

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент Ю.В. Ильюшин

Проректор по
образовательной деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	27.03.03 Системный анализ и управление
Направленность (профиль):	Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	к.т.н., доцент А.С. Иванов

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Физика» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление», утвержденного приказом Минобрнауки России № 902 от 07 августа 2020 г.;
- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах».

Составитель:

к.т.н., доц. А.С. Иванов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и технической физики от 15 февраля 2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой

д.ф-м.н. проф.

А.С. Мустафаев

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса

к.т.н. П.В. Иванова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Физика» – формирование у студентов научного стиля мышления, умения ориентироваться в потоке научной и технической информации и применять в будущей научно-исследовательской и проектно-производственной деятельности физические методы исследования.

Основные задачи дисциплины «Физика»:

- изучение основных физических явлений, фундаментальных понятий, законов и теорий классической и современной физики, включая представление о границах их применимости;
- овладение методами научных физических исследований, формирование умения выделить конкретное физическое содержание в проектных и производственных задачах будущей деятельности, освоение приемов и методов решения конкретных задач из различных областей физики;
- ознакомление и овладение современной научной аппаратурой и методами исследований, формирование навыков проведения физического эксперимента и умения оценить степень достоверности результатов, полученных в процессе экспериментального и теоретического исследования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах» и изучается в первом, втором и третьем семестрах.

Дисциплина «Физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Материаловедение», «Теоретические основы электротехники и электроники», «Математические методы физики».

Особенностью дисциплины является выработка у студентов методических навыков учебной работы, развитие логического мышления и творческих способностей, необходимых для усвоения инженерных и специальных дисциплин.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Физика» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики.	ОПК-1.	ОПК-1.1. Знает положения, законы и методы в области естественных наук и математики. ОПК-1.2. Умеет проводить анализ задач профессиональной деятельности в области естественных наук и математики. ОПК-1.3. Владеет навыками применения положений, законов и методов в области естественных наук и математики для анализа задач профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 10 зачётных единиц, 360 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам			
		1	2	3	
Аудиторные занятия, в том числе:	153	51	51	51	
Лекции	51	17	17	17	
Практические занятия (ПЗ)	51	17	17	17	
Лабораторные работы (ЛР)	51	17	17	17	
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	99	39	39	21	
Подготовка к лекциям					
Подготовка к лабораторным работам	34	12	12	7	
Расчетно-графическая работа (РГР)	32	10	10	7	
Работа в библиотеке	29	17	17	7	
Подготовка к зачету / дифф. зачету / экзамену	-	-	-	-	
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) / экзамен (Э)	108	Э (36)	Э (36)	Э (36)	
Общая трудоёмкость дисциплины					
	ак. час.	360	126	126	108
	зач. ед.	10	3,5	3,5	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Физические основы механики	54	9	9	9	20
2.	Основы молекулярной физики и термодинамики	66	8	8	8	19
3.	Электричество и магнетизм	20	17	17	17	39
4.	Колебания и волны	15	2	2	3	4
5.	Волновая и квантовая оптика	34	6	6	10	4
6.	Элементы атомной физики	8	2	2	-	4
7.	Элементы квантовой механики и современной физики атомов и молекул	4	3	3	2	3
8.	Элементы квантовых статистик и физика твёрдого тела	4	2	2	2	3
9.	Основы физики ядра и элементарных частиц	11	2	2	-	3
	Итого:	252	51	51	51	99

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1 семестр			
1.	Физические основы механики	Основные теории физического мира. Физические величины и единицы измерения физических величин. Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения. Работа и энергия. Законы сохранения. Механика твердого тела. Всемирное тяготение. Элементы гравитационного поля Земли. Механика жидкости. Элементы СТО.	9
2.	Основы молекулярной физики и термодинамики	Элементы молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Уравнение состояния и законы идеального газа. Явления переноса. Термодинамическая система. Степени свободы молекул. Законы термодинамики. Энтропия. Реальные газы.	8
Итого по семестру:			17
2 семестр			
3.	Электричество и магнетизм	Электростатика в вакууме и веществе. Постоянный электрический ток. Магнитное поле. Законы магнетизма. Движение заряженных частиц в магнитном и электрическом поле. Магнитные свойства вещества. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Взаимоиндукция. Трансформаторы. Уравнения Максвелла.	17
Итого по семестру:			17
3 семестр			
4.	Колебания и волны	Механические и электрические гармонические колебания. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре. Сложение колебаний. Дифференциальные уравнения колебаний. Вынужденные колебания. Переменный ток. Механические и электромагнитные волны. Волновое уравнение. Энергия электромагнитных волн. Импульс электромагнитного поля.	2
5.	Волновая и квантовая оптика	Волновая оптика. Интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия и поглощение света. Квантовая оптика. Тепловое излучение. Фотоны. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.	6
6.	Элементы атомной физики	Модель атома Резерфорда. Линейчатый спектр атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Теория Бора для водородоподобных систем.	2
7.	Элементы квантовой механики и современной физики атомов и молекул	Гипотеза де Бройля, принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.	3
8.	Элементы квантовых статистик и физика твёрдого тела	Понятие о квантовых статистиках Фермионы и бозоны Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Элементы зонной теории. Распределение электронов по энергетическим зонам. Вырожденный электронный газ.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
9.	Основы физики атомного ядра и элементарных частиц	Размер, состав и заряд атомного ядра. Дефект массы и энергия связи. Спин и магнитный момент ядра. Радиоактивное излучение и его виды. Закономерности и свойства альфа и бета распадов и гамма-излучения. Ядерные реакции.	2
		Итого по семестру:	17
		Итого:	51

