в письменной и устной речи; - эффективно взаимодействовать с партнером по общению в разных ситуациях общения; - оформлять, представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы. Владеть: - средним типом речевой культуры личности; - научным стилем речи; - этикетом невербального общения; - служебным этикетом; - навыками работы в коллективе.
6.	Б1.Б.6 Компьютерные технологии в науке и образовании	ОК-3; ОК-6; ПК-5	ОК-3 способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей лично-	Основной задачей курса является формирование у студента представления об информационных технологиях, применяемых при обработке результатов научных исследований, сборе, хранения, обработке и передаче информации; свободного использования методов информатизации науки и образования при проведении самостоятельных научных исследований и в обучении; умение использовать современные прикладные программные комплексы и программы статистической обработки данных в своей будущей профессиональной деятельности.

			сти ПК-5 способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки	
7.	Б1.В.ОД.1 Практикум по дифракционным методам анализа наноразмерных объектов	ОК-1; ОК-3; ОК-5; ОК-6; ОК-9; ОК-10; ПК-1; ПК-3; ПК-9	ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук ОК-3 способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение ОК-5 способность порождать новые идеи ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности ОК-9 способность к активной социальной мобильности, способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способность к управлению научным коллективом ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач ПК-3 научно-исследовательская деятельность: способность самостоятельно ставить	Изучившие курс должны Знать теоретические основы и области применения методов исследования в физике конденсированного состояния вещества. Уметь реализовать возможности, заложенные в аппаратуру для проведения спектральных измерений путем реализации описанных и разработки новых методик Уметь установить и запустить в работу новый прибор, распознать и, по возможности, устранить наиболее распространенные неисправности. Владеть спектрофотометрическими методами качественного и количественного определения веществ в различных объектах.

			<p>конкретные задачи научных исследований в области физики</p> <p>ПК-9 организационно-управленческая деятельность: способность организовать и планировать физические исследования</p>	
8.	Б1.В.ОД.2 Технология наноструктур и наноматериалов	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>В результате освоения дисциплины магистрант должен:</p> <p>знать: методы получения наноструктурированных материалов, особенности различных методов получения наноматериалов, области применения этих методов;</p> <p>уметь: производить выбор оптимального метода формирования наноструктуры, предназначенной для создания различных устройств;</p> <p>владеть: навыками выбора оптимальной технологии формирования наноструктурированного материала.</p>
9.	Б1.В.ОД.3 ИК спектроскопия систем пониженной размерности	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>Изучившие курс должны:</p> <p>Знать теоретические основы спектроскопии в инфракрасной области, применение спектроскопии в физике конденсированного состояния вещества.</p> <p>Уметь реализовать возможности, заложенные в аппаратуру для проведения спектральных измерений путем реализации описанных и разработки новых методик. Уметь установить и запустить в работу новый прибор, распознать и, по возможности, устранить наиболее распространенные неисправности.</p> <p>Владеть спектроскометрическими методами качественного и количественного определения веществ в различных объектах.</p>
10.	Б1.В.ОД.4 Моделирование наносистем	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей лично-</p>	<p>В результате изучения курса студент должен:</p> <p>знать:</p> <p>основные положения, принципы и методы вычислительной физики;</p>

			<p>сти</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>особенности основных моделей и алгоритмов, используемых в вычислительной нанофизике; характеристики и практические аспекты применения основных программных пакетов для компьютерного моделирования наносистем.</p> <p>уметь:</p> <p>выбирать адекватный метод для моделирования наносистем,</p> <p>пользоваться стандартными программными пакетами для моделирования наносистем,</p> <p>интерпретировать результаты расчета.</p>
11.	Б1.В.ОД.5 Квантовая теория систем многих частиц	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>В результате освоения дисциплины «Квантовая теория систем многих частиц» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:</p> <p>знать: Метод вторичного квантования; Основные типы представлений (Шредингера, Гейзенберга, взаимодействия); Свойства полевых операторов; Теоремы Гелл-Манна-Лоу и Вика;</p> <p>уметь: Применять метод вторичного квантования; Использовать теорему Вика для вычисления хронологических произведений произвольного числа полевых операторов;</p> <p>владеть: Теоретическим материалом по основным разделам курса в объеме, достаточном для идентификации, описания и объяснения основных свойств многочастичных систем.</p>
12.	Б1.В.ОД.6 Основы проектирования микро- и наносистем	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- состояние и динамику развития современной наноэлектроники;</li> <li>- новые материалы и принципы конструирования в перспективных технологиях микроэлектроники;</li> <li>- современные технологические методы и принципы работы приборов и элементов нанометровых масштабов.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять знания, полученные при изучении курса «Наноэлектроники» при рассмотрении вопросов, связанных теоретическими, экспериментальными и технологи-</li> </ul>

			ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач	ческими аспектами разработки и изготовления наноэлектронных приборов и устройств; Владеть: - специальной терминологией; - навыками решения типовых задач наноэлектроники, связанных с оценочными расчетами физических эффектов, оказывающих влияние на процессы изготовления и функционирования элементов и устройств нанометровых размеров;
13.	Б1.В.ОД.7 Синхротронные исследования наноструктур и наноматериалов	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач	В результате освоения дисциплины “Синхротронные исследования нано-структур и наноматериалов” обучающийся должен: знать: физические явления и понятия в области синхротронного излучения и его современного применения; основные физические законы, лежащие в основе принципов применения синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наноструктур; уметь: выбирать способ применения синхротронного излучения для проведения эффективной диагностики наноматериала или наноструктуры. разбирать и понимать информацию полученную в результате применения синхротронного излучения, с учетом его специфики и специфики изучаемого объекта. владеть: физическими основами синхротронного излучения. основными принципами генерации синхротронного излучения. основными подходами к изучению локального атомного и электронного строения, фазового состава поверхности и приповерхностных слоев при помощи расширенного функционала методов использующих синхротронное излучение.
14.	Б1.В.ОД.8 Основные материалы наноэлектроники	ОК-6; ПК-1; ПК-2	ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: - состояние и динамику развития современной наноэлектроники; - новые материалы и принципы конструирования в перспективных технологиях микроэлектроники; - современные технологические методы и принципы работы приборов и элементов нанометровых масштабов.



			ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности	Уметь: - применять знания, полученные при изучении курса «Нано-электроники» при рассмотрении вопросов, связанных теоретическими, экспериментальными и технологическими аспектами разработки и изготовления наноэлектронных приборов и устройств; Владеть: - специальной терминологией; - навыками решения типовых задач наноэлектроники, связанных с оценочными расчетами физических эффектов, оказывающих влияние на процессы изготовления и функционирования элементов и устройств нанометровых размеров;
15.	Б1.В.ОД.9 Физпрактикум по физике наносистем	ОК-1; ОК-3; ОК-5; ОК-7; ОК-9; ОК-10; ПК-9	ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук ОК-3 способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение ОК-5 способность порождать новые идеи ОК-7 способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности ОК-9 способность к активной социальной мобильности, способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способность к управлению научным коллективом ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны ПК-9 организационно-управленческая деятельность: способность организовать и планировать физические исследования	Изучившие курс должны Знать теоретические основы и области применения методов исследования в физике конденсированного состояния вещества. Уметь реализовать возможности, заложенные в аппаратуру для проведения спектральных измерений путем реализации описанных и разработки новых методик Уметь установить и запустить в работу новый прибор, распознать и, по возможности, устранить наиболее распространенные неисправности. Владеть спектрофотометрическими методами качественного и количественного определения веществ в различных объектах.

16.	Б1.В.ОД.10 Магнитные явления в наносистемах	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <p>знать:</p> <p>основы современных физических представлений о магнитных свойствах вещества;</p> <p>наиболее характерные магнитные свойства нанокластеров и наноструктур;</p> <p>основные области применения магнитных наноматериалов;</p> <p>уметь: строить петли магнитного гистерезиса однодоменной частицы в зависимости от ориентации частицы во внешнем магнитном поле.</p>
17.	Б1.В.ОД.11 Методы нанодиагностики	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физические законы, лежащие в основе современных методов исследования поверхности твердых тел;</li> <li>- принципы и режимы работы вторично-ионного масс-спектрометра (ВИМС), растрового электронного оже-спектрометра, растрового электронного микроскопа, метода Резерфордского обратного рассеяния (РОР);</li> <li>- общую методику физического эксперимента с использованием установок для исследования свойств поверхности.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- произвести выбор метода и тип прибора для получения информации о составе и структуре поверхности объектов микро и нанoeлектроники.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расшифровки рентгеновских и оже-спектров, приемами проведения количественного анализа химического состава поверхности.</li> </ul>
18.	Б1.В.ДВ.1.1 Физика нанoeлектронных структур	ОК-6; ПК-1; ПК-2	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p>	<p>Магистрантам необходимы базовые знания и навыки по изучаемому предмету, как в теоретическом, так и в экспериментальном плане.</p>

			<p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p>	
19.	Б1.В.ДВ.1.2 Фракталы в природе и физике	ОК-6	ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности	Магистрантам необходимы базовые знания и навыки по изучаемому предмету, как в теоретическом, так и в экспериментальном плане.
20.	Б1.В.ДВ.2.1 Физика поверхностей	ОК-6; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>В процессе изучения дисциплины, учащиеся получают сведения о структуре и фундаментальных физических процессах на поверхностях конденсированных сред и границах раздела, знакомятся с современными технологиями полупроводниковых сверхрешеток, магнитных мультислойных и других структур, физическими методами исследований структуры, элементного и химического состава поверхности.</p> <p>Учащиеся приобретают практические навыки работы на современных технологических установках, использования физических методов исследования поверхности и границ раздела.</p>
21.	Б1.В.ДВ.2.2 Дополнительные главы нелинейной динамики твердого тела	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	Магистрантам необходимы базовые знания и навыки по изучаемому предмету, как в теоретическом, так и в экспериментальном плане.

22.	Б1.В.ДВ.3.1 Компьютерной моделирование физического процессов	ОК-1; ОК-3; ОК-5; ОК-6; ОК-10; ПК-5	<p>ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук</p> <p>ОК-3 способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение</p> <p>ОК-5 способность порождать новые идеи</p> <p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p> <p>ПК-5 способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки</p>	<p>В результате изучения курса студент должен:</p> <p>знать:</p> <p>основные методы квантово-механических расчетов; основные программные пакеты для квантово-механических расчетов.</p> <p>уметь: моделировать свойства отдельных молекул и периодических кристаллических структур, проводить вычислительный эксперимент в данной предметной области, используя при этом программные пакеты для квантово-механических расчетов.</p> <p>владеть: программным обеспечением, позволяющим моделировать отдельные молекулы и периодические кристаллические структуры.</p>
23.	Б1.В.ДВ.3.2 Специальный физический практикум	ОК-1; ОК-3; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ОК-10; ПК-3	<p>ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук</p> <p>ОК-3 способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение</p> <p>ОК-5 способность порождать новые идеи</p> <p>ОК-6 способность совершенствовать и раз-</p>	<p>В результате изучения курса студент должен знать основные численные методы, используемые в физике твердого тела.</p> <p>Уметь моделировать физические процессы, протекающие в твердых телах, с помощью численных методов.</p> <p>Владеть языком программирования Pascal.</p>

			<p>вивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ОК-7 способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p> <p>ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p> <p>ПК-3 научно-исследовательская деятельность: способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики</p>	
24.	Б1.В.ДВ.4.1 Нанoeлектроника	ОК-1; ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук</p> <p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <p>состояние и динамику развития современной наноэлектроники;</p> <p>новые материалы и принципы конструирования в перспективных технологиях микроэлектроники;</p> <p>физические ограничения в технологии производства ИС, а также ограничения на размеры элементов, накладываемые механизмом их работы;</p> <p>современные технологические методы и принципы работы приборов и элементов нанометровых масштабов.</p> <p>Уметь:</p> <p>применять знания, полученные при изучении курса «Наноэлектроники» при рассмотрении вопросов, связанных теоретическими, экспериментальными и технологическими аспектами разработки и изготовления наноэлектронных приборов и устройств;</p> <p>использовать для этого методы и знания, полученные при изучении других физических и математических дисциплин.</p> <p>Владеть:</p> <p>специальной терминологией;</p> <p>навыками решения типовых задач наноэлектроники, свя-</p>

