

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 17 » 03 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование

Профиль подготовки Физика. Математика

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
9	3/108	24	24		15	ЭКЗАМЕН (45)
Итого	3/108	24	24		15	ЭКЗАМЕН (45)

Владимир, 2016

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе "Основы теоретической физики" (раздел "Физика твердого тела") изучаются теоретические основы теории строения кристаллического состояния вещества и на их основе объясняются и строго описываются некоторые свойства твердых тел, таких как теплопроводность, упругость, поляризация, магнитное упорядочение, сверхпроводимость. Значительная часть курса посвящена теории кристаллической решетки и теории симметрии кристаллов, а также современным методам исследования строения твердых тел, таких как рентгеноструктурный анализ моно- и поликристаллов. При изложении материала используются также знания, полученные студентами при изучении курса основы теоретической физики (разделы квантовая физика, статистическая физика и термодинамика, электродинамика) и высшей математики.

Цели: освоения раздела "Физика твердого тела" дисциплины «Основы теоретической физики» являются:

1. Ознакомление со структурой и основами современной физики твердого тела, включающих общие представления о строении кристаллов и аморфных веществ, методах исследования структуры и различных физических свойств твердых тел.
2. Формирование у студентов вводных знаний по основным разделам физики твердого тела.
3. Подготовку учителя по некоторым разделам физики средней школы, а также для руководства кружковой работой и проведения факультативных занятий.

Задачи дисциплины:

1. овладение знаниями:
  - 1) теоретических основ науки, терминологии, истории становления,
  - 2) методов экспериментальных и теоретических исследований,
  - 3) предмета и объекта исследований данной науки,
2. овладение навыками:
  - 1) решения расчетных задач,
  - 2) работы с учебной и научной литературой,
  - 3) овладение умением решения творческих и нестандартных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы теоретической физики» относится к вариативной части. Раздел этой дисциплины "Физика твердого тела" читается в девятом семестре. Для усвоения курса требуются знание основ общей физики и основные базовые понятия квантовой механики (физические величины и операторы, волновая функция и уравнение Шредингера, постановка многочастной задачи и приближенные методы ее решения). Раздел «Физика твердого тела» неразрывно связан с такими разделами дисциплины "Основы теоретической физики" как "Статистическая физика", "Термодинамика" и "Электродинамика", а также курсом "Методы математической физики". На теоретических знаниях, полученных в данном курсе, основывается восприятие в 10 семестре дисциплины по выбору "Проблемы современной кристаллографии".

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код компетенций по ФГОС	Компетенции	Планируемые результаты
ОК-3	Способность ис-	<b>Знать:</b> - предмет и объект физики как науки;

	<p>пользовать естественнонаучные и математические знания в современном информационном пространстве</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы и природу основных физических явлений;</li> <li>- фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;</li> <li>- основные достижения физической науки в практической жизни.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах и использовать основные законы физики в профессиональной деятельности;</li> <li>- применять физические законы для решения практических задач.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с научной литературой разного уровня (научно-популярные издания, периодические журналы, монографии, учебники, справочники);</li> <li>- навыками оценки результатов научного эксперимента или исследования.</li> </ul>
ПК-1	<p>Готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуального образовательного стандарта; структуру курса физики в основной и средней школе;</li> <li>- предмет, задачи и структуру курса физики; основные компоненты педагогической системы и пути их совершенствования; аспекты формирования мотивации учащихся на формирование познавательного интереса к изучению физики;</li> <li>- базовый и углубленный материалы учебной дисциплины «Физика»: основные понятия и определения, включая физические величины, физические законы;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- реализовывать образовательные программы по физике в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>- отбирать адекватные содержанию и дидактическим задачам методы, приемы, средства обучения; самостоятельно разрабатывать образовательные программы и составлять технологические карты занятий по дисциплине «Физика».</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления образовательной программы по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов;</li> <li>- навыками разработки всех элементов учебно-методического комплекса по физике в соответствии с возрастными особенностями учащихся и спецификой учебного заведения.</li> </ul>

"В соответствии с профессиональным стандартом педагога (приказ Министерства труда и социальной защиты населения РФ № 544н от 18.10.2013г.) преподаватели в средней школе при разработке и реализации программ учебных дисциплин в рамках основной общеобразовательной программы, а также при планировании и проведении учебных занятий должны владеть общепользовательскими и общепедагогическими ИКТ-компетентностями (ИКТ - информационно-коммуникационные технологии). "