4.2.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Кинематика поступательного движения.	1
2.	Раздел 1	Кинематика вращательного движения.	1
3.	Раздел 1	Динамика поступательного движения.	1
4.	Раздел 1	Динамика вращательного движения	1
5.	Раздел 1	Работа и энергия.	1
6.	Раздел 1	Законы сохранения.	1
7.	Раздел 1	Механика жидкости.	2
8.	Раздел 1	Элементы СТО.	2
9.	Раздел 2	Уравнение состояния и законы идеального газа.	1
10.	Раздел 2	Элементы молекулярно-кинетической теории идеальных газов.	1
11.	Раздел 2	Теплоемкость идеального газа	2
12.	Раздел 2	Основы термодинамики.	2
13.	Раздел 2	Явления переноса.	1
14.	Раздел 3	Электростатическое поле в вакууме	4
15.	Раздел 3	Постоянный электрический ток	4
16.	Раздел 3	Магнитное поле постоянного тока	2
17.	Раздел 3	Движение заряженных частиц в магнитном поле	2
18.	Раздел 3	Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Взаимоиндукция. Соленоиды	3
19.	Раздел 3	Переменный электрический ток.	2
20.	Раздел 4	Механические колебания и волны.	2
21.	Раздел 5	Волновая оптика	4
22.	Раздел 5	Квантовая оптика	2
23.	Раздел 6	Элементы атомной физики	2
24.	Раздел 7	Элементы квантовой механики	3
25.	Раздел 8	Элементы квантовых статистик и физика твёрдого тела	2
26.	Раздел 9	Дефект массы, энергия связи, законы радиоактивного распада.	2
		Итого:	51

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Элементы теории погрешности	2
2.	Раздел 1	Механика поступательного движения и законы сохранения.	5
3.	Раздел 1	Вращательное движение. Механические колебания и волны.	4
4.	Раздел 2	Термодинамические процессы в идеальных и реальных газах	2
5.	Раздел 2	Тепловые процессы в твёрдых телах и жидкостях	2
6.	Раздел 2	Явления переноса в термодинамических неравновесных системах	2
7.	Раздел 3	Электрическое и магнитное поле в вакууме и в веществе	4
8.	Раздел 3	Постоянный ток	8
9.	Раздел 3	Переменный ток	5
10.	Раздел 4	Электрические колебания	3
11.	Раздел 5	Волновая и квантовая оптика	10
12.	Разделы 7, 8	Современные оптические технологии	4
		Итого:	51

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифф. зачета/экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Тематика для самостоятельной подготовки

В рамках самостоятельной работы обучающиеся должны получить представление и освоить следующий материал.

Раздел 1. Физические основы механики

1. Неинерциальные системы отсчёта.
2. Гравитационное поле.
3. Законы Кеплера.
4. Элементы механики жидкостей.
5. Основы специальной теории относительности.

Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики

1. Статистические распределения.
2. Реальные газы.
3. Агрегатные состояния.
4. Фазовые переходы.
5. Свойства жидкостей

Раздел 7. Элементы квантовой механики и современной физики атомов и молекул

1. Квантование энергии.
2. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества.
3. Принцип Паули.
4. Атом водорода в квантовой механике.
5. Квантовые числа. Спин электрона. Лазеры.

Раздел 8. Элементы квантовых статистик и физика твёрдого тела

1. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
2. Оптические свойства полупроводников.
3. Понятие о квантовой теории теплоемкости и проводимости металлов.
4. Деление веществ на металлы, полупроводники и диэлектрики в соответствии с заполнением энергетических зон электронами.
5. Уровень Ферми. Свойства полупроводников. Ширина запрещенной зоны.

Раздел 9. Основы физики атомного ядра и элементарных частиц

1. Ядерные силы.
2. Модели ядра.
3. Методы регистрации радиоактивных излучений.
4. Ядерные реакции.
5. Основы физики элементарных частиц.

Кроме этого студенты должны самостоятельно готовиться к лабораторным работам.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине.

Физические основы механики

1. Какие существуют основные формы и методы обработки экспериментальных данных?
2. Что называют погрешностью прямых измерений? Что называют погрешностью косвенных измерений? Что такое систематические погрешности?
3. Что такое мгновенная скорость? Что такое средняя скорость перемещения материальной точки при произвольном движении?
4. Что такое угловая скорость и угловое ускорение вращения и в каких единицах они измеряются?
5. Сформулируйте первый, второй и третий закон Ньютона. Какая физическая величина называется импульсом силы?

6. Какая физическая величина называется импульсом тела? В каких единицах системы СИ измеряется импульс тела?
7. Что такое центр масс системы материальных точек? Как движется центр масс замкнутой системы?
8. Что называют энергией? Потенциальная энергия. Кинетическая энергия движущегося тела.
9. Работа постоянной силы. В каких единицах в системе СИ измеряется работа?
10. Закон сохранения полной механической энергии.
11. Какая физическая величина называется мощностью? В каких единицах в системе СИ измеряется мощность?
12. Что такое момент силы? Что такое момент импульса материальной точки? твердого тела? Как определяется направление вектора момента импульса?
13. Выведите и сформулируйте уравнение динамики вращательного движения твердого тела.
14. В чем заключается физическая сущность закона сохранения момента импульса? В каких системах он выполняется? Приведите примеры.
15. Сопоставьте основные уравнения динамики поступательного и вращательного движений, прокомментировав их аналогию.
16. Что такое момент инерции тела?
17. Какова роль момента инерции во вращательном движении?
18. Сформулируйте и поясните теорему Штейнера.
19. Что такое момент инерции тела относительно неподвижной точки? относительно неподвижной оси? Как определяется направление момента силы?
20. Что такое вес тела? В чем отличие веса тела от силы тяжести? Как объяснить возникновение невесомости при свободном падении?
21. Что такое напряженность поля тяготения?
22. Какое поле тяготения называется однородным? центральным?
23. Почему тяжелое тело не падает быстрее легкого? Покажите, что силы тяготения консервативны.

