

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор-  
проректор по учебной работе

 Е.Е. Чупандина

« 30 » июль 2016 г



**Основная образовательная программа  
высшего образования**

Направление подготовки  
**03.04.02 Физика**

Программа  
**Физика атомов и молекул**

Вид программы  
**Академическая магистратура**

Квалификация (степень)  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Воронеж 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	3
1.1. Основная образовательная программа магистратуры «Физика атомов и молекул», реализуемая ФГБОУ ВО «ВГУ» по направлению подготовки 03.04.02 Физика.....	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 .....	3
1.3.1. Цель реализации ООП .....	3
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 .....	4
2.1. Область профессиональной деятельности выпускника .....	4
2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника .....	4
2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника .....	4
2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника .....	4
3. Планируемые результаты освоения ООП .....	5
4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика .....	6
4.1. Календарный учебный график .....	6
4.2. Учебный план .....	6
4.3. Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин .....	6
4.4. Программы учебной и производственной практик .....	6
5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика .....	6
6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников .....	8
7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ООП магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика..	9
7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация .....	9
7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников ООП магистратуры .....	9
8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся .....	10
Приложение 1. Календарный график учебного процесса .....	11
Приложение 2. Учебный план .....	12
Приложение 3. Аннотации рабочих программ дисциплин .....	15
Приложение 4. Аннотации научно-исследовательской работы и производственной практики .....	42
Приложение 5. Матрица соответствия компетенций, составных частей ООП и оценочных средств .....	44
Приложение 6. Кадровое обеспечение .....	46
Приложение 7. Библиотечно-информационное обеспечение .....	47
Приложение 8. Материально-техническое обеспечение .....	49

## 1 Общие положения

### 1.1. Основная образовательная программа магистратуры «Физика атомов и молекул», реализуемая ФГБОУ ВО «ВГУ» по направлению подготовки 03.04.02 Физика

Квалификация, присваиваемая выпускникам, – магистр.

Основная образовательная программа магистратуры «Физика атомов и молекул», реализуемая в Воронежском государственном университете по направлению подготовки 03.04.02 Физика, представляет собой систему документов, разработанную с учетом требований рынка труда, на основе Федерального государственного образовательного стандарта по соответствующему направлению подготовки высшего образования (ФГОС ВО), а также с учетом рекомендованной примерной образовательной программы.

ООП ВО регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки и профилю 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 практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Основными пользователями ООП являются: руководство, профессорско-преподавательский состав и студенты 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

Нормативную правовую базу для разработки ООП магистратуры составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012, № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) по направлению подготовки 03.04.02 Физика высшего образования (магистратура), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.01.2010, №31;
- Приказ Минобрнауки России от 19.12.2013 №1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Примерная основная образовательная программа (ПрООП ВО) по направлению подготовки, утвержденная приказом министерства образования и науки от 28 августа 2015 года № 913 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 физика (уровень магистратура).

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

#### 1.3.1. Цель реализации ООП

ООП ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика имеет своей целью развитие у студентов 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 студентов: 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 общенаучного и профессионального циклов, а также углубленного профессионального 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.

### 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 студентом 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 студента, практики и время, отводимое на контроль качества освоения студентом 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 направлению 03.04.02 Физика областью профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры, включает все виды наблюдающихся в природе физических явлений, процессов и структур.

### 2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника

Объектами профессиональной деятельности выпускников физиков по направлению 03.04.02 Физика, освоивших программу магистратуры, являются:

- физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования;
- физические, инженерно-физические, биофизические, химико-физические, медико-физические, природоохранные технологии;
- физическая экспертиза и мониторинг.

### 2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу магистратуры:

- научно-исследовательская;
- научно-инновационная;
- организационно-управленческая;
- педагогическая и просветительская.

При разработке и реализации программы магистратуры организация ориентируется на конкретный вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовится магистр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательских и материально-технических ресурсов организации.

Программа магистратуры формируется организацией в зависимости от видов учебной деятельности и требований к результатам освоения образовательной программы:

- ориентированной на научно-исследовательский и (или) педагогический вид (виды) профессиональной деятельности как основной (основные) (далее - программа академической магистратуры);
- ориентированной на практико-ориентированный, прикладной вид (виды) профессиональной деятельности как основной (основные) (далее - программа прикладной магистратуры).

### 2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника

Выпускник, освоивший программу магистратуры, в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа магистратуры, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

#### **научно-исследовательская деятельность:**

- освоение методов научных исследований;
- освоение теорий и моделей;
- участие в проведении физических исследований по заданной тематике;

участие в обработке полученных результатов научных исследований на современном уровне;  
 работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий;

**научно-инновационная деятельность:**

освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной деятельности;  
 освоение методов инженерно-технологической деятельности;

участие в обработке и анализе полученных данных с помощью современных информационных технологий;

**организационно-управленческая деятельность:**

знакомство с основами организации и планирования физических исследований;  
 участие в информационной и технической организации научных семинаров и конференций;  
 участие в написании и оформлении научных статей и отчетов;

**педагогическая и просветительская деятельность:**

подготовка и проведение учебных занятий в общеобразовательных организациях;  
 экскурсионная, просветительская и кружковая работа.

### 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 к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

В результате освоения данной ООП ВО магистр должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ (ОПК-3);
- способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности (ОПК-4);
- способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-5);
- способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);
- способностью демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики (ОПК-7).

В результате освоения данной ООП ВО магистр должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);
- способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

#### **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 по направлению подготовки 03.04.02 Физика содержание и организация образовательного процесса при реализации данной ООП ВО регламентируется учебным планом с учетом его профиля; рабочими программами учебных курсов, предметов, дисциплин; материалами, обеспечивающими качество подготовки и воспитания обучающихся; программами учебных и производственных практик; годовым календарным учебным графиком, а также методическими материалами, обеспечивающими реализацию соответствующих образовательных технологий.

##### **4.1. Календарный учебный график**

Последовательность реализации ООП ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа «Физика атомов и молекул») по годам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и итоговую аттестации, каникулы) (**Приложение 1**) отражается в базовом и рабочем учебных планах.

##### **4.2. Учебный план**

Учебный план прилагается (**Приложение 2**).

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

Аннотации рабочих программ учебных курсов, предметов, дисциплин прилагаются (**Приложение 3**).

##### **4.4. Программа производственной практики**

При реализации данной ООП предусматривается производственная практика. Практика проводится во 2 семестре продолжительностью 6 1/3 недели, в 3 семестре продолжительностью 4 недели и в 4 семестре продолжительностью 12 1/3 недели. Формой аттестации по производственной практике является зачет с оценкой. Производственная практика проходит на базе учебной и компьютерной лабораторий кафедры теоретической физики ФГБОУ ВО "ВГУ".

Программа производственной практики содержит формулировки целей и задач практики, вытекающих из целей ООП ВО по направлению 03.04.02 Физика и магистерской программы "Физика атомов и молекул", направленной на приобретение студентами практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

Целями производственной практики являются закрепление и углубление теоретической подготовки и навыков лабораторного исследования, практических навыков и компетенций.

Задачами производственной практики является освоение методик решения фундаментальных и прикладных задач медицинской физики, освоение методов измерения характеристик излучений и методик статистического анализа данных экспериментов.