				<p>занных с оценочными расчетами физических эффектов, оказывающих влияние на процессы изготовления и функционирования элементов и устройств нанометровых размеров;</p> <p>навыками проведения экспертной оценки новых устройств и технологий нанoeлектроники.</p>
25.	Б1.В.ДВ.4.2 Кооперативные явления в твердых телах	ОК-1; ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук</p> <p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <p>основные понятия и теории кооперативных явлений в твердых телах.</p> <p>физические ограничения в технологии производства ИС, а также ограничения на размеры элементов, накладываемые механизмом их работы;</p> <p>Уметь:</p> <p>использовать для этого методы и знания, полученные при изучении других физических и математических дисциплин.</p> <p>Владеть:</p> <p>специальной терминологией; навыками проведения экспертной оценки новых устройств и технологий.</p>
26.	Б1.В.ДВ.5.1 Фотоника и фотонные кристаллы	ОК-6; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>знать: Понятие фотонного кристалла, классификация фотонных кристаллов Устройство приборов на основе фотонных кристаллов Основы физики фотонных кристаллов Технологии получения фотонных кристаллов.</p> <p>уметь: анализировать принципы работы устройств на основе фотонных кристаллов, Методы оптической литографии, глубокой литография для получения МЭМС-структур, голографической литографии.</p> <p>владеть: навыками решения практических задач по разработке узкополосных фильтров, коммутаторов, активных элементов оптоэлектронных процессоров, объемных резонаторов, лазеров, оптоволоконных систем.</p>
27.	Б1.В.ДВ.5.2 Спектроскопия твердого тела	ОК-6; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и</p>	<p>Магистрантам необходимы базовые знания и навыки по изучаемому предмету, как в теоретическом, так и в экспериментальном плане.</p>

			<p>физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>Задачами курса являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение физических принципов, техники и основных методических подходов использования спектроскопии в научных и материаловедческих целях.</li> <li>2. Практическое усвоение методик нестационарной спектроскопии процессов в материалах.</li> </ol>
28.	Б1.В.ДВ.6.1 Квантовая физика наносистем	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач</p>	<p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <p>знать: основы наноэлектроники и основы квантовой физики микромира; ознакомиться с основными разделами курса “квантовая физика наносистем”:</p> <p>особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности; Транспортные явления, Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности, Распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности; основы квантовой физики наносистем (основные формулы и основные определения</p> <p>уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.</p> <p>владеть: навыками использования экспериментальных методов для решения физических задач.</p>
29.	Б1.В.ДВ.6.2 Физика наноструктур	ОК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-6	<p>ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>ПК-1 общепрофессиональными: способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности</p> <p>ПК-6 научно-инновационная деятельность: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-</p>	<p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <p>знать: основы наноэлектроники и основы квантовой физики микромира; ознакомиться с основными разделами курса “физика наноструктур”.</p> <p>уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.</p> <p>владеть: навыками использования экспериментальных методов для решения физических задач.</p>

			инновационных задач	
30.	ФТД.1 Проблемы электронного строения современных материалов	ПК-2; ПК-3	ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности ПК-3 научно-исследовательская деятельность: способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики	Целью изучения электронного строения современных материалов состоит в том чтобы студенты получили представление о связи фундаментальных свойств кристаллов и аморфных твердых тел с их атомным строением; о влиянии ближнего и дальнего порядка на электронную структуру твердого тела, его кристаллическое строение, тип химической связи и структурный тип вещества.



#### **4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА**

В соответствии с п.39 Типового положения о вузе и ФГОС ВО направления подготовки **03.04.02 ФИЗИКА** содержание и организация образовательного процесса при реализации данной ООП ВО по академической магистерской программе Физика наносистем 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 **03.04.02 ФИЗИКА** (академическая магистерская программа Физика наносистем) 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 производственной практики и организации научно-исследовательской работы студентов**

###### **4.4.1 Программа научно-исследовательской работы**

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

научно-исследовательская работа: 1 семестр, продолжительность 2 недели (108 часов, 3 зачетных единицы);

научно-исследовательская работа: 2 семестр, продолжительность 3 недели (162 часа, 5 зачетных единиц);

научно-исследовательская работа: 3 семестр, продолжительность 2,333 недели (126 часов, 4 зачетных единиц);

научно-исследовательский семинар: 1 семестр, продолжительность 2/3 недели (36 часов, 1 зачетная единица);

научно-исследовательский семинар: 2 семестр, продолжительность 2/3 недели (36 часов, 1 зачетная единица);

научно-исследовательский семинар: 3 семестр, продолжительность 2/3 недели (36 часов, 1 зачетная единица).

#### **4.4.2. Программа производственной научно-исследовательской практики**

При реализации данной ООП ВО предусматриваются:

производственная научно-исследовательская практика: 2 семестр, продолжительность 6 1/3 недель (342 часа, 9,5 зачетных единицы);

производственная научно-исследовательская практика: 3 семестр, продолжительность 4 недели (216 часов, 6 зачетных единиц);

производственная научно-исследовательская практика: 4 семестр, продолжительность 12 1/3 недель (666 часов, 18,5 зачетных единиц);

преддипломная практика: 4 семестр, продолжительность 4 недели (216 часов, 6 зачетных единиц);

#### **4.4.3. Программа научно-исследовательского семинара**

При реализации данной ООП предусматриваются научно-исследовательский семинар:

научно-исследовательский семинар: 1 семестр, продолжительность 2/3 недели (36 часов, 1 зачетная единица);

научно-исследовательский семинар: 2 семестр, продолжительность 2/3 недели (36 часов, 1 зачетная единица);

научно-исследовательский семинар: 3 семестр, продолжительность 2/3 недели (36 часов, 1 зачетная единица).

## 5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА

Ресурсное обеспечение данной ООП формируется на основе требований к условиям реализации ООП ВО, определяемых ФГОС ВО по направлению подготовки **03.04.02 Физика**, с учетом рекомендаций соответствующей ООП.

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

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

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

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

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

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

Допускаются комбинированные формы проведения занятий:

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

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

Учебно-методическое обеспечение ООП направления **03.04.02 ФИЗИКА** подготовки магистров в полном объеме содержится в рабочих программах дисциплин, фонде оценочных средств, программах практик и итоговой аттестации.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Управление по социальной и воспитательной работе (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). Организуются 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 03.04.02 Физика**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению **03.04.02 ФИЗИКА** и Типовым положением о вузе оценка качества освоения обучающимися ООП академической магистратуры по программе Физика наносистем 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 **03.04.02 ФИЗИКА** для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации созданы соответствующие фонды оценочных средств, разработанные на основе Положения П ВГУ 2.1.0 – 2014 О формировании фонда оценочных средств для аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования Воронежского государственного университета, утвержденного приказом ректора от 14.06.2014 № 373.

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

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

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

На основе Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации, требований ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки разработаны и утверждены требования к содержанию, объему и структуре выпускных квалификационных работ: Стандарт СТ СТ ВГУ 2.1.02 110404М — 2015 Система менеджмента качества. Государственная итоговая аттестация. Структура и содержание государственных аттестационных испытаний по направлению подготовки 03.04.02 – Физика, Магистратура. Высшее образование, утвержденный приказом ректора от 04.02.2016, № 0051.

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

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе академической магистерской подготовки Физика наносистем, 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 и соответствуют тематике работы кафедры.

Непосредственное руководство магистрами осуществляется только руководителями, имеющими ученую степень.

Порядок защиты ВКР устанавливается Ученым советом факультета.

Рекомендуется следующая процедура:

- устное сообщение автора ВКР (10-15 минут);
- вопросы членов ГАК и присутствующих на защите;
- отзыв руководителя ВКР в устной или письменной форме;
- отзыв рецензента ВКР в устной или письменной форме;
- ответ автора ВКР на вопросы и замечания;
- дискуссия;
- заключительное слово автора ВКР;

В своем отзыве руководитель ВКР обязан:

- определить степень самостоятельности студента в выборе темы, поисках материала, методики его анализа;
- оценить полноту раскрытия темы студентом;
- установить уровень профессиональной подготовки выпускника, освоением комплекса теоретических и практических знаний, широту научного кругозора студента либо определить степень практической ценности работы.

Рецензент в отзыве о ВКР оценивает:

- степень актуальности и новизны работы;
- четкость формулировок цели и задач исследования;
- степень полноты обзора научной литературы;
- структуру работы и ее правомерность;
- надежность материала исследования - его аутентичность, достаточный объем;
- научный аппарат работы и используемые в ней методы;
- теоретическую значимость результатов исследования;
- владение стилем научного изложения;
- практическую направленность и актуальность проекта.

Отзыв завершает вывод о соответствии работы основным требованиям, предъявляемым к ВКР данного уровня. Оценка за ВКР выставляется ГАК с учетом предложений рецензента и мнения руководителя. При оценке ВКР учитывается:

- содержание работы;
- ее оформление;
- характер защиты.

## 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.

Программа составлена: кафедрой физики твердого тела и наноструктур

Программа одобрена научно-методическим советом физического факультета

Декан физического факультета \_\_\_\_\_ /А.М. Бобрешов/

Зав. кафедрой физики

твердого тела и наноструктур \_\_\_\_\_ /Е.Н. Бормонтов/

Куратор программы \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /









## Приложение 2

## Годовой календарный учебный график

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Профиль:

Физика наносистем

Квалификация:

Магистр

Срок обучения: 2 года

Форма обучения: очная

Мес	Сентябрь				Октябрь				Ноябрь				Декабрь				Январь				Февраль				Март				Апрель				Май				Июнь				Июль				Август									
Числа	1-7	8-14	15-21	22-28	29-5	6-12	13-19	20-26	27-2	3-9	10-16	17-23	24-30	1-7	8-14	15-21	22-28	29-4	5-11	12-18	19-25	26-1	2-8	9-15	16-22	23-1	2-8	9-15	16-22	23-29	30-5	6-12	13-19	20-26	27-3	4-10	11-17	18-24	25-31	1-7	8-14	15-21	22-28	29-5	6-12	13-19	20-26	27-2	3-9	10-16	17-23	24-31		
Нед	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
I	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
II	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Обозначения:



- Теоретическое обучение



- Экзаменационная сессия



- Практика (в том числе производственная)



- Выпускная квалификационная работа



- Учебная практика



- НИР



- Гос. аттестация



- Каникулы



- неделя отсутствует

## Сводные данные по бюджету времени (в неделях)

		Курс 1			Курс 2			Курс 5			Курс 6			Итого
		сем. 1	сем. 2	Всего	сем. 1	сем. 2	Всего	сем. 1	сем. 2	Всего	сем. 1	сем. 2	Всего	
	Теоретическое обучение	14 1/3	14	28 1/3	12		12							40 1/3
Э	Экзаменационные сессии	2 1/3	1 2/3	4	2		2							6
Н	Научно-исследовательская работа	1	2 1/3	3 1/3	1 1/3		1 1/3							4 2/3
	Научно-исследовательская работа (рассред.)	1 2/3	1 1/3	3	1 2/3		1 2/3							4 2/3
П	Производственная практика		6 1/3	6 1/3	4	16 1/3	20 1/3							26 2/3
Г	Гос. экзамены и/или защита диссертации					4	4							4
К	Каникулы	2	5	7	2	8 2/3	10 2/3							17 2/3
<b>Итого</b>		21 1/3	30 2/3	52	23	29	52							104
Студентов								12			12			
Групп								1			1			