Основы молекулярной физики и термодинамики

1. Что такое давление в жидкости? Давление – величина векторная или скалярная? Какова единица давления в СИ?
2. Что такое динамическое давление? гидростатическое давление? полное давление?
3. Какие приборы служат для измерения динамического давления? гидростатического давления? полного давления в жидкости? Что называют линией тока в жидкости? Что называют трубкой тока?
4. Каким уравнением описывается стационарное движение идеальной жидкости?
5. Какое течение жидкости называется ламинарным, турбулентным?
6. Какой характер имеет взаимодействие молекул идеального газа?
7. Какие вам известны формы записи уравнения состояния идеального газа?
8. Какая из скоростей молекул больше — средняя или наиболее вероятная?
9. Какова размерность коэффициента диффузии?
10. Как связаны друг с другом коэффициенты явлений переноса?
11. Сформулируйте уравнение Ван-дер-Ваальса.
12. Каков смысл постоянных Ван-дер-Ваальса? Что такое внутреннее давление? Какое значение принимают эти постоянные для идеального газа?
13. Объясните эффект Джоуля – Томсона. Какой эффект Джоуля – Томсона называют положительным, а какой отрицательным?
14. Чем термодинамический подход к рассмотрению физических явлений отличается от статистического подхода?
15. Дайте определения теплоемкости, удельной и молярной теплоемкости вещества.

16. Приведите различные формулировки второго закона термодинамики.

17. Что такое энтропия? Какая связь энтропии со вторым началом термодинамики? Укажите связь энтропии с термодинамической вероятностью.

Электричество и магнетизм

1. Во сколько раз кулоновская сила отталкивания протонов больше силы их гравитационного притяжения?

2. Почему при описании механического движения не учитывается сила электростатического взаимодействия зарядов, из которых состоят тела?

3. Почему модуль напряженности поля пропорционален степени сгущения силовых линий напряженности?

4. Как формулируется теорема Гаусса для зарядов, помещенных в среду с диэлектрической проницаемостью ϵ ?

5. Сформулируйте теорему Гаусса в дифференциальной форме.

6. Постройте график зависимости диэлектрической проницаемости сегнетоэлектрика от напряженности внешнего поля.

7. Оцените емкость Земли, считая ее сферой.

8. Что такое сторонние силы и какова их природа?

9. В чем заключается физический смысл электродвижущей силы, действующей в цепи?

10. Напишите законы Ома и Джоуля–Ленца в дифференциальной форме.

11. Как формулируются правила Кирхгофа?

12. Чему равен и как направлен магнитный момент рамки с током?

13. Чему равна работа силы Лоренца при движении протона в магнитном поле?

14. Возникает ли индукционный ток в проводящей рамке, поступательно движущейся в однородном магнитном поле?

15. Какова природа ЭДС электромагнитной индукции?

16. Что такое вихревые токи? Вредны они или полезны?

17. Почему сердечники трансформаторов не делают сплошными?

18. Что такое диамагнетики? парамагнетики? В чем различие их магнитных свойств?

19. Что такое намагниченность? Какая величина может служить ее аналогом в электростатике?

20. Изобразите и поясните петлю гистерезиса ферромагнетика.

Колебания и волны

1. Что такое колебание (колебательное движение)? Что называют периодическим движением?

2. Является ли периодическое движение колебательным? Является ли колебательное движение периодическим?

3. Какие колебания называются гармоническими? Запишите уравнение гармонических колебаний.

4. Что такое амплитуда, период, частота и фаза гармонических колебаний?

5. Что такое математический, пружинный и физический маятник?

6. Запишите дифференциальное уравнение свободных гармонических колебаний заряда в LC - контуре, его решение. Как изменяются со временем ток и напряжение в LC - контуре?

7. Какие процессы происходят при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре?

Волновая и квантовая оптика

1. Каковы основные свойства электромагнитных волн?

2. Наблюдается ли дисперсия электромагнитных волн в вакууме? В среде? Ответ обосновать.

3. В чем заключается поперечность электромагнитных волн? В чем физический смысл вектора Умова-Пойнтинга?
4. Не противоречит ли явление интерференции закону сохранения энергии? Ответ обосновать.
5. Каковы условия для наблюдения интерференционных максимумов и минимумов?
6. При каком условии наблюдается четкая интерференционная картина, создаваемая на экране двумя когерентными источниками?
7. Почему в природе можно наблюдать радужно окрашенные тонкие пленки?
8. Почему дифракция звука повседневно более заметна, чем дифракция света?
9. Различаются ли дифракционные картины на круглых отверстиях разных радиусов?
10. Как изменится дифракционная картина, если уменьшить ширину щелей, не меняя постоянную решетки?
11. Как изменится дифракционная картина, если уменьшить постоянную дифракционной решетки, не меняя общее число ее штрихов?
12. От чего зависит разрешающая способность объектива?
13. Как практически отличить линейно поляризованный свет от естественного?
14. На пути естественного света расположены поляризатор и анализатор. Как изменяется интенсивность света на выходе системы, если анализатор вращать вокруг луча, оставляя поляризатор неподвижным?
15. Естественный свет падает на границу «вакуум – диэлектрик» под углом Брюстера. Под какими углами распространяются отраженный и преломленный лучи? Как они поляризованы?
16. Какие типы поляризационных призм вам известны? Каковы принципы их работы?
17. Какое явление используется в призме Николя для гашения одного из лучей?
18. Что такое поляроиды? Каковы их преимущества? Недостатки?
19. Почему при прохождении света через призму происходит его разложение в спектр? Каков характер этого спектра?
20. В чем суть нормальной дисперсии? Аномальной дисперсии?
21. Может ли поглощение света вызвать нагревание вещества? Каков физический смысл коэффициента поглощения света?
22. Как объяснить голубой цвет неба? Почему на закате и восходе Солнце кажется красным?
23. Почему в сигнализации преимущественно используется красный свет?
24. Что такое тепловое излучение?
25. Что такое абсолютно «черное тело»?
26. Как получена формула Рэлея-Джинса? Объясните трудности, возникшие при объяснении законов теплового излучения в рамках классической физики.
27. Какова связь между волновыми характеристиками света (частота, длина волны) и корпускулярными характеристиками фотона (энергия, импульс)?
28. Что такое «красная граница» фотоэффекта?
29. Зависит ли кинетическая энергия фотоэлектронов от интенсивности падающего на фотокатод света?
30. Что такое эффект Комптона? Почему эффект Комптона не наблюдается для света в видимом диапазоне?