В ходе производственной практики студент выполняет анализ выбранной предметной области, дает обоснование значимости исследования, выбирает соответствующие методы и методики, осваивает современные инструментальные средства, необходимые для подготовки методической и экспериментальной глав выпускной квалификационной работы. В ходе производственной практики студенты закрепляют навыки по следующим видам деятельности: научно-исследовательская; проектно-конструкторская, производственно-технологическая, организационно-управленческая.

Главным итогом прохождения практики является выполнение и защита выпускной квалификационной работы магистра, а также успешная профессиональная деятельность в будущем.

Аннотации научно-исследовательской работы и производственной практики представлены в **Приложении 4**.

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

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

Образовательная технология включает в себя конкретное представление планируемых результатов обучения, форму обучения, порядок взаимодействия студента и преподавателя, методики и средства обучения, систему диагностики текущего состояния учебного процесса и степени обученности студента.

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

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью ООП, особенностью контингента обучающихся, содержанием конкретных дисциплин и в целом в учебном процессе составляет более 20% от общего объема аудиторных занятий. Лекционные занятия составляют не более 50% общего объема аудиторных занятий.

При разработке образовательной программы для каждого модуля (учебной дисциплины) предусмотрены соответствующие технологии обучения, которые позволят обеспечить достижение планируемых результатов обучения. При интерактивном обучении реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента 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 студентов 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 студентами ООП в целом и отдельных ее компонентов (**Приложение 5**).

Доля преподавателей, имеющих ученую степень и/или ученое звание, в общем числе преподавателей, обеспечивающих образовательный процесс по данной основной образовательной программе, составляет не менее 50 процентов, ученую степень доктора наук и/или ученое звание профессора имеют не менее 8 процентов преподавателей (**Приложение 6**).

При использовании электронных изданий (**Приложение 7**) 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 студента не менее 2-х часов в неделю.

Вуз обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

ВУЗ располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом вуза, и действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам (**Приложение 8**).

Необходимый для реализации ООП магистратуры перечень материально-технического обеспечения включает в себя: измерительные, диагностические, технологические комплексы, оборудование и установки, а также персональные компьютеры и рабочие станции, объединенные в локальные сети с выходом в Интернет, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области теоретической физики.

Физический факультет располагает достаточной материально-технической базой для проведения всех видов лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки и научно-исследовательской работы студентов-магистров, предусмотренных учебным планом.

Учебные занятия и научно-исследовательская работа студентов кафедры теоретической физики обеспечены следующими аудиториями:

- учебная лаборатория;
- компьютерная лаборатория кафедры теоретической физики.

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 студента (10-15 человек) и имеющими условия для проведения семинаров с использованием проекционного оборудования. Учебные аудитории отвечают санитарно-гигиеническим нормам.

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

В университете воспитательная деятельность рассматривается как важная и неотъемлемая часть непрерывного многоуровневого образовательного процесса.

Воспитательная деятельность регламентируется нормативными документами и, в первую очередь, Концепцией воспитательной деятельности, основной целью которой является социализация личности будущего конкурентоспособного специалиста с высшим образованием, обладающего высокой культурой, интеллигентностью, социальной активностью, качествами гражданина-патриота.

В Воронежском государственном университете создана социокультурная среда вуза и благоприятные условия для развития личности и регулирования социально-культурных процессов, способствующих укреплению нравственных, гражданственных, общекультурных качеств обучающихся. Воспитательная деятельность рассматривается как важная и неотъемлемая часть непрерывного многоуровневого образовательного процесса. Воспитательная деятельность регламентируется нормативными документами и, в первую очередь, Концепцией воспитательной деятельности, основной целью которой является социализация личности будущего конкурентоспособного специалиста с высшим профессиональным образованием, обладающего высокой культурой, интеллигентностью, социальной активностью, качествами гражданина-патриота.

В соответствии с Концепцией разработаны Программа воспитательной деятельности и Концепция профилактики злоупотребления психоактивными веществами и др. Программа включает следующие направления воспитательной деятельности: духовно-нравственное воспитание; гражданско-патриотическое и правовое воспитание; профессионально-трудовое воспитание; эстетическое воспитание; физическое воспитание; экологическое воспитание.

Координационным органом студенческих объединений ВГУ является Совет обучающихся, определяющий ключевые направления развития внеучебной жизни в университете и призванный обеспечить эффективное развитие студенческих организаций, входящих в его состав.

В состав Совета обучающихся ВГУ входят следующие студенческие организации, реализующие проекты по различным направлениям воспитательной деятельности:

- Студенческий совет
- Молодежное движение доноров Воронежа «Качели»
- Клуб интеллектуальных игр ВГУ
- Юридическая клиника ВГУ и АЮР
- Научно-популярный Лекторий
- Штаб студенческих отрядов ВГУ
- Всероссийский Студенческий Турнир Трёх Наук
- Федеральный образовательный проект «Инфопоток»
- Школа актива ВГУ
- Археологическое наследие Центрального Черноземья
- Студенты – Детям

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.

Для обеспечения проживания студентов и аспирантов очной формы обучения университет имеет 8 студенческих общежитий.

Для медицинского обслуживания обучающихся в университете имеется студенческая поликлиника. В поликлинике ведут ежедневный прием терапевты и узкие специалисты. Осуществляется ежедневный амбулаторно-поликлинический прием больных, консультации узкими специалистами, лабораторно-диагностические исследования, а также проводятся лечебно-оздоровительные мероприятия.

Для обеспечения питания в университете имеются пункты общественного питания.

Организации отдыха студентов университета ректорат, профком, студенческий профком, студенческий совет уделяют большое внимание и на эти цели выделяют значительные средства. Работают спортивный клуб и оздоровительно-спортивный центр; в летний период предоставляются бесплатные путевки в спортивно-оздоровительный комплекс «Веневитиново» и на Черноморское побережье Кавказа.



При успешном выполнении учебного плана на хорошо и отлично обучающиеся получают стипендию, а при получении только отличных оценок – повышенную стипендию. Социальную стипендию получают социально незащищённые обучающиеся.

## **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 подготовки 03.04.02 Физика и Типовым положением о вузе оценка качества освоения обучающимися ООП магистратуры включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую государственную аттестацию обучающихся.

На основе требований ФГОС ВО и рекомендаций примерной ООП по направлению подготовки 03.04.02 Физика разработана матрица соответствия компетенций и составных частей ООП (приложение 5).

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО и рекомендациями ООП ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации созданы соответствующие фонды оценочных средств.

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 и рекомендаций ООП ВО по соответствующему направлению подготовки разработаны и утверждены требования к содержанию, объему и структуре выпускных квалификационных работ.

В итоговую аттестацию входит защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации). Магистерские диссертации выполняются по темам, утвержденным Ученым советом факультета.

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе подготовки магистров «Физика атомов и молекул», которую он освоил за время обучения.

При организации работы над магистерской диссертацией кафедра после завершения теоретического обучения в 3-м семестре проводит работу по выбору и утверждению тем магистерских диссертаций. Темы всех магистерских диссертаций соответствуют тематике работы кафедры.

