


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования  
«КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ.Х.М. БЕРБЕКОВА» (КБГУ)

Утверждаю

Директор института физики и  
математики  Б.И. Кунижев

«27» июня 2017г.

**ПРОГРАММА**  
государственной итоговой аттестации  
по направлению подготовки 03.03.02 –Физика  
Профиль « Медицинская физика»

Квалификация - бакалавр  
Форма обучения - очная

Руководитель ОПОП



М.Х. Хоконов

Зав. кафедрой теоретической и  
экспериментальной физики



М.Х. Хоконов

Нальчик-2017

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. Общие положения.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Государственный экзамен – рекомендации по подготовке и сдаче экзамена, перечень вопросов, литература, критерии оценки результатов сдачи государственных экзаменов.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Выпускная квалификационная работа – рекомендации по выполнению, требования, порядок их выполнения, критерии оценки защиты ВКР, примерная тематика ВКР.....</b>	<b>31</b>
<b>4. О порядке рассмотрения апелляций.....</b>	<b>50</b>

## **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1. Программа государственной итоговой аттестации составлена в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 декабря 2013 г. № 1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июля 2015 г. № 636 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09 февраля 2016 г. № 86 «О внесении изменений в Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 г. № 636», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 апреля 2016 г. № 502 «О внесении изменений в Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 г. № 636», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 05 апреля 2017 г. №301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», федеральным государственным образовательным стандартом ФГОС3+ высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 "Физика" (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 7 августа 2014 г. № 937 г. Москва, зарегистрированного в Минюсте РФ 29 августа 2014 г., регистрационный № 33805 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)".

2. Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Медицинская физика» включает государственный экзамен и защиту выпускной квалификационной работы. Государственная итоговая аттестация, в полном объеме относится к базовой части программы подготовки бакалавра и завершается присвоением квалификации, указанной в перечне специальностей и направлений подготовки высшего образования, утверждаемом Министерством образования и науки Российской Федерации.

3. Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

4. **Область профессиональной деятельности** выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает все виды наблюдающихся в природе физических явлений, процессов и структур, а также физические средства и физико-математические методы исследования и лечения человека, разрабатываемые и применяемые в медицинской практике.

**Сферами профессиональной деятельности являются:**

- государственные и частные научно-исследовательские организации;
- учреждения здравоохранения;
- предприятия медицинского приборостроения;
- учреждения системы высшего и дополнительного профессионального образования.

5. **Объектами профессиональной деятельности** выпускников, освоивших программу бакалавриата, 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.

6. **Виды профессиональной деятельности**, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:

научно-исследовательская;

педагогическая и просветительская.

7. Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата, 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;

**педагогическая и просветительская деятельность:**

подготовка и проведение учебных занятий в общеобразовательных организациях;

экскурсионная, просветительская и кружковая работа.

8. Компетентностная характеристика выпускника по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Медицинская физика».

Государственная итоговая аттестация призвана определить степень сформированности следующих компетенций выпускников:

**общекультурные компетенции**

способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

Остальные общекультурные компетенции формируются и оцениваются в ходе промежуточных аттестаций.

#### **общепрофессиональные компетенции:**

способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);

способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);

способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-4);

способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-5);

способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6);

способность использовать в своей профессиональной деятельности знание иностранного языка (ОПК-7);

способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности (ОПК-8);

способность получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей (ОПК-9);

#### **профессиональные компетенции:**

*научно-исследовательская деятельность:*

способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического

оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

*научно-инновационная деятельность:*

готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);

способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4);

способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);

*организационно-управленческая деятельность:*

способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6);

способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7);

способность понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования (ПК-8);

*педагогическая деятельность:*

способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами (ПК-9).

## II. ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

8. Государственный экзамен по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Медицинская физика» проводится в устной форме.

Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена.

9. Компетенции и перечень вопросов государственного экзамена по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Медицинская физика:

**Наименование компетенций:** ОК: способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5); способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6); способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

ОПК: способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1); способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ

применимости моделей (ОПК-2); способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3); способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-4); способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-5); способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6); способность использовать в своей профессиональной деятельности знание иностранного языка (ОПК-7); способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности (ОПК-8); способность получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей (ОПК-9);

ПК: способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2); готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3); способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4); способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5); способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6); способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7); способность понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования (ПК-8); способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами (ПК-9).

### 9.1 Дисциплины базовой (вариативной) части:

Модуль: "Общая физика"

1. Механика
2. Молекулярная физика

1. Электричество и магнетизм
2. Оптика
3. Атомная физика
4. Физика атомного ядра и элементарных частиц

#### Вариативная часть

##### Модуль: "Теоретическая физика"

1. Теоретическая механика
2. Механика сплошных сред
3. Электродинамика
4. Электродинамика сплошных сред
5. Квантовая теория
6. Физика конденсированного состояния
7. Термодинамика. Статистическая физика
8. Физическая кинетика

#### 9.1 Профильные дисциплины

1. Медицинская информатика
2. Медицинская радиоэлектроника
3. Введение в медицинскую физику
4. Основы интроскопии
5. Ядерно-физические методы и приборы в медицине
6. Биофизика неионизирующих излучений

#### 9.1 Профильные дисциплины (модули) по выбору

1. Лазерные методы в медицине
2. Лазеры в офтальмологии
3. Томография
4. Рентгеновская компьютерная томография
5. Анатомия человека
6. Сервис медицинского оборудования
7. Компьютерные методы обработки медико-биологической информации
8. Информационные технологии и статистические методы в медицине
9. Методы медицинской визуализации
10. Методы рентгеновской визуализации
11. Физиология человека
12. Нанотехнологии в биологии и медицине
13. Основы рентгеновской диагностики и терапии
14. Радионуклидная диагностика
15. Акустические методы в медицине
16. Медицинская биохимия
17. Физические основы биомедицинского материаловедения
18. Медицинская лабораторная диагностика



## 9.4 Программа итогового государственного экзамена

### 9.4.1. Механика

Кинематика материальной точки. Линейные и угловые скорости и ускорения. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Уравнения движения. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения в механике. Движение в центрально-симметричном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.

Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера. Движение относительно неинерциальных систем отсчета. Уравнения движения. Силы инерции. Вариационный принцип Гамильтона. Законы сохранения и свойства симметрии пространства и времени.

Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания. Затухающие колебания. Показатель затухания.

Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Уравнения Гамильтона - Якоби.

Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга и сдвига. Коэффициент Пуассона.

Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Формула Пуазеля.

Волны в сплошной среде. Уравнение волны. Акустические волны. Ультразвук. Эффект Доплера.

### Литература

1. Механика. Основные законы/И.Е. Иродов.-10-е изд.-М.: Лаборатория знаний, 2010.-309 с.: ил. Технический ун-т. Общая физика. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
2. Леденев А.Н. Физика. Уч.пособ. для вузов. В 5 кн. Кн.1. Механика. ФИЗМАТЛИТ, Москва, 2005. <http://iprbookshop.ru/>.
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: уч. пособ. Для вузов. 8-е изд.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010.-431 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
4. Механика. Методы решения задач: уч.пособие /В.В. Покровский.-М.: Лаборатория знаний, 2012.-253 с.: ил. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.1 Механика. "Физматлит", 2007, 224 с. <http://iprbookshop.ru/>
6. Красин В. П., Музыка А. Ю. Введение в общую физику: учебное пособие. Т. 1 Директ-Медиа 2014 г. 452 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
7. Музыка А. Ю. Механика и электромагнетизм: тексты лекций по общей физике: лекции. Директ-Медиа 2015 г. 280 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
8. Сборник олимпиадных задач по общей физике (2012-2013 гг.): методическое руководство. Директ-Медиа 2015 г. 34 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

9. Шафеев Р. Р., Назаров В. Н., Каюмов И. Р. Олимпиадные задачи по общей физике: учебное пособие. Директ-Медиа 2015 г. 117 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
10. Кудасова С. В., Солодихина М. В. Курс лекций по общей физике: учебное пособие для бакалавров, Ч. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Директ-Медиа 2016 год 174 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
11. З Ф. А., Волков Е. В. Задачи по курсу общей физики: учебное пособие, Ч. 4 Казачков В. Г., Казачкова Оренбургский государственный университет 2012 год 110 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
12. Анисина И., Огерчук А., Пискарева Т. Сборник задач по физике: учебное пособие. ОГУ 2013 год 114 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
13. Гринберг Я. С., Кошелев Э. А. Механика: учебное пособие. НГТУ 2013 год 140 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

### **Вопросы**

1. Кинематика материальной точки. Линейные и угловые скорости и ускорения.
2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Уравнения движения.
3. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения в механике.
4. Движение в центрально-симметричном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.
5. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.
6. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера.
7. Движение относительно неинерциальных систем отсчета. Уравнения движения. Силы инерции.
8. Вариационный принцип Гамильтона. Законы сохранения и свойства симметрии пространства и времени.
9. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания. Затухающие колебания. Показатель затухания.
10. Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона.
11. Уравнения Гамильтона - Якоби.
12. Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга и сдвига. Коэффициент Пуассона.
13. Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса.
14. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Формула Пуазеля.
15. Волны в сплошной среде. Уравнение волны. Акустические волны. Ультразвук. Эффект Доплера.

### **9.4.2. Молекулярная физика.**

#### **Термодинамика и статистическая физика**

Термодинамический и статистический подход к описанию молекулярных явлений. Температура. Постоянная Больцмана.

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Циклические процессы. Цикл Карно и его КПД. Второе начало термодинамики. Энтропия термодинамической системы. Термодинамическая вероятность и энтропия. Термодинамические потенциалы. Общие условия равновесия фаз.

Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма и свободная энергия системы. Статистика Бозе-Эйнштейна и статистика Ферми-Дирака. Равновесное излучение. Спектральная плотность излучения. Формула Планка.

Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна.

Теория флуктуации. Флуктуация плотности. Броуновское движение. Формулы Эйнштейна для дисперсии импульса и смещения броуновской частицы.

Жидкости. Поверхностные явления. Давление под искривленной поверхностью. Смачиваемость и капиллярные явления, адгезия и адсорбция.

Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Дефекты в кристаллах. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия равновесия и устойчивости фаз.

Явления переноса. Диффузия, закон Фика; внутреннее трение, закон Ньютона-Стокса; теплопроводность, закон Фурье.

Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об Н-теореме. Плазменное состояние вещества. Кинетическое уравнение Власова. Понятие о самосогласованном поле.