Элементы квантовой механики и атомной физики

1. Расскажите о корпускулярно-волновом дуализме в микромире. В чём заключается гипотеза де Бройля? Как определяется длина волны де Бройля?
2. Что называют условием нормировки?
3. Какой физический смысл имеет волновая функция?
4. Какие физические величины и каким образом связывают соотношения неопределенностей Гейзенберга?
5. Как определяется кинетическая энергия в квантовой механике?

6. Напишите уравнение Шредингера для стационарных состояний электрона (частицы).
7. Какой энергетический уровень называется вырожденным?
8. Что такое потенциальная «яма»?
9. Чему равен коэффициент отражения от потенциального «барьера»? Чему равен коэффициент пропускания (прозрачности)?
10. Чему равен коэффициент прозрачности D потенциального «барьера» толщиной d для случая высокого «барьера»?
11. Какое явление называется туннельным эффектом?

Элементы квантовых статистик и физика твёрдого тела

1. Чему равен минимальный размер ячейки в фазовом пространстве?
2. Какие частицы называются фермионами? Какие частицы называются бозонами?
3. Чем отличается распределение Ферми-Дирака от распределения Бозе-Эйнштейна?
4. Что показывает химический потенциал? Какие возможные значения может принимать химический потенциал у бозонов?
5. Как ведут себя бозе-газ и ферми-газ при высоких температурах?
6. Какой газ называется вырожденным? Что называют параметром вырождения?
7. Чему равна максимальная кинетическая энергия, которую могут иметь электроны в металле?
8. Что такое уровень (энергия) Ферми? Что называют температурой Ферми?
9. Как, зная температуру Ферми и энергию Ферми, определить – вырожденным или невырожденным является электронный газ?
10. Что представляет собой фонон?
11. Как определяется температура Дебая?
12. При каких температурах выполняется закон Дюлонга – Пти?
13. Как описывают состояние электрона в кристалле? Как происходит образование энергетических зон в кристалле?
14. Дайте характеристики энергетическим зонам электрона в кристалле.
15. Объясните с точки зрения зонной теории деление твердых тел на металлы, диэлектрики и полупроводники.
16. Дайте определение длины свободного пробега электрона. Что такое дырка? Что такое эффективная масса электрона в кристалле.
17. Какие примеси называются донорными? Какие примеси называются акцепторными?
18. Что такое работа выхода?

Основы физики ядра и элементарных частиц

1. В чем состоит ядерная модель атома Резерфорда?
2. Почему ядерная модель атома противоречит законам классической электродинамики?
3. Каковы современные представления о строении атома?
4. Запишите обобщенную формулу Бальмера для спектра атома водорода.
5. Сформулируйте закон Мозли.
6. Сформулируйте постулаты Бора.
7. Каковы результаты опыта Франка – Герца?
8. Какое состояние атома называется основным?
9. Какие состояния называют вырожденными?
10. Что такое энергия ионизации атома?
11. Назовите виды радиоактивного излучения.
12. Какова природа γ - излучения?
13. Какова природа β - излучения? Какова природа α - излучения? Как отклоняются магнитным полем α - , β - , γ - лучи?
14. Как определить среднее время жизни радиоактивного элемента?

- СИ?
15. Как определяется активность радиоактивного элемента и в чем измеряется в системе СИ?
 16. Как определяется эквивалентная доза поглощенного излучения?
 17. Какие элементарные частицы называют нуклонами?
 18. Как определить энергию связи ядра?
 19. Что представляют собой изотопы, приведите примеры? Что представляют собой изобары? Приведите примеры.
 20. Что такое дефект массы?
 21. Дайте определение ядерной реакции.
 22. Каковы общие закономерности ядерных реакций?
 23. Что такое критическая масса?
 24. Как протекает цепная ядерная реакция?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Для определения положения материальной точки в заданной системе отсчета необходимо задать...	<ol style="list-style-type: none"> 1. тело отсчета. 2. радиус-вектор этой точки. 3. скорость точки. 4. ускорение точки.
2.	Система отсчета может считаться инерциальной, если в ней....	<ol style="list-style-type: none"> 1. выполняются все законы Ньютона. 2. на тело не действуют никакие силы. 3. отсутствуют диссипативные силы. 4. действуют только центральные силы.
3.	Работа консервативной силы на любом замкнутом пути...	<ol style="list-style-type: none"> 1. равна убыли потенциальной энергии. 2. равна приращению кинетической энергии. 3. равна нулю. 4. зависит от скорости движения.
4.	Выберите выражение, представляющее собой закон Менделеева-Клапейрона.	<ol style="list-style-type: none"> 1. $P = \frac{N}{N_A} \frac{RT}{V}$. 2. $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$. 3. $N = \frac{m}{\mu} N_A$. 4. $V = V_0(1 + \alpha t)$.
5.	Числом степеней свободы механической системы называется количество...	<ol style="list-style-type: none"> 1. свободно вращающихся частей системы. 2. независимых величин, с помощью которых может быть задано положение системы в пространстве. 3. независимых координатных осей в системе отсчета. 4. параметров, определяющих траекторию движения системы.
6.	Первое начало (первый закон) термодинамики утверждает, что количество теплоты, сообщенное	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменение внутренней энергии системы и ее теплоемкости. 2. увеличение её внутренней энергии и