Тематика выпускных квалификационных работ направлена на решение профессиональных задач:

- ядерная физика;
- астрофизика;
- атомная и молекулярная физика;
- взаимодействие интенсивных лазерных полей с атомами и молекулами;
- взаимодействие частиц с веществом;
- акустика.

Непосредственное руководство магистрами осуществляется только руководителями, имеющими ученую степень.

Требования, обусловленные специализированной подготовкой магистра, включают:

*владение:*

- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- навыками компьютерного моделирования физических процессов;
- методами математической и теоретической физики.

*умение:*

- формулировать и решать задачи научно-исследовательской и научно-инновационной деятельности;
- выбирать оптимальные методы и средства исследований в области теоретической физики;
- вести библиографическую работу;
- представлять результаты выполнения работы в виде отчетов, обзоров, докладов, статей;
- применять математический аппарат, методы вычислений, физические модели на основе теоретической и общей физики явлений и процессов.
- Разрабатывать теоретические модели и методы теоретического описания физических процессов.

## 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 ООП, предусматривается:

- использование деловых игр, исследований конкретных производственных ситуаций, имитационного обучения и иных интерактивных форм занятий в объеме не менее 20%, тестирования;
- приглашение ведущих специалистов – практиков из числа руководителей отраслевых предприятий для проведения мастер-классов по дисциплинам профессионального цикла;
- 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 циклам специальных дисциплин при проведении практических занятий, курсового проектирования и выполнении ВКР.

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

В дисциплинах профессионального цикла 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 теоретической физики

Программа одобрена научно-методическим советом физического факультета

Декан физического факультета

Зав. кафедрой теоретической физики

Куратор программы

 /А.М. Бобрешов/  
 /М.В. Фролов/  
 /Д.Е. Любашевский/

Календарный график учебного процесса

Направление подготовки: 03.04.02 Физика  
 Профиль: Физика атомов и молекул  
 Квалификация: Магистр

Срок обучения: 2 года  
 Форма обучения: очная

месяцы	сентябрь				октябрь				ноябрь				декабрь				январь				февраль				март				апрель				май				июнь				июль				август									
недели	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																	Н	Э	Э	К	К	К																	Н	Н	Н	Э	Э	П	П	П	П	П	П	К	К	К	К	К
II	П	П	П	П													Н	Н	Э	Э	К	К	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К		

Обозначения:

- Теоретическое обучение
- Э - Экзаменационные сессии
- Н - Научно-исследовательская работа
- П - Производственная практика
- Г - Гос. экзамены и/или защита ВКР
- К - Каникулы

Сводные данные по бюджету времени (в неделях)

Курсы	Теоретическое обучение	Экзаменационные сессии	НИР	Производственная практика	Гос. экзамены и/или защита ВКР	Каникулы	ВСЕГО
I	28 1/3	4	3 1/3	6 1/3		7	52
II	12	2	1 1/3	20 1/3	4	10 2/3	52
<b>ИТОГО</b>	<b>40 1/3</b>	<b>6</b>	<b>4 2/3</b>	<b>26 2/3</b>	<b>4</b>	<b>17 2/3</b>	<b>104</b>









## Аннотации учебных курсов, дисциплин

### Б1.Б.1 Философские проблемы естествознания

**Цели и задачи учебной дисциплины:** В результате изучения курса студент должен знать, понимать и глубоко осмысливать философские концепции естествознания, место естественных наук в выработке научного мировоззрения, владеть основами методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.Б.1 "Философские проблемы естествознания" относится к базовой части. Она базируется на дисциплинах гуманитарного, социального и экономического цикла, изучаемых в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

- Философия науки: основные концепции. Взаимозависимость степени развития общества и уровня научного знания. Генезис науки и техники. Модели историографии науки. Кумулятивная модель развития науки. Научные революции. Взаимосвязь научных и технических революций. "Структура научных революций" Томаса Куна. Концепция развития науки как смены парадигм Куна. Методология научно-исследовательских программ Имре Лакатоса. Ситуативная модель истории науки. "Личностное знание" Майкла Полани. Отрицание адекватности рациональных реконструкций истории науки Паулем Фейерабендом.
- Аристотелевская картина мира. Научная революция 17 века. Механическая картина мира. Электромагнитная картина мира. Эволюционная теория и ее мировоззренческое значение. Квантово-релятивистская картина мира. Синергетическая картина мира.
- Научное познание. Проблема определения знания. Радикальный скептицизм. Эмпирические и логические методы познания. Наблюдение, эксперимент и измерение. Индукция и дедукция. Научная теория: ее структура и сущность. Способы построения научной теории. Аксиоматико-дедуктивный и гипотетико-дедуктивный методы. Объективная и интересубъективная истина.
- Парадоксы теории относительности. Проблема интерпретации квантовой механики. Копенгагенская интерпретация. Теория скрытых параметров. Многомировая интерпретация. Парадокс ЭПР.
- Этический аспект науки. Функции философии в научном познании. Философские методы в научном познании. Особенности современного этапа развития науки. Формы и перспективы её взаимодействия с философией. Усиление взаимосвязи между естественнонаучным и гуманитарным знанием.

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

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

- а) общекультурные (ОК) ОК-1, ОК-2:  
 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);  
 готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- б) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7:  
 готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);  
 способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ (ОПК-3);  
 способностью демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики (ОПК-7).

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

**Цели и задачи учебной дисциплины:** В результате изучения дисциплины студент должен уметь использовать знание иностранного языка в профессиональной деятельности, профессиональной коммуникации и межличностном общении.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.Б.2 "Иностранный язык в профессиональной сфере" относится к базовой части. Она базируется на дисциплине "Иностранный язык", изучаемой в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

1. Сфера делового общения.
2. Сфера профессионального и научного общения.

**Формы текущей аттестации:** коллоквиум, тестирование, семинарские занятия.

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

**Коды формируемых (сформированных) компетенций**

а) общекультурные (ОК) ОК-3:

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

б) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-1:

готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1).



### **Б1.Б.3 Современные проблемы физики**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Цель данной дисциплины – ознакомить студентов с последними достижениями физики фундаментальных взаимодействий. Задачи: указать на основные трудности традиционной трактовки фундаментальных взаимодействий; дать обзор новых подходов, базирующихся на двух первопринципах – релятивистской инвариантности и локальной калибровочной симметрии; убедить в перспективности данного подхода в области понимания структуры вещества; ввести понятие суперсилы, позволяющего изучать сильное, электромагнитное и слабое взаимодействия с единых позиций; ознакомить студентов с новой наукой – космомикрорфизикой.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.Б.3 "Современные проблемы физики" относится к базовой части. Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата по направлению 03.03.02 Физика: "Атомная физика", "Физика атомного ядра и элементарных частиц", "Квантовая теория" и "Физика фундаментальных взаимодействий".

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

1. Введение. Обзор современных достижений теории элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий.
2. Феноменология и проблемы теории электромагнитного взаимодействия.
3. Феноменология и проблемы теории сильного взаимодействия и теории элементарных частиц.
4. Феноменология и проблемы теории слабого и гравитационного взаимодействий.
5. Принцип калибровочной симметрии и фундаментальные взаимодействия.
6. Суперсила и космомикрорфизика.

**Формы текущей аттестации:** устный опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** курсовая работа, зачет (1 семестр).