## Учебный план

## 1 курс

№	Индекс	Наименование	Семестр 1										Семестр 2										Итого за курс										Каф.	Семестры
			Контроль	Часов						ЗЕТ	Неделя	Контроль	Часов						ЗЕТ	Неделя	Контроль	Часов						ЗЕТ	Неделя					
				Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	Контр оль				Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	Контр оль				Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	Контр оль			Всего				
ИТОГО				<b>900</b>								<b>25</b>	19 1/3		<b>1332</b>								<b>37</b>	25 2/3		<b>2 232</b>							<b>62</b>	45
ИТОГО по ООП (без факультативов)				<b>900</b>								<b>25</b>			<b>1260</b>								<b>35</b>			<b>2 160</b>						<b>60</b>		
УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (час/нед)	ООП, факультативы (в период ТО)			<b>48,4</b>											<b>51,7</b>											<b>50</b>								
	ООП, факультативы (в период экз. сес.)			<b>30,9</b>											<b>43,2</b>											<b>37</b>								
	Аудиторная (ООП - физ.к.) (чистое ТО)			<b>17,9</b>											<b>15,8</b>											<b>17</b>								
	Ауд. (ООП - физ.к.) с расср. практ. и НИР Аудиторная (физ.к.)			<b>16,5</b>											<b>14,9</b>											<b>16</b>								
ДИСЦИПЛИНЫ			(Δ)	<b>Δ 144</b>							<b>Δ 54</b>	ТО: 16□ ТО*: 14 1/3□ Э: 2 1/3		<b>Δ 54</b>								<b>Δ 18</b>	ТО: 15 1/3□ ТО*: 14□ Э: 1 2/3		<b>Δ 198</b>						<b>Δ 72</b>	ТО: 31 1/3□ ТО*: 28 1/3□ Э: 4		
		(Предельное)		900							126			846								90			1 746						216			
		(План)		<b>756</b>	<b>256</b>	<b>128</b>	<b>128</b>		<b>428</b>	<b>72</b>	<b>21</b>			<b>792</b>	<b>250</b>	<b>118</b>	<b>132</b>		<b>470</b>	<b>72</b>	<b>22</b>				<b>1 548</b>	<b>506</b>	<b>246</b>	<b>260</b>		<b>898</b>	<b>144</b>	<b>43</b>		
1	Б1.Б.1	Философские проблемы естествознания	За	72	32	32		40		2														За	72	32	32		40		2		109	1
2	Б1.Б.2	Иностранный язык в профессиональной сфере	Экз	144	32	32		76	36	4														Экз	144	32	32		76	36	4		52	1
3	Б1.Б.3	Современные проблемы физики	За КР	72	32	32		40		2														За КР	72	32	32		40		2		55	1
4	Б1.Б.4	История и методология физики	За	72	32	32		40		2														За	72	32	32		40		2		59	1
5	Б1.Б.5	Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации	За	72	16	16		56		2														За	72	16	16		56		2		64	1
6	Б1.Б.6	Компьютерные технологии в науке и образовании											За	72	14	14	58		2					За	72	14	14	58		2			58	2
7	Б1.В.ОД.1	Практикум по дифракционным методам анализа наноразмерных объектов	За	72	32	32		40		2			За0	72	30	30	42		2					За За0	144	62	62		82		4		57	12
8	Б1.В.ОД.8	Основные материалы наноэлектроники	Экз	108	30	30		42	36	3			Экз	108	30	30	42	36	3					Экз	108	30	30		42	36	3		57	2
9	Б1.В.ОД.9	Физпрактикум по физике наносистем	За0	108	44	44		64		3			За0	108	44	44	64		3					За0 Реф	180	76	76		104		5		57	12
10	Б1.В.ОД.11	Методы нанодиагностики	За	72	28	14	14	44		2			За	72	28	14	14	44		2				За	72	28	14	14	44		2		57	2
11	Б1.В.ДВ.1.1	Физика нанoeлектронных структур	За	72	14	14		58		2			За	72	14	14	58		2					За	72	14	14	58		2		60	2	
12	Б1.В.ДВ.1.2	Фракталы в природе и физике	За	72	14	14		58		2			За	72	14	14	58		2					За	72	14	14	58		2		60	2	
13	Б1.В.ДВ.3.1	Компьютерное моделирование физических процессов	За	108	30	30		78		3			За	108	30	30	78		3					За	108	30	30	78		3		57	23	
14	Б1.В.ДВ.3.2	Специальный физический практикум	За	108	30	30		78		3			За	108	30	30	78		3					За	108	30	30	78		3		57	23	
15	Б1.В.ДВ.4.1	Наноэлектроника	За0	72	32	16	16	40		2			За0	72	32	16	16	40		2				За0	72	32	16	16	40		2		57	1
16	Б1.В.ДВ.4.2	Кооперативные явления в твердых телах	За0	72	32	16	16	40		2			За0	72	32	16	16	40		2				За0	72	32	16	16	40		2		57	1
17	Б1.В.ДВ.5.1	Фотоника и фотонные кристаллы	Экз	108	30	30		42	36	3			Экз	108	30	30	42	36	3					Экз	108	30	30		42	36	3		57	2
18	Б1.В.ДВ.5.2	Спектроскопия твердого тела	Экз	108	30	30		42	36	3			Экз	108	30	30	42	36	3					Экз	108	30	30		42	36	3		57	2
19	Б1.В.ДВ.6.1	Квантовая физика наносистем	Экз	108	16	16		56	36	3			Экз	108	16	16	56	36	3					Экз	108	16	16	56	36	3		57	1	
20	Б1.В.ДВ.6.2	Физика наноструктур	Экз	108	16	16		56	36	3			Экз	108	16	16	56	36	3					Экз	108	16	16	56	36	3		57	1	

№	Индекс	Наименование	Семестр 1										Семестр 2										Итого за курс										Каф.	Семестры																																																											
			Контроль	Часы					ЗЕТ	Неделя	Контроль	Часы					ЗЕТ	Неделя	Контроль	Часы					ЗЕТ	Неделя																																																																			
				Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)							СРС	Контр.оль	Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)					СРС	Контр.оль	Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)				СРС	Контр.оль																																																																	
Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	Контр.оль	ЗЕТ	Неделя	Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	Контр.оль	ЗЕТ	Неделя	Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	Контр.оль	ЗЕТ	Неделя																																																																						
ИТОГО			900						25	19 1/3	1332						37	25 2/3	2232						62	45																																																																			
ИТОГО по ООП (без факультативов)			900						25		1260						35		2160						60																																																																				
УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (час/нед)		ООП, факультативы (в период ТО)	48,4								51,7								50																																																																										
		ООП, факультативы (в период экз. сес.)	30,9								43,2								37																																																																										
		Аудиторная (ООП - физ.к.) (чистое ТО)	17,9								15,8								17																																																																										
		Ауд. (ООП - физ.к.) с расср. практ. и НИИ	16,5								14,9								16																																																																										
ДИСЦИПЛИНЫ			Δ 144						Δ 54		Δ 54						Δ 18		Δ 198						Δ 72																																																																				
			900						126		846						90		1746						216																																																																				
			(План)								792	250	118	132	470	72	22		1548	506	246	260	898	144	43																																																																				
21	ФТД.1	Проблемы электронного строения современных материалов									3а	72	30	30		42	2		3а	72	30	30		42	2		57	2																																																																	
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЯ			Экз(2) За(5) ЗаО КР Реф										Экз(2) За(4) ЗаО(2)										Экз(4) За(9) ЗаО(3) КР Реф																																																																						
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА (План)											342						10	6 1/3	342						10	6 1/3																																																																			
Производственная по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности											3а	342						10	6 1/3	3а	342						10	6 1/3	234																																																																
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (План)			144	8				82	4	2 2/3	198	8				64	6	3 2/3	342	16				146	10	6 1/3																																																																			
Научно-исследовательская работа (Расср.)			ЗаО	54				54	2	1	3аО	54				54	2	1	3аО(2)	108				108	3	2		123																																																																	
Научно-исследовательский семинар (Расср.)			ЗаО	36				28	1	2/3	3аО	18				10	1	1/3	3аО(2)	54	16				38	2			123																																																																
Научно-исследовательская работа			3а	54					2	1	3а	126					4	2 1/3	3а(2)	180					5	3 1/3		123																																																																	
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ																																																																																													
КАНИКУЛЫ																									2																							5																							7																						

## 2 курс

№	Индекс	Наименование	Семестр 3							Семестр 4							Итого за курс							Каф.	Семестры			
			Контроль	Часов					ЗЕТ	Неделя	Контроль	Часов					ЗЕТ	Неделя	Контроль	Часов						ЗЕТ	Неделя	
				Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)							СРС	Контр.оль	Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)					СРС	Контр.оль	Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)					СРС
Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	Контр.оль	ЗЕТ	Неделя	Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	Контр.оль	ЗЕТ	Неделя	Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	Контр.оль	ЗЕТ	Неделя					
ИТОГО																												
ИТОГО по ООП (без факультативов)																												
УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (час/нед)	ООП, факультативы (в период ТО)		51,4																									
	ООП, факультативы (в период экз. сес.)		36																									
	Аудиторная (ООП - физ.к.) (чистое ТО)		17,9																									
	Ауд. (ООП - физ.к.) с расср. практ. и НИЯ		16,3																									
ДИСЦИПЛИНЫ																												
			(Δ)																									
			(Предельное)	756					108												108							
			(План)	684	214	126	88		398	72	19									398	72	19						
1	Б1.В.ОД.2	Технология наноструктур и наноматериалов	Экз	108	24	12	12		48	36	3									48	36	3		57	3			
2	Б1.В.ОД.3	ИК спектроскопия систем пониженной размерности	ЗаО	108	38	12	26		70		3									70		3		57	3			
3	Б1.В.ОД.4	Моделирование наносистем	За	72	26	26			46		2									46		2		57	3			
4	Б1.В.ОД.5	Квантовая теория систем многих частиц	Экз	72	26	26			10	36	2									10	36	2		57	3			
5	Б1.В.ОД.6	Основы проектирования микро- и наносистем	ЗаО	72	24	12	12		48		2									48		2		57	3			
6	Б1.В.ОД.7	Синхротронные исследования наноструктур и наноматериалов	За	72	26	26			46		2									46		2		57	3			
7	Б1.В.ОД.10	Магнитные явления в наносистемах	За	72	26		26		46		2									46		2		57	3			
8	Б1.В.ДВ.2.1	Физика поверхностей	За	72	12	12			60		2									60		2		63	3			
9	Б1.В.ДВ.2.2	Дополнительные главы нелинейной динамики твердого тела	За	72	12	12			60		2									60		2		63	3			
10	Б1.В.ДВ.3.1	Компьютерное моделирование физических процессов	ЗаО	36	12		12		24		1									24		1		57	23			
11	Б1.В.ДВ.3.2	Специальный физический практикум	ЗаО	36	12		12		24		1									24		1		57	23			
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЯ				Экз(2) За(4) ЗаО(3)								Экз(2) За(4) ЗаО(3)																
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА (План)				216					6	4					25	16 1/3				1 098				31	20 1/3			
Производственная по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности преддипломная			За	216					6	4				3аО	666	19	12 1/3		3аО	882			25	16 1/3	234			
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (План)				162	8			82	5	3										162	8	82	5	3				
Научно-исследовательская работа (Расср.)			ЗаО	72				72	2	1 1/3				3аО					3аО(2)	72		72	2	1 1/3	123			
Научно-исследовательский семинар (Расср.)			ЗаО	18	8			10	1	1/3				3аО					3аО(2)	18	8	10	1	1/3	123			
Научно-исследовательская работа			За	72					2	1 1/3									3а	72			2	1 1/3	123			
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ															6	4							6	4				
КАНИКУЛЫ																								2	8 2/3			



## Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин

### Б1.Б.1 Философские проблемы естествознания

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

В результате освоения данной дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей:

- понимать роль философии в развитии науки;
- анализировать основные тенденции развития философии и науки;
- совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общественный уровень.

Задачи учебной дисциплины:

- понимание философских концепций естествознания, овладение основными методами научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени;
- самостоятельное приобретение с помощью информационных технологий и использование в практической деятельности новых знаний и умений;
- расширение и углубление научного мировоззрения;
- овладение современной научной парадигмой, системным представлением о динамике развития избранной области научной и профессиональной деятельности;
- использование понятийного аппарата философии для решения профессиональных задач и разработки концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач;
- умение видеть междисциплинарные связи изучаемых дисциплин и понимание их значения для будущей профессиональной деятельности;
- умение организовать и проводить научные исследования.

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

Дисциплина относится к специальным дисциплинам базовой части общенаучного цикла. Она связана с дисциплинами профессионального цикла, опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

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

- Философия науки и динамики научного познания
- Естественнонаучная картина мира и ее эволюция
- Методологические проблемы естествознания
- Философские проблемы физики
- Философия и естественнонаучное познание

**Формы текущей аттестации:** контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

#### **Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

- а) общекультурные (ОК): ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-6; ОК-7; ОК-10;
- б) профессиональные (ПК): ПК-8; ПК-11.

### Б1.Б.2 Иностранный язык в профессиональной сфере

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

- Углубление знаний терминологии иностранного языка в профессиональной сфере и получение навыков проведения рабочих переговоров и составления деловых документов на иностранном языке. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование способности к интеллектуальному, культурному, нравственному, физическому и профессиональному саморазвитию и самосовершенствованию; способности к достижению целей и критическому переосмыслению накопленного опыта; способности к письменной и устной коммуникации на государственном и иностранном языках, готовность к работе в иноязычной среде.

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

Дисциплина «Иностранный язык в профессиональной сфере» относится к дисциплинам базовой части общенаучного цикла. Она связана с дисциплинами профессионального цикла.