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	системе, может пойти на...	совершение работы против внешних сил. 3. изменение внутренней энергии окружающей среды и совершение внешними силами работы над системой. 4. возникновение разности потенциалов, приводящей к перемещению заряда из одной точки пространства в другую.
7.	Потенциал электрического поля численно равен...	1. потенциальной энергии точечного заряда в данной точке поля. 2. работе сил поля по перемещению единичного положительного заряда из данной точки поля в бесконечность. 3. силе, действующей на заряд, помещенный в данную точку поля. 4. кинетической энергии пробного точечного единичного заряда в данной точке поля.
8.	Что называют циркуляцией вектора напряженности электрического поля? (L – замкнутый контур, вдоль которого ведется интегрирование, E_l - проекция вектора напряженности поля на направление элемента контура dl)	1. $\oint_L E^2 dl$. 2. $\int_1^2 2E_l dl$. 3. $\oint_L E dl$. 4. $\oint_L E_l dl$.
9.	Сформулируйте закон Джоуля – Ленца для объемной плотности выделяемого тепла w . (σ - удельная электропроводность проводника, E - напряженность поля).	1. $w = \sigma E$. 2. $w = \sigma E^2$. 3. $w = \frac{1}{\sigma} E^2$. 4. $w = \frac{1}{E} \sigma$.
10.	Поток вектора индукции \vec{B} однородного магнитного поля через плоскую поверхность S , нормаль которой составляет угол α с вектором \vec{B} , определяется по формуле.... (S - площадь рамки, $\vec{S} = S \cdot \vec{n}$, \vec{n} – нормаль к контуру, характеризующая направление тока в контуре.)	1. $\Phi = \vec{B} / \vec{S}$. 2. $\Phi = \vec{B} \vec{S} / 2$. 3. $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$. 4. $\Phi = [\vec{B} \vec{S}]$.
11.	Закон Био – Савара – Лапласа... ($d\vec{B}$ - индукция магнитного поля, создаваемая элементом проводника $d\vec{l}$, по которому протекает ток I , в точке,	1. $\frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}$. 2. $\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{[\vec{r}, Id\vec{l}]}{r^3}$.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	определяемой радиус-вектором \vec{r} , проведенным из элемента проводника, μ_0 – магнитная постоянная) в СИ:	3. $\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{(I d\vec{l}, \vec{r}) \vec{r}}{r^3 r}$. 4. $\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I [d\vec{l}, \vec{r}]}{r^2}$.
12.	Длина волны $\lambda = 0,5$ м. Разность фаз колебаний $\Delta\phi$ для двух точек, лежащих на луче друг от друга на расстоянии 0,5 м, равна:	1. π . 2. 2π . 3. 3π . 4. 4π .
13.	Расстояние между двумя точками прозрачной диэлектрической среды $S = 4$ м. Показатель преломления среды $n = 1,5$. Оптическая длина пути L из одной точки в другую составит...	1. 6 м. 2. 8 м. 3. 9 м. 4. 10 м.
14.	Если закрыть $n \rightarrow \infty$ открытых зон Френеля, а открыть только первую, то амплитудное значение вектора напряженности электрического поля...	1. увеличится в n раз. 2. увеличится в 2 раза. 3. не изменится. 4. уменьшится в 2 раза.
15.	При падении света под углом полной поляризации отражаются...	1. волны, поляризованные в плоскости, параллельной к плоскости падения. 2. любые волны. 3. только волны, поляризованные в плоскости, перпендикулярной к плоскости падения. 4. правильного ответа нет.
16.	При внешнем фотоэффекте скорость фотоэлектронов ν зависит от частоты падающего излучения ν и работы выхода фотокатода A следующим образом:	1. ν тем больше, чем больше ν и A . 2. ν тем больше, чем меньше ν и A . 3. ν тем больше, чем больше ν и меньше A . 4. ν тем больше, чем меньше ν и больше A .
17.	Из соотношения неопределенностей Гейзенберга следует, что при уменьшении неопределенности импульса частицы неопределенность в ее координате...	1. возрастает. 2. убывает. 3. не изменяется. 4. меняет знак.
18.	Плотность вероятности обнаружения частицы в данном месте пространства	1. $\sim \psi ^{-2}$. 2. $\sim \psi ^{-1}$. 3. $\sim \psi ^{1/2}$. 4. $\sim \psi ^2$.
19.	В порядке возрастания ширины запрещенной зоны, вещества располагаются:	1. металл, полупроводник, диэлектрик. 2. полупроводник, металл, диэлектрик. 3. полупроводник, диэлектрик, металл. 4. диэлектрик, металл, полупроводник.
20.	Массовое число атомного ядра – это...	1. число нейтронов в ядре. 2. число протонов, входящих в состав ядра. 3. порядковый номер химического

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		элемента в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева. 4. суммарное число протонов и нейтронов в ядре.

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какая из приведенных формул соответствует определению средней скорости?	1. $v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$; 2. $v = v_0 + at^2$; 3. $v = \sqrt{2aS}$; 4. Все ответы правильные.
2.	Масса тела характеризует...	1. инертность тела при поступательном движении; 2. инерцию тела при любом движении; 3. вероятность движения; 4. взаимодействие между телами.
3.	При центральном абсолютно упругом ударе двух движущихся навстречу друг другу шаров	1. выполняются законы сохранения только механической энергии и импульса; 2. выполняются закон сохранения и превращения полной энергии и закон сохранения импульса; 3. выполняется закон сохранения только механической энергии; 4. не выполняется закон сохранения импульса.
4.	К термодинамическим параметрам, характеризующим состояние идеального газа относятся ...	1. число степеней свободы, средняя скорость молекул и температура системы и давление. 2. число степеней свободы, средняя скорость молекул и температура системы, давление и объём. 3. число степеней свободы, средняя скорость молекул и давление. 4. температура, давление и объём.
5.	Молярная теплоёмкость идеального газа равна нулю при...	1. политропическом процессе. 2. изохорическом процессе. 3. адиабатическом процессе. 4. изобарном процессе.
6.	Первое начало термодинамики для изобарного процесса имеет вид... (Q , ΔU , A -подведенное тепло, изменение внутренней энергии, совершенная работа, соответственно)	1. $Q = \Delta U + A$. 2. $Q = \Delta U$. 3. $Q = A$. 4. $A = -\Delta U$.
7.	Для электростатического поля верным является утверждение...	1. поле потенциальное. 2. работа сил поля при перемещении

