

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

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Д.А. Ендовицкий



М. П. 28.09.2018

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ  
НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ МАГИСТРАТУРЫ

03.04.02 Физика

Программа разработана на основе ФГОС высшего образования по программе бакалавриата 03.03.02 Физика.

Вступительное испытание для поступающих в магистратуру проводятся в объеме Государственного экзамена по физике для бакалавров физики и по дополнительным вопросам программы бакалавриата, соответствующим выбранной программе магистерской подготовки. Вопросы КИМа позволяют оценить качество знаний, необходимых для освоения программы подготовки магистра по избранному направлению.

**Аннотации к программам по направлению подготовки  
03.04.02 «Физика»  
(очная форма обучения)**

**1. Наименование магистерской программы  
«Медицинская физика»**

**Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой ядерной физики **Кадменский С.Г.**

**Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение физических принципов медико-биологической интроскопии. Физические методы рентгеновской и синхротронной диагностики. Лучевая, эмиссионная, ядерно-магнитно-резонансная томография. СВЧ и магнитные поля. Радионуклидные методы. Радиационная физика и радиобиология. Физика медицинских ускорителей. Микродозиметрия. Ультразвук в медицине. Лазерные и оптические методы. Математические и компьютерные методы анализа и моделирования медико-биологических процессов.

**2. Наименование магистерской программы:  
«Физика ядра и элементарных частиц»**

**Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой ядерной физики **Кадменский С.Г.**

**Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение источников ядерных излучений, методов регистрации и измерения физических характеристик ядер и элементарных частиц, процессов взаимодействия частиц, ядерных реакций и реакторов, ускорителей, экспериментальное изучение фундаментальных явлений физики микромира, изучение современных теоретических представлений и математических методов исследований в физике ядра и элементарных частиц.

**3. Наименование магистерской программы:  
«Физика атомов и молекул»**

**Руководитель магистерской программы:** д.ф.-м.н., профессор **Манаков Н.Л.**

**Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение структуры, спектров излучения атомов и молекул, взаимодействия атомов с излучением и заряженными частицами, ионизации и рекомбинации, межатомных взаимодействий. Экспериментальное изучение фундаментальных физических явлений на атомно-молекулярном уровне строения материи. Современные теоретические представления и математические методы исследований физики атомно-молекулярных систем.

**4. Наименование магистерской программы:  
«Физика конденсированного состояния вещества»**

**Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой физики тв. тела и наноструктур **Домашевская Э.П.**

#### **Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение строения и свойств кристаллических и неупорядоченных структур. Взаимодействия с электромагнитными полями и потоками частиц. Экспериментальное изучение строения вещества и фундаментальных эффектов и явлений в веществе. Технология получения веществ с заданными свойствами. Современные теоретические представления и математические методы исследований в физике вещества.

#### **5. Наименование магистерской программы:**

**«Физика полупроводников и микроэлектроника»**

#### **Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой физики полупроводников и микроэлектроники **Борментов Е.Н.**

#### **Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение структуры и физических свойств полупроводников при различных условиях. Физические основы получения полупроводников и создания полупроводниковых приборов и устройств. Экспериментальное изучение фундаментальных физических явлений в полупроводниках. Современные теоретические представления и математические методы исследований в физике полупроводников.

#### **6. Наименование магистерской программы:**

**«Физика оптических явлений»**

#### **Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой оптики и спектроскопии **Латышев А.Н.**

#### **Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение физических механизмов генерации электромагнитного излучения оптического диапазона. Лазеры, синхротроны, другие источники излучений. Свойства излучений. Оптические приборы и устройства. Спектроскопия. Взаимодействие излучения с веществом. Экспериментальное изучение фундаментальных оптических эффектов и явлений. Современные теоретические представления и математические методы исследований в физике электромагнитного излучения и взаимодействия излучения с веществом.

#### **7. Наименование магистерской программы:**

**«Теоретическая и математическая физика»**

#### **Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой теоретической физики **Копытин И.В.**

#### **Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение современных математических теорий и компьютерных методов физики. Современные физические теории фундаментальных явлений и процессов на различных структурных уровнях организации материи. Расчет и предсказание результатов физических экспериментов и наблюдений на примерах фундаментальных эффектов и явлений.

#### **8. Наименование магистерской программы**

**«Физика сегнетоэлектриков и диэлектриков»**

#### **Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., проф. **Сидоркин А.С.**

#### **Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение физики релаксационных явлений в сегнетоэлектриках. Нелинейная динамика систем с сегнетоэлектрическими

элементами. Теория доменной структуры ферроиков. Электронные и эмиссионные явления на поверхности сегнетоактивных материалов. Фазовые переходы в сегнетоэлектриках. Физика и технология микро- и наноструктур.