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

- Чтение и перевод оригинальной научно-технической иностранной литературы.
- Правила деловой и профессиональной переписки на иностранном языке.
- Работа со специализированными текстами и научной литературой из области физики наносистем.
- Устный и письменный перевод, пересказ текстов.
- Речевые навыки профессионального общения.
- Подготовка рефератов.
- Обсуждение изученного материала.
- Составление резюме о научно-производственной деятельности на иностранном языке.

**Формы текущей аттестации:** опрос, контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (1 семестр).

### **Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

а) общекультурные (ОК): ОК-2; ОК-8; ОК-10

### Б1.Б.3 Современные проблемы физики

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

Курс «Современные проблемы физики» имеет своей целью формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся на кафедре физики твердого тела и наноструктур по магистерской программе «Физика наносистем».

В результате изучения курса студенты должны:

Знать:

- современное состояние развития и проблемы физики.

Уметь:

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

Владеть:

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

**Место учебной дисциплины в структуре ООП.**

Дисциплина «Современные проблемы физики» относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

**Формы текущей аттестации:** курсовые работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

- а) общекультурные (ОК): ОК-1; ОК-6; ОК-7; ОК-10;
- б) профессиональные (ПК): ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-6; ПК-8; ПК-11.

Б1.Б.4 История и методология физики

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Курс предназначен для студентов, обучающихся по программам магистратуры физического факультета по направлению "Физика".

Основная цель курса – ознакомить студентов с историей зарождения научных знаний, появления одной из форм общественного сознания – науки, развития физики, а на базе этого материала продемонстрировать методологические проблемы, возникающие на разных этапах развития науки и физики, в частности, и их роль в этом процессе.

В результате изучения курса студенты должны получить ясное представление о науке, ее развитии и роли, которую она выполняет в обществе, получить сведения об основных проблемах развития физики, научиться выделять на каждом этапе этого развития методологические аспекты, понять, как решение методологических вопросов помогает преодолению трудностей в науке и, в конечном итоге, становится механизмом дальнейшего развития знаний.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к базовой части (модуль Б1). Для освоения данной дисциплины необходимы базовые знания по общему курсу физики, изучаемому в рамках базовой части профессионального цикла бакалавриатуры. Является неотъемлемой частью в процессе формирования требуемых общекультурных и профессиональных компетенций выпускника.

**Краткое содержание учебной дисциплины:**

- Введение. Формы общественного сознания. Наука. Методология науки. Физика и ее роль в познании мира и в развитии общества;
- Научные знания в Древнем мире;
- Античная натурфилософия;
- Выделение наук из натурфилософии;
- Физика средневековья;
- Зарождение новой науки;

- Формирование физики (от Галилея до Ньютона);
- Физика 18 века (Ломоносов, Фарадей);
- Физика 19 века;
- Современная физика;
- Роль методологии в развитии физики.

**Формы текущей аттестации:** реферат.

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

- а) общекультурные (ОК): ОК-1; ОК-3; ОК-4; ОК-6; ОК-7; ОК-10;
- б) профессиональные (ПК): ПК-2; ПК-6; ПК-8; ПК-11.

**Б1.Б.5 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.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

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

- нормы литературного языка, правила построения текста;

- основные правила делового общения;

- особенности убеждающего выступления;

Уметь:

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

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

- оформлять, представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Владеть:

- средним типом речевой культуры личности;

- научным стилем речи;

- этикетом невербального общения;

- служебным этикетом;

- навыками работы в коллективе.

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

Дисциплина «Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации» относится к базовой части блока Б1 основной образовательной программы подготовки магистров по профилю Физика наносистем направления 03.04.02 Физика.

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

Функции речевого этикета. Выбор адекватной формы обращения, трудности выбора обращения в русском языке. Соблюдение коммуникативных табу и императивов. Поддержание доброжелательного контакта в общении, некатегоричность. Акцентирование позитива общения. Этикет телефонного разговора. Этикет невербального общения: дистанция общения, расположение относительно собеседника, движение в процессе общения, уровень громкости общения, взгляд, мимика, 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.

### **Формы контроля:**

Текущая аттестация – тестирование, опрос.

Промежуточная аттестация - зачет (1 семестр).

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

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

- общекультурные компетенции: ОК-2, ОК-8.
- общепрофессиональные компетенции: ПК-11.

### **Б1.Б.6 Компьютерные технологии в науке и образовании**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Курс «Компьютерные технологии в науке и образовании» имеет своей целью формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся на кафедре физики твердого тела и наноструктур по магистерской программе «Физика наносистем».

Основной задачей курса является формирование у студента представления об информационных технологиях, применяемых при обработке результатов научных исследований, сборе, хранении, обработке и передаче информации; свободного использования методов информатизации науки и образования при проведе-

нии самостоятельных научных исследований и в обучении; умение использовать современные прикладные программные комплексы и программы статистической обработки данных в своей будущей профессиональной деятельности.

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

Дисциплина «Компьютерные технологии в науке и образовании» относится к дисциплинам вариативной части общенаучного цикла. Она связана с дисциплинами профессионального цикла.

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

- Информационные системы и электронные базы данных в науке и образовании.
- Обзор основных возможностей пакетов LibreOffice, Qtiplot. Практическая работа с пакетами LibreOffice, Qtiplot
- Анализ и аппроксимация оптических спектров.
- Отображение и обработка графической информации (электронные фотографии микро- и наноструктур).

**Формы текущей аттестации:** реферат, контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

#### **Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

- а) общекультурные (ОК): ОК-3, ОК-6.
- б) профессиональные (ПК): ПК-5.

### Б1.В.ОД.1 Практикум по дифракционным методам анализа наноразмерных объектов<sup>1</sup>

#### **Цели и задачи учебной дисциплины.**

Курс «Специальный физический практикум» имеет своей целью формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся на кафедре физики твердого тела и наноструктур по магистерской программе «Физика наносистем».

Изучившие курс должны

Знать теоретические основы и области применения методов исследования в физике конденсированного состояния вещества.

Уметь реализовать возможности, заложенные в аппаратуру для проведения спектральных измерений путем реализации описанных и разработки новых методик

Уметь установить и запустить в работу новый прибор, распознать и, по возможности, устранить наиболее распространенные неисправности.

Владеть спектрофотометрическими методами качественного и количественного определения веществ в различных объектах.

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

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части общенаучного цикла. Она связана с дисциплинами профессионального цикла.

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

- Люминесценция молекул и кристаллов
- ИК спектроскопия многоатомных молекул

**Формы текущей аттестации:** лабораторная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (1 семестр), зачет с оценкой (2 семестр).

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

а) общекультурные (ОК): ОК-1; ОК-3; ОК-5; ОК-6; ОК-9; ОК-10;

б) профессиональные (ПК): ПК-1; ПК-3; ПК-9.

#### Б1.В.ОД.2 Технология наноструктур и наноматериалов

##### **Цели и задачи дисциплины:**

Дисциплина формирует у магистрантов знания и умения необходимые для успешного выбора и реализации технологии формирования наноструктур и наноматериалов различной природы. Для успешного освоения курса требуется знание дисциплин «Физика тонких пленок» и «Введение в физику твердого тела».

Цель – формирование знаний и умений, необходимых для выбора и реализации методов формирования наноструктур и наноматериалов для различных целей.

Задача дисциплины - формирование и углубление знаний об особенностях наноструктурированного состояния материалов, а также принципах и возможностях различных методов получения наноструктур. В ходе изучения курса магистранты овладевают основными представлениями о закономерностях образования наноструктур, изучают различные методы получения наноматериалов и возможности их применения.

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

знать: методы получения наноструктурированных материалов, особенности различных методов получения наноматериалов, области применения этих методов;

уметь: производить выбор оптимального метода формирования наноструктуры, предназначенной для создания различных устройств;

владеть: навыками выбора оптимальной технологии формирования наноструктурированного материала.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к модулю Б1 вариативной части обязательных дисциплин.

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

Дисциплина содержит три основных раздела.

Раздел 1. Свойства индивидуальных наночастиц. Металлические нанокластеры. Магические числа. Теоретическое моделирование наночастиц. Геометрические структуры. Электронные структуры металлических нанокластеров. Химическая активность. Флуктуации. Магнитные кластеры. Переход от объемных к наносвойствам. Полупроводящие наночастицы: оптические свойства, фотофрагментация, кулоновский взрыв. Методы синтеза нанокластеров: ВЧ плазма, химические методы, термолиз, метод импульсного лазера.

Раздел 2. Наноструктуры углерода. Молекулы углерода. Природа углеродной связи. Новые углеродные структуры, углеродные кластеры. Малые углеродные кластеры. Открытие фуллерена C<sub>60</sub>. Углеродные нанотрубки: методы получения, структура, электрические свойства, колебательные свойства, механические свойства. Применение углеродных нанотрубок: полевая эмиссия и экранирование,

компьютеры, топливные элементы, химические сенсоры, катализ, механическое упрочнение.

Раздел 3. Объемные наноструктурированные материалы. Твердотельные неупорядоченные наноструктуры. Методы синтеза: спинингование, газовая атомизация, гальваническое осаждение. Механизм разрушения материалов, содержащих зерна обычных размеров. Механические свойства. Наноструктурированные многослойные материалы. Электрические и другие свойства. Композитные стекла с нанокластерами металлов. Пористый кремний. Наноструктурированные кристаллы. Природные нанокристаллы. Компьютерное предсказание решеток кластеров. Упорядоченные структуры наночастиц в цеолитах. Кристаллы из металлических наночастиц.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетных единицы (108 часов).

**Форма текущего контроля:** опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (3 семестр).

**Коды формируемых компетенций:**

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

- а) общекультурные (ОК): (ОК-6),
- б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2), (ПК-6).

#### Б1.В.ОД.3 ИК спектроскопия систем пониженной размерности

##### **Цель изучения дисциплины.**

Сформировать у магистров – физиков комплекс фундаментальных представлений и практических навыков по применению методов ИК спектроскопии в исследовательских и аналитических целях. Знать физические основы методов, а также их основные возможности. Хорошо представлять конструкцию приборов, методические приемы работы с ними.

Изучившие курс должны:

Знать теоретические основы спектроскопии в инфракрасной области, применение спектроскопии в физике конденсированного состояния вещества.

Уметь реализовать возможности, заложенные в аппаратуру для проведения спектральных измерений путем реализации описанных и разработки новых методик. Уметь установить и запустить в работу новый прибор, распознать и, по возможности, устранить наиболее распространенные неисправности.

Владеть спектрофотометрическими методами качественного и количественного определения веществ в различных объектах.

**Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП):** относится к обязательным дисциплинам вариативной части общенаучного цикла.

Курс базируется на курсах общей и теоретической физики университетской программы для физического факультета, а также на дисциплинах раздела «Высшая математика» (математический анализ, дифференциальные уравнения и методы математической физики).

**Структура дисциплины.**



Дисциплина состоит из шести разделов.

Раздел 1. Физические основы спектроскопии с преобразованием Фурье.

Раздел 2. ИК – спектрофотометры.

Раздел 3. Методы и приемы подготовки проб в ИК спектроскопии.

Раздел 4. Спектроскопия внутреннего отражения.

Раздел 5. Применение ИК- спектроскопии для анализа систем пониженной размерности.

Раздел 6. Моделирование ИК – спектров отражения от эпитаксиальных гетероструктур.

**Основные образовательные технологии**

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; практические занятия; индивидуальные занятия; контрольные работы. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной литературы, решение задач и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме консультирование менее подготовленных студентов более подготовленными); информационные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., работа с математическими пакетами).

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

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

а) общекультурные (ОК): (ОК-6),

б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2), (ПК-6).

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетные единицы (108 часов).

**Форма текущего контроля:** опрос, контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой (3 семестр).

**Б1.В.ОД.4 Моделирование наносистем**

**Цели и задачи дисциплины:**

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с физическими принципами, лежащими в основе моделирования материалов на нано-уровне, методами моделирования в нанофизике, формирование умения проводить вычислительный эксперимент в данной предметной области, используя при этом современные программные среды для моделирования наносистем.

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

В результате изучения курса студент должен:

знать:

основные положения, принципы и методы вычислительной физики;

особенности основных моделей и алгоритмов, используемых в вычислительной нанофизике;

характеристики и практические аспекты применения основных программных пакетов для компьютерного моделирования наносистем.

уметь:

выбирать адекватный метод для моделирования наносистем,  
пользоваться стандартными программными пакетами для моделирования наносистем,  
интерпретировать результаты расчета.