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<p>точечного заряда зависит от формы траектории.</p> <p>3. поле вихревое (соленоидальное).</p> <p>4. работа сил поля при перемещении точечного заряда по замкнутой траектории не равна 0.</p>
8.	<p>Связь между напряженностью \vec{E} и потенциалом φ электростатического поля имеет вид:</p> <p>($\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ - единичные орты координатных осей Ox, Oy, Oz прямоугольной системы координат)</p>	<p>1. grad (φ).</p> <p>2. - grad (φ).</p> <p>3. $\frac{\partial \varphi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \vec{k}$.</p> <p>4. $\frac{d\varphi}{dx} \vec{i}$.</p>
9.	<p>При прохождении электрического тока переноса вещества не происходит в...</p>	<p>1. металлах и полупроводниках.</p> <p>2. растворах электролитов и газах.</p> <p>3. растворах электролитов и металлах.</p> <p>4. растворах электролитов и полупроводниках.</p>
10.	<p>Выберите правильное математическое выражение для силы Ампера.</p> <p>($d\vec{F}$ - элементарная сила, \vec{B} - магнитная индукция I - сила тока, $d\vec{l}$ - элемент длины проводника, α - угол между \vec{B} и $d\vec{l}$.)</p>	<p>1. $d\vec{F} = [Id\vec{l}, \vec{B}]$.</p> <p>2. $d\vec{F} = [\vec{B}, Id\vec{l}]$.</p> <p>3. $d\vec{F} = I [\vec{B}, d\vec{l}]$.</p> <p>4. $d\vec{F} = \frac{d\vec{l}}{dl} B \cdot dl \cdot \sin \alpha$.</p>
11.	<p>Поток вектора магнитной индукции поля через произвольную замкнутую поверхность равен...</p>	<p>1. векторной сумме токов, заключенных внутри данной поверхности.</p> <p>2. алгебраической сумме токов, заключенных снаружи данной поверхности.</p> <p>3. нулю.</p> <p>4. алгебраической сумме токов, заключенных внутри данной поверхности.</p>
12.	<p>Уравнение плоской электромагнитной волны, распространяющейся в положительном направлении оси x, имеет вид:</p>	<p>1. $E_y = E_{0y} \cos(\omega t - kx)$. $H_y = H_{0y} \cos(\omega t - kx)$.</p> <p>2. $E_z = E_{0z} \cos(\omega t - kx)$. $H_z = H_{0z} \cos(\omega t - kx)$.</p> <p>3. $E_y = E_{0y} \cos(\omega t - kx)$. $H_z = H_{0z} \cos(\omega t - kx)$.</p> <p>4. $E_x = E_{0x} \cos(\omega t - kx)$. $H_x = H_{0x} \cos(\omega t - kx)$.</p>
13.	<p>Ширина интерференционной полосы в опыте Юнга полностью определяется следующими параметрами:</p>	<p>1. номером интерференционного максимума.</p> <p>2. номером интерференционного максимума и длиной волны λ.</p> <p>3. номером интерференционного максимума, длиной волны λ, расстоянием d между щелями.</p> <p>4. длиной волны λ, расстоянием d</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		между щелями, расстоянием l от щелей до экрана.
14.	Если в отверстии диафрагмы, расположенной на пути световой волны, укладывается только 2 зоны Френеля, то в центральной точке P экрана наблюдается:	<ol style="list-style-type: none"> I_{\max}. $\frac{I_{\max} + I_{\min}}{2}$. $\frac{I_{\max}}{2}$. I_{\min}.
15.	Поглощение света в веществе описывается законом Бугера ... (I_0 и I – интенсивности света, падающего на поглощающий слой вещества и прошедшего через него, α – коэффициент поглощения вещества, x – толщина поглощающего слоя вещества)	<ol style="list-style-type: none"> $I = I_0 \cdot e^{-x/\alpha}$. $I = I_0 \cdot e^{-\alpha/x}$. $I = I_0 \cdot e^{\alpha \cdot x}$. $I = I_0 \cdot e^{-\alpha \cdot x}$.
16.	При Комптоновском рассеянии света...	<ol style="list-style-type: none"> частота рассеянного кванта уменьшается импульс рассеянного кванта увеличивается. скорость рассеянного кванта уменьшается. длина волны рассеянного кванта уменьшается.
17.	При увеличении напряжения ускоряющего электрического поля в 100 раз длина волны де Бройля	<ol style="list-style-type: none"> уменьшится в 10 раз. уменьшится в 100 раз. увеличится в 10 раз. не изменится.
18.	Квадрат модуля волновой функции электрона в атоме $ \psi ^2$ имеет физический смысл	<ol style="list-style-type: none"> плотность вероятности местонахождения электрона в атоме. вероятности местонахождения электрона в атоме. вероятность электрону покинуть атом, то есть диссоциации атома. не имеет физического смысла.
19.	В полупроводнике с донорной примесью основным типом носителей электрического заряда являются ...	<ol style="list-style-type: none"> дырки. одновременно электроны и положительные ионы. положительные ионы. электроны.
20.	Сколько нейтронов и сколько протонов в ядре радия ${}_{88}^{226}\text{Ra}$?	<ol style="list-style-type: none"> 226 нейтронов и 88 протонов. 226 протонов и 88 нейтронов. 88 нейтронов и 138 протонов. 88 протонов и 138 нейтронов.