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Введение. Типы межатомных связей	9	1-7	2	2			1		1/25	РК-1
2	Симметрия кристаллов	9	8-9	4	4			2		2/25	
3	Рентгеновский структурный анализ	9	10	2	2			2		1/25	
4	Методы определения кристаллических структур	9	11-12	4	4			2		2/25	РК-2
5	Тепловые свойства твердых тел	9	13-14	4	4			2		2/25	
6	Элементы зонной теории твердых тел	9	15	2	2			2		1/25	
7	Электропроводность металлов	9	16	2	2			1		1/25	
8	Дефекты в кристаллах	9	17	2	2			2		1/25	
9	Магнитные свойства твердых тел	9	18	2	2			1		1/25	РК-3
Всего				24	24			15		12/25	Экзамен

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1.	Лекция	-лекция-информация с визуализацией; -проблемная лекция
2.	Практические занятия	-семинар-конференция по студенческим докладам и эссе; -выполнение расчетных работ; -поиск и анализ информации в сети Интернет; -проектные технологии; -технология учебного исследования
3.	Самостоятельная работа	-внеаудиторная работа студентов (освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, работа с электронным учебно-методическим комплексом, работа над проектом, подготовка к текущему и итоговому контролю)
4.	Текущий контроль	-решение задач на практических занятиях; - защита расчетных работ; -защита проектов; -бланочное и компьютерное тестирование

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Вопросы к рейтинг-контролю №1

- Укажите, в каких решетках два угла являются прямыми, а третий отличен от  $90^\circ$ ?
  - гексагональной и моноклинной;
  - ромбической и моноклинной;
  - тригональной и ромбической;
  - тетрагональной и ромбической.
- Если какая-либо плоскость не пересекает ось X, то ее индекс Миллера по этой оси равен:
  - нулю;
  - бесконечности;
  - единице;
  - не указывается.
- Если вещество может существовать в разных кристаллических модификациях, то при этом:
  - меняется плотность упаковки и координационное число;
  - меняется плотность упаковки;
  - меняется координационное число;
  - ничего не меняется.
- Наиболее слабой является:
  - ионная связь;
  - ковалентная связь;
  - молекулярная связь;
  - металлическая связь.
- Энергия оптической ветви колебаний атомов в решетке, состоящей из атомов двух сортов:
  - всегда больше энергии акустических колебаний;
  - всегда меньше энергии акустических колебаний;
  - может быть как больше, так и меньше энергии акустических колебаний;

- г) больше или равна энергии акустических колебаний.
6. Частота колебаний цепочки одинаковых атомов зависит от волнового числа:
- а) линейно;
  - б) синусоидально;
  - в) экспоненциально;
  - г) это более сложная зависимость.
7. По модели Эйнштейна теплоемкость вблизи нуля зависит от температуры:
- а) линейно;
  - б) экспоненциально;
  - в) кубически;
  - г) не зависит.
8. По закону Дюлонга-Пти теплоемкость вблизи нуля зависит от температуры:
- а) линейно;
  - б) экспоненциально;
  - в) кубически;
  - г) не зависит.
9. Модель Дебая для теплоемкости введена с учетом следующих предположений:
- а) непрерывности среды и идентичности продольных и поперечных колебаний;
  - б) минимальности энергии системы;
  - в) существования температуры Дебая;
  - г) существования распределения Больцмана.
10. Фононы:
- а) описываются статистикой Бозе-Эйнштейна;
  - б) являются коллективными колебаниями кристаллической решетки;
  - в) являются носителями энергии;
  - г) являются носителями заряда.
11. Теория Друде-Лоренца:
- а) неправильно описывает зависимость электропроводности от температуры;
  - б) неправильно описывает зависимость теплопроводности от температуры;
  - в) неправильно описывает электронную теплоемкость;
  - г) неправильно описывает зависимость электронной теплоемкости от температуры.

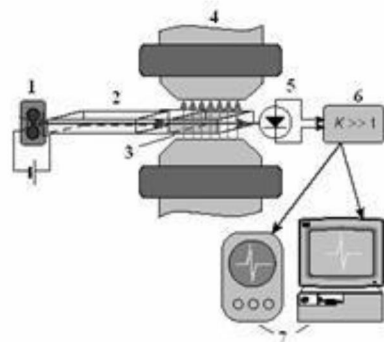
### Вопросы к рейтинг-контролю №2

12. По закону Видемана-Франца-Лоренца:
- а) отношение между тепло- и электропроводностью пропорционально температуре;
  - б) отношение между тепло- и электропроводностью обратно пропорционально температуре;
  - в) отношение между тепло- и электропроводностью пропорционально квадрату температуры;
  - г) отношение между тепло- и электропроводностью обратно пропорционально квадрату температуры.
13. Подвижность носителей заряда - это:
- а) скорость упорядоченного движения носителей заряда в поле единичной напряженности;
  - б) скорость движения носителей заряда в поле единичной напряженности;
  - в) скорость теплового движения носителей заряда в поле единичной напряженности;
  - г) скорость упорядоченного движения носителей заряда при единичном сопротивлении.
14. Спектр электрона в кристалле является:
- а) сплошным;
  - б) дискретным;
  - в) зонным;
  - г) полосатым.
15. Ширина разрешенной зоны в кристалле с ростом энергии:

- а) растёт;
  - б) уменьшается;
  - в) не изменяется;
  - г) зона исчезает.
16. Эффективная масса носителей заряда:
- а) равна инерционной массе;
  - б) равна гравитационной массе;
  - в) является коэффициентом пропорциональности при описании движения носителя заряда в поле кристаллической решетки;
  - г) является постоянным коэффициентом пропорциональности при описании движения носителя заряда в поле кристаллической решетки.
17. В сверхпроводящем состоянии равно нулю:
- а) сопротивление в проводнике;
  - б) проводимость в проводнике;
  - в) магнитное поле внутри проводника;
  - г) все вышеперечисленное.
18. При переходе из сверхпроводящего состояния в обычное свойства проводника меняются мгновенно:
- а) в сверхпроводниках 1 рода;
  - б) в сверхпроводниках 2 рода;
  - в) во всех сверхпроводниках;
  - г) ни в одном из перечисленных типов сверхпроводников.
19. Первый закон Фика формулируется следующим образом:
- а)  $J = -D(dc/dx)$ ;
  - б)  $J = D(dc/dx)$ ;
  - в)  $J = -D(dc/dt)$ ;
  - г)  $J = -D(dc/dt)$ .
20. Второй закон Фика формулируется следующим образом:
- а)  $dc/dt = D(d^2 c/dx^2)$ ;
  - б)  $dc/dt = -D(d^2 c/dx^2)$ ;
  - в)  $dc/dt = D(dc/dx)$ ;
  - г)  $dc/dt = -D(dc/dx)$ .
21. В соответствии с законом Дюлонга и Пти теплоемкость пропорциональна:
- а)  $3R$ ;
  - б)  $5R$ ;
  - в)  $2R$ ;
  - г)  $1R$ ;
  - д)  $4R$ .

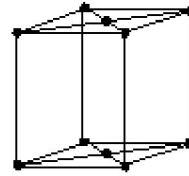
### Вопросы к рейтинг-контролю №3

22. На данной схеме позицией 3 отмечен:



- а) усилитель;
- б) резонатор;
- в) магнит;
- г) генератор;
- д) детектор.

23. На рисунке изображена:



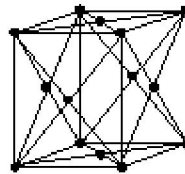
- а)  $F$ -решетка;
- б)  $R$ -решетка;
- в)  $C$ -решетка;
- г)  $P$ -решетка;
- д)  $I$ -решетка.

24. На рисунке изображен разрез структуры алмаза:



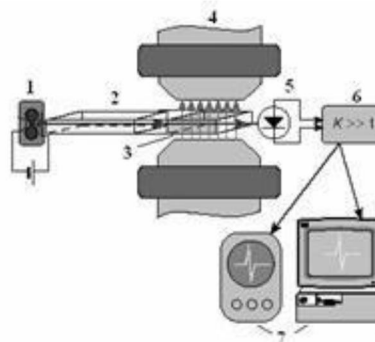
- а) нормально к сеткам (110);
- б) нормально к сеткам (111);
- в) нормально к сеткам (100).

25. На рисунке изображена:



- а)  $F$ -решетка;
- б)  $P$ -решетка;
- в)  $C$ -решетка;
- г)  $P$ -решетка;
- д)  $I$ -решетка.

26. На данной схеме позицией 4 отмечен:



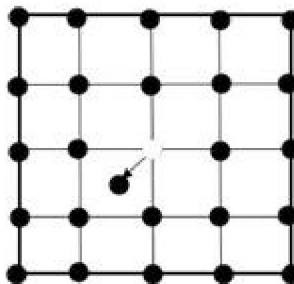
- а) усилитель;
- б) резонатор;
- в) магнит;
- г) генератор;
- д) детектор.

27. Ширина запрещенной зоны в кристалле с ростом энергии:

- а) зона исчезает;
- б) уменьшается;
- в) растет;
- г) не изменяется.