### Литература

1. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: уч. пособ. Для вузов. 8-е изд.-М.:БИНОМ.Лаборатория знаний. 2010.-431 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
2. Белонучкин В.Е., Заикин Д.А., Ципенюк Ю.М. Курс общей физики. Основы физики. Учеб. пособие: для вузов. В2 т. Т.2. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика /Под ред. Ю.М. ципенюка.-2-е изд.,испр.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.-608 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб.пособие: Для вузов. В 5 т. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика.-5-е изд., испр.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.-544 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
4. И.Е. Иродов. Физика макросистем. Основные законы: учебное пособие.-4у изд.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.-207 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
5. Молекулярная физика и термодинамика.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.-208 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
6. Кондратьев А.С., Райгородский П.А. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетике. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
7. Шебзухова И.Г., Апеков А.М., Дедков Г.В. Молекулярная физика. Задачник-практикум по общей физике. Нальчик: КБГУ, 2012. – 79 с.
8. Красин В. П., Музычка А. Ю. Введение в общую физику: учебное пособие. Т. 1. Директ-Медиа 2014 г. 452 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

9. Сборник олимпиадных задач по общей физике (2012-2013 гг.): методическое руководство. Директ-Медиа 2015 г. 34 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
10. Шафеев Р. Р., Назаров В. Н., Каюмов И. Р. Олимпиадные задачи по общей физике: учебное пособие. Директ-Медиа 2015 г. 117 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
11. Кудасова С. В., Солодихина М. В. Курс лекций по общей физике: учебное пособие для бакалавров, Ч. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Директ-Медиа 2016 год 174 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
12. Казачков В. Г., Казачкова Ф. А., Волков Е. В. Задачи по курсу общей физики: учебное пособие, Ч. 4. Оренбургский государственный университет 2012 год 110 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
13. Гольдаде В. А., Пинчук Л. С. Физика конденсированного состояния: пособие. Белорусская наука 2009 год 648 страниц. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
14. Анисина И., Огерчук А., Пискарева Т. Сборник задач по физике: учебное пособие. ОГУ 2013 год 114 страниц. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
15. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.9 Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния. "Физматлит", 2004, 496 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

### **Вопросы**

1. Термодинамический и статистический подход к описанию молекулярных явлений. Температура. Постоянная Больцмана.
2. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Циклические процессы. Цикл Карно и его КПД.
3. Второе начало термодинамики. Энтропия термодинамической системы. Термодинамическая вероятность и энтропия.
4. Термодинамические потенциалы. Общие условия равновесия фаз.
5. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы.
6. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
7. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма и свободная энергия системы.
8. Статистика Бозе-Эйнштейна и статистика Ферми-Дирака. Равновесное излучение. Спектральная плотность излучения. Формула Планка.
9. Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна.
10. Теория флуктуации. Флуктуация плотности. Броуновское движение. Формулы Эйнштейна для дисперсии импульса и смещения броуновской частицы.
11. Жидкости. Поверхностные явления. Давление под искривленной поверхностью. Смачиваемость и капиллярные явления, адгезия и адсорбция.
12. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Дефекты в кристаллах.
13. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия равновесия и устойчивости фаз.

14. Явления переноса. Диффузия, закон Фика; внутреннее трение, закон Ньютона-Стокса; теплопроводность, закон Фурье.
15. Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об H-теореме.
16. Плазменное состояние вещества. Кинетическое уравнение Власова. Понятие о самосогласованном поле.

#### **9.4.3. Электродинамика и оптика**

Электростатические поля. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Потенциал и его разложение по мультиполям. Магнитостатические поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля.

Уравнения Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении. Радиационное трение. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения и граничные условия.

Пространственная и временная дисперсии диэлектрической проницаемости. Физический смысл её действительной и мнимой частей. Проводники, сверхпроводники, диэлектрики и магнетики и их физические свойства.

Преобразование Лоренца. Законы преобразования плотностей зарядов и токов, полей и потенциалов при преобразованиях Лоренца. Преобразование частоты и волнового вектора электромагнитной волны при преобразованиях Лоренца. Эффект Доплера.

Основы электромагнитной теории света. Энергия и импульс световых волн. опыты Лебедева по измерению светового давления.

Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры. Диэлектрические зеркала и интерференционные фильтры. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы. Роль дифракции при формировании оптических изображений.

Дисперсия и поглощение света. Фазовая и групповая скорости света. Отражение и преломление света. Молекулярное рассеяние света. Формула Рэлея. Спектральный состав рассеянного света. Рассеяние в мутных средах.

Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Естественная ширина спектральной линии. Ударное (столкновительное) и доплеровское уширение линий. Квазистационарное приближение в макроскопической электродинамике и границы его применимости. Скин-эффект.

Квантовая теория излучения. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка.

Излучение света атомами и молекулами. Двухуровневая система. Спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры.

Нелинейные оптические явления. Генерация гармоник, самофокусировка света.

#### **Литература**

1. Савельев И.В. Основы теоретической физики. Том 1. СПб.: Изд-во «Лань». 2005 г.
2. Гродина Я.И. К вопросу о принципе относительности. СПб.: Изд-во «Лань». 2013 г.

3. Лорентц Г.А., Лоренц Х. Теория электромагнитного поля. СПб.: Изд-во «Лань». 2013 г.
4. Лондон С.Н., Ломель Р. Принцип относительности. СПб.: Изд-во «Лань». 2013 г.
5. Музычка А. Ю. Механика и электромагнетизм : тексты лекций по общей физике: лекции. Директ-Медиа 2015 г. 280 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
6. Сборник олимпиадных задач по общей физике (2012-2013 гг.): методическое руководство. Директ-Медиа 2015 г. 34 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
7. Шафеев Р. Р., Назаров В. Н., Каюмов И. Р. Олимпиадные задачи по общей физике: учебное пособие. Директ-Медиа 2015 г. 117 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
8. Казачков В. Г., Казачкова Ф. А., Волков Е. В. Задачи по курсу общей физики: учебное пособие, Ч. 4. Оренбургский государственный университет 2012 год 110 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
9. Летута С., Чакак А. Курс физики : оптика: учебное пособие для студентов инженерно-технических направлений подготовки. ОГУ 2014 год 364 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
10. Анисина И., Огерчук А., Пискарева Т. Сборник задач по физике: учебное пособие. ОГУ 2013 год 114 страниц. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
11. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.2 Теория поля. . "Физматлит", 2006, 536 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.8 Электродинамика сплошных сред. "Физматлит", 2005, 656 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

### **Вопросы**

1. Электростатические поля. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Потенциал и его разложение по мультиполям.
2. Магнитостатические поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля.
3. Уравнения Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении. Радиационное трение.
4. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения и граничные условия.
5. Пространственная и временная дисперсии диэлектрической проницаемости. Физический смысл её действительной и мнимой частей.
6. Проводники, сверхпроводники, диэлектрики и магнетики и их физические свойства.
7. Преобразование Лоренца. Законы преобразования плотностей зарядов и токов, полей и потенциалов при преобразованиях Лоренца.
8. Преобразование частоты и волнового вектора электромагнитной волны при преобразованиях Лоренца. Эффект Доплера.
9. Основы электромагнитной теории света. Энергия и импульс световых волн. Опыты Лебедева по измерению светового давления.
10. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры. Диэлектрические зеркала и интерференционные фильтры.

11. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы. Роль дифракции при формировании оптических изображений.
12. Дисперсия и поглощение света. Фазовая и групповая скорости света. Отражение и преломление света.
13. Молекулярное рассеяние света. Формула Рэлея. Спектральный состав рассеянного света. Рассеяние в мутных средах.
14. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Естественная ширина спектральной линии. Ударное (столкновительное) и доплеровское уширение линий.
15. Квазистационарное приближение в макроскопической электродинамике и границы его применимости. Скин-эффект.
16. Квантовая теория излучения. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка.
17. Излучение света атомами и молекулами. Двухуровневая система. Спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры.
18. Нелинейные оптические явления. Генерация гармоник, самофокусировка света.

#### **9.4.4. Атомная физика и квантовая теория**

Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Атомные спектры излучения. Атом водорода. Постулаты Бора. Опыты по дифракции электронов и атомов. Волновые и корпускулярные свойства материи. Гипотеза де-Бройля.

Основные постулаты квантовой механики. Операторы координаты и импульса. Гамильтониан. Чистые и смешанные состояния квантовомеханической системы. Волновая функция и ее свойства. Плотность вероятности и матрица плотности. Принцип неопределенности.

Описание эволюции квантовомеханических систем. Уравнения Гейзенберга и Шредингера. Стационарные состояния. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии. Орбитальный механический и магнитный моменты. Сложение моментов. Спектры атомов щелочных металлов.

Стационарная теория возмущений в отсутствие и при наличии вырождения. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Эффект Штарка. Уравнение Дирака. Квазирелятивистское приближение. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.

Системы тождественных частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля. Электронная конфигурация атома. Терм. Тонкая структура терма. Приближение LS и JJ-связей. Правила Хунда.

Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Периоды и группы. Переходные элементы.

Нестационарная теория возмущений. Вероятность перехода в квантовой системе. Электромагнитные переходы в атомах и молекулах. Правила отбора.

Теория упругого рассеяния. Борновское приближение. Парциальное разложение амплитуды рассеяния.

Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи. Спектры двухатомных молекул. Движение частиц в периодическом поле, зонная структура энергетических спектров.