#### **9. Наименование магистерской программы**

**«Физика наносистем»**

**Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., зав. кафедрой физики тв. тела и наноструктур **Домашевская Э.П.**

**Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение квантовой физики наносистем. Наномасштабирование. Квантоворазмерные эффекты. Открытые кооперативные системы. Макроскопические свойства наносистем. Теоретическая и компьютерная физика наносистем. Моделирование наносистем. Технология наноструктур и наноматериалов. Нанoeлектроника, фотоника и спинтроника. Методы нанодиагностики. Синхротронные исследования наноструктур. ИК- спектроскопия систем пониженной размерности.

#### **10. Наименование магистерской программы:**

**«Оптика наноструктурированных материалов»**

**Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой оптики и спектроскопии **Латышев А.Н.**

**Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение физических механизмов генерации электромагнитного излучения оптического диапазона. Лазеры, синхротроны, другие источники излучений. Свойства излучений. Оптические приборы и устройства. Спектроскопия. Взаимодействие излучения с веществом. Экспериментальное изучение фундаментальных оптических эффектов и явлений. Современные теоретические представления и математические методы исследований в физике электромагнитного излучения и взаимодействия излучения с веществом.

**Вступительное испытание по дисциплине «Физика»**

**Форма вступительного испытания:** письменный экзамен

**Разделы:**

1. Электродинамика
2. Квантовая теория
3. Физика конденсированного состояния

### **Программа по дисциплине «Физика»**

**Основные разделы**

**ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

**1.Наименование: ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

**2. Составители:** Бобрешов А.М. – д.ф.-м.н, декан физического факультета, Алмалиев А.Н. – к.ф.-м.н, доцент

**3. Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать абитуриент**

К основным требованиям, предъявляемым к знаниям и умениям абитуриентов, относятся наличие у последних личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая, педагогическая (в установленном порядке в соответствии с полученной дополнительной квалификацией) и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (обще-

профессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций.

Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объеме государственных образовательных стандартов.

#### **4. Тематический план:**

1. Электростатическое поле.  
Закон Кулона. Теорема Гаусса. Мультипольное разложение потенциала.
2. Постоянное магнитное поле.  
Закон Био – Савара - Лапласа. Электромагнитная индукция.
3. Уравнения Максвелла в вакууме.  
Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность. Энергия электромагнитного поля.
4. Уравнения Максвелла в среде.  
Диэлектрики, магнетики, проводники и их электромагнитные свойства.
5. Основы специальной теории относительности.  
Преобразования Лоренца.
6. Интерференция света.  
Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.
7. Дифракция света.  
Приближения Френеля и Фраунгофера.
8. Излучение света атомами и молекулами.  
Ширина линии излучения. Спонтанные и вынужденные переходы. Лазеры.
9. Взаимодействие света и вещества.  
Законы фотоэффекта. Закон Стефана - Больцмана.

#### **Литература**

##### **Основная**

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М., Наука, 1994.
2. Бредов М.М., Румянцев В.В., и др. Классическая электродинамика. М., Наука, 1985.

##### **Дополнительная**

3. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М., Наука, 1976.
4. Ландсберг Г.С. Оптика. М., Наука, 1976.

### ***КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ***

#### **1. Наименование: КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ**

**2. Составители:** Бобрешов А.М. – д.ф-м.н, декан физического факультета, Алмалиев А.Н. – к.ф-м.н, доцент

**3. Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать абитуриент**

К основным требованиям, предъявляемым к знаниям и умениям абитуриентов, относятся наличие у последних личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая, педагогическая (в установленном порядке в соответствии с полученной дополнительной квалификацией) и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций.

Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объеме государственных образовательных стандартов.

#### 4. Тематический план:

1. Основные постулаты квантовой механики.  
Волновая функция, матрица плотности. Принцип неопределенности.
2. Описание эволюции квантово-механических систем.  
Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Законы сохранения в квантовой механике.
3. Движение в центральном поле.  
Основные положения теории атома водорода: волновые функции и уровни энергии.
4. Стационарная теория возмущений.  
( в отсутствие и при наличии вырождения). Эффект Штарка.
5. Частица в электромагнитном поле.  
Уравнение Паули. Теория эффекта Зеемана.
6. Релятивистская квантовая механика.  
Уравнения Шредингера и Дирака. Квазирелятивистское приближение и спин-орбитальное взаимодействие.
7. Системы тождественных частиц.  
Бозоны и фермионы. Принципы тождественности и принцип Паули.
8. Нестационарная теория возмущений.  
Квантовые переходы. Золотое правило Ферми. Излучение света атомами и молекулами. Ширина линии излучения. Спонтанные и вынужденные переходы.
9. Электронные состояния.  
Принцип Франка-Кондона. Электронные колебательные и вращательные спектры.
10. Квантовая теория упругого рассеяния.  
Борновское приближение.
11. Ядерные силы и их свойства.
12. Статические свойства ядер (размеры и форма, энергия связи, спин и четность состояний, электрический и магнитный моменты).
13. Модели атомных ядер.  
Капельная, оболочечная, обобщенная модели ядер.
14. Альфа-, бета- и гамма- радиоактивности и их основные закономерности.  
Гамма-излучение атомных ядер. Эффект Мессбауера.
15. Характеристики элементарных частиц и их классификация.