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

Дисциплина относится к профессиональному циклу. Для ее изучения студентам необходимо усвоить следующие дисциплины: квантовая физика наносистем, компьютерные технологии в науке и образовании, специальный компьютерный практикум.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из пяти разделов.

Раздел 1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: Место вычислительного эксперимента в физике наносистем. Этапы вычислительного эксперимента и их краткая характеристика. Общие рекомендации для построения эффективных алгоритмов.

Раздел 2. Уравнение Шредингера для систем многих частиц: Адиабатическое и одноэлектронное приближение. Метод Хартри-Фока.

Раздел 3. Теория функционала плотности: Уравнения Кона-Шэма. Аппроксимация локальной плотности. Электроны в периодическом потенциале. Вариационный метод Ритца. Обзор методов зонной теории.

Раздел 4. Моделирование электронного строения нанопленок и нанослоев: Метод линеаризованных присоединенных плоских волн для пленок. Программный ЛППВ-комплекс FilmAll: и его возможности. Использование программного пакета Wien2k для расчета электронной структуры нанопленок.

Раздел 5. Моделирование электронного строения нанотрубок и нанонитей: Электронная структура нанотрубок в приближении слабой связи. Метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн. Программный ЛПЦВ-комплекс и его возможности. Использование программного пакета Wien2k для расчета электронной структуры нанотрубок.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 2 зачетные единицы (72 часа).

**Форма текущего контроля:** тестирование, опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (3 семестр).

**Коды формируемых компетенций:** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общекультурные (ОК): (ОК-6),

б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2), (ПК-6).

### **Б1.В.ОД.5 Квантовая теория систем многих частиц**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины.**

Целями освоения дисциплины является обучение магистрантов методам теоретического описания свойств систем многих частиц основе микроскопического

подхода, предполагающего применение базовых принципов квантовой механики и квантовой теории поля.

В результате освоения дисциплины «Квантовая теория систем многих частиц» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать: Метод вторичного квантования; Основные типы представлений (Шредингера, Гейзенберга, взаимодействия); Свойства полевых операторов; Теоремы Гелл-Манна-Лоу и Вика;

уметь: Применять метод вторичного квантования; Использовать теорему Вика для вычисления хронологических произведений произвольного числа полевых операторов;

владеть: Теоретическим материалом по основным разделам курса в объеме, достаточном для идентификации, описания и объяснения основных свойств многочастичных систем.

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

Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин цикла Б1.

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

- Метод вторичного квантования.
- Квантовомеханические представления.
- Вырожденный электронный газ.
- Функции Грина.
- Диаграммная техника.

**Формы текущей аттестации:** опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

### **Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

- а) общекультурные (ОК): (ОК-6),
- б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2), (ПК-6).

### **Б1.В.ОД.6 Основы проектирования микро- и наносистем**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является технологических основ современной электроники, перспектив ее развития на основе фундаментальных физических закономерностей и явлений, а также фундаментальных физических и технологических ограничений, возникающих в связи с постоянным уменьшением размеров структурных элементов различных устройств наноэлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- состояние и динамику развития современной наноэлектроники;
- новые материалы и принципы конструирования в перспективных технологиях микроэлектроники;
- современные технологические методы и принципы работы приборов и элементов нанометровых масштабов.

Уметь:

- применять знания, полученные при изучении курса «Наноэлектроники» при рассмотрении вопросов, связанных теоретическими, экспе-

риментальными и технологическими аспектами разработки и изготовления нанoeлектронных приборов и устройств;

Владеть:

- специальной терминологией;
- навыками решения типовых задач нанoeлектроники, связанных с оценочными расчетами физических эффектов, оказывающих влияние на процессы изготовления и функционирования элементов и устройств нанометровых размеров;

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин профессионального цикла.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из двух разделов:

1. Физические основы нанoeлектроники;
2. Современные методы микролитографии;

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часа (3 зачетные единицы)

**Формы текущей аттестации:** опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой (3 семестр).

**Коды формируемых компетенций:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО программы подготовки магистров по профилю Физика наносистем направления Физика:

- а) общекультурные (ОК): (ОК-6),
- б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2), (ПК-6).

**Б1.В.ОД.7 Синхротронные исследования наноструктур и наноматериалов**

**Цели и задачи дисциплины:**

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

**Задачи дисциплины:**

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

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

В результате освоения дисциплины “Синхротронные исследования наноструктур и наноматериалов” обучающийся должен:

знать:

физические явления и понятия в области синхротронного излучения и его современного применения;

основные физические законы, лежащие в основе принципов применения синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наноструктур;

уметь:

выбирать способ применения синхротронного излучения для проведения эффективной диагностики наноматериала или наноструктуры.

разбирать и понимать информацию полученную в результате применения синхротронного излучения, с учетом его специфики и специфики изучаемого объекта.

**владеть:**

физическими основами синхротронного излучения.

основными принципами генерации синхротронного излучения.

основными подходами к изучению локального атомного и электронного строение, фазового состава поверхности и приповерхностных слоев при помощи расширенного функционала методов использующих синхротронное излучение.

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

Дисциплина “Синхротронные исследования наноструктур и наноматериалов” является дисциплиной профессионального цикла и относится к вариативной части обязательных дисциплин. Код учебного цикла Б1.

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

Дисциплина состоит из трех разделов:

1. Физические основы синхротронного излучения. Основные принципы генерации синхротронного излучения. Поколения накопительных колец.

2. Физические основы применения синхротронного излучения как расширение функционала методов рентгеновской и электронной спектроскопии. Спектроскопия.

3. Применение синхротронного излучения для диагностики твердых тел, наноструктур и наноматериалов.

**Форма текущей аттестации:** контрольные работы, тестирование, опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (3 семестр).

#### **Коды формируемых компетенций:**

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

а) общекультурные (ОК): (ОК-6),

б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2), (ПК-6).

#### **Б1.В.ОД.8 Основные материалы наноэлектроники**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

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

Дисциплина «Основные материалы наноэлектроники» относится к обязательным дисциплинам вариативной части профессионального цикла.

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

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы, опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

#### **Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

а) общекультурные (ОК): (ОК-6),

б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2).

#### Б1.В.ОД.9 Физпрактикум по физике наносистем

##### **Цели и задачи учебной дисциплины.**

Целью курса является формирование у магистров-физиков фундаментальных представлений и практических навыков, необходимых для проведения прикладных исследований в области физики наносистем, с привлечением комплекса современного аналитического оборудования.

Задачи дисциплины состоят в том, чтобы студент приобрел знания и навыки в освоении ряда приборов для исследования материалов современной электронной техники, умел осваивать теорию, лежащую в основе данных методов исследования.

Изучившие курс должны

Знать теоретические основы и области применения методов исследования в физике конденсированного состояния вещества.

Уметь реализовать возможности, заложенные в аппаратуру для проведения спектральных измерений путем реализации описанных и разработки новых методик

Уметь установить и запустить в работу новый прибор, распознать и, по возможности, устранить наиболее распространенные неисправности.

Владеть спектрофотометрическими методами качественного и количественного определения веществ в различных объектах.

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

Дисциплина «Специальный физический практикум» относится к обязательным дисциплинам вариативной части модуля Б1.

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

- Спектроскопия примесных центров кристаллов.
- Комбинационное рассеяние света.

**Формы текущей аттестации:** лабораторная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой.

##### **Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

а) общекультурные (ОК): ОК-1, ОК-3, ОК-5, ОК-7, ОК-9.

б) профессиональные (ПК): ПК-9.

#### Б1.В.ОД.10 Магнитные явления в наносистемах

##### **Цели и задачи дисциплины:**

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов со свойствами и функциональными возможностями магнитных наноматериалов и принципиально новыми магнитными явлениями, возникающими при переходе к наномасштабам, а также с квантовыми устройствами, созданными на основе этих явлений.

Основной задачей дисциплины является подготовка студентов для решения научных и инженерно-технических задач физики низкоразмерных структур и нанoeлектроники.

В результате изучения дисциплины студент должен:  
 знать:  
 основы современных физических представлений о магнитных свойствах вещества;  
 наиболее характерные магнитные свойства нанокластеров и наноструктур;  
 основные области применения магнитных наноматериалов;  
 уметь: строить петли магнитного гистерезиса однодоменной частицы в зависимости от ориентации частицы во внешнем магнитном поле.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к базовой части (модуль Б1).

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из четырех разделов.

Раздел 1. Магнитные свойства вещества: Магнитный момент атома. Намагниченность. Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость. Классификация магнетиков. Парамагнетизм. Парамагнетики и их свойства. Магнитное насыщение. Закон Кюри. Диамагнетизм. Диамагнетики и их свойства. Кривая намагничивания. Обменное взаимодействие. Прямое и не прямое обменное взаимодействие. Вещества с атомным магнитным порядком. Ферромагнитный порядок. Скомпенсированный антиферромагнитный порядок. Нескомпенсированный антиферромагнитный порядок. Ферромагнетизм. Ферромагнетики и их свойства. Домены. Стенки Блоха. Магнитный гистерезис. Намагниченность насыщения. Остаточная намагниченность. Коэрцитивная сила. Оси легчайшего намагничивания. Антиферромагнетизм. Антиферромагнетики и их свойства. Ферримагнетизм. Ферриты. Точка Кюри. Точка Нееля. Спиновые магнитные стекла. Магнитомягкие нанокристаллические материалы. Основные типы взаимодействий в ферромагнитном кристалле. Энергия обменного взаимодействия. Магнитострикционная энергия. Магнитостатическая энергия. Энергия магнитной кристаллографической анизотропии. Разложение энергии магнитной кристаллографической анизотропии в ряд по направляющим косинусам.

Раздел 2. Магнетизм изолированных наночастиц: Однодоменное состояние. Перемагничивание однодоменных частиц. Магнитомягкие и магнито жесткие материалы. Когерентное вращение магнитных моментов. Неоднородное вращение магнитных моментов. Магнитная энергия однодоменной частицы. Теоретические петли магнитного гистерезиса однодоменной частицы. Суперпарамагнетизм. Магнитная релаксация. Блокированное и разблокированное состояния. Температура блокировки и критический объем. Квантовое магнитное туннелирование. Закон Аррениуса. Магнитные кластеры. Резонансное туннелирование и квантовый гистерезис.

Раздел 3. Магнетизм наноструктур: Гигантское магнетосопротивление (ГМС). Магнитные сверхрешетки. Туннельное магнетосопротивление. Магнитный туннельный переход. Спиновый вентиль. Колоссальное магнетосопротивление. Магнитные фазовые переходы в наносистемах.

Раздел 4. Применение магнитных свойств наносистем: Спинтроника. Управление спинами носителей заряда в полупроводниках. Расщепление состояний носителей заряда по спинам. Инжекция носителей заряда с определенным спином. Перенос спинполяризованных носителей заряда. Определение спина носителей заряда. Эффект Кондо. Магнитные примеси в объемных металлах. Эффект Кондо в наночастицах. Спинтронные приборы: спиновые транзисторы, сенсоры на основе ГМС, считывающая головка на основе ГМС, энергонезависимая

память на основе ГМС, энергонезависимая память на основе спинзависимого туннелирования. Квантовые компьютеры.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 2 зачетные единицы (72 часа).

**Форма текущего контроля:** опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (3 семестр).

**Коды формируемых компетенций:**

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

- а) общекультурные (ОК): (ОК-6).
- б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2), (ПК-6).

Б1.В.ОД.11 Методы нанодиагностики

**Цели и задачи дисциплины:**

Целями освоения дисциплины «Методы нанодиагностики» являются: знакомство с основными методами диагностики поверхностных слоев твердых тел, изучение методов исследования химического состава и структуры поверхности компонентов микро- и нанoeлектроники;

практическое ознакомление с работой установок растровой электронной спектроскопии, ультрамягкой рентгеновской спектроскопии, растровой электронной микроскопии необходимых для дальнейшей самостоятельной работы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные физические законы, лежащие в основе современных методов исследования поверхности твердых тел;
- принципы и режимы работы вторично-ионного масс-спектрометра (ВИМС), растрового электронного оже-спектрометра, растрового электронного микроскопа, метода Резерфордского обратного рассеяния (РОР);
- общую методику физического эксперимента с использованием установок для исследования свойств поверхности.

Уметь:

- произвести выбор метода и тип прибора для получения информации о составе и структуре поверхности объектов микро и нанoeлектроники.