28. На рисунке изображен дефект:



- а) по Шотки;
  - б) примеси;
  - в) по Френкелю.
29. Коэффициент теплопроводности в СИ имеет размерность:
- а) Дж/(мК);
  - б) Вт/(мК);
  - в) Вт/(кгК).
30. В уравнении колебания однородной струны частота колебаний зависит от волнового числа:
- а) линейно;
  - б) синусоидально;
  - в) экспоненциально;
  - г) не зависит.
31. Гиромагнитное отношение электрона оказалось в два раза больше рассчитанного из-за:
- а) ошибки в расчетах;
  - б) погрешности измерений;
  - в) существования спина;
  - г) существования магнитного момента электрона.

### Вопросы к экзамену

1. Кристаллические и аморфные тела.
2. Ковалентная связь.
3. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие.
4. Ионная связь. Постоянная Маделунга.
5. Водородная и металлическая связи.
6. Операции точечной симметрии (центр инверсии, плоскость симметрии).
7. Операции точечной симметрии (поворотные и инверсионные оси).
8. Взаимодействие операций симметрии. 32 класса точечной симметрии.
9. Решетка трансляций кристаллов. 14 типов решеток Бравэ.
10. Операции пространственной симметрии. 230 пространственных групп симметрии.
11. Основы теории дифракции рентгеновского излучения на кристалле.
12. Условия Лауэ.
13. Понятие обратной решетки.
14. Методы Лауэ и вращения.
15. Рентгенография поликристаллов.
16. Продольные волны в одномерном одноатомном кристалле.
17. Фононная модель тепловых колебаний. Температура Дебая.
18. Тепловое расширение и теплопроводность твердых тел.
19. Теплоемкость твердых тел.
20. Фазовая проблема РСА.
21. Прямые методы расшифровки кристаллических структур.
22. Паттерсоновские методы расшифровки кристаллических структур.
23. Принцип плотной упаковки. Плотнейшие упаковки шаров.
24. Метод дискретного моделирования упаковок молекул в кристаллах.
25. Энергетические зоны кристалла.

26. Образование энергетических зон в упрощенной модели кристалла.
27. Зонная теория проводимости (проводники и диэлектрики)
28. Зонная теория проводимости (полупроводники)
29. Классическая электронная теория проводимости металлов.
30. Квантовая статистика электронов проводимости.
31. Сверхпроводимость.
32. Диамагнетизм и парамагнетизм.
33. Ферромагнетизм.
34. Кристаллические и аморфные тела.

### **Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (15 часов)**

Приводится характеристика всех видов и форм самостоятельной работы студентов, включая текущую и творческую/исследовательскую деятельность студентов:

**Текущая СРС**, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса,
- выполнение домашних заданий, контрольных работ,
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовку к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе, к зачету, экзамену.

**Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)**, ориентированная на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов включает следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации,
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов.

### **Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине**

#### **Темы самостоятельной работы:**

1. Дифракция в кристаллах
2. Основные формулы кристаллографии для кубических кристаллов
3. Кристаллические структуры
4. Вакансии и междоузельные атомы.
5. Твёрдые растворы.
6. Диффузия
7. Кристаллография пластической деформации
8. Дислокации
9. Диаграммы состояния двойных металлических сплавов.
10. Разрушение материалов и испытания на ударную вязкость.
11. Основные типы связей в твердых телах
12. Динамика решетки
13. Тепловые свойства твердых тел
14. Электроны в металлах. Свободный электронный газ Ферми
15. Зонная теория твердых тел. Электрические свойства твердых тел
16. Магнитные свойства твердых тел.

## Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- контрольные вопросы, задаваемые при выполнении и защитах лабораторных работ;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий,
- вопросы для самоконтроля;
- вопросы тестирований;
- выполнение домашних работ;
- выполнение самостоятельных и контрольных работ
- вопросы, выносимые на экзамен.
- реферат с элементами проектирования;
- доклады на конференц-неделях.

