

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
**Руководитель образовательной  
программы базового высшего  
образования  
профессор В.Ю. Бажин**

\_\_\_\_\_  
**Проректор по образовательной  
деятельности  
Д.Г. Петраков**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ФИЗИКА**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Базовое высшее образование
<b>Специальность:</b>	Металлургия
<b>Специализация:</b>	Металлургия цветных металлов
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	к.т.н., доцент Фицак В.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Физика» разработана:**

– на основании учебного плана образовательной программы базового высшего образования (ОП БВО) по специальности «Металлургия», специализации «Металлургия цветных металлов».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Фицак В.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры Общей и технической физики от 31.08.2023 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.ф.-м.н, А.С. Мустафаев  
профессор

**Рабочая программа согласована:**

Начальник учебно-методического управления \_\_\_\_\_ к.э.н., доц. Ларцева С.А.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины:** 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.

**Задачи дисциплины:**

- 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 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАЗОВОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дисциплина «Физика» относится к модулю междисциплинарной (общеинженерной подготовки) образовательной программы базового высшего образования по специальности «Металлургия», специализации «Металлургия цветных металлов» и изучается во 2 и 3 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физика» являются «Высшая математика».

Дисциплина «Физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Сопrotивление материалов», «Физические основы электроники», «Прикладная механика», «Теоретические основы электротехники», «Механика жидкости и газа».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАЗОВОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В результате освоения дисциплины «Физика» студент должен:

**Знать:**

- основные физические теории, законы, закономерности;
- специфику системы физических понятий, терминов и символики.

**Уметь:**

• применять основные методы познания (наблюдение, описание, измерение, эксперимент) для изучения физических процессов и явлений природы и производства;

- обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимости между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы.

**Владеть навыками:**

- решения физических задач на основе применения соответствующих теорий и инструментально-приборной базы.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 8 зачётных единицы, 288 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		2	3
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>136</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции	68	34	34
Практические занятия	34	17	17
Лабораторные работы	34	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>80</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Подготовка к лекциям	8	8	8
Подготовка к лабораторным работам	6	6	6
Подготовка к практическим занятиям	8	8	8
Расчетно-графическая работа (РГР)	8	8	8
Подготовка к контрольной работе	4	4	4
Подготовка к коллоквиуму	6	6	6
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э(72)</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>288</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

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

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Физические основы механики	42	12	6	8	16
Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики	26	6	4	4	12
Раздел 3. Электричество и магнетизм	40	16	6	6	12
Раздел 4. Волновая оптика	52	24	6	10	12
Раздел 5. Квантовая природа излучения	22	4	4	2	12
Раздел 6. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел	24	4	4	4	12
Раздел 7. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц	10	2	4	-	4
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>80</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах	
			2 семестр	3 семестр
1	Раздел 1. Физические основы механики	Основные теории физического мира. Физические величины и единицы величин. Кинематика и динамика поступательного движения материальной точки. Работа и энергия. Законы сохранения. Кинематика и динамика вращательного движения. Механика твердого тела. Всемирное тяготение.	12	-
2	Раздел 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.	6	-
3	Раздел 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.	16	-
4	Раздел 4. Волновая оптика	Волновая оптика. Интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия и поглощение света. Квантовая оптика. Тепловое излучение. Фотоны.	-	24
5	Раздел 5. Квантовая природа излучения	Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Законы теплового излучения абсолютно черного тела. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.	-	4
6	Раздел 6. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел	Модель атома Резерфорда. Линейчатый спектр атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Теория Бора для водородоподобных систем. Гипотеза де Бройля, принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Квантование энергии. Частица в одномерной потенциальной яме.	-	4
7	Раздел 7. Элементы 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
<b>Итого:</b>			<b>34</b>	<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах	
			2 семестр	3 семестр
1	Раздел 1	Физические основы механики	6	-
2	Раздел 2	Основы молекулярной физики и термодинамики	4	-
3	Раздел 3	Электричество и магнетизм	6	-
4	Раздел 4	Волновая оптика	-	6
5	Раздел 5	Квантовая природа излучения	-	4
6	Раздел 6	Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел	-	4
7	Раздел 7	Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц	-	4
<b>Итого:</b>			<b>17</b>	<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах	
			2 семестр	3 семестр
1	Раздел 1	Физические основы механики	8	-
2	Раздел 2	Основы молекулярной физики и термодинамики	4	-
3	Раздел 3	Электричество и магнетизм	6	-
4	Раздел 4	Волновая оптика	-	10
5	Раздел 5	Квантовая природа излучения	-	2
6	Раздел 6	Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел	-	4
<b>Итого:</b>			<b>17</b>	<b>17</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