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

а) общекультурные (ОК) ОК-3:

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

б) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-4, ОПК-6:

способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности (ОПК-4);

способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

в) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

#### **Б1.Б.4 История и методология физики**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Основная цель курса – ознакомить студентов с историей зарождения научных знаний, появления одной из форм общественного сознания – науки, историей 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 Б1.Б.4 "История и методология физики" относится к базовой части. Для освоения данной дисциплины необходимы базовые знания по общему курсу физики, изучаемому в рамках базовой части профессионального цикла бакалавриатуры 03.03.02 Физика.

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

1. Введение. Формы общественного сознания. Наука. Методология науки. Физика и ее роль в познании мира и в развитии общества.
2. Научные знания в Древнем мире.
3. Античная натурфилософия.
4. Выделение наук из натурфилософии.
5. Физика средневековья.
6. Зарождение новой науки.
7. Формирование физики (от Галилея до Ньютона).
8. Физика 18 века (Ломоносов, Фарадей).
9. Физика 19 века.
10. Современная физика.
11. Роль методологии в развитии физики.

**Формы текущей аттестации:** доклады.

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

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

а) общекультурные (ОК) ОК-2, ОК-3:  
готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);  
готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

б) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-7:  
способностью демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики (ОПК-7);

в) профессиональные (ПК) ПК-3:  
способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

### **Б1.Б.5 Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Магистрант должен овладеть знаниями об основных методологических позициях в современном гуманитарном познании, уметь определить предметную область исследований, применять методологию гуманитарной науки для решения профессиональных проблем; иметь представление о требованиях, предъявляемых современной культурой к профессиональной деятельности; корректировать собственную профессиональную деятельность с учетом ориентиров и ограничений, налагаемых культурой.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.Б.5 "Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации" относится к базовой части. Для освоения данной дисциплины необходимы базовые знания по общему курсу физики, изучаемому в рамках базовой части бакалавриата. Является неотъемлемой частью в процессе формирования требуемых общекультурных и профессиональных компетенций выпускника.

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

Филология и профессиональная деятельность человека. Формы гуманитарного осмысления вызовов современности. Роль филологии в формировании мировоззрения представителя профессионального сообщества. Симбиоз гуманитарного и естественно-научного знания на современном этапе. Прогресс и регресс: естественно-научное и гуманитарное понимание. Научный и публицистический дискурс на фоне дискурса художественной литературы. Структурно-композиционная организация профессионально ориентированного научного текста. Специфика редактирования профессионального текста. Стилиевые особенности художественной и научной речи. Литература как человековедение. Социология литературы: образ представителя профессии в художественном тексте. Аксиологическая ценность человеческого творения. Литература в контексте культуры. Система основных кодов русской культуры. Русская классика XIX-XX вв.: идеи, ключевые понятия, символы. Современная русская литература: предмет спора. Современная зарубежная литература: основные идеи и образы. Языковая точность в профессиональной деятельности (из истории русского языка).

**Формы текущей аттестации:** самостоятельное внеаудиторное исследование по заданной теме, подготовка к экспресс-опросу, составление (тезисного) плана устного ответа по заданной теме.

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

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

а) общекультурные (ОК) ОК-3:

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

б) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-1, ОПК-2:

готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2).

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

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Целями дисциплины являются: формирование знаний современных компьютерных технологий, применяемых при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче информации; формирование у выпускников компетенций в области применения современных компьютерных технологий для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.Б.6 "Компьютерные технологии в науке и образовании" относится к базовой части. Ее изучение базируется на знаниях полученных при изучении обязательных дисциплин математического и естественнонаучного цикла образовательной программы бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

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

**Формы текущей аттестации:** коллоквиум, тестирование.

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

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

а) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-5:  
способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-5);

б) профессиональные (ПК) ПК-3:  
способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ОД.1 Практические способы оценки величин характеристик классических и квантовых физических систем и процессов**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Курс ставит своей целью развить у студентов практических навыков вычисления классических и квантовомеханических величин, таких как вероятности переходов сечений рассеяния, температурные функции и т.д. В рамках этого курса рассматриваются конкретные практические задачи из основных курсов теоретической физики (теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика и статистическая физика), а также курс квантовой электродинамики.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.1 "Практические способы оценки величин характеристик классических и квантовых физических систем и процессов" относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Она основывается на базовых курсах теоретической физики образовательной программы бакалавриата 03.03.02 Физика, а также на спецкурсах магистратуры "Качественные методы в физике", "Квантовая электродинамика".

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

1. Введение.
2. Теоретическая механика: расчет адиабатических инвариантов в задачах классической механики.
3. Теоретическая механика: уравнение Навье-Стокса.
4. Электродинамика: расчет электромагнитных полей от релятивистски движущихся частиц.
5. Электродинамика: расчет сечения рассеяния электромагнитных волн с малыми и с большими частотами.
6. Электродинамика: запаздывающие потенциалы Лиенара-Вихерта.
7. Квантовая механика: расчет сечений неупругих столкновений. Матрица рассеяния при наличии реакции.
8. Квантовая механика: эффективное торможение.
9. Квантовая механика: рассеяние на молекулах.
10. Квантовая механика: расчет релятивистских поправок к атомным уровням энергии.
11. Статистическая физика: расчет теплоемкости двухатомных молекул.
12. Статистическая физика: расчет теплоемкостей водорода и дейтерия при низких температурах.
13. Статистическая физика: термодинамические функции кристалла. Приближение Дебая.
14. Статистическая физика: термодинамические свойства неидеальных газов.
15. Статистическая физика: электронный газ.
16. Квантовая электродинамика: вычисление поляризационных операторов.
17. Квантовая электродинамика: вычисление радиационных поправок к закону Кулона.
18. Квантовая электродинамика: фотоэффект в релятивистском случае.
19. Квантовая электродинамика: радиационные поправки к уравнениям электромагнитного поля.
20. Квантовая электродинамика: расчет сечения рассеяния фотона на фотоне.

**Формы текущей аттестации:** устный опрос.

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

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

а) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-3:  
способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ (ОПК-3);

б) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:  
способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ОД.2 Теория поляризационных явлений**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Цель данного курса – теоретическое изучение основных параметров плазмы и критериев ее существования. Рассмотрены различные подходы: исследовано движение заряженных частиц в электромагнитных полях с различными пространственными и временными градиентами; изучены магнитогидродинамическое описание плазмы, уравнение Власова, плазменные колебания, затухание Ландау и коэффициенты переноса в плазменной среде.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.2 "Теория поляризационных явлений" относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Ее изучение базируется на знаниях полученных при изучении курса "Квантовая теория" образовательной программы бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

1. Основные понятия физики плазмы.
2. Основные методы теоретического исследования плазмы.
3. Магнитогидродинамическое описание плазмы.
4. Кинетическая теория плазмы.
5. Излучение плазмы.
6. Волны в плазме.
7. Нелинейные явления в плазме.
8. Высокоионизированная плазма.
9. Плазма твердых тел.