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Модуль мгновенной скорости при криволинейном неравномерном движении характеризует...	1. перемещение, совершаемое в единицу времени; 2. скорость изменения пути; 3. производную радиус вектора по времени; 4. путь.
2.	Как называется физическая величина, равная произведению массы тела на вектор его мгновенной скорости?	1. импульс тела; 2. импульс силы; 3. кинетическая энергия; 4. потенциальная энергия.
3.	Кинетическая энергия тела, движущегося со скоростью, пропорциональна...	1. квадрату ускорения; 2. ускорению; 3. квадрату массы; 4. квадрату импульса.
4.	Мерой кинетической энергии хаотического движения молекул является...	1. давление. 2. объем. 3. плотность. 4. температура.
5.	Средняя длина свободного пробега газовых молекул – это ...	1. расстояние, которое в среднем проходит (пролетает) газовая молекула между двумя последовательными соударениями с другими молекулами. 2. расстояние, которое в среднем проходит (пролетает) газовая молекула за одну секунду. 3. расстояние, которое в среднем проходит (пролетает) газовая молекула между двумя последовательными соударениями со стенками сосуда, в котором находится газ. 4. расстояние, которое в среднем проходит (пролетает) газовая молекула между двумя последовательными соударениями либо со стенками сосуда, в котором находится газ, либо с другими молекулами.
6.	Первое начало термодинамики для адиабатного процесса имеет вид... (Q , ΔU , A , - подведенное тепло, изменение внутренней энергии, совершенная работа, соответственно)	1. $Q = \Delta U + A$. 2. $Q = \Delta U$. 3. $Q = A$. 4. $A = - \Delta U$.
7.	Разделение разноименных зарядов в проводнике под действием внешнего электростатического поля называется...	1. электростатической защитой. 2. электростатической индукцией. 3. инверсией. 4. электрострикцией.
8.	Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме выражается формулой...	1. $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon \cdot \epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i$.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		2. $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i$. 3. $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0^2} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i$. 4. $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i$.
9.	Закон Ома в дифференциальной форме имеет вид: (U – напряжение; I – ток на участке цепи сопротивлением R ; E – напряженность электрического поля в сопротивлении длиной d ; J – плотность тока в сопротивлении с поперечным сечением S ; γ – удельная электрическая проводимость).	1. $I = \frac{U}{R}$. 2. $I = \frac{Ed}{R}$ 3. $J = \frac{U}{RS}$ 4. $\vec{J} = \gamma \vec{E}$
10.	Магнитное поле внутри соленоида, имеющего диаметр много меньший его длины,...	1. убывает к оси соленоида. 2. возрастает к оси соленоида. 3. внутри равно нулю, снаружи отлично от нуля. 4. практически однородно.
11.	Момент силы \vec{M} , действующий на контур с током с магнитным моментом \vec{p} в однородном магнитном поле \vec{B} , равен: (α – угол между векторами \vec{B} и \vec{p})	1. $(\vec{B}, \vec{p}) g \alpha$. 2. $[B, p]$. 3. $-\vec{p}, \vec{B}$. 4. $[\vec{p}, \vec{B}]$.
12.	Волновое число k определяется, как...	1. $\frac{2\pi}{\lambda}$. 2. $\frac{2\pi}{\omega}$. 3. $2\pi\lambda$ 4. $\frac{2\pi}{T}$.
13.	Разность фаз $\Delta\phi$ двух интерференционных лучей, имеющих оптическую разность хода $\Delta = \frac{3}{2}\lambda$; равна:	1. $\frac{2}{3}\pi$. 2. 2π . 3. 3π . 4. $\frac{3}{4}\pi$.
14.	Метод зон Френеля предполагает, что волны от двух соседних зон....	1. взаимно усиливают друг друга. 2. взаимно ослабляют друг друга. 3. не оказывают никакого влияния друг на друга. 4. могут усилить или ослабить друг друга.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
15.	Явление дисперсии световых волн – это...	1. наложение когерентных волн 2. зависимость показателя преломления от свойств среды. 3. зависимость показателя преломления от частоты света 4. зависимость показателя преломления от интенсивности света.
16.	Температура абсолютно – черного тела изменилась от 600K до 1800 K. При этом длина волны, на которую приходится максимум излучения...	1. уменьшилась в 2 раза. 2. уменьшилась в 3 раза. 3. уменьшилась в 4 раза. 4. увеличилась в 3 раза.
17.	Длина волны де Бройля λ частицы, обладающей массой m , определяется: (где p - модуль импульса)	1. $\lambda = 2 \cdot \pi \cdot \hbar \cdot p$. 2. $\lambda = h \cdot (m \cdot v) = 2 \cdot \pi \cdot \hbar \cdot p$. 3. $\lambda = h / (m \cdot v) = h / p = 2 \cdot \pi \cdot \hbar / p$. 4. $\lambda = h \cdot (m \cdot v) = h \cdot p = 2 \cdot \pi \cdot \hbar \cdot p$.
18.	Какие значения может принимать орбитальное квантовое число l в состоянии с главным квантовым числом n ?	1. $l = 0, 1, \dots, n$. 2. $l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm n$. 3. $l = 0, 1, \dots, n - 1$. 4. $l = \pm n$.
19.	В полупроводнике с акцепторной примесью основным типом носителей электрического заряда являются ...	1. дырки. 2. одновременно электроны и положительные ионы. 3. положительные ионы. 4. отрицательные ионы.
20.	Под энергией связи ядра понимают ту энергию, которая необходима для расщепления....	1. ядра на отдельные нуклоны и удаления их на расстояние, на котором они не взаимодействуют. 2. ядра на отдельные протоны. 3. ядра на отдельные нейтроны. 4. ядра на отдельные протоны и удаления их на расстояние, на котором они не взаимодействуют.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики : учеб. пособие [Электронный ресурс]/ Т.И.Трофимова. - 21-е изд., стер. - М. : Академия, 2015. - 560 с. и пред. изд. (2008, 2007, 2004, 1997)
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/
2. Детлаф А.А. Курс физики : учеб. пособие [Электронный ресурс]/ А.А. Детлаф, Б.М.Яворский. - 5-е изд., стер. - М. : АCADEMIA, 2005. - 720 с.и пред. изд. (2003, 2002, 2001, 1998)
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/
3. Савельев И.В. Курс физики : учеб. пособие: в 3 т. Т.1. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс] /И.В. Савельев – Изд. 5-е, стер. - СПб.[и др.]: Лань,2016. - 352 с.и пред. изд. (2008, 1998, 1989)
<https://e.lanbook.com/reader/book/95163/#1>
4. Савельев И.В. Курс физики : учеб. пособие: в 3 т. Т.2. Электричество. Колебания и волны [Электронный ресурс] /И.В. Савельев – Изд. 4-е, стер. - СПб.[и др.]: Лань,2016. - 480 с.и пред. изд. (2008, 1998, 1989)
<https://e.lanbook.com/reader/book/100927/#1>
5. Савельев И.В. Курс физики : учеб. пособие: в 3 т. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] /И.В. Савельев – Изд. 4-е, стер. - СПб.[и др.]: Лань,2016. - 308 с.и пред. изд. (2007,1989, 1987)
<https://e.lanbook.com/reader/book/98247/#1>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Иродов И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учеб.пособие / И. Е. Иродов. - Москва: Лань, 2009. - 416 с.— 434 с. и пред.изд. (2007, 2004, 2003, 1988)
<https://e.lanbook.com/reader/book/99230/#1>