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

#### 5.1. Примерная тематика РГР

1. Кинематика и динамика поступательного движения материальной точки.
2. Механика твердого тела.
3. Движение заряженных частиц в магнитном и электрическом поле.
4. Применение закона Био-Савара-Лапласа к расчету магнитных полей различной конфигурации.
5. Волновая оптика. Интерференция света.

#### 5.2. Примерная тематика рефератов

Рефераты не предусмотрены.

#### 5.3. Примерная тематика домашних заданий

Домашние задания не предусмотрены.

#### 5.4. Примерные вопросы к контрольной работе

1. Кинематика и динамика поступательного движения материальной точки.
2. Работа и энергия. Законы сохранения.
3. Кинематика и динамика вращательного движения.
4. Уравнение состояния и законы идеального газа. Явления переноса.
5. Законы термодинамики.

6. Реальные газы.
7. Постоянный электрический ток.
8. Законы магнетизма.
9. Движение заряженных частиц в магнитном и электрическом поле.
10. Интерференция, дифракция света.
11. Поляризация, дисперсия и поглощение света.
12. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
13. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

### **5.5. Примерная тематика коллоквиума**

1. Физические основы механики.
2. Основы молекулярной физики и термодинамики.
3. Электричество и магнетизм.
4. Волновая оптика.
5. Квантовая природа излучения.
6. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел.
7. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц.

### **5.6. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Физические основы механики**

1. Что называется нормальным ускорением?
2. Как направлен вектор тангенциального ускорения?
3. Что характеризует угловая скорость?
4. Как связаны между собой тангенциальное и нормальное ускорения?
5. Как связаны между собой импульс тела и импульс силы?
6. Приведите примеры консервативных сил.
7. Как связаны между собой работа и потенциальная энергия?
8. При каких условиях выполняется закон сохранения полной механической энергии?
9. Как определяется направление вектора момента силы?
10. Сформулируйте второй закон Ньютона для вращательного движения.
11. Сопоставьте основные уравнения динамики поступательного и вращательного движений, прокомментировав их аналогию.
12. Напишите формулу для работы внешних сил при вращательном движении.

#### **Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики**

1. В чем заключается суть термодинамического метода изучения макросистем?
2. Что изучает молекулярная физика?
3. Что представляет собой термодинамическая система?
4. Сформулируйте закон Бойля-Мариотта.
5. Сформулируйте закон Шарля.
6. Что называют термодинамическим процессом?
7. Как определяется работа газовой системы против внешних сил?
8. Что такое термодинамический процесс?
9. Является ли работа газа по расширению функцией состояния?
10. Напишите уравнение Майера.
11. Напишите формулу для коэффициента полезного действия для цикла Карно.
12. Что называют длиной свободного пробега молекулы?
13. Какой физический смысл коэффициента вязкости?

#### **Раздел 3. 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. Как формулируется теорема Гаусса для зарядов, помещенных в среду с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ ?
4. Сформулируйте теорему Гаусса в дифференциальной форме.

5. Что такое сторонние силы и какова их природа?
6. В чем заключается физический смысл электродвижущей силы, действующей в цепи?
7. Напишите законы Ома и Джоуля–Ленца в дифференциальной форме.
8. Как формулируются правила Кирхгофа?
9. Чему равен и как направлен магнитный момент рамки с током?
10. Чему равна работа силы Лоренца при движении протона в магнитном поле?
11. Возникает ли индукционный ток в проводящей рамке, поступательно движущейся в однородном магнитном поле?
12. Какова природа ЭДС электромагнитной индукции?
13. Почему сердечники трансформаторов не делают сплошными?
14. Что такое диамагнетики? парамагнетики? В чем различие их магнитных свойств?
15. Что такое намагниченность? Какая величина может служить ее аналогом в электростатике?