### **Литература**

1. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 1. Введение в атомную физику. Издательство: "Лань". ISBN: 978-5-8114-1005-7. 2010. 560 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
2. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. Издательство: "Лань". ISBN: 978-5-8114-1006-4, 2010 г. 448 с. ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)).
3. Милантьев В.П. Физика атома и атомных явлений: учеб. Пособие/В.П. Милантьев.-М.: Абрис, 2012.-399 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
4. Делоне Н.Б. Атом в сильном поле лазерного излучения. М.: ФИЗМАТЛИТ.-2011. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
5. Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Рабинович М.С., Сивухин Д.В. Сб. задач по общему курсу физики. В 5 т. Кн. V. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц/Под ред. Д.В.Сивухина.-5-е изд., стер.-М.: ФИЗМАТЛИТ; Лань, 2006.-184 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
6. Красин В. П., Муzychка А. Ю. Введение в общую физику: учебное пособие. Т. 1 Директ-Медиа 2014 г. 452 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
7. Сборник олимпиадных задач по общей физике (2012-2013 гг.): методическое руководство. Директ-Медиа 2015 г. 34 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
8. Шафеев Р. Р., Назаров В. Н., Каюмов И. Р. Олимпиадные задачи по общей физике: учебное пособие. Директ-Медиа 2015 г. 117 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
9. Кудасова С. В., Солодихина М. В. Курс лекций по общей физике: учебное пособие для бакалавров, Ч. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика Директ-Медиа 2016 год 174 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
10. Казачков В. Г., Казачкова Ф. А., Волков Е. В. Задачи по курсу общей физики: учебное пособие, Ч. 4. Оренбургский государственный университет 2012 год 110 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
11. Анисина И., Огерчук А., Пискарева Т. Сборник задач по физике: учебное пособие. ОГУ 2013 год 114 страниц. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.3. Квантовая механика (нерелятивистская теория). "Физматлит", 2001, 808 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)



### **Вопросы, выносимые на итоговый государственный экзамен**

1. Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Атомные спектры излучения. Атом водорода. Постулаты Бора. Опыты по дифракции электронов и атомов. Волновые и корпускулярные свойства материи. Гипотеза де-Бройля.
2. Основные постулаты квантовой механики. Операторы координаты и импульса. Гамильтониан. Чистые и смешанные состояния квантовомеханической системы. Волновая функция и ее свойства. Плотность вероятности и матрица плотности.
3. Принцип неопределенности.
4. Описание эволюции квантовомеханических систем. Уравнения Гейзенберга и Шредингера. Стационарные состояния.
5. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний.
6. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
7. Орбитальный механический и магнитный моменты. Сложение моментов.
8. Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии. Спектры атомов щелочных металлов.
9. Стационарная теория возмущений в отсутствие и при наличии вырождения. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Эффект Штарка. И. Уравнение Дирака. Квазирелятивистское приближение. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.
10. Системы тождественных частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
11. Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля. Электронная конфигурация атома. Терм. Тонкая структура терма. Приближение LS и JJ-связей. Правила Хунда.
12. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Периоды и группы. Переходные элементы.
13. Нестационарная теория возмущений. Вероятность перехода в квантовой системе.
14. Электромагнитные переходы в атомах и молекулах. Правила отбора.
15. Теория упругого рассеяния. Борновское приближение. Парциальное разложение амплитуды рассеяния.
16. Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи. Спектры двухатомных молекул. Движение частиц в периодическом поле, зонная структура энергетических спектров.

#### **9.4.5. Физика атомного ядра и частиц**

Основные характеристики атомных ядер. Протоны и нейтроны. Масса и энергия связи ядра. Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра.

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада,  $\alpha$  - распад,  $\beta$  - распад и  $\gamma$ -излучение ядер. Эффект Мессбауэра. Деление и синтез ядер. Цепная реакция, деления и термоядерная реакция. Ядерная энергия. Реакторы.

Модели атомных ядер. Модель Ферми-газа, оболочечная модель, модель жидкой капли и обобщенная модель ядра. Механизмы ядерных реакций. Сечения реакций. Каналы реакций.

Ядерные силы и их свойства. Частицы и взаимодействия. Взаимодействие как обмен квантами калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы - лептоны и кварки. Античастицы.

Электромагнитное взаимодействие. Сильное взаимодействие. Кварковая структура адронов. Цветовой заряд кварков. Глюоны. Слабое взаимодействие и процессы, им обусловленные. Слабые распады кварков и лептонов. Нейтрино и антинейтрино. Взаимодействие нейтрино с веществом.

Симметрии и законы сохранения. Объединение взаимодействий. Нуклеосинтез во Вселенной. Ядерные реакции в звездах. Взаимодействие частиц и излучений с веществом. Принципы и методы ускорения заряженных частиц. Методы детектирования частиц.

### **Литература**

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т.1. Физика атомного ядра. 2009. 7-е изд. 384 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т.2. Физика ядерных реакций, 2009. 7-е изд. 326 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т.3. Физика элементарных частиц // 2008. 6-е изд. 432 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
4. Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Рабинович М.С., Сивухин Д.В. Сб. задач по общему курсу физики. В 5 т. Кн. V. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц/Под ред. Д.В.Сивухина.-5-е изд., стер.-М.: ФИЗМАТЛИТ; Лань, 2006.-184 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
5. Капитонов И.М.: Введение в физику ядра и частиц: учебник ФИЗМАТЛИТ, 2010. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
6. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра. Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: Издательство ЛКИ, 2007. - 584 с. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

### **Вопросы**

1. Основные характеристики атомных ядер. Протоны и нейтроны. Масса и энергия связи ядра. Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра.
2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада,  $\alpha$  - распад,  $\beta$  - распад и  $\gamma$ -излучение ядер. Эффект Мессбауэра.
3. Деление и синтез ядер. Цепная реакция, деления и термоядерная реакция. Ядерная энергия. Реакторы.
4. Модели атомных ядер. Модель Ферми-газа, оболочечная модель, модель жидкой капли и обобщенная модель ядра.
5. Механизмы ядерных реакций. Сечения реакций. Каналы реакций.
6. Ядерные силы и их свойства.
7. Частицы и взаимодействия. Взаимодействие как обмен квантами

- калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы - лептоны и кварки. Античастицы.
8. Электромагнитное взаимодействие.
  9. Сильное взаимодействие. Кварковая структура адронов. Цветовой заряд кварков. Глюоны.
  10. Слабое взаимодействие и процессы, им обусловленные. Слабые распады кварков и лептонов. Нейтрино и антинейтрино. Взаимодействие нейтрино с веществом.
  11. Симметрии и законы сохранения. Объединение взаимодействий.
  12. Нуклеосинтез во Вселенной. Ядерные реакции в звездах.
  13. Взаимодействие частиц и излучений с веществом.
  14. Принципы и методы ускорения заряженных частиц.
  15. Методы детектирования частиц.

## 9.5 Профильные дисциплины

### Профиль «Медицинская физика»

Происхождение жизни и эволюция клетки. Морфология клетки. Структура и функции клеточных элементов.

Генетика человека. Методы изучения, характер и наследование признаков. Радиобиология.

Структурная организация тела человека. Основные этапы онтогенеза человека.

Общая анатомия скелета. Общие вопросы медицинской антропологии.

Опорно-двигательный аппарат. Функциональная анатомия мышц. Нервная система.

Физиология сердечно-сосудистой системы. Гормональная регуляция физиологических функций. Частная физиология нервной системы. Физиология почек. Органы зрения. Оптическая модель глаза.

Физика биологических мембран; транспорт веществ; ионный транспорт; биоэлектрические потенциалы и токи.

Структурная организация и свойства ферментов. Строение и уровни организации нуклеиновых кислот. Роль ДНК в хранении, воспроизведении и передаче генетической информации.

Биоэнергетика клетки. АТФ как важнейший аккумулятор и источник энергии.

Биофизические эффекты воздействия электромагнитных полей; постоянные и низкочастотные поля; СВЧ и УВЧ-поля.

Фотобиологические эффекты в системах: ИК-, видимый, УФ-диапазоны.

Особенности взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями. Лазерные методы в медицине.

Измерительные преобразователи и усилители в медицине. Аналоговые методы обработки информации. Аналогово-цифровое преобразование биосигналов.

Акустические характеристики биотканей; воздействие на ткани ультразвукового излучения. Излучатели и приемники ультразвука, формирование ультразвуковых полей. Применение ультразвука в медицине.

Методы и приборы в кардиологии.

Радионуклидные методы диагностики. Радиофармпрепараты. Устройство гамма-камеры. Эмиссионная томография. Однофотонная эмиссионная вычислительная томография. Позитронная вычислительная томография.

Рентгеновская интроскопия; физические принципы. Метод медицинской рентгенографии. Усилители рентгеновского изображения и их роль в медицине. Флюорографы.

Рентгеновская компьютерная томография. Преобразование Радона и его свойства.

Физические основы ядерно-магнитного резонанса. Принципы реконструктивной ЯМР - томографии.

Прохождение заряженных частиц через вещество. Взаимодействие гамма - излучения и нейтронов с веществом. Кривая Брэгга.

Физические основы лучевой терапии пучками нейтронов, электронов и  $\gamma$ -квантов. Дозиметрия пучков и контроль при облучении. Ускорители в медицине.

Методы лабораторной диагностики в медицине.

Компьютерные методы обработки медико-биологической информации.

### Вопросы

1. Прохождение заряженных частиц через вещество. Удельные потери энергии частиц.
2. Особенности взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями. Лазеры в медицине.
3. Межклеточная химическая сигнализация; рецепторы клеточной поверхности и вторичные посредники.
4. Физические основы лучевой терапии пучками нейтронов, электронов и  $\gamma$ -лучей.
5. Рост и деление клеток.
6. Физические основы ультразвуковой интроскопии.
7. Рентгеновские и ультразвуковые методы исследования в медицине.
8. Общие принципы организации клеточного метаболизма. Две фазы метаболизма.
9. Радионуклидные методы диагностики.
10. Физиология сердечно-сосудистой системы.
11. Фотобиологические эффекты в системах: ИК-, видимый, УФ-диапазоны.
12. Физика биологических мембран; транспорт веществ; ионный транспорт; биоэлектрические потенциалы и токи.
13. Органы зрения. Цветное зрение. Оптические модели глаза.
14. Акустические характеристики биотканей; воздействие ультразвукового излучения: механическое, тепловое, биофизическое.
15. Терапевтические пучки ионизирующего излучения.

16. Методы и приборы в кардиологии.
17. Физиология кровеносных сосудов.
18. Иммунная система. Клеточные основы иммунитета.
19. Физиология сердечно-сосудистой системы.
20. Физиология почек.
21. Действие ионизирующего излучения на макромолекулы и клетки. Стадии действия на биологические объекты.
22. Гормональная регуляция физиологических функций.
23. Физические основы работы ультразвуковых сканеров.
24. Методы ультразвуковой диагностики и терапии.
25. Рентгеновская компьютерная томография. Преобразование Радона и его свойства.
26. Физические основы ядерно-магнитного резонанса. Принципы реконструктивной ЯМР - томографии.
27. Компьютерные методы обработки медико-биологической информации.
28. Лазерные методы в медицине.
29. Методы лабораторной диагностики в медицине.
30. Усилители рентгеновского изображения и их роль в медицине.
31. Радионуклидная диагностика. Назначение и устройство гамма-камеры.
32. Позитронно-эмиссионная томография.
33. Рентгеновская компьютерная томография.