**Формы текущей аттестации:** выборочный опрос.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

### **Б1.В.ОД.3 Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Цель – ознакомить студентов с последними достижениями в области физики элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий. Задачи: дать глубокое понимание как структурных особенностей строения вещества, так и основных закономерностей электромагнитного, сильного, слабого и гравитационного взаимодействий с позиций современной физики; продемонстрировать основные трудности традиционной трактовки фундаментальных взаимодействий; дать представления о новом подходе в этой области физики, базирующемся на двух первопринципах – релятивистской инвариантности и локальной калибровочной симметрии, со следствиями такого подхода в области понимания структуры вещества и свойств фундаментальных взаимодействий, в том числе суперсилы; дать представление о новой науке – космомикрופизике, и о новых подходах к астрофизической проблеме возникновения Вселенной и ее эволюции на ранних временных этапах.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.3 "Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия" относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Спецкурс является более углубленным вариантом общего курса базовой части "Современные проблемы физики".

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

1. Введение. Обзор современных достижений теории элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий.
2. Элементарные частицы: характеристики, законы сохранения и свойства.
3. Классификация адронов, унитарная SU(3)-симметрия, кварки.
4. Принципы релятивистской инвариантности и калибровочной симметрии. Объединение фундаментальных взаимодействий.
5. Космомикрופизика, эволюция Вселенной и свойства суперсилы.

**Формы текущей аттестации:** опрос.

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

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

а) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-6:  
способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

б) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:  
способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ОД.5 Физика межатомных взаимодействий**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Цель – ознакомление с некоторыми важными методами приближенного решения задач квантовой механики, не сводящимися к использованию теории возмущений. Задачей является демонстрация использования непertурбативных методов в задаче нелинейной ионизации атомов сверхсильным лазерным излучением и задаче трех тел.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.5 "Физика межатомных взаимодействий" относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Дисциплина закладывает знания для выполнения выпускной квалификационной работы магистра и проведения научно-исследовательской работы. Дисциплина непосредственно связана со спецкурсами "Взаимодействие частиц и излучений с веществом", "Взаимодействие атомов с интенсивным световым полем" и "Физика ионизационных столкновений".

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

1. Теория Келдыша.
2. Туннельная ионизация атомов.
3. Адиабатическое приближение.
4. Задача трех тел.

**Формы текущей аттестации:** реферат.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).



## **Б1.В.ОД.6 Когерентные нелинейно-оптические явления в газах**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Сформировать знания о механизмах возникновения когерентности при движении пучков заряженных частиц в газах, научить формулировать физические задачи и делать их математическую постановку, подготовить к самостоятельному изучению оригинальных работ в этой области.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.6 "Когерентные нелинейно-оптические явления в газах" относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Студент должен обладать знаниями по дисциплинам разделов математики и теоретической физики, изучаемым в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

1. Общая теория матрицы плотности.
2. Когерентность вещества и поля.
3. Резонансное взаимодействие электромагнитного излучения с системой двухуровневых частиц.
4. Каналирование релятивистских электронов и позитронов в кристаллах.
5. Экспериментальные методы импульсной когерентной спектроскопии.

**Формы текущей аттестации:** доклады.

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

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

а) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-6:  
способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

б) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:  
способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ОД.7 Квантовая теория систем многих частиц**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Познакомить студентов с основными теоретическими методами квантовой теории поля, статистической физики для описания макроскопических систем сильно взаимодействующих частиц, научить использовать соответствующую технику для решения задач.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.7 "Квантовая теория систем многих частиц" относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Она базируется на дисциплинах цикла "Теоретическая физика", изучаемых в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика, а также непосредственно связана с курсом "Квантовая электродинамика".

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

1. Введение.
2. Метод уравнений движения.
3. Методы квантовой теории поля в теории многих частиц при  $T=0$ .
4. Методы квантовой теории поля в теории многих частиц при температурах, отличных от абсолютного нуля.

**Формы текущей аттестации:** выборочный опрос.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ОД.8 Взаимодействие атомов с интенсивным световым полем**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Ознакомление студентов с современными концепциями лазерной физики, физики атомов и молекул, а также с современным научным пониманием элементарных процессов взаимодействия излучения с веществом. Задачей изучения дисциплины является освоение основных направлений современной теории взаимодействия излучения с веществом, овладение методами количественной и качественной оценки эффектов воздействия полихроматических электромагнитных полей на вещество и использование их в дальнейшей научно-образовательной деятельности студентов.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.8 "Взаимодействие атомов с интенсивным световым полем" относится обязательным дисциплинам вариативной части. Обучаемые должны предварительно освоить следующие курсы, изучаемые в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика: "Дифференциальные уравнения", "Линейные и нелинейные уравнения физики", "Квантовая теория".

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

1. Экспериментальные методы атомной спектроскопии.
2. Основы теории взаимодействия электромагнитных полей с квантовыми системами.
3. Аналитические методы квантовой теории атома в поле.
4. Теория многофотонных процессов в атомах.
5. Многофотонная ионизационная спектроскопия атомов.

**Формы текущей аттестации:** опрос, коллоквиум.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ОД.9 Расчетные методы квантовой электродинамики для линейных и нелинейных процессов**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Курс ставит своей целью развитие вычислительных навыков физических величин с помощью аппарата квантовой электродинамики. На примере ряда физических проблем разбирается применение диаграммной техники Фейнмана к задачам квантовой электродинамики, теории твердого тела, а также атомной и молекулярной физики.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.9 "Расчетные методы квантовой электродинамики для линейных и нелинейных процессов" относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Она связана с курсами квантовой механики, квантовой электродинамики.

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

1. Двухкомпонентные фермионы, волновое уравнение для частицы со спином  $3/2$ .
2. Поправки по степеням  $1/c$  в квантовомеханическом движении электрона.
3. Рассеяние нейтронов в электрическом поле.
4. Резонансная флюоресценция, рассеяние на молекулах.
5. Аннигиляция позитрония, двухфотонная аннигиляция электронной пары.
6. Образование пар в магнитном поле.
7. Образование пар в сильном электростатическом поле.
8. Асимптотическое поведение фотонного пропагатора при больших импульсах.
9. Излучательные переходы в твердых телах.
10. Безизлучательные переходы в твердых телах.

**Формы текущей аттестации:** устный опрос.

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

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

а) общекультурные (ОК) ОК-3:

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

б) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ОД.10 Квантовая электродинамика**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Курс ставит своей целью ознакомление студентов с методами квантовой теории взаимодействующих полей на примере построения последовательной теории взаимодействия квантованных электромагнитного и электрон-позитронного полей. Задача дисциплины – ознакомить студентов с методами построения квантовой теории взаимодействующих полей, инвариантной теории возмущений, методами решения простейших задач квантовой электродинамики и способами устранения ультрафиолетовых расходимостей.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.10 "Квантовая электродинамика" относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Она продолжает курс "Введение в квантовую теорию поля" образовательной программы бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

1. Общие принципы построения квантовой теории взаимодействующих полей. Лагранжианы взаимодействия и динамические инварианты. Уравнения квантовой электродинамики.
2. S-матрица. Диаграммы Фейнмана. Процессы второго порядка.
3. Структура диаграмм высших порядков. Точные функции Грина и вершинные части.
4. Расходимости диаграмм Фейнмана и способы их устранения.
5. Радиационные поправки.