#### **Раздел 4. Волновая оптика**

1. Какой прибор применяется на угольных шахтах для контроля за рудничной атмосферой с целью предотвращения аварийной?
2. Назовите методы наблюдения и применения интерференции.
3. Не противоречит ли явление интерференции закону сохранения энергии? Ответ обосновать.
4. Где локализованы полосы равной толщины при наблюдении интерференции?
5. Поясните суть метода зон Френеля.
6. Различаются ли дифракционные картины на круглых отверстиях разных радиусов?
7. Как изменится интерференционная картина при интерференции от двух когерентных источников, если увеличить расстояние между источниками?
8. Почему при прохождении естественного света через призму происходит его разложение в спектр? В какой последовательности располагаются цвета линий этого спектра (Каков характер спектра)?
9. Назовите основные характеристики любого спектрального прибора.
10. Запишите определяющую формулу разрешающей способности (силы) спектрального прибора.
11. Назовите виды поляризации света.
12. Если свет падает на границу раздела двух диэлектриков под углом Брюстера, то каким будет взаимное расположение отраженного и преломленного лучей?
13. Что называется дисперсией света?
14. Какое явление используется для изготовления светофильтров?
15. Как объяснить более насыщенный голубой цвет неба в ясный летний день по сравнению с зимним днем.
16. Какие величины служат количественной характеристикой теплового излучения?
17. Поясните термин «ультрафиолетовая катастрофа».
18. Какие частные законы теплового излучения содержит формула Планка?
19. В чем заключается эффект Комптона?
20. В чем проявляется единство противоположных видов движения – корпускулярного (квантового) и волнового (электромагнитного).

#### **Раздел 5. Квантовая природа излучения**

1. Что такое тепловое излучение?
2. Что такое абсолютно черное тело?
3. Как получена формула Рэлея-Джинса? Объясните трудности, возникшие при объяснении законов теплового излучения в рамках классической физики.
4. Если заглянуть в отверстие полости, стенки которой поддерживаются при определенной температуре, никакие внутренние детали (шероховатости стенок, их конфигурация) не будут различимы. Почему?
5. Какие законы теплового излучения Вам известны?

#### **Раздел 6. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел**

1. В каком случае можно говорить о движении частицы по определенной траектории?
2. Какая физическая величина является носителем информации в квантовой механике?
3. Решением какого дифференциального уравнения является волновая функция?
4. Принимая время жизни возбужденного состояния атома водорода  $10^{-8}$ , оцените размытость его энергетического уровня.
5. В чем суть принципа неразличимости тождественных частиц?

#### **Раздел 7. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц**

1. Почему прочность ядер уменьшается при переходе к тяжелым элементам?



2. Во сколько раз радиус ядра изотопа бора  ${}^8_5B$  меньше радиуса ядра изотопа никеля  ${}^{64}_{28}Ni$ ?
3. Чем отличаются изобары от изотопов?
4. Какие фундаментальные типы взаимодействий осуществляются в природе и как их можно охарактеризовать? Какой из них является универсальным?
5. Какие законы сохранения выполняются для всех типов взаимодействий элементарных частиц?