### **10.1 Основная литература**

1. Костылев В.А., Наркевич Б.Я. Медицинская физика. – М.: ОАО «Издательство «Медицина». 2008, 464 с. ЭБ КБГУ (lib.kbsu.ru).
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для спец. вузов. изд.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 648 с. ил.
3. Применение ультразвука в медицине. Физические основы применения. Под ред. К. Хилла. – М.: Физматлит, 2008, – 542 с.
4. Федорова В.Н., Степанова Л.А. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии. Лекции и семинары. – М.: Физматлит., 2008, 622 с.
5. Календер В. Компьютерная томография. // – М.: Техносфера, 2006.
6. Хиггинс К. Расшифровка клинических лабораторных анализов, пер. с англ. Под ред. Проф. В.Л. Эмануэля. Ребриков Д.В., Саматов Г.А., Трофимов Д.Ю. ПЦР в реальном времени. – М: «Бином. Лаборатория знаний», 2012.
7. Клиническая лабораторная диагностика. Кишкун А.А.– М.: ГЭОТАР - Медиа, 2010, 978 с.
8. Клинико-лабораторные аналитические технологии и оборудование. Меньшиков В.В. – М., 2007.
9. Магнитно-резонансная томография [Электронный ресурс] : практическое руководство / К. Уэстбрук, К. Каут Рот, Дж. Тэл-бот ; пер. с англ.-2-е изд. (эл.). -М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.-448 с.

## 10.2 Дополнительная литература

10. Магнитно-резонансная томография: практическое руководство / К. Уэстбрук, К. Каут Рот, Дж. Тэл-бот ; пер. с англ.-2-е изд. (эл.). -М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.-448 с.
11. Наноструктуры в биомедицине. Гонсалвес К.Е, Хальберштадт К.Р., Лоренсин К.Т., Наир Л.С, - М.: Бином. 2012, с. 519
12. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Гусев А.И. М.: Изд. Физматлит. 2009, с.416
13. Нанотехнологии. Оуэнс Ф., Пул, Ч. Мл – М.:Техносфера, 2009, с. 336
14. Барсуков О.А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии. – М: «Физматлит», 2011
15. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. – СПб.: «Лань», 2009
16. Бекман И. Н. Курс лекций «Ядерная медицина». – М.: МГУ, 2006.
17. Антонов В.Ф. Коржуев А.В. Физика и биофизика: Курс лекций для студ. мед. вузов. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 192с.
18. Батуев А.С. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: Учебник для вузов. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 317 с.: ил.
19. Журавлев А.И. Квантовая биофизика животных и человека: Учебное пособие. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: БИНОМ, 2011. – 398 с.
20. Начала физиологии: учебник для вузов / А.Д. Ноздрачев, Н.И. Баженов, И.А. Баранникова и др.: под ред. А.Д. Ноздрачева. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2004. – 1088 с.: ил.
21. Виноградов Ю. А. и др. Практическая радиоэлектроника. - М.: ДМК Пресс. 2009.- 288 с.: ил. (В помощь радиолюбителю)  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5898180559.html>
22. Физика полупроводниковых приборов. Лебедев А. И. Физика полупроводниковых приборов. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 488 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109956.html>
23. Основы радиотехники. Харкевич А. А. Основы радиотехники. - 3-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 512 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107907.html>
24. Электрокардиография: пособие для самостоятельного изучения. Воробьев А.С.Издательство: СпецЛит, 2011 г.456  
с.<http://www.knigafund.ru/books/116170>
25. Биомедицинская аналитическая техника. Илясов Л.В.Учеб. пособие. – СПб.: Политехника, 2012. – 350  
с.<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732510126.html>
26. Кардиология: национальное руководство / Под ред. Ю.Н. Беленкова, Р.Г. Оганова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 1232 с. – (Серия «Национальные руководства») <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970417348.html>

*Учебные пособия, изданные с участием сотрудников КБГУ*

1. Ширяев В.Т., Коков З.А. Физика усилителей рентгеновского изображения Нальчик: Каб.-Бал. ун-т, 2007. – 46 с.

2. Шарданов А.Х., Докшокова Т.А. Ядерно-физические методы и приборы в медицине. –Нальчик /Кабардино- Балкарский университет , 2007. - 48 стр.
3. Пономаренко Н.С. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований.– Нальчик: Каб.-Бал. ун-т, 2007. – 33 с.
4. Изучение работы электрокардиографа : методические рекомендации / Н. С. Реуцкая, З. А. Коков, З. Х. Калажоков. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2016. – 22 с. – 100 экз.
5. Изучение работы электромиографа: методические рекомендации / Н. С. Реуцкая, З. А. Коков, З. Х. Калажоков. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2016. – 23 с. – 100 экз.
6. Кумыков В.К., Коков З.А. Атомная и ядерная физика. Задачи по медицинской и биологической физике. Методические рекомендации по решению задач. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2011.
7. Кумыков В.К., Коков З.А. Электричество и магнетизм. Оптика. Задачи по медицинской и биологической физике. Методические рекомендации по решению задач. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2011.

## ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

1. Медицинская физика. Журнал, выпуски 2003-2017 гг., (Читал библиотеки КБГУ), <http://medphys.amphr.ru/>
2. Медицинская техника, Журнал, выпуски 2007-2017 гг. (Читал библиотеки КБГУ)
3. Медицинская визуализация. Журнал, выпуски 2007 -2017 гг. (Читал библиотеки КБГУ).
4. Вестник КБГУ, серия «Физические науки», Нальчик, КБГУ.

## 10.3 Интернет-ресурсы

1. Сайт с материалами по медицинской физике [zkokov.zbaza.ru](http://zkokov.zbaza.ru)
2. Сайт Ассоциации медицинских физиков РФ <http://www.amphr.ru/>
3. Материалы сайта [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).
4. Электронная библиотека КБГУ ([lib.kbsu.ru](http://lib.kbsu.ru)).
5. Электронная библиотека кафедры теоретической и экспериментальной физики КБГУ.
6. <http://www.studentlibrary.ru> - электронная библиотечная система для ВУЗов. ЭБС
7. <http://www.elibrary.ru> - научная электронная библиотека РИНЦ
8. ЭБС Консультант студента [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

Электронная почта кафедры теоретической и экспериментальной физики: E-mail: [ktf@kbsu.ru](mailto:ktf@kbsu.ru)

## 10.4 Примеры заданий на итоговом государственном экзамене

## Общая физика

1. Определить момент инерции стержня длиной 0,6 м и массой 2 кг относительно оси, перпендикулярной к стержню и проходящей через точку, которая удалена на 0,15 м от одного из концов стержня.
2. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки  $x_{\max} = 20 \text{ см}$ , наибольшая скорость  $v_{\max} = 20 \text{ см/с}$ . Найти циклическую частоту колебаний  $\omega$  и максимальное ускорение точки.
3. Расстояние между двумя разноименными зарядами  $\pm 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$  равно 0,3 м. Определить напряженность поля в точке на прямой, проходящей через заряды, в которой потенциал равен нулю.
4. Вагон шириной 2,4 м, движущийся со скоростью 15 м/с, был пробит пулей, летевшей перпендикулярно движению вагона. Смещение отверстий в стенках вагона друг относительно друга равно 6 см. Какова скорость движения пули?
5. Определить энергию, затрачиваемую человеком при прыжке с тележки, стоящей на рельсах, если при прыжке вдоль рельсов тележка откатывается на расстояние 1,5 м. Массы человека и тележки соответственно равны 100 кг и 500 кг. Коэффициент трения тележки о рельсы 0,1.
6. Какую работу надо совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь радиусом 5 см? Коэффициент поверхностного натяжения мыльной воды 0,04 Н/м. Процесс выдувания считать изотермическим.
7. Диэлектрический шар радиуса 1 м однородно заряжен с объемной плотностью  $8,85 \text{ нКл/м}^3$ . Определить напряженность электрического поля этого шара на расстоянии 0,9 м от центра шара. ( $\epsilon=3$ . Ответ выразить в В/м).
8. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом  $\alpha=54^\circ$ . Определить угол преломления  $\beta$  пучка, если отраженный свет полностью поляризован.
9. Радиус кривизны выпуклого зеркала  $R=50 \text{ см}$ . Предмет высотой  $h=15 \text{ см}$  находится на расстоянии  $a=1 \text{ м}$  от зеркала. Определить расстояние от зеркала до изображения  $b$  и его высоту  $H$ .
10. Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону  $\varphi = 10 + 20t + 2t^2$ . Найти величину и направление полного ускорения точки, находящейся на расстоянии 0,1 м от оси вращения для момента времени  $t=4 \text{ с}$ .
11. В спектре некоторого водородоподобного иона длина волны третьей линии серии Бальмера равна 108,5 нм. Найти энергию связи электрона в основном состоянии.



12. Определить наибольшую длину волны, при которой может иметь место фотоэффект для платины. Работа выхода электрона платины 4,80 эВ.
13. Сколько спектральных линий, разрешенных правилами отбора, возникает при переходе из состояния 4s в состояние 2p атома водорода.
14. Найти добавочное давление внутри мыльного пузыря диаметром 10 см. Поверхностное натяжение мыльной воды  $\sigma = 40 \cdot 10^{-3}$  Н/м.
15. Углекислый газ, начальная температура которого 360 К, адиабатически сжимается до 1/20 своего первоначального объема. Определить изменение внутренней энергии и совершенную при этом работу, если масса газа 20 г.
16. Вычислить длину волны де-Бройля для протона с кинетической энергией 100 эВ ( $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27}$  кг).
17. Энергия отрыва одного электрона от атома He равна 24,6 эВ. Определить энергию, необходимую для удаления обоих электронов из атома (энергия ионизации атома водорода 13,6 эВ).
18. Найти изменение энтропии  $\Delta S$  при расширении 0,20 г водорода от 1,5 л до 4,5 л, если процесс расширения происходит при постоянном давлении.
19. Средняя длина свободного пробега молекулы углекислого газа при нормальных условиях равна 40 нм. Сколько столкновений в секунду испытывает молекула?
20. Определить радиус 2-ой орбиты электрона водородоподобного иона  $\text{Li}^{++}$  и энергию электрона на этой орбите (энергия ионизации атома водорода 13,6 эВ).
21. В атоме электрон перешел с уровня с главным квантовым числом n в основное состояние. При этом радиус изменился в 9 раз. Найти частоту испущенного кванта.