**Формы текущей аттестации:** устный опрос.

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

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

а) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-6:  
способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

б) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:  
способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ОД.11 Взаимодействие частиц и излучений с веществом**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Сформировать знания о закономерностях воздействия электромагнитного излучения и пучков заряженных и нейтральных частиц на вещество, научить формулировать физические задачи и делать их математическую постановку, подготовить к самостоятельному изучению оригинальных работ в этой области.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ОД.11 "Взаимодействие частиц и излучений с веществом" относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Она базируется на дисциплинах цикла "Теоретическая физика", изучаемых в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

1. Основные виды электромагнитного излучения.
2. Магнито-тормозное и синхротронное излучение.
3. Черенковское излучение.
  1. Переходное и поляризованное излучения.
  2. Тормозное излучение.
  3. Прохождение заряженных частиц и гамма-квантов через вещество.
  4. Резонансное взаимодействие гамма-квантов с атомными ядрами вещества. Эффект Мессбауэра.
  5. Каналирование релятивистских электронов и позитронов в кристаллах.

**Формы текущей аттестации:** устный опрос.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

### **Б1.В.ДВ.1.1 Физика нанозлектронных структур**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Формирование систематических знаний фундаментальных принципов, определяющих структуру низкоразмерных систем; изучение явлений и процессов в наноструктурах, использующихся при разработке приборов нанозлектроники.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.1.1 "Физика нанозлектронных структур" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Она базируется на дисциплинах профессионального цикла, изучаемых в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

1. Введение. Основные типы наноструктур и их квантово-механические модели.
2. Электронные свойства низкоразмерных систем.
3. Двумерный электронный газ в гетероструктурах.
4. Кинетические эффекты в наноструктурах.
5. Мезоскопические системы.
6. Оптические свойства наноструктур.
7. Электронная структура и физические свойства фуллеренов и нанотрубок.
8. Магнитные наноструктуры; спинтроника.

**Формы текущей аттестации:** коллоквиум, рефераты.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

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

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Формирование знаний и умений, необходимых для идентификации и описания фрактальных систем. Дисциплина формирует у студентов знания и умения, полезные при выполнении курсовых и дипломных работ. Задачи дисциплины – знакомство с основами фрактальной геометрии, теории перколяции, теории самоорганизации.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.1.2 "Фракталы в природе и физике" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Она базируется на дисциплинах профессионального цикла, изучаемых в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

Раздел 1. Введение. Основные понятия. Примеры фрактальных объектов. Канторовское множество. Ковер Серпинского. Губка Менгера.

Раздел 2. Основы фрактальной геометрии. Фрактальная размерность. Метод сеток. Аффинные преобразования, аффинные коэффициенты. Самоподобие и самоаффинность. Локальная регулярность. Показатель Липшица-Гельдера. Показатель Хёрста. Параметризация фрактальных объектов методами Фурье- и вейвлет-анализа.

Раздел 3. Процессы на фрактальных средах. Процессы диффузии, теплопроводности и электропроводности на фрактальных носителях. Дробный лапласиан. Дробное уравнение диффузии. Дробное интегро-дифференцирование. Интеграл Римана-Лиувилля. Дифференциал Грюнвальда-Летникова. Численная реализация дробного интегро-дифференцирования.

Раздел 4. Перколяция. Порог протекания. Бесконечный кластер. Перколяционный переход. Критические индексы. Решетка Бете. Электропроводность вблизи порога протекания.

Раздел 5. Самоорганизация. Ячейки Бенара. Консервативные и диссипативные системы. Нелинейность и обратные связи. Бифуркации. Детерминированный хаос и странные аттракторы. Согласованное поведение в сложных системах. Самоорганизованные структуры в нанотехнологии.

**Формы текущей аттестации:** собеседование.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:** основные понятия фрактальной геометрии, примеры фрактальных систем, основы теории самоорганизации.

**уметь:** вычислять фрактальную размерность.

**владеть:** навыками параметризации фрактальных объектов.

приобрести опыт деятельности: научно-исследовательской.



### **Б1.В.ДВ.2.1 Физика поверхностей**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Цель дисциплины состоит в формировании систематических знаний о структуре, свойствах и процессах на поверхности полупроводников. При изучении курса ставятся следующие основные задачи: получение представлений о физических идеях и принципах физики поверхности и граничных явлений; формирование комплекса теоретических знаний о процессах на поверхности конденсированных сред и границах раздела, составляющих фундаментальную основу функционирования приборов микро- и нанoeлектроники; знакомство с современными моделями и теориями физических явлений и основными областями применения поверхностных структур и границ раздела.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.2.1 "Физика поверхностей" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Обучаемые должны предварительно освоить следующие курсы, изучаемые в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика: "Физика твердого тела".

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

1. Введение. Атомарно-чистая и реальная поверхность. Обзор методов исследования поверхности. Поверхность как нарушение периодичности объемной решетки. Мо-дельные представления и классификация электронных поверхностных состояний. Модель Тамма. Модель Шоттки.
2. Теория приповерхностной области пространственного заряда (ОПЗ). Емкость и заряд приповерхностной ОПЗ. Эффект поля. C-V- и G-V-характеристики. Плотность электронных поверхностных состояний. МДП-структура.
3. Скорость поверхностной рекомбинации. Рекомбинация носителей заряда с участием поверхностных состояний. Время жизни носителей на поверхности.
4. Контакт металл-полупроводник. Плотность тока термоэлектронной эмиссии. Вольт-амперные характеристики. P-n-переход. Гетеропереход.
5. Композиционные и легированные полупроводниковые сверхрешетки. Энергетическая структура и электронный спектр, расщепление зон на минизоны.

**Формы текущей аттестации:** опрос.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ДВ.2.2 Дополнительные главы нелинейной динамики твердого тела**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Сформировать у студентов представление о предмете, методах и основных достижениях современной нелинейной динамики.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.2.2 "Дополнительные главы нелинейной динамики твердого тела" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Обучаемые должны предварительно освоить следующие курсы, изучаемые в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика: "Физика твердого тела".

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

1. Введение. Динамические системы и методы их описания.
2. Элементы теории устойчивости динамических систем.
3. Типичные бифуркации динамических систем.
4. Простые модели динамических систем и хаос.
5. Реальные системы с хаотическим поведением.
6. Странные аттракторы. Фракталы, меры фрактальной размерности.
7. Сценарии развития и критерии динамического хаоса.
8. Стохастический резонанс в нелинейных динамических системах.

**Формы текущей аттестации:** опрос.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

### **Б1.В.ДВ.3.1 Специальный компьютерный практикум**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Целью изучения дисциплины является привитие навыков работы с современным оборудованием, применяемым при сборе, хранении, обработке и анализе физической информации, получаемой при исследованиях в области физики атомов и молекул.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.3.1 "Специальный компьютерный практикум" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Она базируется на дисциплинах циклов "Общая физика" и "Теоретическая физика", изучаемых в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

Обновляемый перечень индивидуальных лабораторных заданий, выполняемых под руководством научных руководителей магистерских диссертаций в лаборатории кафедры.

**Формы текущей аттестации:** индивидуальные отчеты.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (2 семестр), зачет с оценкой (3 семестр).

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

а) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-5:

способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-5);

б) профессиональные (ПК) ПК-2:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2).