### **5.7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамен)**

#### **5.7.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. Что называется мгновенной скоростью?
2. Чем отличается путь, пройденный материальной точкой от ее перемещения?
3. Что называется средней скоростью перемещения материальной точки при произвольном движении?
4. Как направлен вектор мгновенной скорости  $\vec{v}$  по отношению к траектории движения при произвольном криволинейном движении?
5. Какая существует связь между вектором мгновенной скорости  $\vec{v}$  и радиусом - вектором  $\vec{r}$  пространственного положения материальной точки?
6. Что называется угловой скоростью и угловым ускорением вращения и в каких единицах они измеряются?
7. Как направлена тангенциальная составляющая ускорения  $\vec{a}_t$  при криволинейном движении материальной точки?
8. Как направлена нормальная составляющая ускорения  $\vec{a}_n$  при криволинейном движении материальной точки?
9. Как направлено полное ускорение материальной точки при криволинейном движении?
10. Что утверждает первый закон Ньютона?
11. Сформулируйте третий закон Ньютона и напишите его формулу.
12. Какая физическая величина называется импульсом силы? Напишите формулу, определяющую импульс силы. В каких единицах системы СИ измеряется импульс силы?
13. Какая физическая величина называется импульсом тела? В каких единицах системы СИ измеряется импульс тела?
14. Сформулируйте второй закон Ньютона в импульсной форме.
15. В чем заключается закон сохранения импульса?
16. В каких системах он выполняется? Почему он является фундаментальным законом природы?
17. Каким свойством пространства обуславливается справедливость закона сохранения импульса?
18. Что называется центром масс системы материальных точек? Как движется центр масс замкнутой системы?
19. Что называется механической системой? Какая система называется замкнутой? Какие величины сохраняются в замкнутой механической системе?
20. Что называют энергией? Потенциальная энергия? Кинетическая энергия движущегося тела?
21. Работа постоянной силы? В каких единицах в системе СИ измеряется работа?
22. Что называется консервативной силой? Какими свойствами обладает консервативная система?
23. Как связана элементарная работа с вектором силы  $\vec{F}$  и вектором элементарного перемещения  $d\vec{r}$ ?
24. Связь работы и энергии?
25. Как связаны сила и потенциальная энергии?
26. Закон сохранения энергии?
27. Закон сохранения полной механической энергии?
28. Какая физическая величина называется мощностью? В каких единицах в системе СИ измеряется мощность?
29. Что такое момент силы?
30. Что такое момент импульса материальной точки? твердого тела? Как определяется направление вектора момента импульса?
31. Выведите и сформулируйте уравнение динамики вращательного движения твердого тела?
32. В чем заключается физическая сущность закона сохранения момента импульса? В каких системах он выполняется? Приведите примеры?
33. Каким свойством симметрии пространства обуславливается справедливость закона сохранения момента импульса?

34. Сопоставьте основные уравнения динамики поступательного и вращательного движений, прокомментировав их аналогию.
35. Что такое момент инерции тела?
36. Какова роль момента инерции во вращательном движении?
37. Сформулируйте и поясните теорему Штейнера.
38. Какова формула для кинетической энергии тела, вращающегося вокруг неподвижной оси, и как ее вывести?
39. Что называется моментом инерции тела относительно неподвижной точки? относительно неподвижной оси? Как определяется направление момента силы?
40. Что такое гироскоп? Каковы его основные свойства?
41. Как определяется гравитационная постоянная и каков ее физический смысл?
42. На какой высоте над планетой ускорение свободного падения вдвое меньше, чем на ее поверхности?
43. Что такое вес тела? В чем отличие веса тела от силы тяжести? Как объяснить возникновение невесомости при свободном падении?
44. Что такое напряженность поля тяготения?
45. Какое поле тяготения называется однородным? центральным?
46. Какие величины вводятся для характеристики поля тяготения, и какова связь между ними?
47. Почему тяжелое тело не падает быстрее легкого? Покажите, что силы тяготения консервативны.
48. Чему равно максимальное значение потенциальной энергии системы из двух тел, находящихся в поле тяготения?
49. Что называется колебанием (колебательным движением)?
50. Что называется периодическим движением?
51. Является ли периодическое движение колебательным? Является ли колебательное движение периодическим?
52. Какие колебания называются гармоническими? Запишите уравнение гармонических колебаний.
53. Что такое амплитуда, период, частота и фаза гармонических колебаний?
54. Чему равна скорость и ускорение колеблющейся величины при гармонических колебаниях
55. Чему равна максимальная скорость и максимальное ускорение?
56. Кинетическая энергия гармонических колебаний?
57. Потенциальная энергия гармонических колебаний?
58. Чему равна полная механическая энергия гармонических колебаний?
59. Что такое математический и физический маятник?
60. Период колебаний математического маятника?
61. Период колебаний массы на пружине?
62. Что такое давление в жидкости? Давление величина векторная или скалярная? Какова единица давления в СИ?
63. Что называется динамическим давлением? гидростатическим давлением? полным давлением?
64. Какие приборы служат для измерения динамического давления? гидростатического давления? полного давления в жидкости?
65. Чем характерна модель идеальной жидкости? Приведите пример жидкости, которую можно приближенно считать идеальной.
66. Что называют линией тока в жидкости? Что называют трубкой тока?
67. Какая жидкость называется несжимаемой?
68. Что характерно для установившегося течения жидкости?
69. Что такое градиент скорости?
70. Каков физический смысл уравнения неразрывности для несжимаемой жидкости и как его вывести?
71. Каким уравнением описывается стационарное движение идеальной жидкости?
72. Сформулируйте закон Паскаля и закон Архимеда.
73. Что такое моль?
74. Какой характер имеет взаимодействие молекул идеального газа?
75. Какие вам известны формы записи уравнения состояния идеального газа?
76. Как связано давление газа с энергией поступательного движения молекул, находящихся в единице объема?
77. Какая из скоростей молекул больше – средняя или наиболее вероятная?
78. Как должна была бы изменяться с высотой термодинамическая температура для того, чтобы атмосферное давление не зависело от высоты?