### *Теоретическая физика*

1. Потенциал поля, создаваемого электрическим диполем с моментом  $\vec{p}$ , определяется формулой  $\varphi = \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r^3}$ , где  $\vec{r}$ -радиус – вектор точки поля, проведенный из центра диполя. Найти E. Ответ:  $E = \frac{P}{r^3} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}$

2. Найти электростатическое поле, если  $\varphi = \frac{\mathbf{p} \cdot \mathbf{r}}{r^3}$ , где  $\mathbf{p}$ - вектор дипольного момента. Ответ:  $\mathbf{E} = \frac{3(\mathbf{p} \cdot \mathbf{r})\mathbf{r}}{r^5} - \frac{\mathbf{p}}{r^3}$

3. Показать, что из уравнения Максвелла -Лоренца  $\text{rot} \mathbf{H} = \frac{4\pi}{c} \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{E}}{c \partial t}$ ;  
 $\text{rot} \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{H}}{c \partial t}$  следует закон сохранения энергии поля.

Ответ:  $-\frac{\partial}{\partial t} \frac{(E^2 + H^2)}{8\pi} = \mathbf{j} \cdot \mathbf{E} + \text{div} \mathbf{Y}$ ;  $\mathbf{Y}$  -вектор Умова – Пойтинга.

4. Исходя из формул преобразования компонент напряженностей  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ , показать инвариантность  $E^2 - H^2$  и  $\mathbf{E} \cdot \mathbf{H}$ .

5 Вывести закон сложения параллельных скоростей путем двух Лоренц преобразований. Ответ:  $x = \frac{x'' + ut''}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$ ;  $t = \frac{t'' + \frac{u}{c^2} x''}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$ ; где  $u = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$ .

6. Показать что из уравнений  $\text{rot} \mathbf{H} = \frac{4\pi}{c} \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{E}}{c \partial t}$  можно получить уравнение непрерывности  $\text{div} \mathbf{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ .

7. Найти коммутатор оператора  $\mathcal{E}$  и  $\Delta$  (оператор Лапласа).

Ответ:  $[\mathcal{E}, \Delta] = -2\Delta / \partial x$ .

8. Для произвольного линейного оператора показать следующее:

а.  $(\mathcal{E}) = \mathcal{E}$

б. операторы  $\mathcal{E} \mathcal{E}$  и  $\mathcal{E} \mathcal{E}$  являются эрмитовыми

в. Операторы  $\mathcal{E} + \mathcal{E}$  и  $i(\mathcal{E} - \mathcal{E})$  эрмитовы.

9. Показать, что произведение  $\mathcal{U}_1 \mathcal{U}_2$  двух унитарных операторов является унитарным оператором.

10. Показать, что оператор вида  $\mathcal{U} = \exp(i\mathcal{E})$  является унитарным, если  $\mathcal{E}$  - эрмитов оператор.

11. Найти операторы координаты и импульса в гайзенберговском представлении для свободной частицы, используя унитарное преобразование, связывающее операторы в гайзенберговском и шредингеровском

представлениях. Ответ:  $\hat{p}(t) = p = \hat{p}$ ,  $\hat{x}(t) = \hat{x} + \frac{t}{m} \hat{p}$ .

12. Найти энергетические уровни и нормированные волновые функции стационарных состояний частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме ширины  $a$ , т.е.

$$U(x) = \begin{cases} 0; 0 < x < a \\ \infty; x < 0, x > a \end{cases}$$

Ответ:  $E_n = \hbar^2 \pi^2 (n+1)^2 / (2ma^2)$ ;  $\varphi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{2/a} \sin \frac{\pi(n+1)x}{a}, & 0 < x < a, \\ 0, & x < 0, x > a. \end{cases}$

13. Найти коэффициент прохождения частиц через прямоугольный потенциальный барьер ( $U_0 > U$ )

$$U(x) = \begin{cases} 0; x < 0, x > a \\ U; 0 < x < a \end{cases}$$

$$\text{Ответ: } D(E) = \begin{cases} \frac{4E(E - U_0)}{4E(E - U_0) + U_0^2 \sin^2 \sqrt{2m(E - U_0)}a^2 / \hbar^2}, E > U_0, \\ \frac{4E(U_0 - E)}{4E(U_0 - E) + U_0^2 \sin^2 \sqrt{2m(U_0 - E)}a^2 / \hbar^2}, E < U_0, \end{cases}$$

14. Найти волновые функции стационарных состояний и уровни энергии плоского ротатора с моментом инерции  $I$ . Какова кратность вырождения уровней? Ответ:  $E_m = \hbar^2 m^2 / (2I)$ ,  $\varphi_m(\varphi) = e^{im\varphi} / \sqrt{2\pi}$ ,  $m = \pm |m|$

15. Указать вид оператора проекции спина  $\hat{S}_n$  на произвольное направление, определяемое единичным вектором  $\hat{n}$ . Ответ:  $\hat{S}_n = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta e^{-i\varphi} \\ \sin \theta e^{i\varphi} & -\cos \theta \end{pmatrix}$

16. Для гамильтониана свободной релятивистской частицы со спином  $s=1/2$  доказать соотношения:

17. Показать, что между термическими коэффициента  $\alpha, \beta, \gamma$ , где

$$\alpha = \frac{1}{V_0} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P, \quad \beta = -\frac{1}{V_0} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T, \quad \gamma = \frac{1}{P_0} \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

имеет место соотношение  $\alpha = P_0 \beta \gamma$ .

18. Исходя из первого начала термодинамики для простых систем показать, что  $c_p - c_v = \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right] \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ , где  $U$  – внутренняя энергия системы. Найти разность  $c_p - c_v$  для идеального газа. Ответ:  $c_p - c_v = R$ .

19. Получить уравнение политропы для простой системы в переменных  $T$  и  $V$ . Результат вырезать через теплоемкости  $c$ ,  $c_p$  и  $c_v$ .

$$\text{Ответ: } dT - \frac{c_p - c_v}{c - c_v} \left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_P dV = 0$$

20. Исходя из второго начала термодинамики для простой системы, показать, что между термическим и калорическим уравнениями имеется связь

$$T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P.$$

21. Показать, что для простой системы имеет место соотношение

$$c_p - c_v = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P.$$

22. Преобразовать к переменным  $(T, P)$   $c_v = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_V$ ,

$$\text{Ответ: } c_v = T \left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_T \frac{(\partial V / \partial T)_P}{(\partial V / \partial P)_T}.$$

23. Имеется совокупность частиц с энергией  $E$ , совершающих финитное одномерное движение в поле  $U(x)$ .

а) Найти распределение частиц по координатам.

Ответ:  $w(x) = \frac{(2m)^{1/2}}{T} \frac{1}{[E - U(x)]^{1/2}}$ , где  $T$  – период колебаний

б) Записать микроканоническое распределение для этого случая.

Ответ:  $df(x, p) = \frac{1}{T(E)} \delta\left[E - \frac{p^2}{2m} - U(x)\right] dx dp$ .

24. Найти число квантовых состояний с частотами в интервале  $[\omega, \omega + d\omega]$  для системы фотонов. Ответ:  $dn = V \frac{\omega^2 d\omega}{\pi^2 c^3}$ ,  $V$  – объём

25. Вычислить статсумму для идеального газа  $Z$ , после чего вычислить внутреннюю  $U$  и свободную  $F$  энергии, а также энтропию  $S$ . Воспользоваться формулой  $\ln N! \approx N \ln N - N$ ,  $N \gg 1$ .

Ответ:  $Z = \frac{V^N}{N!} \left(\frac{m\theta}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{3N}{2}}$ ,  $U = \frac{3}{2} NkT$ ,  $F = -N\theta \ln \left[ \frac{eV}{N} \left(\frac{m\theta}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}} \right]$ ,

$S = Nk \ln \left[ \frac{eV}{N} \left(\frac{m\theta}{2\pi\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}} \right] + \frac{3}{2} Nk$ .

26. Установить связь статистического интеграла  $Z$  с  
а) Термодинамическим потенциалом Гиббса  $\Phi$ .

Ответ:  $\Phi = \theta \left[ \left( \frac{\partial \ln Z}{\partial \ln V} \right)_T - \ln Z \right]$

б) Энтальпией  $H$ . Ответ:  $H = \theta \left[ \left( \frac{\partial \ln Z}{\partial \ln V} \right)_T + \left( \frac{\partial \ln Z}{\partial \ln T} \right)_V \right]$

в) Энтропией  $S$ . Ответ:  $S = k \left[ \ln Z + T \frac{\partial \ln Z}{\partial T} \right]$ .

27. Для вырожденного электронного газа найти

а) импульс Ферми. Ответ:  $p_0 = (3\pi^2)^{1/3} \hbar \rho^{1/3}$ , где  $\rho = N/V$  – плотность

б) Полную энергию газа. Ответ:  $E = \frac{3\hbar^2}{10m} (3\pi^2)^{2/3} N \rho^{2/3}$ .

в) Уравнение состояния. Ответ:  $PV = \frac{2}{3} E$ .

## 11. Критерии оценивания ответов на государственном экзамене.

Для определения качества ответа выпускника на государственном экзамене и соответствия его оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» предлагаются следующие основные показатели

- соответствие ответов программе аттестации, формулировкам проблем и вопросов;
- умение пользоваться математическим аппаратом современной физики;
- способность выводить формулы, описывающие рассматриваемые в программе бакалавриата физические явления;
- структура, последовательность и логика ответов;
- полнота и целостность, самостоятельность; соответствие нормам культуры речи ответов на вопросы;

- знание и учет источников;
- степень и уровень знания специальной литературы по проблеме;
- способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер;
- научная широта, системность и логика мышления;
- качество ответов на дополнительные вопросы.

Исходя из перечисленных выше основных показателей выставляется:

Оценка «отлично»:

- полное соответствие ответов выпускника программе аттестации, формулировкам проблем и вопросов;
- умение пользоваться математическим аппаратом современной физики;
- умение пользоваться компьютерными и вычислительными методами физики;
- умение выводить формулы, описывающие рассматриваемые выпускником физические явления;
- выпускник в полной мере понимает приближения, связанные с рассматриваемыми физическими моделями;
- ответы выпускника характеризуются цельностью структуры, последовательностью и логичностью;
- ответы выпускника на вопросы характеризуются полнотой, целостностью, самостоятельностью и полностью соответствуют нормам культуры речи научно-физического русского языка;
- выпускник полностью знает и учитывает имеющиеся источники по вопросам, вынесенным на экзамен;
- ответы выпускника характеризуются высокой степенью и уровнем знания специальной литературы по проблеме;
- выпускник полностью способен интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер;
- ответы выпускника на дополнительные вопросы характеризуются высоким качеством.