#### Литература

##### Основная

- ◆ Давыдов А.С. Квантовая механика. М., Наука, 1974.
- ◆ Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. М., Наука, 1976.
- ◆ Капитонов И.М. Физика ядра и элементарных частиц. М.: Наука, 2004
- ◆ Сивухин Д.В. Курс общей физики, т.5, часть 1. М., Наука, 1988

##### Дополнительная

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М., Физматгиз, 1974.
2. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. М., Наука, 1979.

### **ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ**

**1. Наименование: ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ**

**2.** Составители: Бобрешов А.М. – д.ф-м.н, декан физического факультета, Алмалиев А.Н. – к.ф-м.н, доцент

**3.** Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать абитуриент

К основным требованиям, предъявляемым к знаниям и умениям абитуриентов, относятся наличие у последних личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая, педагогическая (в установленном порядке в соответствии с полученной дополнительной квалификацией) и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций.

Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объеме государственных образовательных стандартов.

**4. Тематический план:**

1. Адиабатическое и одноэлектронное приближение.
2. Вывод уравнения Хартри-Фока с кристаллическим потенциалом. Физический смысл оператора Хартри-Фока. Зонное приближение
3. Трансляционная симметрия кристаллов. Теорема Блоха. Функции Блоха.
4. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Зоны Бриллюэна кубических кристаллов.
5. Периодические граничные условия Борна-Кармана. Уравнение для периодической части функции Блоха. Группа волнового вектора.
6. Метод слабой связи. Приведение зон.
7. Метод сильной связи.
8. Эффективная масса квазичастицы.
9. Плотность электронных состояний. Энергия Ферми. Поверхность Ферми. Температурные зависимости уровня Ферми и концентрации носителей заряда (собственный полупроводник). Равновесные концентрации электронов и дырок в зонах (общий случай).
10. Неравновесные носители заряда и квазиуровни Ферми.
11. Методы расчета электронного спектра. Элементарная теория локальных энергетических уровней. Равновесные концентрации электронов и дырок в зонах (общий случай).
12. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонного приближения. Прямые и не прямые переходы.
13. Люминесценция кристаллофосфоров. Кинетика разгорания и затухания люминесценции.
14. Акустические и оптические ветви колебаний. Нормальные колебания. Квантование колебаний кристаллической решетки. Фононы.
15. Динамика решетки ионного кристалла. Поляритоны.
16. Ангармонизм колебаний кристаллической решетки. Тепловое расширение. Фазовые переходы.
17. Квантование электронного спектра в магнитном поле.

- Уровни Ландау. Эффект Де Гааза – Ван Альфвена.  
18. Спиновые волны.  
19. Электрон-фононное взаимодействие.  
Полярон.

#### Литература

##### Основная

- ◆ Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М., Высшая школа, 2000.
- ◆ Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М., Физматлит. 1988.
- ◆ Уэрт, Томсон. Физика твердого тела. Т.1, Т.2.

##### Дополнительная

- ◆ Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. М., Мир. 1979
- ◆ А. А. Абрикосов. Основы теории металлов. М., Наука, 1987

### Образец контрольно-измерительного материала (КИМ)

#### Вариант №1

1. Теория атома водорода: волновые функции и уровни энергии.
2. Трансляционная симметрия кристаллов
3. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность

#### Вариант №2

1. Обобщенная модель атомного ядра.
2. Неравновесные носители заряда и квазиуровни Ферми.
3. Диэлектрики, магнетики, проводники и их электромагнитные свойства.

#### Вариант №3

1. Квантовая теория упругого рассеяния. Борновское приближение
2. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Зоны Бриллюэна кубических кристаллов.
3. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера.

### Критерии оценки качества подготовки абитуриента

91-100 баллов - даны полные, исчерпывающие ответы на все вопросы, в том числе и на дополнительные, абитуриент свободно владеет необходимыми знаниями и навыками.

71-90 баллов – даны полные ответы на поставленные вопросы, однако абитуриент испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы, при изложении материалы имеются математические неточности.

40-70 баллов – в ответе отражены лишь основные законы, методы, экспериментальные данные, абитуриент испытывает значительные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, не способен полностью воспроизвести все необходимые математические выкладки.

Менее 39 баллов – ответ не отражает современных физических представлений по данному вопросу, абитуриент не может пояснить постановку решающих экспериментов и привести необходимые экспериментальные данные, испытывает значительные затруднения в математических выкладках.

Суммарное количество баллов вступительного испытания состоит из суммы баллов по вопросам из программы вступительных испытаний. Максимальная оценка вступительного испытания составляет 100 баллов. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 40 баллов.

Время, отводимое на вступительное испытание - 160 минут.