2. Мустафаев А.С. Введение в ядерную физику: учеб. пособие [Электронный ресурс] / А.С.Мустафаев, Н.С.Пщелко; Нац. минер.-сырьевой ун-т "Горный". С-Пб.: Горн.ун-т, 2013.-132 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/
3. Чуркин Ю.В. Физика твердого тела: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю. В. Чуркин, С. В. Субботин ; СЗТУ. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2008. - 144 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Физика. Акустический эффект Доплера (с компьютерным интерфейсом). Методические указания к лабораторной работе. [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: В.В. Фицак, Е.С. Ломакина. СПб, 2017. 19 с
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2017/2017-76.pdf>
2. Физика. Затухающие крутильные колебания. Момент инерции (с компьютерным интерфейсом): Методические указания к лабораторной работе [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: В.В. Фицак, Н.Н. Смирнова. СПб, 2017. 18 с
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2017/2017-77.pdf>
3. Физика. Механика. Соударение тел: Методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Н.Н. Смирнова, В.В. Фицак. СПб, 2017. 20 с.
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2017/2017-82.pdf>
4. Физика. Волновая оптика. Комплексное исследование поляризации световых волн: Методические указания к лабораторной работе [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: А.Ю. Грабовский, А.Ю. Егорова. СПб, 2017. 16 с.
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2017/2017-64.pdf>
5. Физика. Волновая оптика: Методические указания к расчетно-графическим работам и варианты заданий [Электронный ресурс] / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост. С.С. Прошкин. СПб, 2015. 29 с.
http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2015_-_83.pdf
6. Физика. Интерферометр Фабри-Перо: Методические указания к лабораторному практикуму [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: С.В. Егоров, А.С. Иванов. СПб, 2016. 43 с.
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-121.pdf>
7. Физика. Механические колебания и волны: Методические указания для самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост. Н.Н. Смирнова. СПб, 2015. 18 с.
http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2015_-_82.pdf
8. Физика. Определение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва кольца: Методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: М.Ю. Кожокарь, Е.Г. Водкайло. СПб, 2016. 26 с.
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-100.pdf>
9. Физика. Определение коэффициента упругости из прогиба стержня прямоугольного сечения: Методические указания к лабораторной работе [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: А.С. Иванов, А.Б. Федорцов. СПб, 2017. 11 с.
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2017/2017-100.pdf>
10. Физика. Определение момента инерции прямоугольного параллелепипеда по параметрам колебаний крутильного маятника: Методические указания к выполнению лабораторной работы. [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: А.С. Иванов, А.Б. Федорцов. СПб, 2016. 14 с.
<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-160.pdf>
11. Физика. Определение плотности твердых тел по их геометрическим размерам и массе: Методические указания к лабораторной работе [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Е.Г. Водкайло, М.Ю. Кожокарь. СПб, 2016. 30 с.

<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-99.pdf>

12. Физика. Серия Бальмера. Определение постоянной Ридберга: Методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: А.С. Мустафаев, Т.В. Стоянова. СПб, 2017. 24 с.

<http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2017/2017-104.pdf>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека Science Direct: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
7. Электронно-библиотечная система Лань: <https://e.lanbook.com/books>.
8. Термические константы веществ. Электронная база данных: <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
9. Портал Росаккредагентства <http://www.fepo.ru/>. Интернет-тестирование базовых знаний по физике.
10. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
11. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
12. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
13. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Для проведения лабораторных занятий используются компьютерные классы, оборудованные техникой из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим местом преподавателя. В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по темам курса.

8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий

128 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийная установка с акустической системой – 1 шт. (в т.ч. мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., монитор – 1 шт., компьютер – 1 шт.), возможность доступа к сети «Интернет», стул для студентов – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 65 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 2 шт., плакат в рамке настенный – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky

Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

64 посадочных места

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 64 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 33 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 4 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

60 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 60 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 31 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., доска под мел – 1 шт., плакат в рамке настенный – 3 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

56 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

52 посадочных места

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 52 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 26 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodeskproduct: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий

16 посадочных мест

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus; Corel DRAW Graphics Suite X5, Autodeskproduct: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.2. Помещение для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open; Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с

мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Windows XP Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 ProfessionalPlus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.