Оценка «хорошо»:

- ответы выпускника достаточны, но не полностью соответствуют программе аттестации, формулировкам проблем и вопросов;
- выпускник затрудняется в некоторых математических вопросах, связанных с рассматриваемым физическим явлением, но в целом способен количественно охарактеризовать получаемый результат;
- выпускник не в полной мере понимает суть приближений, связанных с рассматриваемыми физическими моделями;
- выпускник демонстрирует качественное понимание физических моделей;
- выпускник имеет представление об основных компьютерных и вычислительных методах физики;
- ответы выпускника характеризуются недостаточной цельностью структуры, а также недостаточно последовательны и логичны;

- ответы выпускника на вопросы характеризуются недостаточной степенью полноты, целостности, самостоятельности и не полностью соответствуют нормам культуры речи научно-физического русского языка;
- выпускник не полностью знает и учитывает имеющиеся источники по вопросам, вынесенным на экзамен;
- ответ выпускника характеризуется недостаточно высокой степенью и уровнем знания специальной литературы по проблеме;
- выпускник не полностью способен интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер;
- ответы выпускника на дополнительные вопросы характеризуются недостаточно высоким качеством.

Оценка «удовлетворительно»:

- ответы выпускника удовлетворительны по отношению к программе аттестации, формулировкам проблем и вопросов;
- выпускник затрудняется во многих математических вопросах, связанных с рассматриваемым физическим явлением, но в целом способен качественно охарактеризовать получаемый результат;
- выпускник не понимает в полной мере суть приближений, связанных с рассматриваемыми физическими моделями;
- выпускник не демонстрирует в полной мере качественного понимания физических моделей;
- выпускник не в полной мере умеет пользоваться компьютерными и вычислительными методами физики;
- ответы выпускника удовлетворительны относительно структуры, последовательности и логичности;
- ответы выпускника на вопросы характеризуются удовлетворительной степенью полноты, целостности, самостоятельности и в средней степени соответствуют нормам культуры речи русского языка;
- выпускник недостаточно хорошо знает и учитывает имеющиеся источники по вопросам, вынесенным на экзамен;
- ответы выпускника характеризуются средней степенью и уровнем знания специальной литературы по проблеме;
- выпускник способен удовлетворительно интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер;
- ответы выпускника на дополнительные вопросы характеризуются невысоким качеством.

Оценка «неудовлетворительно»:

- ответы выпускника полностью не соответствуют программе аттестации, формулировкам проблем и вопросов;
- выпускник не владеет математическими методами современной физики и не способен количественно охарактеризовать получаемый результат;
- выпускник не понимает суть приближений, связанных с рассматриваемыми физическими моделями;
- выпускник демонстрирует непонимание качественной стороны

физических моделей;

- выпускник не умеет пользоваться компьютерными и вычислительными методами физики и не имеет о них представления;
- ответы выпускника плохо структурированы, а также непоследовательны и алогичны;
- ответы выпускника на вопросы неполные, несамостоятельны и полностью не соответствуют нормам культуры речи русского языка;
- выпускник полностью не знает и не учитывает имеющиеся источники по вопросам, вынесенным на экзамен;
- ответ выпускника характеризуется низкой степенью и уровнем знания специальной литературы по проблеме;
- выпускник полностью не способен интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер;
- качество ответов выпускника на дополнительные вопросы плохое.

### **III. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА– РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР, ТРЕБОВАНИЯ К ВКР, ПОРЯДОК ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАЩИТЫ ВКР, ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР**

12. Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Цели выполнения ВКР:

систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности (направлению подготовки), и применение их при решении конкретных научных и производственных задач;

развитие навыков ведения самостоятельной работы, овладение методикой исследования и экспериментирования при решении разрабатываемых вопросов, выполнение поставленных задач в определённые сроки;

совершенствование у студентов умений лаконично и аргументировано излагать содержание проекта (работы), отстаивать принятые решения, делать правильные выводы;

выявление степени подготовленности выпускников к самостоятельной работе в условиях современного, постоянно развивающегося производства.

завершение формирования общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника.

Бакалаврская работа является выпускной квалификационной работой, отражающей итог теоретического обучения студента и подтверждающая его способность к самостоятельному исследованию по общетеоретическим проблемам. Бакалаврская работа может основываться на обобщении выполненных выпускниками курсовых работ и проектов и подготавливаться к защите в завершающий период теоретического обучения.

Объём бакалаврской работы должен быть не более 70 страниц, формата А4, напечатанных на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word

(шрифт - Times New Roman, кегль - 14 пунктов, полуторный интервал, выравнивание текста по ширине, отступ сверху 2 см, снизу - 2,5 см, слева - 3 см, справа - 1,5 см).

Бакалаврская выпускная работа включает в себя: план исследования, научную проблему и выбранный автором метод исследования, анализ первоисточников и обзор основных новейших научных исследований по теме работы, анализ различных точек зрения по проблеме исследования, аргументированный выбор основных позиций и наличие решения проблемы, результаты исследования, заключение и выводы.

### *13. Тематика выпускных квалификационных работ бакалавра*

Тематика выпускных квалификационных работ разрабатывается на кафедре и предлагается для выбора обучающимся. Целесообразно, чтобы темы ВКР были связаны с общим направлением научно-исследовательской работы кафедры или с исследовательскими интересами научного руководителя. Однако это положение не исключает возможность для студента предложить собственную тему по письменному заявлению обучающегося, если она актуальна и реально выполнима в рамках осваиваемой им квалификации.

Темы ВКР определяются выпускающими кафедрами с учетом потребностей производства, требований потенциальных работодателей и заявок потребителей кадров данного профиля. Темы ежегодно обновляются и утверждаются на заседаниях кафедр.

Закрепление темы ВКР и научного руководителя за студентом проходит на заседании кафедры не позднее, чем за 8 месяцев до защиты выпускной квалификационной работы. Тема ВКР утверждается при наличии необходимых условий, обеспечивающих ее выполнение (оборудование, материалы, первичная информация и т.п.). Руководителями ВКР являются высококвалифицированные преподаватели кафедр.

Приказом ректора утверждается перечень тем ВКР и доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации. Для подготовки ВКР за обучающимися этим приказом закрепляется руководитель ВКР из числа работников КБГУ и при необходимости консультант (консультанты), а также рецензент для обучающихся по программам бакалавриата.

В установленные сроки студент отчитывается на заседании кафедры, на которой фиксируются степень готовности и определяются направления дальнейшей работы.

За сделанные в выпускной квалификационной работе выводы и за достоверность всех данных отвечают студент - автор выпускной квалификационной работы и научный руководитель.

Законченная выпускная квалификационная работа представляется научному руководителю. После просмотра и одобрения выпускной квалификационной работы научный руководитель подписывает ее и представляет заведующему кафедрой.



Законченные выпускные квалификационные работы рассматриваются на заседании кафедры (предварительная защита) не позднее одного месяца до даты защиты. На предварительную защиту студент представляет полностью законченную (но не переплетенную) квалификационную работу, доклад (в письменной и устной форме), презентацию.

Выпускная квалификационная работа после защиты хранится на кафедре в установленные номенклатурой дел сроки.

#### *14. Допустимая доля заимствований.*

Выпускающая кафедра и дирекция ИФМ проводят проверку выполненной квалификационной работы бакалавра на предмет неправомерных заимствований и анализа работ по системе «Антиплагиат». Проверка по данной системе направлена на:

- повышение уровня самостоятельности выполнения выпускных квалификационных работ;
- соблюдение прав интеллектуальной собственности граждан и юридических лиц;
- повышение качества образования выпускников КБГУ.

Выпускные квалификационные работы сдаются на выпускающую кафедру для проверки в системе «Антиплагиат» не позднее, чем за 20 календарных дней до начала работы государственной аттестационной комиссии;

Проверка производится с руководителем ВКР на кафедре, который принимает решение о доработке и повторной проверке выпускной квалификационной работы на плагиат или о рекомендации работы к защите.

По образовательной программе решением учебно-методического совета структурного подразделения устанавливается допустимая доля заимствований оригинальности текста выпускной квалификационной работы, которая не может быть выше 40 %. Оригинальность текста должна составить не ниже 60%.

#### *15. Методические рекомендации по подготовке ВКР.*

16.1 Обязанности научного руководителя выпускной квалификационной работы:

- выдает выпускнику бакалавриата индивидуальные задания для выполнения выпускной квалификационной работы;
- оказывает выпускнику бакалавриата помощь в разработке индивидуального плана работы на весь период выполнения выпускной квалификационной работы;
- рекомендует выпускнику бакалавриата необходимую для выполнения выпускной квалификационной работы научно-теоретическую литературу;
- проводит систематические, предусмотренные расписанием, беседы со студентом и дает ему консультации, назначаемые по мере надобности;
- осуществляет контроль за выполнением выпускной квалификационной работы (по частям или в целом);

- после просмотра и одобрения выпускной квалификационной работы научный руководитель подписывает ее и вместе со своим письменным отзывом (в нем должна быть отражена вся проделанная работа по всем разделам исследования) представляет заведующему кафедрой;
- готовит выпускника бакалавриата к процедуре защиты выпускной квалификационной работы.

## *16. Обязанности автора выпускной квалификационной работы*

### *16.1 Выпускник бакалавриата должен:*

- показать глубокие теоретические знания по теме исследования (на основе изучения современных физических концепций по теме исследований);
- дать полиаспектное описание, глубокий комплексный анализ состояния вопроса применительно к объекту исследования, выявить и аргументировать имеющиеся лакуны в рамках рассматриваемой проблемы;
- проанализировать прикладные, практические аспекты проблемы на конкретном теоретическом и экспериментальном материале;
- вести систематическую подготовительную работу с научной литературой;
- поддерживать тесную связь с научным руководителем, регулярно информируя его о ходе выполнения выпускной квалификационной работы;
- по мере написания глав и параграфов работы предоставлять черновой текст научному руководителю и вносить необходимые исправления и изменения в соответствии с его замечаниями и рекомендациями;
- в установленный срок предоставить готовый текст выпускной квалификационной работы на выпускающую кафедру и рецензенту;
- своевременно явиться на защиту.

### *16.2 Предзащита выпускной квалификационной работы*

Время и место проведения предварительной защиты выпускной квалификационной работы определяется распоряжением по ИФМ КБГУ.

Предварительная защита проводится комиссией, в которую входят члены выпускающей кафедры.

Секретарь комиссии по предзащите осуществляет допуск студентов в помещение проведения предзащиты в соответствии со списком допущенных к предзащите.

