



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
и инновациям, профессор  
М.Г. Барышев  
" 2017



ПРОГРАММА  
вступительного экзамена в аспирантуру

Направление подготовки  
**03.06.01 Физика и астрономия**

Профиль программы  
**01.04.07 Физика конденсированного состояния**

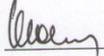
Квалификация выпускника: **Исследователь. Преподаватель-Исследователь**

Форма обучения  
**очная, заочная**

Краснодар 2017

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденными 30 июля 2014 г. № 867, зарегистрированный в Министерстве юстиции Российской Федерации 25.08.2014 г. № 33836, порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре приказ министерства образования и науки Российской Федерации от 26 марта 2014 года № 233 (с изменениями на 30 марта 2016 года)

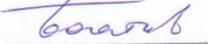
Автор(ы):  В.А. Исаев, д-р физ.-мат. наук, профессор, и.о. заведующего кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Рецензент(ы):  Т.Л. Шапошникова, д-р пед. наук, профессор, заведующая кафедрой физики ФГБОУ ВО «КубГТУ»

Программа одобрена на заседании кафедры физики и информационных систем от «10» марта 2017 года, протокол № 13.

Подписи:

Заведующий кафедрой  
физики и информационных систем

 Н.М. Богатов

Декан  
физико-технического факультета

 Н.А. Яковенко

Зав. отделом аспирантуры

 Е.В. Строганова

## 1. Цели и задачи

**Целью вступительного экзамена** по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» является определение степени соответствия уровня подготовленности поступающих требованиям образовательного стандарта аспиранта.

**Задачами вступительного экзамена являются:**

- оценка степени подготовленности абитуриента к научно-исследовательской деятельности;
- оценка уровня сформированности у абитуриента необходимых компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом и ООП КубГУ;
- оценка степени владения абитуриента теоретическими знаниями, умениями и практическими навыками для профессиональной деятельности;

В результате вступительного экзамена абитуриент должен продемонстрировать освоение следующих компетенций:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе;
- способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач.

## 2. Требования и критерии оценивания ответов итогового государственного экзамена

**Критерии оценивания ответов итогового государственного экзамена:**

- оценка «отлично» - полное владение основными понятиями, законами и теоремами минимума; умение устанавливать связь теоретических представлений о законах природы с результатами известных экспериментов, умение физически обосновывать и математически корректно решать задачи, умение проводить расчеты и формулировать выводы с использованием размерностей основных и производных физических величин.

- оценка «хорошо» - полное владение основным понятийным аппаратом курса, умение правильно сформулировать физическое содержание основных законов при наличии ошибок в математических формулировках и проведенных расчетах.

- оценка «удовлетворительно» - владение основным понятийным аппаратом курса, умение правильно сформулировать физическое содержание основных законов, наличие ошибок в математических формулировках физических законов и проведенных расчетах.

### 3. Учебно-методическое и информационное обеспечение

#### Введение

В основу настоящей программы положены основные разделы физики, касающиеся основных физических проблем физики конденсированного состояния.

#### 1. Механика

Движение материальной точки и системы материальных частиц в механике Ньютона. Интегралы движения и законы сохранения. Движение в центральном поле. Общее решение задачи 3-х тел в квадратурах. Упругое рассеяние частиц. Формула Резерфорда.

Движение при наличии связей. Уравнения Лагранжа 1-го и 2-го рода. Интегралы движения и законы сохранения. Принцип наименьшего действия. Теорема Нетер. Собственные (линейные) колебания механических систем. Нормальные координаты. Нелинейные колебания. Функция Лагранжа твердого тела. Тензор инерции.

Канонические уравнения (Гамильтона). Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Метод Гамильтона-Якоби. Адиабатические инварианты.

Замкнутая система уравнений гидродинамики. Тензоры деформаций и напряжений. Интегралы Бернулли и Коши. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Ударные волны.

#### Литература.

Основная:

Бугаенко, Г. А. Механика : учебник для вузов / Г. А. Бугаенко, В. В.

Маланин, В. И. Яковлев. М. : Издательство Юрайт, 2017. 368 с.

Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 1: механика / Б. В.

Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирын. М. : Издательство Юрайт, 2017. 353 с.

Кузнецов, С. И. Курс лекций по физике. Классическая и релятивистская механика / С. И. Кузнецов, Л. И. Семкина. М. : Издательство Юрайт, 2017. с. 183.