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

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Цели изучения дисциплины: знакомство с базовыми теоретическими и компьютерными технологиями, применяемыми при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче физической информации; привитие навыков профессионально оформлять и представлять результаты физических исследований; освоение ряда современных исследовательских технологий для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.3.2 "Специальный физический практикум" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Она базируется на дисциплинах циклов "Общая физика" и "Теоретическая физика", изучаемых в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

Обновляемый перечень индивидуальных лабораторных заданий, выполняемых под руководством научных руководителей магистерских диссертаций в лаборатории кафедры.

**Формы текущей аттестации:** индивидуальные отчеты.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (2 семестр), зачет с оценкой (3 семестр).

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

а) общекультурные (ОК) ОК-3:

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

б) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

### **Б1.В.ДВ.4.1 Качественные методы в физике**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Целью настоящего курса является изучение качественных методов физики при решении физических задач из различных областей физики: классической механики и гидродинамики, нелинейной оптики, квантовой механики. Задача курса состоит в развитии у студентов практических навыков качественного анализа физической задачи и применения качественных методов для решения конкретных физических задач.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.4.1 "Качественные методы в физике" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Она базируется на дисциплинах циклов "Математика" и "Теоретическая физика", изучаемых в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

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

1. Введение в качественные методы физики. Размерные и модельные оценки. Оценки математических выражений.
2. Качественные методы в классической механике.
3. Качественные методы в нелинейной оптике.
4. Качественные методы в квантовой механике.
5. Качественные методы в аэро- и гидродинамике.

**Формы текущей аттестации:** опрос.

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

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

а) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-6:  
способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

б) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:  
способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

### **Б1.В.ДВ.5.1 Калибровочная теория элементарных частиц**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Специальный курс является частью комплекса специальных дисциплин направления, читаемых по выбору студентов, и представляет собой введение в калибровочную теорию элементарных частиц, основанную на принципах локальности, причинности и перенормируемости. Целью курса является ознакомление студентов с новым подходом в теории элементарных частиц, в котором структура частиц и их взаимодействие рассматриваются единым образом в рамках понятий о кварках, лептонах и векторных калибровочных полях. Задача курса - дать студентам представление о новых идеях в физике элементарных частиц и фундаментальных взаимодействиях, о калибровочных симметриях, проблемах квантовой хромодинамики, принципах построения электрослабой силы и суперсилы и об их следствиях. Спецкурс позволит глубже понять структурные особенности строения вещества и основные закономерности электромагнитного, сильного и слабого взаимодействий с позиций современной физики и на этой базе более осознанно подходить к решению конкретных физических проблем, связанных с изучением вещества на различных уровнях его организации.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.5.1 "Калибровочная теория элементарных частиц" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Обучаемые должны предварительно освоить следующие курсы, изучаемые в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика: "Квантовая теория", "Теория атомного ядра".

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

1. Введение. Формализм теорий калибровочной симметрии.
2. Максвелловское поле:  $U(1)$ -калибровочная теория.
3. Сильное поле: цветовая  $SU(3)$ -калибровочная симметрия. Квантовая хромодинамика.
4. Теория электрослабых взаимодействий.
5. Теория Великого объединения.

**Формы текущей аттестации:** опрос.

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

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

а) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-6:  
способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

б) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:  
способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

## **Б1.В.ДВ.5.2 Сверхсильные лазерные поля**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Целью настоящего курса является изучение целого ряда нелинейных явлений во взаимодействии сверхсильного лазерного поля с атомами и молекулами: нелинейная ионизация атомов и молекул, генерация высших гармоник, стабилизация, рассеяние частиц на атомных потенциалах в присутствии сильного лазерного поля, а также изучение непертурбативных методов анализа нестационарного уравнения Шредингера.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.5.2 "Сверхсильные лазерные поля" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Обучаемые должны предварительно освоить следующие курсы, изучаемые в образовательной программе бакалавриата 03.03.02 Физика: "Математический анализ", "Линейная алгебра", "Квантовая теория".

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

1. Введение в теорию нелинейного взаимодействия лазерного излучения с атомами и молекулами.
2. Метод квазиэнергетических состояний. Метод квазистационарных квазиэнергетических состояний. Метод функций Грина.
3. Ионизация атомных систем сильным лазерным полем. Приближение Келдыша. Стабилизация.
4. Модель дельта-потенциала.
5. Генерация высших гармоник.
6. Электрон-атомное рассеяние в присутствии сильной лазерной волны.

**Формы текущей аттестации:** опрос.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

### **Б1.В.ДВ.6.1 Релятивистская теория атомов**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Анализ и роль релятивистских эффектов классической теории водородо- и гелиеподобного атомов, изучение свойств инвариантности уравнения Дирака и его решение в простейших случаях, получение формы тонкой структуры, изучение процесса излучения фотона и фотоэффекта.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.6.1 "Релятивистская теория атомов" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата по направлению 03.03.02 Физика: "Квантовая теория", "Атомная физика", "Физика атомного ядра и элементарных частиц".

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

1. Введение. Проблема Кеплера. Уравнение Дирака.
2. Свободное движение электрона. Центральное-симметричное поле. Свойства полного момента.
3. Движение электрона в кулоновском поле по теории Дирака.
4. Предельный переход к релятивистской квантовой механике.
5. Тонкая структура атома гелия. Релятивистские поправки для основного состояния атома гелия.
6. Сверхтонкая структура энергетических уровней гелиеподобных атомов.

**Формы текущей аттестации:** выборочный опрос.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).



## **Б1.В.ДВ.6.2 Метод фазовых интегралов в квантовой теории**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** Изучение данной дисциплины позволяет познакомиться с методом фазовых интегралов, применяемым в различных областях современной теоретической физики. Целью курса является формирование представлений о теоретическом формализме метода фазовых интегралов с приложениями к решению типовых задач. Основными задачами курса являются овладение понятиями метода, получение представлений о подходах к постановке и решению конкретных физических задач.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина Б1.В.ДВ.6.2 "Метод фазовых интегралов в квантовой теории" относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата по направлению 03.03.02 Физика: "Теоретическая механика и механика сплошных сред", "Электродинамика" и "Квантовая теория".

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

1. Метод фазовых интегралов: исторический обзор. Предмет и задачи курса.
2. Математические основы метода.
3. Приложения метода к задачам квантовой теории.

**Формы текущей аттестации:** устный опрос.

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

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

профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3).

**Аннотации научно-исследовательской работы и производственной практики****Б2.Н.1.2.3 Научно-исследовательская работа****1. Цели**

Целью научно-исследовательской работы, проводимой в указанные сроки, является последовательное развитие, закрепление и углубление обучающимися полученных теоретических знаний, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере научно-исследовательской и инновационной деятельности.

**2. Задачи**

Задачами научно-исследовательской работы являются развитие способностей:

- самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в соответствии с профилем магистерской программы и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий;
- анализировать и использовать новейший отечественный и зарубежный опыт при реализации конкретных исследовательских, производственных и педагогических задач;
- реализовывать свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и экологических факторов;
- порождать новые идеи, совершенствуя и развивая свой интеллектуальный, общекультурный и профессиональный уровень.