79. Какова размерность коэффициента диффузии?
80. Почему при небольшом разрежении газа теплопроводность не зависит от давления?
81. Как связаны друг с другом коэффициенты явлений переноса?
82. Что называется термодинамической системой?
83. Сформулируйте первое начало термодинамики.
84. Как совершается работа в различных изопроцессах?
85. Что называется удельной теплоемкостью?
86. Какие параметры связывает уравнение Майера?
87. Что называется термодинамическим циклом?
88. Что называется циклом Карно?
89. Что называется полезной работой?
90. Из каких кривых состоит график цикла Карно?
91. Что называется энтропией?
92. Как силы межмолекулярного взаимодействия зависят от расстояния между молекулами?
93. Укажите соотношения между минимальной потенциальной энергией двух молекул и средней кинетической энергией хаотического движения молекулы для различных агрегатных состояний вещества.
94. Из каких предпосылок выводится уравнение Ван-дер-Ваальса?
95. Сформулируйте уравнение Ван-дер-Ваальса.
96. Каков смысл постоянных Ван-дер-Ваальса? Что такое внутреннее давление? Какое значение принимают эти постоянные для идеального газа?
97. Во сколько раз кулоновская сила отталкивания протонов больше силы их гравитационного притяжения?
98. Почему при описании механического движения не учитывается сила электростатического взаимодействия зарядов, из которых состоят тела?
99. Как формулируется теорема Гаусса для зарядов, помещенных в среду с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ ?
100. Сформулируйте теорему Гаусса в дифференциальной форме.
101. Что такое сторонние силы и какова их природа?
102. В чем заключается физический смысл электродвижущей силы, действующей в цепи?
103. Напишите законы Ома и Джоуля–Ленца в дифференциальной форме.
104. Как формулируются правила Кирхгофа?
105. Чему равен и как направлен магнитный момент рамки с током?
106. Чему равна работа силы Лоренца при движении протона в магнитном поле?
107. Возникает ли индукционный ток в проводящей рамке, поступательно движущейся в однородном магнитном поле?
108. Какова природа ЭДС электромагнитной индукции?
109. Почему сердечники трансформаторов не делают сплошными?
110. Что такое диамагнетики? парамагнетики? В чем различие их магнитных свойств?
111. Что такое намагниченность? Какая величина может служить ее аналогом в электростатике?
112. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн.
113. Энергия и импульс электромагнитной волны.
114. Вектор Умова – Пойтинга.
115. Оптический диапазон длин волн. Диапазон длин волн и частот видимого излучения.
116. Уравнение электромагнитной волны, распространяющейся в пространстве.
117. Волновой вектор и волновое число.
118. Волновое дифференциальное уравнение.
119. Волновые свойства света.
120. Диапазон длин волн и диапазон частот видимого излучения.
121. Оптический диапазон длин волн.
122. Абсолютный и относительный показатели преломления среды.
123. Когерентность. Интенсивность света. Интерференция света.
124. Когерентные волны. Интерференция света. Формулы амплитуды и интенсивности результирующего колебания.
125. Интерференция света. Формулы максимальной и минимальной интенсивности при интерференции волн.
126. Оптическая длина пути. Оптическая разность хода волн.