Полянин, А. Д. Нелинейные уравнения математической физики и механики. Методы решения / А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев, А. И. Журов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 256 с.

Родионов, В. Н. Физика / В. Н. Родионов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 295 с.

Оселедчик, Ю. С. Физика. / Ю. С. Оселедчик, П. И. Самойленко, Т. Н. Точилина. М. : Издательство Юрайт, 2016. 526 с.

Бабецкий, В. И. Физика: геометрия пространства-времени и классическая механика / В. И. Бабецкий, Ю. Р. Мусин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 285 с.

Дополнительная:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 1. Механика. М.: Физматлит, 2007. 224 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 6. Гидродинамика. М.: Физматлит, 2006. 736 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 7. Теория упругости. М.: Физматлит, 2007. 264 с.
4. Веретенников В.Г., Сеницын В.А. Теоретическая механика (дополнения к общим разделам). М.: Физматлит, 2006. 416 с.
5. Журавлев В.Ф. Основы теоретической механики. М.: Физматлит, 2008. 304 с.
6. Димитриенко Ю.И. Нелинейная механика сплошной среды. М.: Физматлит, 2009. 624 с.
7. Победря Б.Е., Георгиевский Д.В. Основы механики сплошной среды. Курс лекций. М.: Физматлит, 2006. 272 с.
8. Черняк В.Г., Суетин П.Е. Механика сплошных сред. М.: Физматлит, 2006. 352 с.

## **2. Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика**

Термодинамические (ТД) потенциалы и их свойства. Условия ТД-равновесия и устойчивости. Фазовые переходы.

Смешанное состояние. Матрица плотности. Канонические распределения Гиббса. Переход к статистической механике классических систем. Идеальный и неидеальный газ. Вирьяльное разложение. Системы с кулоновским взаимодействием. Дебаевское экранирование. Идеальные газы Ферми и Бозе и их ТД-свойства. Теплоемкость двухатомного газа. Равновесное излучение. Формула Планка. Теплоемкость твердых тел по Дебаю.

Квази-ТД теория флуктуаций. Случайный стационарный марковский гауссовский процесс и его временная корреляционная функция. Уравнение Смолуховского и уравнение Фоккера-Планка.  
Кинетические уравнения Больцмана. Н-теорема. Уравнение Власова. Плазменные волны. Затухание Ландау.

#### Литература.

Основная:

- Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 369 с.
- Бухарова, Г. Д. Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания / Г. Д. Бухарова. М. : Издательство Юрайт, 2017. 221 с.
- Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 / Г. В. Белов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 264 с.
- Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 / Г. В. Белов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 248 с.
- Родионов, В. Н. Физика / В. Н. Родионов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 295 с.
- Оселедчик, Ю. С. Физика. / Ю. С. Оселедчик, П. И. Самойленко, Т. Н. Точилина. М. : Издательство Юрайт, 2016. 526 с.

Дополнительная:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 5, Ч.1 Статистическая физика. М.: Физматлит, 2010. 616 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 9, Ч.2 Стат. физика. Теория конденсир. состояния. М.: Физматлит, 2004. 496 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 10. Физическая кинетика. М.: Физматлит, 2007. 536 с.
4. Щеголев И. Ф. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2008. 208 с.
5. Орлов В.В. Равновесная и неравновесная термодинамика. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 120 с.

### **3. Электродинамика**

Уравнения Максвелла в вакууме. Уравнения для потенциалов при калибровке Лоренца. Разложение потенциалов электромагнитного поля для стационарных систем по мультиполям. Решение уравнений для потенциалов в виде запаздывающих потенциалов.

Излучение электромагнитных воли в электрическом дипольном

приближении, интенсивность и угловое распределение, поляризация. Радиационное трение. Рассеяние электромагнитных волн на зарядах.

Законы преобразования плотностей заряда и тока, потенциалов и полей при преобразованиях Лоренца. Преобразования частоты и волнового вектора электромагнитной волны, эффект Доплера. Законы преобразования энергии и импульса, связь энергии, импульса, массы и скорости релятивистской частицы. Функции Лагранжа для электромагнитного поля при заданных зарядах и токах. Уравнение движения релятивистской заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.

Уравнения Максвелла в среде, материальные уравнения и граничные условия. Пространственная и временная дисперсии. Закон сохранения энергии в электродинамике покоящихся тел.