При выполнении научно-исследовательской работы студент должен приобрести: навыки работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований, способность самостоятельно выполнять лабораторные, вычислительные физические исследования при решении научно-исследовательских задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, способность планировать, проводить научно-исследовательскую работу и представлять результаты исследований в виде публикаций и презентаций, навыки работы в научно-исследовательском коллективе, способность к профессиональной адаптации, к обучению новым методам исследования и технологиям, понимание ответственности за достоверность и качество выполняемых работ.

**3. Время проведения 1 – 4 семестры.****4. Формы проведения**

Работа в компьютерной лаборатории, численное моделирование физических процессов, получение и анализ результатов теоретических расчетов по теме исследований, чтение и анализ научных статей, написание научных статей, подготовка тезисов конференций.

**5. Содержание**

Общая трудоемкость научно-исследовательской работы составляет 14 зачетных единиц, 504 часа.

**6. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)**

Отчет за каждый семестр с защитой. Результат защиты (оценка по пятибалльной шкале) оформляется протоколом заседания кафедры.

**7. Коды формируемых (сформированных) компетенций**

- а) общекультурные (ОК) ОК-1, ОК-3;
- б) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6;
- в) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3.

## **Б2.П.1 Производственная по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности**

### **1. Цели**

Целью производственной практики являются закрепление и углубление теоретической подготовки и навыков лабораторного исследования, практических навыков и компетенций.

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

Задачами производственной практики является освоение методик решения фундаментальных и прикладных задач теоретической физики, освоение методов математической и теоретической физики, а также компьютерного моделирования.

### **3. Время проведения 2 – 4 семестры.**

### **4. Формы проведения практики**

Работа в компьютерной лаборатории, численное моделирование физических процессов, получение и анализ результатов теоретических расчетов по теме исследований, чтение и анализ научных статей, написание научных статей, подготовка тезисов конференций.

### **5. Содержание производственной практики**

Общая трудоемкость производственной/преддипломной практики составляет 40 зачетных единиц, 1440 часов.

Основными этапами практики являются:

- **подготовительный**, включающий:  
инструктаж по технике безопасности;  
знакомство с коллективами на местах практики (если необходимо);
- **рабочий**, включающий:  
проведение экспериментальных исследований, компьютерного моделирования или теоретических расчетов в зависимости от темы магистерской диссертации;
- **отчетный**, включающий:  
обработку и анализ полученных данных;  
подготовку отчета по практике (письменного и компьютерной презентации);  
отчет на заседании кафедры.

При проведении практики используются все виды научно-исследовательских методик и технологий, применяемых в местах прохождения практики.

### **6. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)**

Отчет за каждый семестр с защитой. Результат защиты (оценка по пятибалльной шкале) оформляется протоколом заседания кафедры.

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

- а) общекультурные (ОК) ОК-2, ОК-3;
- б) общепрофессиональные (ОПК) ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6;
- в) профессиональные (ПК) ПК-2, ПК-3.





**Кадровое обеспечение**

Кадровое обеспечение образовательного процесса

Привлечено 54 преподавателей  
*Всего*

Имеют ученую степень, ученое звание	49, из них
докторов наук, профессоров	8;
ведущих специалистов	5.

90% преподавателей имеют ученую степень, звание; 12% преподавателей привлечены из ведущих специалистов, что соответствует требованиям стандарта.

Все преподаватели на регулярной основе занимаются научно-методической деятельностью

## Библиотечно-информационное обеспечение

## Наличие учебной и учебно-методической литературы

№ п/п	Уровень, степень 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
1.	<i>Высшее образование, магистратура, основная, направление 03.04.02 Физика, программа – Физика атомов и молекул</i>	273	8293	11,74	65,78%

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) многостомных комплектов
1	2	3	4
1.	Официальные издания (сборники законодательных актов, нормативных правовых актов и кодексов Российской Федерации (отдельно изданные, продолжающиеся и периодические))	5	61
2.	Общественно-политические и научно-популярные периодические издания (журналы и газеты)	9	1392
3.	Научные периодические издания (по профилю (направленности) образовательных программ)	13	425
4.	Справочно-библиографические издания:		
4.1.	- энциклопедии (энциклопедические словари)	51	502
4.2.	- отраслевые словари и справочники (по профилю (направленности) образовательных программ)	128	453
4.3.	- текущие и ретроспективные отраслевые библиографические пособия (по профилю (направленности) образовательных программ)	95	241
5.	Научная литература	4527	6754
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 «Университетская библиотека ONLINE» <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	

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 Базовая часть		
<i>Б1.Б.1 Философские проблемы естествознания</i>	Ауд. 227. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.Б.2 Иностранный язык в профессиональной сфере</i>	Ауд. 231. Лингафонный кабинет с пакетами аудио и видео кассет	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.Б.3 Современные проблемы физики</i>	Ауд. 227. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.Б.4 История и методология физики</i>	Ауд.428. Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575, графический планшет GENIUS G-Pen F610	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.Б.5 Филологическое обеспечение профессиональной деятельности и деловой коммуникации</i>	Ауд. 227. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.Б.6 Компьютерные технологии в науке и образовании</i>	Компьютерный класс № 313а. Оборудование: 12 компьютеров Core I5, объединенных локальную сеть с выходом во внешнюю сеть. Пакеты программ	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
Б1.В Вариативная часть		
Б1.В.ОД Обязательные дисциплины		
<i>Б1.В.ОД.1 Практические способы оценки величин характеристик классических и квантовых физических систем и процессов</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска. <b>Лаборатория №313.</b> Компьютерный класс.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ОД.2 Теория поляризаационных явлений</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ОД.3 Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ОД.4 Современные проблемы лазерной физики</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ОД.5 Физика межатомных взаимодействий</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ОД.6 Когерентные нелинейно-оптические явления в газах</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ОД.7 Квантовая теория систем многих частиц</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1

<i>Б1.В.ОД.8 Взаимодействие атомов с интенсивным световым полем</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ОД.9 Расчетные методы квантовой электродинамики для линейных и нелинейных процессов</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска. <b>Лаборатория №313.</b> Компьютерный класс.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ОД.10 Квантовая электродинамика</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ОД.11 Взаимодействие частиц и излучений с веществом</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<b>Б1.В.ДВ Дисциплины по выбору</b>		
<i>Б1.В.ДВ.1.1 Физика наноэлектронных структур</i>	Ауд. 320. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.1.2 Фракталы в природе и физике</i>	Ауд.325. Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.2.1 Физика поверхностей</i>	Ауд. 335. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.2.2 Дополнительные главы нелинейной динамики твердого тела</i>	Ауд. 227. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.3.1 Специальный компьютерный практикум</i>	<b>Лаборатория №313.</b> Компьютерный класс.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.3.2 Специальный физический практикум</i>	<b>Лаборатория №313.</b> Компьютерный класс.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.4.1 Качественные методы в физике</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.4.2 Физика ионизационных столкновений</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.5.1 Калибровочная теория элементарных частиц</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.5.2 Сверхсильные лазерные поля</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.6.1 Релятивистская теория атомов</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>Б1.В.ДВ.6.2 Метод фазовых интегралов в квантовой теории</i>	<b>Лаборатория №326.</b> Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, маркерная доска.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1
<i>ФТД.1 Проблемы электронного строения современных материалов</i>	Ауд. 227. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1