Владеть:

- методами расшифровки рентгеновских и оже-спектров, приемами проведения количественного анализа химического состава поверхности.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Методы нанодиагностики» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки магистров по профилю Физика наносистем направления 011200 Физика. Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательной программе бакалавриата.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из пяти разделов:



1. Техника получения сверхвысокого вакуума, классификация методов анализа поверхности.
2. Растровая электронная микроскопия и сканирующая туннельная микроскопия.
3. Растровая электронная оже-спектроскопия и фотоэлектронная спектроскопия.
4. Ультратонкая рентгеновская спектроскопия эмиссии и поглощения
5. Знакомство с работой установок для проведения анализа поверхности твердых тел.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 72 часа (2 зачетные единицы)

**Форма текущего контроля:** лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (2 семестр)

**Коды формируемых компетенций:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО программы подготовки магистров по профилю Физика наносистем направления Физика:

- а) общекультурные (ОК): ОК -6,
- б) профессиональные (ПК): ПК - 1, ПК -2, ПК - 6.

#### Б1.В.ДВ.1.1 Физика наноэлектронных структур

##### **Цели и задачи учебной дисциплины.**

Курс «Физика наноэлектронных структур» имеет своей целью формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся на кафедре физики твердого тела и наноструктур по магистерской программе «Физика наносистем».

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

Дисциплина «Физика наноэлектронных структур» относится к дисциплинам по выбору вариативной части модуля Б1.

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

**Формы текущей аттестации:** опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

##### **Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

- а) общекультурные (ОК): ОК-6,
- б) профессиональные (ПК): ПК-1, ПК-2.

#### Б1.В.ДВ.1.2 Фракталы в природе и физике

##### **Цели и задачи учебной дисциплины.**

Курс «Фракталы в природе и физике» имеет своей целью формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся на кафедре физики твердого тела и наноструктур по магистерской программе «Физика наносистем».

**Место учебной дисциплины в структуре ООП.**

Дисциплина «Фракталы в природе и физике» относится к дисциплинам по выбору вариативной части цикла Б1.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

**Формы текущей аттестации:** опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

а) общекультурные (ОК): ОК-6.

Б1.В.ДВ.2.1 Физика поверхностей**Цели и задачи учебной дисциплины:**

В процессе изучения дисциплины, учащиеся получают сведения о структуре и фундаментальных физических процессах на поверхностях конденсированных сред и границах раздела, знакомятся с современными технологиями полупроводниковых сверхрешеток, магнитных мультислойных и других структур, физическими методами исследований структуры, элементного и химического состава поверхности.

Учащиеся приобретают практические навыки работы на современных технологических установках, использования физических методов исследования поверхности и границ раздела.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Физика поверхностей» относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

**Формы текущей аттестации:** опрос, контрольные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

а) общекультурные (ОК): ОК-6.

б) профессиональные (ПК): ПК-2, ПК-6.

Б1.В.ДВ.2.2 Дополнительные главы нелинейной динамики твердого тела**Цели и задачи учебной дисциплины:****Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Дополнительные главы нелинейной динамики твердого тела» относится к дисциплинам по выбору вариативной части цикла Б1.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

**Формы текущей аттестации:** опрос, контрольные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

а) общекультурные (ОК): ОК-6.

б) профессиональные (ПК): ПК-1, ПК-2, ПК-6.

Б1.В.ДВ.3.1 Компьютерное моделирование физических процессов

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с методами компьютерного моделирования отдельных молекул и периодических кристаллических структур с использованием современных программных пакетов для квантово-механических расчетов.

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

В результате изучения курса студент должен:

знать:

основные методы квантово-механических расчетов;

основные программные пакеты для квантово-механических расчетов.

уметь: моделировать свойства отдельных молекул и периодических кристаллических структур, проводить вычислительный эксперимент в данной предметной области, используя при этом программные пакеты для квантово-механических расчетов.

владеть: программным обеспечением, позволяющим моделировать отдельные молекулы и периодические кристаллические структуры.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина по выбору относится к вариативной части цикла Б1. Для изучения курса студентам необходимо усвоить следующие дисциплины: квантовая теория, введение в физику твердого тела.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из четырех разделов.

Раздел 1. Программный пакет Abinit: Знакомство с возможностями программного пакета Abinit. Создание входных файлов для моделирования строения и свойств отдельных молекул. Вычисление полной энергии, зарядовой плотности и электронной структуры отдельных молекул. Создание входных файлов для моделирования строения и свойств периодических кристаллических структур. Расчет полной энергии, приходящейся на одну ячейку, и зонной структуры кристаллов. Раздел 2. Программный пакет Wien2k: Знакомство с возможностями программного пакета Wien2k и его интерфейсом. Подготовка и ввод исходных данных для моделирования электронного строения кристаллических структур. Использование программы визуализации XCrysden. Расчет плотности электронных состояний и зонной структуры кристаллов. Раздел 3. Программный пакет Gaussian: Возможности программного пакета Gaussian. Ввод исходных данных. Основы работы с программой-визуализатором GaussView. Моделирование свойств молекул. Изучение методов молекулярной механики и динамики. Раздел 4. Программный пакет Siesta: Знакомство с возможностями пакета Siesta. Подготовка и ввод исходных данных для моделирования электронного строения кристаллических структур. Расчет плотности электронных состояний и зонной структуры кристаллов.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет, зачет с оценкой.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

а) общекультурные (ОК): ОК-1, ОК-3, ОК-5, ОК-6, ОК-10.

б) профессиональные (ПК): ПК-5.

#### Б1.В.ДВ.3.2 Специальный физический практикум

##### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с некоторыми видами вычислительной работы в физике твердого тела, формирование умения проводить вычислительный эксперимент в данной предметной области без использования специальных программных пакетов для моделирования физических систем.

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

В результате изучения курса студент должен знать основные численные методы, используемые в физике твердого тела.

Уметь моделировать физические процессы, протекающие в твердых телах, с помощью численных методов.

Владеть языком программирования Pascal.

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

Дисциплина по выбору относится к вариативной части цикла Б1. Для изучения курса студентам необходимо усвоить следующие дисциплины: квантовая теория, введение в физику твердого тела.

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

Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Кинетические параметры полупроводников с параболической зоной: Концентрация носителей заряда в полупроводниках с параболической зоной. Расчет интегралов Ферми. Вычисление кинетических параметров. Приближенное решение кинетического уравнения. Раздел 2. Кинетические параметры полупроводников с непараболической зоной: Концентрация носителей заряда в полупроводниках с непараболической зоной. Расчет обобщенных интегралов Ферми. Вычисление кинетических параметров. Приближенное решение кинетического уравнения. Раздел 3. Диффузионные параметры полупроводников: Уравнение диффузии. Коэффициент диффузии. Энергия активации диффузии. Расчет диффузионных параметров полупроводников с помощью метода наименьших квадратов. Раздел 4. Зонная структура халькогенидов свинца: Термоинверсия экстремумов валентной зоны. Легкие и тяжелые дырки. Коэффициент Холла и электропроводность в случае двух типов дырок. Расчет параметров зонной структуры с помощью метода наименьших квадратов.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет, зачет с оценкой.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

а) общекультурные (ОК): ОК-1, ОК-3, ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-10.

б) профессиональные (ПК): ПК-3.

**Б1.В.ДВ.4.1 Нанoeлектроника****Цели и задачи дисциплины:**

Целью освоения дисциплины «Нанoeлектроника» является: изучение теоретических, экспериментальных и технологических основ современной электроники, перспектив ее развития на основе фундаментальных физических закономерностей и явлений, а также фундаментальных физических и технологических ограничений, возникающих в связи с постоянным уменьшением размеров структурных элементов различных устройств нанoeлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

состояние и динамику развития современной нанoeлектроники;  
новые материалы и принципы конструирования в перспективных технологиях микроэлектроники;

физические ограничения в технологии производства ИС, а также ограничения на размеры элементов, накладываемые механизмом их работы;

современные технологические методы и принципы работы приборов и элементов нанометровых масштабов.

Уметь:

применять знания, полученные при изучении курса «Нанoeлектроники» при рассмотрении вопросов, связанных теоретическими, экспериментальными и технологическими аспектами разработки и изготовления нанoeлектронных приборов и устройств;

использовать для этого методы и знания, полученные при изучении других физических и математических дисциплин.

Владеть:

специальной терминологией;

навыками решения типовых задач нанoeлектроники, связанных с оценочными расчетами физических эффектов, оказывающих влияние на процессы изготовления и функционирования элементов и устройств нанометровых размеров;

навыками проведения экспертной оценки новых устройств и технологий нанoeлектроники.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина «Нанoeлектроника» относится к вариативной части дисциплин по выбору профессионального цикла.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из трех разделов:

1. Физические основы нанoeлектроники;
2. Современные методы микролитографии;
3. Приборы и устройства нанoeлектроники - новые физические явления и характеристики.

**Коды формируемых компетенций:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО программы подготовки магистров по профилю Физика наносистем:

- а) общекультурные (ОК): ОК-1, ОК-6.
- б) профессиональные (ПК): ПК-1, ПК-2, ПК-6.

**Формы текущей аттестации:** опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой (1 семестр).

Б1.В.ДВ.4.2 Кооперативные явления в твердых телах

**Цели и задачи дисциплины:**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

основные понятия и теории кооперативных явлений в твердых телах.

физические ограничения в технологии производства ИС, а также ограничения на размеры элементов, накладываемые механизмом их работы;

Уметь:

использовать для этого методы и знания, полученные при изучении других физических и математических дисциплин.

Владеть:

специальной терминологией; навыками проведения экспертной оценки новых устройств и технологий.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина «Кооперативные явления в твердых телах» относится к вариативной части дисциплин по выбору цикла Б1.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

**Формы текущей аттестации:** опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой (1 семестр).

**Коды формируемых компетенций:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО программы подготовки магистров по профилю Физика наносистем направления Физика:

а) общекультурные (ОК): ОК-1, ОК-6.

б) профессиональные (ПК): ПК-1, ПК-2, ПК-6.

Б1.В.ДВ.5.1 Фотоника и фотонные кристаллы

**Цели и задачи дисциплины:**

Фундаментальная подготовка в области перспективного направления оптоэлектроники, формирование умений и навыков, направленных на решение практических задач фотоники и разработки технологии создания и применения фотонных кристаллов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: Понятие фотонного кристалла, классификация фотонных кристаллов  
Устройство приборов на основе фотонных кристаллов  
Основы физики фотонных кристаллов  
Технологии получения фотонных кристаллов.

уметь: анализировать принципы работы устройств на основе фотонных кристаллов, Методы оптической литографии, глубокой литография для получения МЭМС-структур, голографической литографии.

владеть: навыками решения практических задач по разработке узкополосных фильтров, коммутаторов, активных элементов оптоэлектронных процессоров, объемных резонаторов, лазеров, оптоволоконных систем.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к модулю Б1. Вариативная часть. Дисциплины по выбору»

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из четырех разделов.

Раздел 1. Введение. Предмет курса, его определение. Раздел 2. Основы физики фотонных кристаллов. Раздел 3. Технологии получения фотонных кристаллов. Раздел 4. Применение фотонных кристаллов

**Коды формируемых компетенций:** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

- а) общекультурные (ОК): ОК -6.
- б) профессиональные (ПК): ПК - 2, ПК - 6.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (2 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

Б1.В.ДВ.5.2 Спектроскопия твердого тела

**Цели и задачи дисциплины:**

Магистрантам необходимы базовые знания и навыки по изучаемому предмету, как в теоретическом, так и в экспериментальном плане.

Задачами курса являются:

1. Изучение физических принципов, техники и основных методических подходов использования спектроскопии в научных и материаловедческих целях.
2. Практическое усвоение методик нестационарной спектроскопии процессов в материалах.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к модулю Б1. Вариативная часть. Дисциплины по выбору»

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из четырех разделов.

1. Основные понятия и базовые теоретические представления спектроскопии.
2. Спектральные приборы и техника спектроскопии.
3. Экспериментальные методы спектроскопии.
4. Методы и техника спектроскопии с высоким временным разрешением.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (2 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

**Коды формируемых компетенций:**

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

- а) общекультурные (ОК): ОК -6.
- б) профессиональные (ПК): ПК - 2, ПК - 6.