Квазистационарное приближение в макроскопической электродинамике, основные уравнения и границы применимости. Скин-эффект.

Дисперсия диэлектрической проницаемости, физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости. Формула Крамерса-Кронига. Излучение Вавилова-Черенкова.

#### Литература.

Основная:

Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 441 с.

Бухарова, Г. Д. Электричество и магнетизм. Методика преподавания / Г. Д. Бухарова. М. : Издательство Юрайт, 2017. — 246 с.

Гершанок, В. А. Теория поля / В. А. Гершанок, Н. И. Дергачев. М. : Издательство Юрайт, 2016. 278 с.

Родионов, В. Н. Физика / В. Н. Родионов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 295 с.

Оселедчик, Ю. С. Физика. / Ю. С. Оселедчик, П. И. Самойленко, Т. Н. Точилина. М. : Издательство Юрайт, 2016. 526 с.

Вергелес, С. Н. Теоретическая физика. Общая теория относительности / С. Н. Вергелес. М. : Издательство Юрайт, 2017. 190 с.

Дополнительная:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 2. Теория поля. М.: Физматлит, 2012.

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 8. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматлит, 2005. 656 с.

3. Пименов Ю. В. Линейная макроскопическая электродинамика : вводный курс [учебное пособие] Долгопрудный, изд-во "Интеллект", 2008с.
4. Самсонов А.В. Макроскопическая электродинамика. Вопросы теории пространственно-временных преобразований. М: Радиотехника, 2006. 80 с.

#### **4. Оптика**

Основы электромагнитной теории света. Волновое уравнение. Энергия и импульс оптических волн, световое давление. Поляризация света.

Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля, интеграл Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы. Дифракционная теория формирования изображений.

Дисперсия света. Рассеяние света. Распространение оптических волн в анизотропных средах.

Основы теории излучения. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка. Излучение света атомами и молекулами. Двухуровневая система, спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры.

Нелинейно-волновые явления: генерация гармоник и комбинационных частот, самовоздействие.

#### **Литература.**

Основная:

Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 441 с.

Родионов, В. Н. Физика / В. Н. Родионов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 295 с.

Оселедчик, Ю. С. Физика. / Ю. С. Оселедчик, П. И. Самойленко, Т. Н. Точилина. М. : Издательство Юрайт, 2016. 526 с.

Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы / С. И. Кузнецов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 301 с.

Дополнительная:

1. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Физматлит, 2010. 848 с.

2. Ищенко Е.Ф., Соколов А.Л. Поляризационная оптика. М.: Физматлит, 2012. 456 с.

3. Шляйх В.П. Квантовая оптика в фазовом пространстве. М.: Физматлит,

## 5. Квантовая физика

Постоянная Планка и ее экспериментальное определение. Опыт Штерна и Герлаха. Уравнение Шредингера и его свойства. Законы изменения и сохранения физических величин. Принцип неопределенности Гейзенберга. Чистые и смешанные состояния, матрица плотности, определение физических величин в чистом и смешанном состояниях. Энергетические спектры гармонического осциллятора и атома водорода в нерелятивистском приближении; спектр углового момента. Туннельный эффект.

Первый порядок теории возмущений в отсутствие и при наличии вырождения. Эффект Штарка. Сечение упругого рассеяния частиц в борновском приближении. Роль обменных эффектов при рассеянии тождественных частиц.

Гамильтонова и ковариантная форма уравнения Дирака, его свойства. Тонкая структура атома, лэмбовский сдвиг уровней, эффект Зеемана.

Система тождественных частиц, симметричные и антисимметричные состояния. Молекула водорода, силы Ван-дер-Ваальса.

Вторичное квантование в случае Бозе- и Ферми-частиц; оператор Гамильтона в представлении вторичного квантования. Вторичное квантование свободного электромагнитного поля; интенсивности излучения и поглощения фотонов в дипольном приближении. Простейшие диаграммы Фейнмана и сопоставление им матричных элементов. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул.

### Литература.

Основная:

Степанов, Н. Ф. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 1 / Н. Ф. Степанов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 233 с.

Степанов, Н. Ф. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 2 / Н. Ф. Степанов. М. : Издательство Юрайт, 2016. 283 с.

Ермаков, А. И. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 1 / А. И. Ермаков. М. : Издательство Юрайт, 2017. 183 с.