127. Оптическая разность хода волн. Условия для наблюдения интерференционных максимумов и минимумов интенсивности света?
128. Связь между разностью фаз колебаний, возбуждаемых волнами в точке, где наблюдается интерференционная картина и оптической разностью хода.
129. Интерференция от двух когерентных источников. Координаты минимумов и максимумов интенсивности света на экране. Ширина интерференционной полосы.
130. Кольца Ньютона. Полосы равной толщины. Радиусы темных и светлых колец в отражённом и проходящем свете.
131. Практические применения интерференции. Просветление оптики.
132. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
133. Радиус зон Френеля. Площадь зон Френеля.
134. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Число зон Френеля, открываемых отверстием с радиусом  $r_0$  (формула).
135. Дифракционная решётка. Уравнение дифракции для главных максимумов интенсивности света.
136. Дифракционная решётка. Дифракционный спектр. Начиная с какого, спектры перекрываются?
137. Разрешающая сила и дисперсия спектральных приборов. Критерий Рэлея.
138. Разрешающая сила и дисперсия дифракционной решётки.
139. Поляризация света. Виды поляризации. Степень поляризации. Закон Малюса.
140. Вращение плоскости поляризации света.
141. Закон Брюстера.
142. Дисперсия света и дисперсия вещества. Дисперсионный спектр.
143. Поглощение и рассеяние света.
144. Корпускулярно-волновой дуализм. При каком условии свойства света хорошо описываются волновой теорией, а при каком – квантовой?
145. Основные уравнения, связывающие корпускулярные свойства электромагнитного излучения с волновыми свойствами.
146. Квантовые свойства света. Тепловое излучение. Абсолютно чёрное тело. Модель абсолютно чёрного тела.
147. Количественные характеристики теплового излучения и способности тел поглощать падающее на них излучение. Спектральная плотность энергетической светимости черного тела.
148. Закон Кирхгофа.
149. Закон Стефана-Больцмана.
150. Закон смещения Вина.
151. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.
152. Уравнение Эйнштейна для многофотонного фотоэффекта.
153. Модели атома.
154. Обобщённая формула Бальмера.
155. Постулаты Бора.
156. Гипотеза де Бройля.
157. Соотношению неопределенностей Гейзенберга.
158. Уравнение Шредингера для стационарных состояний электрона (частицы).
159. Туннельный эффект.
160. Spin электрона.
161. Принцип Паули.
162. Квантовые числа.
163. Эмпирическая формула радиуса ядра.
164. Spin ядра. Спиновое ядерное квантовое число.
165. Ядерные силы и их основные свойства. Дефект массы.
166. Виды радиоактивного излучения.
167. Закон радиоактивного распада.
168. Правила смещения.
169. Нейтрино и антинейтрино.
170. Процессы, происходящие внутри ядра при  $\beta^-$ -распаде,  $\beta^+$ -распаде и электронном захвате.
171. Типы взаимодействий элементарных частиц

### 5.7.2. 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"> <li>1. Тело отсчета;</li> <li>2. Радиус-вектор этой точки;</li> <li>3. Скорость точки;</li> <li>4. Ускорение точки.</li> </ol>
2.	Система отсчета может считаться инерциальной, если в ней...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выполняются все законы Ньютона;</li> <li>2. На тело не действуют никакие силы;</li> <li>3. Отсутствуют диссипативные силы;</li> <li>4. Действуют только центральные силы.</li> </ol>
3.	Работа консервативной силы на любом замкнутом пути...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Равна убыли потенциальной энергии;</li> <li>2. Равна приращению кинетической энергии;</li> <li>3. Равна нулю;</li> <li>4. Зависит от скорости движения.</li> </ol>
4.	Выберите выражение, представляющее собой закон Менделеева-Клапейрона.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>P = \frac{N}{N_A} \frac{RT}{V}</math>.</li> <li>2. <math>\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}</math>.</li> <li>3. <math>N = \frac{m}{\mu} N_A</math>.</li> <li>4. <math>V = V_0(1 + \alpha t)</math>.</li> </ol>
5.	Числом степеней свободы механической системы называется количество...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. свободно вращающихся частей системы.</li> <li>2. независимых величин, с помощью которых может быть задано положение системы в пространстве.</li> <li>3. независимых координатных осей в системе отсчета.</li> <li>4. параметров, определяющих траекторию движения системы.</li> </ol>
6.	Первое начало (первый закон) термодинамики утверждает, что количество теплоты, сообщенное системе, может пойти на...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменение внутренней энергии системы и ее теплоемкости.</li> <li>2. увеличение её внутренней энергии и совершение работы против внешних сил.</li> <li>3. изменение внутренней энергии окружающей среды и совершение внешними силами работы над системой.</li> <li>4. возникновение разности потенциалов, приводящей к перемещению заряда из одной точки пространства в другую.</li> </ol>