Комиссия проверяет соответствие темы выпускной квалификационной работы, ФИО руководителя данным соответствующего приказа, знакомится с отзывом научного руководителя на выпускную квалификационную работу, текстом выступления (доклада) студента, проверяет комплектность выпускной квалификационной работы, наличие и оформление сопроводительных документов, соответствие оформления выпускной квалификационной работы методическим рекомендациям, знакомится с демонстрационными материалами.

Комиссия может попросить студента выступить с докладом и/или задать ему вопросы по выполнению и содержанию выпускной квалификационной работы.

Комиссия по предзащите на основании результатов предварительной защиты принимает решение о готовности ВКР к защите.

В случае принятия комиссией положительного решения о допуске выпускной квалификационной работы к защите в ГАК, председатель

комиссии по предзащите (как правило, заведующий выпускающей кафедрой) ставит свою визу на титульном листе выпускной квалификационной работы.

### *16.3 Рецензирование выпускной квалификационной работы*

Рецензирование выпускной квалификационной работы проводится с целью получения дополнительной объективной оценки труда автора выпускной квалификационной работы в соответствующей области.

В качестве рецензентов могут привлекаться специалисты научно-исследовательских институтов, предприятий и организаций всех сфер деятельности, науки, а также профессора и преподаватели вузов по профилю выпускной квалификационной работы при условии владения знаниями регламентов по ИГА.

Студент, не позднее, чем за неделю до защиты, обязан обратиться к назначенному официальному рецензенту и предоставить ему выпускную квалификационную работу.

Рецензент в течение пяти рабочих дней с момента предоставления студентом выпускной квалификационной работы обязан ознакомиться с ней и составить на нее рецензию.

В рецензии должно быть отмечено значение изучения данной темы, ее актуальность, насколько успешно дипломник справился с рассмотрением теоретических и практических вопросов. Затем дается развернутая характеристика каждого раздела выпускной квалификационной работы с выделением положительных сторон и недостатков. В заключении рецензент излагает свою точку зрения об общем уровне выпускной квалификационной работы и выставляет оценку, которая выносится на рассмотрение ГАК. Объем рецензии должен составлять 1-3 страницы машинописного текста.

Подписанная рецензентом рецензия представляется в ГАК вместе с выпускной квалификационной работой в установленные сроки.

### *16.4 Подготовка к защите выпускной квалификационной работы*

Подготовка к защите ВКР представляет собой важную и ответственную работу. Важно не только написать высококачественную работу, но и уметь квалифицированно ее защитить.

Дипломник, получив положительный отзыв о выпускной квалификационной работе от научного руководителя, рецензию внешнего рецензента и разрешение о допуске к защите, должен подготовить доклад (ориентировочно на 10 минут), в котором четко и кратко излагаются основные положения выпускной квалификационной работы. При этом для большей наглядности целесообразно использовать презентацию (в Power Point), желательно - согласованную с руководителем. Можно также подготовить раздаточный материал для председателя и членов ГАК. Краткий доклад может быть подготовлен письменно, но выступать на защите целесообразно свободно, не привязываясь к заранее подготовленному тексту. Дипломник вправе защищать выпускную квалификационную работу и в случае отрицательного отзыва или рецензии.

Для успешной защиты необходимо подготовить добротный доклад, в котором следует отразить: личный вклад автора в разрабатываемую проблему, актуальность темы исследования, методы исследования, объект и предмет исследования, теоретическую и практическую значимость исследования, основное содержание исследования.

Выпускник бакалавриата предоставляет в ГАК на защиту выпускной квалификационной работы следующие документы:

- полностью оформленную выпускную квалификационную работу, содержащую: а) стандартный титульный лист, подписанный выпускником бакалавриата, научным руководителем, рецензентом и заведующим выпускающей кафедрой; б) текст выпускной квалификационной работы с оглавлением, списком использованной литературы и приложением;

- отзыв научного руководителя (вкладывается);
- рецензию (вкладывается);
- справка о % заимствований (вкладывается);
- демонстрационные материалы на электронном носителе.

## **17. Критерии оценивания результатов защиты ВКР.**

Для определения качества ответа выпускника на защите ВКР и соответствия его оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» предлагаются следующие основные показатели:

- Актуальности тематики работы
- Научная новизна
- Оригинальность подхода
- Цели и задачи работы
- Практическая значимость
- Теоретическая значимость
- Степень владения современными математическими и компьютерными методами физики
- Степень достоверности полученных результатов
- Соответствие темы и содержания
- Личный вклад автора
- Качество оформления работы

Оценка выставляется в том случае, если ВКР соответствует следующим критериям:

«отлично» - представленная на защиту квалификационная работа бакалавра выполнена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к уровню подготовки бакалавра. Защита проведена выпускником в соответствии с приведенными выше критериями. Выпускник в процессе защиты показал высокий уровень подготовки к профессиональной деятельности. Отзыв руководителя и внешняя рецензия положительные;

«хорошо» - представленная на защиту квалификационная работа бакалавра выполнена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к уровню подготовки бакалавра. Защита проведена грамотно с достаточным обоснованием самостоятельности ее разработки, но с неточностями в изложении отдельных положений содержания квалификационной работы. Ответы на некоторые вопросы членов экзаменационной комиссии даны в неполном объеме. Выпускник в процессе защиты показал хорошую подготовку к профессиональной деятельности. Содержание работы и ее защита согласуются с требованиями, предъявляемыми к уровню подготовки специалиста. Отзыв руководителя и внешняя рецензия положительные;

«удовлетворительно» - представленная на защиту квалификационная работа бакалавра выполнена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к уровню подготовки бакалавра, имеют место отступления от существующих требований. Защита проведена выпускником с недочетами в изложении содержания квалификационной работы и в обосновании самостоятельности ее выполнения. На отдельные вопросы членов экзаменационной комиссии ответы не даны. Выпускник в процессе защиты показал достаточную подготовку к профессиональной деятельности, но при защите квалификационной работы отмечены отдельные отступления от предъявляемых требований. Отзыв руководителя и внешняя рецензия в целом положительные, но имеются замечания;

«неудовлетворительно» - представленная на защиту квалификационная работа бакалавра в целом выполнена, но имеют место нарушения существующих требований. Защита проведена выпускником на низком уровне с ограниченным изложением содержания работы и неубедительным обоснованием самостоятельности ее выполнения. На большую часть вопросов, заданных членами экзаменационной комиссии, ответов не поступило. Проявлена недостаточная профессиональная подготовка. В отзыве руководителя и во внешней рецензии имеются существенные замечания.

Результаты объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседания ГЭК.

## **18. Примерная тематика ВКР.**

1. Разработка цифровой системы ввода и обработки изображений для рентгеновского комплекса диагностики остеопороза морфометрическим методом.
2. Разработка методов программной коррекции дисторсии и сшивки изображений в цифровых интроскопических системах.
3. Разработка эффективных преобразователей рентгеновского изображения на основе люминесцентных рентгенопреобразующих экранов.
4. Моделирование сердечно-сосудистой системы в условиях имплантации искусственных клапанов сердца.
5. Математические модели противовирусного иммунного ответа для моделирования гепатита.
6. Исследование вероятности возникновения вторичной катаракты от качества обработки поверхностей интраокулярных линз методом атомно-силовой микроскопии.
7. Разработка электронного пульсометра ЭП-01.
8. Разработка функциональных электромиографических критериев двигательного стереотипа человека.
9. Об особенностях регистрации биоэлектрических сигналов в электрофизиологии.
10. Разработка динамической платформы с матричными тензополями для диагностики статического сколиоза.

11. Программно-аппаратная реализация теста Щербина-Piedalu в диагностике статического сколиоза.
12. Разработка цифрового электрофонендоскопа.

Фонд оценочных средств.

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет)	Оценочные средства
<b>ОК-5</b>	<b>Знать:</b> в совершенстве профессионально ориентированный современный русский язык, а также английский язык в степени, достаточной для профессиональной деятельности (уметь понимать научные статьи) а также для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	-вопросы и задания к ГЭ -ответы студента на дополнительные вопросы; -ВКР; -доклад студента; -отзыв и рецензия.
	<b>Уметь:</b> быть готовым к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности	
	<b>Владеть:</b> русским языком в совершенстве, а также английским языком в степени, достаточной для понимания содержания текстов физического содержания	
<b>ОК-6</b>	<b>Знать:</b> принципы успешной работы в коллективе в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	-вопросы и задания к ГЭ -ответы студента на дополнительные вопросы. - ВКР
	<b>Уметь:</b> работать в коллективе в сфере своей	

	профессиональной деятельности	
	<b>Владеть:</b> методами адаптации для успешной работы в коллективе в сфере своей профессиональной деятельности на основе толерантности и уважения к социальным, этническим, конфессиональным и культурным различиям	
ОК-7	<b>Знать:</b> основные принципы самоорганизации и способы реализации путей, способствующих самообразованию	- ВКР
	<b>Уметь:</b> самостоятельно организовывать порядок работы и повышать свой профессиональный уровень	
	<b>Владеть:</b> способностью к самоорганизации и самообразованию	
ОПК-1	<b>Знать:</b> базовые законы современного естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	-вопросы и задания к ГЭ -ответы студента на дополнительные вопросы. - ВКР - отзывы научного руководителя и рецензента
	<b>Уметь:</b> использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	
	<b>Владеть:</b> способностью	

	использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	
<b>ОПК-2</b>	<b>Знать:</b> фундаментальные разделы математики (анализ, алгебра, статистика, тензоры), создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	-вопросы и задания к ГЭ -ответы студента на дополнительные вопросы. - ВКР
	<b>Уметь:</b> использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	
	<b>Владеть:</b> основными математическими методами современной физики	
<b>ОПК-3</b>	<b>Знать:</b> базовые законы фундаментальных разделов общей (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика) и теоретической (классическая механика, электродинамика, квантовая теория, термодинамика и статистическая физика,	-вопросы и задания к ГЭ -ответы студента на дополнительные вопросы. - ВКР



	физическая кинетика) физики для решения профессиональных задач	
	<b>Уметь:</b> использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
	<b>Владеть:</b> методами общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
<b>ОПК-4</b>	<b>Знать:</b> сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ на вопрос билета,</li> <li>ответ на дополнительный вопрос,</li> <li>- умение вести дискуссию,</li> <li>беседу на заданную тему, -</li> <li>- защита ВКР</li> </ul>
	<b>Уметь:</b> устранять угрозы, возникающие в процессах хранения и обмена информацией, соблюдать основные требования информационной безопасности	
	<b>Владеть:</b> методами быстрой и безболезненной адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности на основе полученных фундаментальных знаний, являющихся гарантом универсальности и профессионализма	
<b>ОПК-5</b>	<b>Знать:</b> современные компьютерные технологии и вычислительные методы для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля)	- ВКР