Ермаков, А. И. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 2 / А. И. Ермаков. М. : Издательство Юрайт, 2017. 402 с.

Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 441 с.

Родионов, В. Н. Физика / В. Н. Родионов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 295 с.

Осеledчик, Ю. С. Физика. / Ю. С. Осеledчик, П. И. Самойленко, Т. Н. Точилина. М. : Издательство Юрайт, 2016. 526 с.  
Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы / С. И. Кузнецов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 301 с.

Дополнительная:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 3. Квантовая механика.(нерелятивистская теория). М.: Физматлит, 2008. 808 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 4. Квантовая электродинамика. М.: Физматлит, 2006. 720 с.
3. Ципенюк Ю.М. Квантовая микро- и макрофизика. М.: Физматлит, 2006. 640 с.
4. Андреев А.В. Релятивистская квантовая механика: частицы и зеркальные частицы. М.: Физматлит, 2009. 628 с.
5. Борисёнок С.В., Кондратьев А.С. Квантовая статистическая механика. М.: Физматлит, 2010. 136 с.

## **6. Ядерная физика**

Опыт Резерфорда. Состав, размер и форма ядра. Энергия связи ядра. Энергия отделения нуклонов. Альфа-, бета- и гамма-радиоактивность. Синтез и деление ядер. Ядерная энергия. Свойства нуклон-нуклонного взаимодействия. Изоспин. Модель ядерных оболочек. Одночастичные и коллективные возбуждения ядра.

Ядерные реакции. Прямые реакции и составное ядро. Ускорители и детекторы частиц.

Элементарные частицы. Классификация и систематика частиц. Фундаментальные взаимодействия. Их константы, радиусы и переносчики.

Сильные взаимодействия. Адроны. Кварки. Кварковая структура адронов. Глюоны. Слабые взаимодействия и нейтрино.

Дискретные симметрии. Зарядовое сопряжение, пространственная инверсия, обращение времени (С, Р, и Т).

Объединение взаимодействий. Эволюция и состав Вселенной. Космические лучи.

### Литература.

Основная:

Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. М. : Издательство Юрайт, 2017. 441 с.

Родионов, В. Н. Физика / В. Н. Родионов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 295 с.

Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы / С. И. Кузнецов. М. : Издательство Юрайт, 2017. 301 с.

Осеledчик, Ю. С. Физика. / Ю. С. Осеledчик, П. И. Самойленко, Т. Н. Точилина. М. : Издательство Юрайт, 2016. 526 с.

Дополнительная:

1. Хангулян В.А., Шапиро И.С. Избранные вопросы теории ядра. Часть 1 Проблема двух тел в ядерной физике. М.: МИФИ, 2009. – 156 с.

2. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика :: учебник : [в 3 т.] / Т. 1. Физика атомного ядра./К. Н. Мухин. Изд. 6-е, испр. и доп. -СПб. [и др.]: Лань , 2008

3. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика :: учебник : [в 3 т.] / Т. 2. Физика ядерных реакций./К. Н. Мухин. Изд. 6-е, испр. и доп. -СПб. [и др.]: Лань , 2008.

4. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика :: учебник : [в 3 т.] / Т. 3. Физика элементарных частиц./К. Н. Мухин. Изд. 6-е, испр. и доп. -СПб. [и др.]: Лань , 2008.

## **7. Физика конденсированного состояния**

### **1. Силы связи в твердых телах**

Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита  $\text{CaTiO}_3$ . Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.

### **2. Симметрия твердых тел**

Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера - Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия,

инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.

### **3. Дефекты в твердых телах**

Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.

### **4. Дифракция в кристаллах**

Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.

### **5. Колебания решетки**

Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.

### **6. Тепловые свойства твердых тел**

Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана - Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.

### **7. Электронные свойства твердых тел**

Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна - Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины

разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.

### **8. Магнитные свойства твердых тел**

Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри - Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля). Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков. Спиновые волны, магноны. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

### **9. Оптические и магнитооптические свойства твердых тел**

Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований. Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и Керра). Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя.

### **10. Сверхпроводимость**

Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец. Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель.

### **Основная литература**

1. Чупрунов Е.В. Симметрия и псевдосимметрия кристаллов / Е.В. Чупрунов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нижегородский гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского, Нац. исслед. ун-т. - Нижний Новгород : Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2015. - 658 с.