7.	Потенциал электрического поля численно равен...	<p>1. потенциальной энергии точечного заряда в данной точке поля.</p> <p>2. работе сил поля по перемещению единичного положительного заряда из данной точки поля в бесконечность.</p> <p>3. силе, действующей на заряд, помещенный в данную точку поля.</p> <p>4. кинетической энергии пробного точечного единичного заряда в данной точке поля.</p>
8.	Что называется циркуляцией вектора напряженности электрического поля? (L – замкнутый контур, вдоль которого ведется интегрирование, $E_l$ - проекция вектора напряженности поля на направление элемента контура $dl$ )	<p>1. <math>\oint_L E^2 dl</math>.</p> <p>2. <math>\int_1^2 2E_l dl</math>.</p> <p>3. <math>\oint_L  E  dl</math>.</p> <p>4. <math>\oint_L E_l dl</math>.</p>
9.	Сформулируйте закон Джоуля – Ленца для объемной плотности выделяемого тепла $w$ . ( $\sigma$ - удельная электропроводность проводника, E- напряженность поля).	<p>1. <math>w = \sigma E</math>.</p> <p>2. <math>w = \sigma E^2</math>.</p> <p>3. <math>w = \frac{1}{\sigma} E^2</math>.</p> <p>4. <math>w = \frac{1}{E} \sigma</math>.</p>
10.	Поток вектора индукции $\vec{B}$ однородного магнитного поля через плоскую поверхность S, нормаль которой составляет угол $\alpha$ 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.)	<p>1. <math>\Phi = \vec{B} / \vec{S}</math>.</p> <p>2. <math>\Phi = \vec{B} \vec{S} / 2</math>.</p> <p>3. <math>\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}</math>.</p> <p>4. <math>\Phi = [\vec{B} \vec{S}]</math>.</p>
11.	Закон Био – Савара – Лапласа... ( $d\vec{B}$ - индукция магнитного поля, создаваемая элементом проводника $d\vec{l}$ , по которому протекает ток I, в точке, определяемой радиус-вектором $\vec{r}$ , проведенным из элемента проводника, $\mu_0$ – магнитная постоянная) в СИ:	<p>1. <math>\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I [d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}</math>.</p> <p>2. <math>\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{[\vec{r}, Id\vec{l}]}{r^3}</math>.</p> <p>3. <math>\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{(Id\vec{l}, \vec{r}) \vec{r}}{r^3 r}</math>.</p> <p>4. <math>\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I [d\vec{l}, \vec{r}]}{r^2}</math>.</p>
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:	<p>1. <math>\pi</math>.</p> <p>2. <math>2\pi</math>.</p> <p>3. <math>3\pi</math>.</p> <p>4. <math>4\pi</math>.</p>

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 $v$ зависит от частоты падающего излучения $\nu$ и работы выхода фотокатода $A$ следующим образом:	1. $v$ тем больше, чем больше $\nu$ и $A$ . 2. $v$ тем больше, чем меньше $\nu$ и $A$ . 3. $v$ тем больше, чем больше $\nu$ и меньше $A$ . 4. $v$ тем больше, чем меньше $\nu$ 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 $ . 3. $\sim  \psi ^{1/2}$ . 4. $\sim  \psi $ .
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 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;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		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... ( $Q$ , $\Delta U$ , $A$ -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 точечного заряда зависит от формы траектории. 3. поле вихревое (соленоидальное). 4. работа сил поля при перемещении точечного заряда по замкнутой траектории не равна 0.
8.	Связь между напряженностью $\vec{E}$ и потенциалом $\varphi$ электростатического поля имеет вид: ( $\vec{i}$ , $\vec{j}$ , $\vec{k}$ - единичные орты координатных осей $Ox$ , $Oy$ , $Oz$ прямоугольной системы координат)	1. $\text{grad}(\varphi)$ . 2. $-\text{grad}(\varphi)$ . 3. $\frac{\partial \varphi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \vec{k}$ . 4. $\frac{d\varphi}{dx} \vec{i}$ .
9.	При прохождении электрического тока переноса вещества не происходит в...	1. металлах и полупроводниках. 2. растворах электролитов и газах. 3. растворах электролитов и металлах. 4. растворах электролитов и полупроводниках.