### Б1.В.ОД.6.1 Квантовая физика наносистем

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Целью освоения курса квантовой физики наносистем является ознакомление студентов с основными законами современной физики микромира и возможностями их применения при решении задач, возникающих в их последующей профессиональной деятельности. Квантовая физика наносистем позволяет научить студентов строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, прививать понимание причинно-следственной связи между явлениями. Обладая логической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, дисциплина «Квантовая физика наносистем» является идеальной для решения этой задачи, формируя у студентов подлинно научное мировоззрение.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных понятий и определений квантовой физики наносистем;
- изучение особенностей протекания физических процессов в системах пониженной размерности;
- классификация методов формирования наноразмерных структур и их характеристика.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основы наноэлектроники и основы квантовой физики микромира; ознакомиться с основными разделами курса “квантовая физика наносистем”:

особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности; Транспортные явления, Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности, Распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности; основы квантовой физики наносистем (основные формулы и основные определения

уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.

владеть: навыками использования экспериментальных методов для решения физических задач.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина Квантовая физика наносистем относится к дисциплинам по выбору.

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

Дисциплина состоит из четырех разделов.

Раздел 1. Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке. Потенциальный барьер конечной ширины. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Особенности движения частиц над потенциальной ямой. Структура со сдвоенной квантовой ямой. Энергетический спектр сверхрешеток.

Раздел 2. Транспортные явления. Стационарная дрейфовая скорость. Рассеяние электронов в 2D-системах. ТермоЭДС в квазидвумерных системах. Асимметричные наноструктуры в магнитном поле. Подвижность электронов в системах с селективным легированием. Особенности электрон-фононного взаимодействия в системах пониженной размерности.

Раздел 3. Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности. Приповерхностная область пространственного заряда. Уравнение



Пуассона. Разновидности областей пространственного заряда. Решение уравнения Пуассона. Поверхностное квантование.

Раздел 4. Распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности. Особенности распределения плотности состояний в 2D-системах. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации электронов и толщины пленки для 2D-систем. Распределение плотности состояний в квантовых проволоках и квантовых точках. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности. Влияние размерного квантования на состояния мелкого экситона. Энергетический спектр в полупроводниковых пленках с вырожденными зонами.

**Коды формируемых компетенций:**

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

- а) общекультурные (ОК): (ОК-6),
- б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2), (ПК-6).

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов.

**Форма текущего контроля:** лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (1 семестр).

Б1.В.ОД.6.2 Физика наноструктур

**Цели и задачи дисциплины:**

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий и определений физики наноструктур;
- изучение особенностей протекания физических процессов в системах пониженной размерности;
- классификация методов формирования наноразмерных структур и их характеристика.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: ознакомиться с основными разделами курса “физика наноструктур”:

уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.

владеть: навыками использования экспериментальных методов для решения физических задач.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** курс относится к дисциплинам по выбору.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из четырех разделов.

Раздел 1. Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке. Потенциальный барьер конечной ширины. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Особенности движения частиц над потенциальной ямой. Структура со сдвоенной квантовой ямой. Энергетический спектр сверхрешеток.

Раздел 2. Транспортные явления. Стационарная дрейфовая скорость. Рассеяние электронов в 2D-системах. ТермоЭДС в квазидвумерных системах. Асимметричные наноструктуры в магнитном поле. Подвижность электронов в системах с селективным легированием. Особенности электрон-фононного взаимодействия в системах пониженной размерности.

Раздел 3. Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности. Приповерхностная область пространственного заряда. Уравнение Пуассона. Разновидности областей пространственного заряда. Решение уравнения Пуассона. Поверхностное квантование.

Раздел 4. Распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности. Особенности распределения плотности состояний в 2D-системах. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации электронов и толщины пленки для 2D-систем. Распределение плотности состояний в квантовых проволоках и квантовых точках. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности. Влияние размерного квантования на состояния мелкого экситона. Энергетический спектр в полупроводниковых пленках с вырожденными зонами.

#### **Коды формируемых компетенций:**

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

- а) общекультурные (ОК): (ОК-6),
- б) профессиональные (ПК): (ПК-1), (ПК-2), (ПК-6).

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов.

**Форма текущего контроля:** лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (1 семестр).

#### ФТД.1 Проблемы электронного строения современных материалов

##### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью изучения электронного строения современных материалов состоит в том чтобы студенты получили представление о связи фундаментальных свойств кристаллов и аморфных твердых тел с их атомным строением; о влиянии ближнего и дальнего порядка на электронную структуру твердого тела, его кристаллическое строение, тип химической связи и структурный тип вещества.

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

Дисциплина ФТД.1 является факультативом. Курс связан со всеми изучаемыми дисциплинами как общеобразовательного плана, так и специальными.

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

- Некоторые элементы теории групп и классификация электронных состояний.
- Точечные группы и их представления. Элементы точечной группы.
- Стереографическая проекция. Обозначения Германа/Морена.
- Регулярное представление. Приведение регулярного представления. Характеры групп.

- Составление таблиц характеров основных точечных групп. Составление таблиц характеров основных точечных групп.
- Классификация состояния в точках высокой симметрии в зоне Бриллюэна. Соотношение совместимости.
- Энергетические зоны в модели свободных электронов.
- Функция плотности состояний и методы ее исследования. Плотности состояний поверхность Ферми (приближение пустой решетки), уровень Ферми.
- Некоторые экспериментальные методы исследования плотности состояний.
- Рентгеноэлектронный метод.
- Оптический метод.
- Связь распределения интенсивности рентгеновских рентгеноэлектронных и оптических спектров с плотностью состояний.

**Формы текущей аттестации:** реферат.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

б) профессиональные (ПК): ПК-2, ПК-3.

## Аннотации программ производственных практик

### Аннотация программы производственной научно-исследовательской практики

#### **Цели производственной научно-исследовательской практики**

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

#### **Задачи производственной научно-исследовательской практики**

Задачами производственной практики по получению профессиональных умений и опыта 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.

#### **Место и время проведения производственной научно-исследовательской практики**

Базами практики являются:

- лабораторный фонд кафедры физики твердого тела и наноструктур физического факультета университета;

- ОАО «Научно-исследовательский институт электронной техники» (НИИЭТ) (г. Воронеж),

что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта направления 03.04.02 Физика.

#### **Сроки проведения практики:**

практика проводится во 2 семестре, продолжительностью 6 1/3 недель (342 часа, 9,5 зачетных единицы);

в 3 семестре, продолжительностью 4 недели (216 часов, 6 зачетных единиц);

в 4 семестре, продолжительностью 12 1/3 недель (666 часов, 18,5 зачетных единиц);

**Форма проведения производственной научно-исследовательской практики:** лабораторная работа.

**Структура и содержание производственной научно-исследовательской практики:**

Общая трудоемкость производственной практики по получению профессиональных умений и опыта проектно-конструкторской деятельности составляет 34 зачетные единицы, 1224 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	Установочное занятие по производственной практике, инструктаж по технике безопасности для работы в лабораториях.	72	Опрос с отметкой в журнале по ТБ
2.	Ознакомительный	Знакомство с группой. Рассказ о кафедре, о преподавателях кафедры, о спецкурсах, о научных направлениях. Выдача тем рефератов. Экскурсия по лабораториям кафедры. Знакомство с оборудованием лабораторий. Изучение порядка включения и выключения установок. Проведение пробных измерений на шаблонных образцах. Рассказ о спецкурсах, о научных направлениях. Выдача тем рефератов.	432	Рабочие записи для оформления отчета
3.	Практический	Получение навыков работы на экспериментальных установках. Проведение измерений. Обработка результатов измерений.	432	Рабочие записи для оформления отчета
4.	Заключительный этап	Конференция. Выступление студентов по итогам работы над рефератами. Подведение итогов практики.	288	Защита отчета по практике

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной научно-исследовательской практики**

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

ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук

ОК-5 способность порождать новые идеи

ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности

ОК-7 способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности

ОК-9 способность к активной социальной мобильности, способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способность к управлению научным коллективом

ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

ПК-1 способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач

ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности

*научно-исследовательская деятельность:*

ПК-3 способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики

ПК-4 способность и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

ПК-5 способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки

*научно-инновационная деятельность:*

ПК-6 способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач

ПК-7 способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации

*организационно-управленческая деятельность:*

ПК-9 способность организовать и планировать физические исследования

ПК-10 способность организовать работу коллектива для решения профессиональных задач

#### Аннотация программы производственной преддипломной практики

##### **Цели производственной преддипломной практики**

Целями производственной преддипломной практики являются: сбор материалов и подготовка к написанию выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации); приобретение обучающимся опыта в исследовании актуальной научной проблемы при решении поставленной научно-практической задачи.

Задачи производственной преддипломной практики

Задачами производственной преддипломной практики в соответствии с профильной направленностью образовательной программы и видами профессиональной деятельности являются:

научно-исследовательская деятельность:  
 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.

### **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 физики.

Базами производственной преддипломной практики являются:

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

- ОАО «Научно-исследовательский институт электронной техники» (НИИЭТ) (г. Воронеж) и другие профильные организации и предприятия, что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта направления 03.04.02 Физика.

Сроки проведения практики: практика проводится в 4 семестр, продолжительность 4 недели (216 часов, 6 зачетных единиц).

**Форма проведения производственной преддипломной практики** - лабораторная, заводская

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

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

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.

### **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:

ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук

ОК-5 способность порождать новые идеи

ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности

ОК-7 способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности

ОК-9 способность к активной социальной мобильности, способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способность к управлению научным коллективом

ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

ПК-1 способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач

ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности

*научно-исследовательская деятельность:*

ПК-3 способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики

ПК-4 способность и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

ПК-5 способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки

*научно-инновационная деятельность:*

ПК-6 способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач

ПК-7 способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации

*организационно-управленческая деятельность:*

ПК-9 способность организовать и планировать физические исследования

ПК-10 способность организовать работу коллектива для решения профессиональных задач



Аннотация программы научно-исследовательской работы

**Цели научно-исследовательской работы:**

В результате прохождения НИРС студенты должны:

Уметь интерпретировать и использовать полученные знания для достижения основных целей в рамках выполнения выпускных квалификационных работ;

Иметь навыки решения конкретных физических задач с привлечением экспериментальных, а также теоретических методов исследований; получить существенную часть материала для выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

**Задачи научно-исследовательской работы:**

Изучение патентных и литературных источников по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении выпускной квалификационной работы;

Освоение методов исследования и проведения экспериментальных работ;

Изучение информационных технологий в научных исследованиях, программных продуктов, относящихся к профессиональной сфере;

Выполнение анализа систематизации и обобщения научно технической информации по теме исследований;

Проведение теоретических или экспериментальных исследований в рамках поставленных задач;

**Время проведения научно-исследовательской работы:**

1 курс – 1,2 семестр, 2 курс – 3 семестр.

**Формы проведения научно-исследовательской работы:**

научно-исследовательская работа: 1 семестр, продолжительность 2 недели (108 часов, 3 зачетных единицы) - реферат;

научно-исследовательская работа: 2 семестр, продолжительность 3 недели (162 часа, 5 зачетных единиц) - реферат;

научно-исследовательская работа: 3 семестр, продолжительность 2,333 недели (126 часов, 4 зачетных единиц) - реферат;

**Содержание научно-исследовательской работы:**

1 семестр:

Первая установочная конференция. Определение целей и задач НИРС. Ознакомление с режимом работы и формами текущей и итоговой отчетности. Определение параметров дифференцированной оценки научно-исследовательской работы.

Работа с монографиями, патентной и журнальной литературой по теме НИРС.

Выполнение научно-исследовательских заданий по теме: знакомство с лабораториями и оборудованием кафедры и университета; изучение задач конкретной тематики практики, приборов для ее решения; подготовка образцов для анализа; освоение методов проведения экспериментальной и расчетной работы для решения задачи практики; подготовка эксперимента и т.д.

Конференция. Подведение итогов практики.

2 семестр:

Экспериментальная и расчетная работа по теме НИРС: сбор экспериментальных и расчетных данных; статистическая обработка результатов; графическое представление итогов эксперимента и расчета.

Интерпретация экспериментальных результатов и теоретических расчетов по теме работы. Обоснование механизма изученных физических явлений на основе расчетных данных.

Продолжение сбора экспериментальных и расчетных данных, позволяющих полностью достигнуть целей, поставленных в ходе НИРС на первый год обучения в магистратуре.

3 семестр:

Установочная конференция: Определение целей и задач НИРС на второй год обучения. Ознакомление с режимом работы в лабораториях и формами текущей и итоговой отчетности. Определение параметров дифференцированной оценки НИРС.