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Самостоятельные работы на практических занятиях	Знание основных формул и определений
Контрольные работы на практических занятиях	Умение самостоятельно находить решение поставленной задачи
Участие студентов в научной дискуссии по подготовленным и представленным презентациям, рефератам во время проведения конференц-недели	Овладение опытом анализа информационных источников; выступлений с докладами и участия в дискуссиях; разделения научного и ненаучного знания;
Выполнение и защита индивидуальных заданий	Знание основных формул и определений. Умение самостоятельно находить решение поставленной задачи
Тестирование	Знание основных формул и определений. Умение самостоятельно находить решение поставленной задачи

Контроль со стороны преподавателя и самоконтроль осуществляется в соответствии с рейтинг-планом дисциплины, во время практических и лабораторных занятий, коллоквиумов, защиты домашних заданий.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке университета	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ	Количество студентов, использующих указанную литературу	Обеспеченность студентов литературой, %
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основная литература</b>						
1	Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А.	2013		ЭБС «Znanium»	15	100

	Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М. - 307 с. - ISBN 978-5-369-00967-3			<a href="http://znaniu.m.com/bookread2.php?book=363421">http://znaniu.m.com/bookread2.php?book=363421</a>		
2	Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Корнилович [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет.— 71 с.	2012		ЭБС «IPR-Books» <a href="http://www.iprbookshop.ru/45187">http://www.iprbookshop.ru/45187</a>	15	100
3	Физика твердого тела / Корнилович А.А., Ознобихин В.И., Суханов И.И. - Новосиб.:НГТУ. - 71 с.: ISBN 978-5-7782-2160-4	2012		ЭБС «Znanium» <a href="http://znaniu.m.com/catalog.php?bookinfo=556765">http://znaniu.m.com/catalog.php?bookinfo=556765</a>	15	100
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Малеев, Андрей Владимирович. Модель послойного роста разбиений, упаковок и графов : монография / А. В. Малеев, А. В. Шутов ; Владимирский государственный гуманитарный университет (ВГГУ) .— Владимир : Владимирский государственный гуманитарный университет (ВГГУ) .— 107 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 100-107 .— ISBN 978-5-8311-0546-9.	2011	5		15	33
2	Краснопевцев Е.А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Краснопевцев Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет.— 354 с.	2010		ЭБС «IPR-Books» <a href="http://www.iprbookshop.ru/45097">http://www.iprbookshop.ru/45097</a>	15	100
3	Вильф Ф.Ж. Опусы теоретической физики (Opera postuma) [Электронный ресурс]/ Вильф Ф.Ж.— Электрон. текстовые данные.— М.: Когито-Центр.— 688 с.	2010		ЭБС «IPR-Books» <a href="http://www.iprbookshop.ru/15562">http://www.iprbookshop.ru/15562</a>	15	100

**периодические издания:**

«Земля и вселенная». М.: Наука;  
«Природа» М.: Изд. РАН;  
«Физика в школе» М.: Школьная пресса;  
«Успехи физических наук» М.: Изд. РАН;  
«Физика» М.: Первое сентября.

**программное обеспечение и Интернет-ресурсы:** CourseLab 2.7;

Открытая физика (часть I)

<http://physics.ru/courses/op25part1/content/content.html#.V80iwVuLTcs>

Открытая физика (часть II)

<http://physics.ru/courses/op25part2/content/content.html#.V80jOVuLTcs>

Физика, химия, математика студентам и школьникам

<http://www.ph4s.ru/>

Физика в анимациях

<http://physics.nad.ru/>

Cambridge Structural Database System. Version 5.32. Cambridge Crystallographic Data Centre, 2011.

Комплекс расчета и уточнения кристаллических структур SHELX-97.


<http://rruff.geo.arizona.edu/AMS/amcsd.php> (American Mineralogist Crystal Structure Database)


<http://www.shapesoftware.com> (Программное обеспечение для визуализации кристаллов и кристаллических структур)

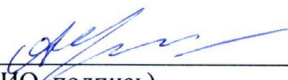
## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**


1. Лекционная аудитория с мультимедийным проектором и ПК (ауд. 236-7).
2. Препараторская для подготовки демонстрационных физических опытов (ауд. 235а-7).
3. Аудитория с интерактивной доской (ауд. 121-7).
4. Лаборатория квантовой физики и спектрального анализа (ауд.119-7) с необходимым физическим оборудованием.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 44.03.05 Педагогическое образование профили «Физика. Математика»


Рабочую программу составил доц. А.В. Малеев   
(ФИО, подпись)

Рецензент директор МАО СОШ № 2 г.Владимира А. М. Санакин   
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и теоретической физики  
Протокол № 8 от 10.03.16 года  
Заведующий кафедрой Малеев А.В.   
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 44.03.05 Педагогическое образование  
Протокол № 3 от 17.03.16 года  
Председатель комиссии Артамонова М.В. 

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.17 года  
Заведующий кафедрой 


Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

на 2018/19 учебный год. Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.18 года.  
Заведующий кафедрой 

на 2019/20 учебный год. Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.19 года.  
Заведующий кафедрой 