	подготовки	
	<b>Уметь:</b> получать, хранить и перерабатывать информацию на основе навыков работы с компьютером как со средством управления информацией	
	<b>Владеть:</b> способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией, а также владеть вычислительными и компьютерными методами современной физики	
ОПК-6	<b>Знать:</b> принципы информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	- ВКР -ответы студента на дополнительные вопросы
	<b>Уметь:</b> решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	
	<b>Владеть:</b> способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением	

	информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	
<b>ОПК-7</b>	<b>Знать:</b> современные концепции в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики	-вопросы и задания к ГЭ -ответы студента на дополнительные вопросы. - ВКР
	<b>Уметь:</b> демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики	
	<b>Владеть:</b> методами научного познания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики	
<b>ОПК-8</b>	<b>Знать:</b> основы методологии современного научного познания, необходимые для развития навыков критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности	- ВКР -ответы студента на дополнительные вопросы
	<b>Уметь:</b> критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности на основе применения на практике методологии современного научного познания	
	<b>Владеть:</b> способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности	

ОПК-9	<b>Знать:</b> принципы и нормативные документы, способствующие развитию организационно-управленческих навыков при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей	- ВКР -ответы студента на дополнительные вопросы
	<b>Уметь:</b> организовывать и управлять научно-производственными процессами при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей	
	<b>Владеть:</b> способностью развивать и получать организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей	
ПК-1	<b>Знать:</b> стандартные разделы общей и теоретической физики	вопросы и задания к ГЭ -ответы студента на дополнительные вопросы;
	<b>Уметь:</b> использовать специализированные знания в области общей и теоретической физики для освоения профильных физических дисциплин	
	<b>Владеть:</b> способностью использовать специализированные знания в области общей и теоретической физики для освоения профильных физических дисциплин	
ПК-2	<b>Знать:</b> принципы работы современных приборов (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	-ВКР; -доклад студента; -отзыв и рецензия.
	<b>Уметь:</b> самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в	

	<p>области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта. Уметь выявлять и представлять научно-практическую ценность авторского научного исследования по физике</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с современными приборами (в том числе сложным физическим оборудованием) и информационными технологиями с учетом отечественного и зарубежного опыта для проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований</p>	
ПК-3	<p><b>Знать:</b> разделы физики, необходимые для решения научно-инновационных задач способствующих применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований</p> <p><b>Уметь:</b> применять теоретические и экспериментальные навыки для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной</p>	<p>-ВКР;</p> <p>-доклад студента;</p> <p>-отзыв и рецензия.</p>

	деятельности	
ПК-4	<b>Знать:</b> основные законы и методы решения задач, в объеме курса профильных физических дисциплин	-вопросы и задания к ГЭ -ответы студента на дополнительные вопросы.
	<b>Уметь:</b> применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	
	<b>Владеть:</b> методами решения конкретных физических задач в объеме курса основных профильных физических дисциплин (общая и теоретическая физика, профильные дисциплины), а также способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	
ПК-5	<b>Знать:</b> современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	- ВКР - отзыв и рецензия
	<b>Уметь:</b> пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	
	<b>Владеть:</b> методологией поиска, обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	
ПК-6	<b>Знать:</b> как планируются и организуются физические исследования, а также научные семинары и конференции	-ВКР -ответы студента на дополнительные вопросы. - отзыв и рецензия

	<p><b>Уметь:</b> планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции, понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований</p> <p><b>Владеть:</b> методами планирования и организации физических исследований, научных семинаров и конференций</p>	
ПК-7	<p><b>Знать:</b> особенности и основные характеристики научного стиля</p> <p><b>Уметь:</b> составлять научную документацию по установленной форме и использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей, корректно готовить и редактировать собственные научные публикации и уметь оформлять заявки на гранты</p> <p><b>Владеть:</b> практическим опытом написания и редактирования научных работ и отчетов</p>	<p>-ВКР</p> <p>-ответы студента на дополнительные вопросы.</p> <p>- отзыв и рецензия</p>
ПК-8	<p><b>Знать:</b> методы управления в сфере природопользования</p> <p><b>Уметь:</b> применять на практике методы управления в сфере природопользования</p> <p><b>Владеть:</b> методами управления в сфере природопользования</p>	<p>-вопросы и задания к ГЭ</p> <p>-ВКР</p> <p>-ответы студента на дополнительные вопросы.</p>
ПК-9	<p><b>Знать:</b> специфику деятельности системы образования РФ и образовательной организации общего и высшего образования. систему организации</p>	<p>-вопросы и задания к ГЭ</p> <p>-ответы студента на дополнительные вопросы.</p>

	научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной а также специфику профориентационной работы	
	<b>Уметь:</b> проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами, методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями области физики	
	<b>Владеть:</b> практическим опытом работы в образовательных организациях	

#### Показатели оценивания планируемых результатов обучения.

Шкала оценивания			
2	3	4	5
Тема выпускной работы и актуальность исследования не обоснованы; неверно определены объект, предмет, цель и задачи исследования; методы исследования недостаточны для	Тема выпускной работы и актуальность исследования обоснованы недостаточно; объект, предмет, цель и задачи исследования определены корректно; методы исследования в	Выпускная работа посвящена актуальной проблеме; выбор темы и актуальность исследования обоснованы; корректно определены объект, предмет, цели и задачи исследования;	Выпускная работа посвящена актуальной проблеме; выбор темы и актуальность исследования обоснованы; корректно определены объект, предмет, цели и задачи исследования;



<p>решения поставленных задач; отсутствует математическая культура; студент не владеет компьютерными и вычислительными методами современной физики; структура работы нелогична; теоретическая значимость и практическое значение исследования отсутствуют; результаты исследования не апробированы на конференциях; выводы не аргументированы, не отражают решения поставленных задач; работа носит реферативный характер, в языке работы имеются значительные стилистические погрешности; список использованных источников не соответствует содержанию текста; оформление библиографии некорректно; форматирование не соответствует требованиям, предъявляемым к ВКР; студент не в состоянии ответить на вопросы членов государственной аттестационной комиссии.</p>	<p>основном адекватны поставленным задачам; студент в определённой степени владеет математическими, компьютерными и вычислительными методами современной физики, но не умеет самостоятельно применять их на практике; структура работы в целом соответствует поставленным задачам, но имеются нарушения ее внутренней логики; теоретическая значимость и практическое значение исследования низки; результаты исследования не апробированы на конференциях; выводы недостаточно аргументированы, не всегда отражают решения поставленных задач; работа носит частично реферативный характер; язык изложения материалов исследования не всегда соответствует нормам стиля, имеются значительные стилистические погрешности; имеются незначительные недочеты в оформлении библиографии и</p>	<p>методы исследования адекватны поставленным задачам; структура работы соответствует поставленным задачам, логична и последовательна; достигнута определенная теоретическая значимость; исследование имеет практическое значение; студент демонстрирует хорошую степень математической культуры и навыками владения компьютерными и вычислительными методами современной физики; работа апробирована на конференциях различного уровня; выводы логичны, аргументированы, отражают решение поставленных задач; работа самостоятельная; язык изложения материалов исследования соответствует нормам стиля с 1-2 незначительными погрешностями; имеются 2-3 незначительных недочета в оформлении библиографии и форматировании; защита работы уверенная, демонстрирует свободное владение</p>	<p>студент демонстрирует высокую степень математической культуры, в совершенстве владеет компьютерными и вычислительными методами современной физики; методы исследования адекватны поставленным задачам; структура работы соответствует поставленным задачам, логична и последовательна; достигнута определенная теоретическая значимость; исследование имеет практическое значение; работа апробирована на конференциях различного уровня; выводы логичны, аргументированы, отражают решение поставленных задач;</p>
---	--	---	--

	форматировании; защита работы недостаточно уверенная; студент испытывает затруднения с ответами на вопросы членов государственной аттестационной комиссии	категориальным аппаратом, историей вопроса и материалом исследования; студент уверенно отвечает на вопросы членов государственной аттестационной комиссии.	
--	---	--	--

#### **4. О порядке рассмотрения апелляций**

Порядок рассмотрения апелляции составлен на основании приказа Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636 (ред. от 09.02.2016) "Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 22.07.2015 № 38132).

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) несогласии с результатами государственного экзамена.

Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания.

Для рассмотрения апелляции секретарь государственной экзаменационной комиссии направляет в апелляционную комиссию протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, заключение председателя государственной экзаменационной комиссии о соблюдении процедурных вопросов при проведении государственного аттестационного испытания, а также письменные ответы обучающегося (при их наличии) (для рассмотрения апелляции по проведению государственного экзамена) либо выпускную квалификационную работу, отзыв и рецензию (рецензии) (для рассмотрения апелляции по проведению защиты выпускной квалификационной работы).

Апелляция рассматривается не позднее 2 рабочих дней со дня подачи апелляции на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель государственной экзаменационной комиссии и обучающийся, подавший апелляцию. Решение апелляционной комиссии доводится до сведения, обучающегося, подавшего апелляцию, в течение 3 рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт

ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью обучающегося.

При рассмотрении апелляции о нарушении процедуры проведения государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия принимает одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции, если изложенные в ней сведения о нарушениях процедуры проведения государственного аттестационного испытания, обучающегося не подтвердились и (или) не повлияли на результат государственного аттестационного испытания;

- об удовлетворении апелляции, если изложенные в ней сведения о допущенных нарушениях процедуры проведения государственного аттестационного испытания, обучающегося подтвердились и повлияли на результат государственного аттестационного испытания.

В случае, указанном в абзаце третьем настоящего пункта, результат проведения государственного аттестационного испытания подлежит аннулированию, в связи с чем протокол о рассмотрении апелляции не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию для реализации решения апелляционной комиссии. Обучающемуся предоставляется возможность пройти государственное аттестационное испытание в сроки, установленные образовательной организацией.

При рассмотрении апелляции о несогласии с результатами государственного экзамена апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции и сохранении результата государственного экзамена;
- об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата государственного экзамена.

Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленного результата государственного экзамена и выставления нового.

Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

Повторное проведение государственного аттестационного испытания обучающегося, подавшего апелляцию, осуществляется в присутствии одного из членов апелляционной комиссии не позднее даты завершения обучения в организации в соответствии со стандартом.

Апелляция на повторное проведение государственного аттестационного испытания не принимается.