Работа с монографиями, патентной и журнальной литературой по теме НИРС.

Выполнение научно-исследовательских заданий по теме практики: результаты которых позволят дополнить материал до уровня выпускной работы – магистерской диссертации.

Конференция. Подведение итогов НИРС.

**Формы промежуточной аттестации (по итогам практики):** дифференцированный зачет.

#### **Коды формируемых (сформированных) компетенций**

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

ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук

ОК-5 способность порождать новые идеи

ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности

ОК-7 способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности

ОК-9 способность к активной социальной мобильности, способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способность к управлению научным коллективом

ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

ПК-1 способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач

ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности

*научно-исследовательская деятельность:*

ПК-3 способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики

ПК-4 способность и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

ПК-5 способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки

*научно-инновационная деятельность:*

ПК-6 способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач

ПК-7 способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации

*организационно-управленческая деятельность:*

ПК-9 способность организовать и планировать физические исследования

ПК-10 способность организовать работу коллектива для решения профессиональных задач

Аннотация программы научно-исследовательского семинара

**Цели научно-исследовательского семинара:**

В результате прохождения студенты должны:

Иметь навыки решения конкретных физических задач современной физики с привлечением экспериментальных, а также теоретических методов исследований;

Уметь интерпретировать и использовать полученные знания для достижения основных целей в рамках выполнения выпускных квалификационных работ; развивать навыки самостоятельной преподавательской работы.

**Задачами практики являются:**

Формирование и развитие профессиональных навыков преподавателя профильной школы и учреждений высшего и среднего профессионального образования, овладение основами педагогического мастерства, умениями и навыками самостоятельного ведения учебно-вспомогательной и преподавательской работы;

Формирование у магистранта представления о содержании и формах планирования, контроля и анализа учебного процесса;

Создание условий для приобретения собственного опыта и для выработки профессионального мышления и мировоззрения.

Время проведения научно-исследовательского семинара: 1 курс – 1 и 2 семестры, 2 курс – 3 семестр.

**Формы проведения научно-исследовательского семинара:**

научно-исследовательский семинар: 1 семестр, продолжительность 2/3 недели (36 часов, 1 зачетная единица) - реферат;

научно-исследовательский семинар: 2 семестр, продолжительность 2/3 недели (36 часов, 1 зачетная единица) - реферат;

научно-исследовательский семинар: 3 семестр, продолжительность 2/3 недели (36 часов, 1 зачетная единица) - реферат.

**Содержание научно-исследовательского семинара.**

1 семестр:

Первая установочная конференция по производственной практике. Определение целей и задач практики. Формулировка темы производственной практики. Ознакомление с режимом работы в период производственной практики и формами текущей и итоговой отчетности. Определение параметров дифференцированной оценки производственной практики.

Работа с монографиями, патентной и журнальной литературой по теме практики.

Выполнение научно-исследовательских и научно-педагогических заданий по теме практики: знакомство с лабораториями и оборудованием кафедры и университета; изучение задач конкретной тематики практики, приборов для ее решения; подготовка образцов для анализа; освоение методов проведения экспериментальной и расчетной работы для решения задачи практики; подготовка эксперимента и т.д.

Конференция. Подведение итогов практики.

2 семестр:

Экспериментальная и расчетная работа по теме практики: сбор экспериментальных и расчетных данных; статистическая обработка результатов; графическое представление итогов эксперимента и расчета.

Интерпретация экспериментальных результатов и теоретических расчетов по теме работы. Обоснование механизма изученных физических явлений на основе расчетных данных.

Подготовка отчета к практике.

Конференция. Подведение итогов практики.

Продолжение сбора экспериментальных и расчетных данных, позволяющих полностью достигнуть целей, поставленных в ходе производственной практики на первый год обучения в магистратуре.

3 семестр:

Установочная конференция по производственной практике: Определение целей и задач практики. Формулировка темы производственной практики. Знакомление с режимом работы в период производственной практики и формами текущей и итоговой отчетности. Определение параметров дифференцированной оценки производственной практики.

Работа с монографиями, патентной и журнальной литературой по теме практики.

Выполнение научно-исследовательских и научно-педагогических заданий по теме практики: знакомство с лабораториями и оборудованием кафедры и университета; изучение задач конкретной тематики практики, приборов для ее решения; подготовка образцов для анализа; освоение методов проведения экспериментальной и расчетной работы для решения задачи практики; подготовка эксперимента и т.д.

Конференция. Подведение итогов практики.

Интерпретация экспериментальных результатов и теоретических расчетов по теме работы: статистическая обработка результатов; графическое представление итогов эксперимента и расчета; интерпретация полученных в ходе практики научных результатов.

Выполнение научно-исследовательских и научно-педагогических заданий по теме практики, результаты которых позволят дополнить материал до уровня выпускной работы – магистерской диссертации.

Завершение и подведение итогов практики в целом, подготовка научных статей и текста магистерской диссертации.

Составление отчета по практике.

Конференция. Подведение итогов практики.

**Формы промежуточной аттестации (по итогам практики):** дифференцированный зачет.

### **Коды формируемых (сформированных) компетенций**

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

ОК-1 способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук

ОК-5 способность порождать новые идеи

ОК-6 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности

ОК-7 способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности

ОК-9 способность к активной социальной мобильности, способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способность к управлению научным коллективом

ОК-10 способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

ПК-1 способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач

ПК-2 способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности  
*научно-исследовательская деятельность:*

ПК-3 способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики

ПК-4 способность и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

ПК-5 способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки

*научно-инновационная деятельность:*

ПК-6 способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач

ПК-7 способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации

*организационно-управленческая деятельность:*

ПК-9 способность организовать и планировать физические исследования

ПК-10 способность организовать работу коллектива для решения профессиональных задач

## Библиотечно-информационное обеспечение

## 8.1. Наличие учебной и учебно-методической литературы

№ п/п	Уровень, ступень образования, вид образовательной программы (основная/дополнительная), направление подготовки, специальность, профессия	Объем фонда учебной и учебно-методической литературы		Количество экземпляров литературы на одного обучающегося	Доля изданий, изданных за последние 10 лет, от общего количества экземпляров (для цикла ГСЭ – за 5 лет)
		Количество наименований	Количество экземпляров		
1	2	3	4	5	6
	<i>Высшее образование, магистратура, основная, направление 03.04.02 Физика, профиль - Физика наносистем</i>				
	В том числе по блоку Б1 дисциплин:				
	Базовая часть	91	2205	18	92%
	Вариативная часть	151	3235	41	88%

8.2. Обеспечение образовательного процесса официальными, периодическими, справочно-библиографическими изданиями, научной литературой и электронно-библиотечной системой

№ п/п	Типы изданий	Количество наименований	Количество одностомных экземпляров, годовых и (или) многотомных комплектов
1	2	3	4
1.	Официальные издания (сборники законодательных актов, нормативных правовых актов и кодексов Российской Федерации (отдельно изданные, продолжающиеся и периодические))	11	34
2.	Общественно-политические и научно-популярные периодические издания (журналы и газеты)		
3.	Научные периодические издания (по профилю (направленности) образовательных программ)	85	93
4.	Справочно-библиографические издания:		
4.1.	- энциклопедии (энциклопедические словари)	17	25
4.2.	- отраслевые словари и справочники (по профилю (направленности) образовательных программ)	54	67
4.3.	- текущие и ретроспективные отраслевые библиографические пособия (по профилю (направленности) образовательных программ)	3	3
5.	Научная литература	3279	5764
6.	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	ЭБС «Издательства «Лань» Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» ЭБС «Консультант студента»	

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



## Материально-техническое обеспечение

## Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

Дисциплины	Перечень оборудования	Место расположения
Б1.Б.1 Философские проблемы естествознания	лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, учебная аудитория	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 321
Б1.Б.2 Иностранный язык в профессиональной сфере	лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, учебная аудитория	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 233
Б1.Б.3 Современные проблемы физики	учебная аудитория, кассетный магнитофон, ноутбук, мультимедийный проектор, экран	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 321
Б1.Б.4 История и методология физики	учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 335
Б1.Б.5 Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации	учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 321
Б1.Б.6 Компьютерные технологии в науке и образовании	лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 19
Б1.В.ОД.1 Практикум по дифракционным методам анализа наноразмерных объектов	Общий и специальный лабораторный практикум. Измерительные устройства: для измерения эффекта ХОЛА, терма ЭДС, магнитосопротивление спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт фарадных характеристик НДП и других структур. Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев. лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 126, 25, 19
Б1.В.ОД.2 Технология наноструктур и наноматериалов	Лаборатория общего кольцевого практикума и спецлаборатория рентгеновского анализа	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 21

Б1.В.ОД.3 ИК спектроскопия систем пониженной размерности	<p>Общий и специальный лабораторный практикум. Измерительные устройства: для измерения эффекта ХОЛА, терма ЭДС, магнитосопротивление спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт фарадных характеристик НДП и других структур.</p> <p>Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев. лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);</p>	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 126, 25, 19
Б1.В.ОД.4 Моделирование наносистем	лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 19
Б1.В.ОД.5 Квантовая теория систем многих частиц	лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 19
Б1.В.ОД.6 Основы проектирования микро- и наносистем	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 25
Б1.В.ОД.7 Синхротронные исследования наноструктур и наноматериалов	<p>Общий и специальный лабораторный практикум. Измерительные устройства: для измерения эффекта ХОЛА, терма ЭДС, магнитосопротивление спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт фарадных характеристик НДП и других структур.</p> <p>Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев. лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);</p>	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 126, 25, 19
Б1.В.ОД.8 Основные материалы нанoeлектроники	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский ди-	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 25

	фрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	
Б1.В.ОД.9 Физпрактикум по физике наносистем	Общий и специальный лабораторный практикум. Измерительные устройства: для измерения эффекта ХОЛА, терма ЭДС, магнитосопротивление спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт фарадных характеристик НДП и других структур. Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев. лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 126, 25, 19
Б1.В.ОД.10 Магнитные явления в наносистемах	лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 19
Б1.В.ОД.11 Методы нанодиагностики	лаборатория учебного практикума изучения оптических свойств материалов и структур (5 стендов);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 24
Б1.В.ДВ.1.1 Физика нанoeлектронных структур	Лаборатория общего кольцевого практикума и спецлаборатория рентгеновского анализа	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 21
Б1.В.ДВ.1.2 Фракталы в природе и физике	учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 321
Б1.В.ДВ.2.1 Физика поверхностей	учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 335
Б1.В.ДВ.2.2 Дополнительные главы нелинейной динамики твердого тела	лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 19
Б1.В.ДВ.3.1 Специальный компьютерный практикум	Лаборатория общего кольцевого практикума и спецлаборатория рентгеновского анализа лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 21, 19
Б1.В.ДВ.3.2 Специальный физический практикум 2	Лаборатория общего кольцевого практикума и спецлаборатория рентгеновского анализа лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моде-	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 21, 19

	лирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	
Б1.В.ДВ.4.1 Нанoeлектроника	Лаборатория общего кольцевого практикума и спецлаборатория рентгеновского анализа	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 21
Б1.В.ДВ.4.2 Кооперативные явления в твердых телах	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд.25
Б1.В.ДВ.5.1 Фотоника и фотонные кристаллы	лаборатория учебного практикума изучения оптических свойств материалов и структур (5 стендов);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 24
Б1.В.ДВ.5.2 Спектроскопия твердого тела	Лаборатория общего кольцевого практикума и спецлаборатория рентгеновского анализа	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 21
Б1.В.ДВ.6.1 Квантовая физика наносистем	Лаборатория общего кольцевого практикума и спецлаборатория рентгеновского анализа	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 21
Б1.В.ДВ.6.2 Физика наноструктур	Лаборатория общего кольцевого практикума и спецлаборатория рентгеновского анализа	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 21
ФТД.1 Проблемы электронного строения современных материалов	Лаборатория общего кольцевого практикума и спецлаборатория рентгеновского анализа лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. 21, 19

**Кадровое обеспечение**

## Кадровое обеспечение образовательного процесса

Привлечено 24 преподавателей  
*Всего*

Имеют ученую степень, ученое звание 24, из них  
докторов наук, профессоров 5;  
ведущих специалистов 2.

97% преподавателей имеют ученую степень, звание; 6.5% преподавателей привлечены из ведущих специалистов, что соответствует требованиям стандарта.

Все преподаватели на регулярной основе занимаются научно-методической деятельностью.