2. Исаев В.А. Синтез, структурные и спектральные свойства активных кристаллических материалов : монография / В.А. Исаев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2015. - 172 с.

3. Третьяк Д.Н. Квантовая теория низкоразмерных систем : монография / Д.Н. Третьяк, Е.Н. Тумаев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2015. - 212 с.

4. Морозов А.И. Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов. - Долгопрудный : Интеллект, 2015. - 213 с.

5. Ищенко А.А. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества / А.А. Ищенко, Г.В. Гиричев, Ю.И. Тарасов. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 614 с.

6. Осадько И.С. Флукутирующая флуоресценция наночастиц / И. С. Осадько. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 316 с.

7. Василевский А.С. Физика твердого тела. Москва: Дрофа, 2010 Учебное пособие для вузов. 210 стр.

8. Брандт Н.Б., Кульбачинский В.А. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. М., ФИЗМАТЛИТ, 2007 г., 632 с.

9. Воронов В.К., Подоплелов А.В. Современная физика. Конденсированные состояния. Уч. пособие. Издательство: ЛКИ, 2008. Твердый переплет. 336 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.

2. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. Т. I, II. М.: Мир, 1979.

3. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М.: Мир, 1969.

4. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.

5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2000.

6. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.

7. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.

8. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. МЦ НМО, М., 2000.

9. Многоходовые системы в оптике и спектроскопии / Чернин, Семен Моисеевич ; Чернин С. М. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 239 с.

10. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта / / Дмитриев, Валентин Георгиевич. ; В. Г. Дмитриев. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 256 с.

11. Оптика анизотропных сред / Федоров, Федор Иванович ; Ф. И. Федоров. - Изд. 2-е, испр. - М. : Едиториал УРСС, 2004. - 380 с.
12. Физика лазера / Тарасов, Лев Васильевич ; Л. В. Тарасов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : URSS : [ЛИБРОКОМ], 2010. - 439 с.
13. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых диэлектрических материалов. –СПб.: Лань, 2002.-424с.
14. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики.-2-е изд.-МИСИС, 2007.-432с.
15. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. М.: Физматгиз, 1962.
16. Собельман И.И. Введение в теорию атомных спектров. М.: Физматгиз, 1963.
17. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
18. Васильев А.Н., Михайлин В.В. Введение в спектроскопию твердого тела. М.: Изд-во МГУ, 1987.
19. Лебедева В.В. Экспериментальная оптика. М.: Изд-во МГУ, 1994.
20. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М., Наука, 1988.
21. Корниенко Л.С., Наний О.Е. Физика лазеров. Ч.1, 2. М.: Изд-во МГУ, 1996.
22. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 210100 "Электроника и микроэлектроника", 223200 "Техническая физика" / В. А. Гуртов, Р.Н. Осауленко; науч. ред. Л.А. Алешина. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва : Техносфера, 2012. - 558 с.
23. Лорд Э.Э. Новая геометрия для новых материалов / Э.Э. Лорд, А.Л. Маккей, С. Ранганатан ; пер. с англ. Л.П. Мезенцевой под ред. В.Я. Шевченко, В.Е. Дмитриенко . - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 263 с.
24. А.Г. Гуревич, Физика твердого тела. СП-б, Невский диалект, 2004.
25. Гантмахер, В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах / В.Ф. Гантмахер . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Физматлит, 2005 . – 232 с.
26. Г.Н. Елманов, А.Г. Залужный, В.И. Скрытый, Е.А.Смирнов, В.Н. Яльцев. ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА. Том 1. серии ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ (Учебник для вузов./Под общей ред. Б.А. Калина. МИФИ, 2007). 636 стр.
27. Плотников В.П. Физика проводников и диэлектриков. Уч. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2004 год. 80 стр.
28. Е.Ю. Перлин, Т.А. Вартанян, А.В. Федоров. Физика твердого тела. Оптика полупроводников, диэлектриков, металлов. Учебное пособие. С.-П.: СПбГУ ИТМО.2008 год. 215 стр.

29. Основы кристаллографии: Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фаддеев — Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2006 г.- 500 с.

### Электронные ресурсы

<http://e.lanbook.com/>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.scopus.com/>

<http://www.polpred.com/http://www.nature.com/siteindex/index.html>

<http://www.scirus.com>

<http://www.elibrary.ru/>

<http://iopscience.iop.org/>

<http://online.sagepub.com>

<http://scitation.aip.org>

<http://www.annualreviews.org/ebvc>

<http://www.uspto.gov/patft/>

## 4. Матрица компетенций

Матрица соответствия результатов вступительного экзамена в аспирантуру по направлению подготовки **03.06.01 Физика и астрономия**, Профиль программы **01.04.07 Физика конденсированного состояния** универсальным компетенциям выпускника магистратуры по направлению **03.04.02 Физика**

<p><i>Требуемые компетенции выпускников</i></p> <p><i>Планируемые результаты, проверяемые на вступительном экзамене в аспирантуру</i></p>	<p><b>ОПК-1</b></p> <p><b>Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности</b></p>	<p><b>ПК-1</b></p> <p><b>Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</b></p>	<p><b>ПК-2</b></p> <p><b>Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</b></p>
	<p><b>Знать:</b></p> <p>методы коммуникации в устной и</p>	<p>методы проведения физического</p>	<p>основные разделы общей, теоретической</p>

	письменной формах на государственном языке Российской Федерации	эксперимента, методы построения физических теорий, методы компьютерной обработки экспериментальных и теоретических данных, методы поиска и анализа информации	физики, физики конденсированного состояния, необходимые для решения научно-инновационных задач
<b>Уметь:</b>	последовательно и логично излагать свои мысли, доказывать правильность своего мнения, использовать аргументацию современных авторов и классиков науки	самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики конденсированного состояния, решать задачи научных исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	применять результаты научных исследований в области физики конденсированного состояния в инновационной деятельности
<b>Владеть:</b>	навыками устной и письменной речи, культурой общения, методами ведения научной дискуссии, методами построения физических концепций.	современным экспериментальным оборудованием, современной вычислительной техникой и информационными технологиями для решения задач научных исследований в области физики конденсированного состояния	основным и разделами общей, теоретической физики, физики конденсированного состояния, необходимыми для решения научно-инновационных задач



**Рецензия**  
**на программу вступительных экзаменов в аспирантуру**  
**по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия»,**  
**направленность подготовки 01.04.07 «Физика конденсированного**  
**состояния», реализуемую Федеральным государственным бюджетным**  
**образовательным учреждением высшего профессионального**  
**образования «Кубанский государственный университет»**

Рецензируемая программа вступительных экзаменов в аспирантуру по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность подготовки 01.04.07 «Физика конденсированного состояния», разработана и утверждена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Кубанский государственный университет» на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», утвержденными 30 июля 2014 г. № 867, зарегистрированный в Министерстве юстиции Российской Федерации 25.08.2014 г., № 33836.

Ее цель – отбор абитуриентов способных освоить программу в соответствии с требованиями мировых и отечественных образовательных стандартов по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» и осуществлять научно-исследовательскую работу, а также осуществлять преподавательскую деятельность в высшей школе в этой области.

Распределение вопросов отвечает требованиям логики и соотносится с конечными результатами обучения в магистратуре: знаниям, умениям, приобретаемыми компетенциям как в целом по ООП ВО, так и по ее отдельным структурным элементам в соответствии с требованиями п.п. 6.1-6.6 ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия». Программа обладает детальным содержанием всех разделов и тем, содержит перечень основной и дополнительной литературы и отражают современные достижения науки применительно к указанному направлению.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации абитуриентов на соответствие их персональных достижений требованиям соответствующей ООП созданы фонды оценочных средств. Конкретные формы и процедура контроля закреплена в программе.

Перечень универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, необходимых для поступающих в аспирантуру, соответствует установленным перечням компетенций по отдельным учебным циклам в соответствии с требованиями п.п. 5.2 – 5.5 ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия».

Программа вступительного экзамена по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность подготовки 01.04.07 «Физика конденсированного состояния», соответствует современному

уровню развития науки, техники, культуры, и т.д., что обеспечивается соблюдением требований ФГОС ВО.

Зав. кафедрой физики  
ФГБОУ ВО «КубГТУ»  
доктор педагогических наук,  
профессор

Т.Л. Шапошникова



ПОДПИСЬ *Т.М. Кузеева*  
ЗАВЕРЯЮ: Зам. начальника Центра  
административного управления  
и контроля  
Кузеева Т.М.  
« 21 03 2014 »