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Выберите правильное математическое выражение для силы Ампера. ( $d\vec{F}$ - элементарная сила, $\vec{B}$ - магнитная индукция $I$ – сила тока, $d\vec{l}$ -элемент длины проводника, $\alpha$ - угол между $\vec{B}$ и $d\vec{l}$ .)	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>d\vec{F} = [Id\vec{l}, \vec{B}]</math>.</li> <li><math>d\vec{F} = [\vec{B}, Id\vec{l}]</math>.</li> <li><math>d\vec{F} = I [\vec{B}, d\vec{l}]</math>.</li> <li><math>d\vec{F} = \frac{d\vec{l}}{dl} B \cdot dl \cdot \sin \alpha</math>.</li> </ol>
11.	Поток вектора магнитной индукции поля через произвольную замкнутую поверхность равен...	<ol style="list-style-type: none"> <li>векторной сумме токов, заключенных внутри данной поверхности.</li> <li>алгебраической сумме токов, заключенных снаружи данной поверхности.</li> <li>нулю.</li> <li>алгебраической сумме токов, заключенных внутри данной поверхности.</li> </ol>
12.	Уравнение плоской электромагнитной волны, распространяющейся в положительном направлении оси $x$ , имеет вид:	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>E_y = E_{0y} \cos(\omega t - kx)</math>. <math>H_y = H_{0y} \cos(\omega t - kx)</math>.</li> <li><math>E_z = E_{0z} \cos(\omega t - kx)</math>. <math>H_z = H_{0z} \cos(\omega t - kx)</math>.</li> <li><math>E_y = E_{0y} \cos(\omega t - kx)</math>. <math>H_z = H_{0z} \cos(\omega t - kx)</math>.</li> <li><math>E_x = E_{0x} \cos(\omega t - kx)</math>. <math>H_x = H_{0x} \cos(\omega t - kx)</math>.</li> </ol>
13.	Ширина интерференционной полосы в опыте Юнга полностью определяется следующими параметрами:	<ol style="list-style-type: none"> <li>номером интерференционного максимума.</li> <li>номером интерференционного максимума и длиной волны <math>\lambda</math>.</li> <li>номером интерференционного максимума, длиной волны <math>\lambda</math>, расстоянием <math>d</math> между щелями.</li> <li>длиной волны <math>\lambda</math>, расстоянием <math>d</math> между щелями, расстоянием <math>l</math> от щелей до экрана.</li> </ol>
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"> <li><math>I_{\max}</math>.</li> <li><math>\frac{I_{\max} + I_{\min}}{2}</math>.</li> <li><math>\frac{I_{\max}}{2}</math>.</li> <li><math>I_{\min}</math>.</li> </ol>
15.	Поглощение света в веществе описывается законом Бугера ... ( $I_0$ и $I$ – интенсивности света, падающего на поглощающий слой вещества и прошедшего через него, $\alpha$ – коэффициент поглощения вещества, $x$ – толщина поглощающего слоя вещества)	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>I = I_0 \cdot e^{-x/\alpha}</math>.</li> <li><math>I = I_0 \cdot e^{-\alpha/x}</math>.</li> <li><math>I = I_0 \cdot e^{\alpha \cdot x}</math>.</li> <li><math>I = I_0 \cdot e^{-\alpha \cdot x}</math>.</li> </ol>
16.	При Комптоновском рассеянии света...	<ol style="list-style-type: none"> <li>частота рассеянного кванта уменьшается</li> <li>импульс рассеянного кванта увеличивается.</li> <li>скорость рассеянного кванта уменьша-</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		ется. 4. длина волны рассеянного кванта уменьшается.
17.	При увеличении напряжения ускоряющего электрического поля в 100 раз длина волны де Бройля	1. уменьшится в 10 раз. 2. уменьшится в 100 раз. 3. увеличится в 10 раз. 4. не изменится.
18.	Квадрат модуля волновой функции электрона в атоме $ \psi ^2$ имеет физический смысл	1. плотность вероятности местонахождения электрона в атоме. 2. вероятности местонахождения электрона в атоме. 3. вероятность электрону покинуть атом, то есть диссоциации атома. 4. не имеет физического смысла.
19.	В полупроводнике с донорной примесью основным типом носителей электрического заряда являются ...	1. дырки. 2. одновременно электроны и положительные ионы. 3. положительные ионы. 4. электроны.
20.	Сколько нейтронов и сколько протонов в ядре радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ ?	1. 226 нейтронов и 88 протонов. 2. 226 протонов и 88 нейтронов. 3. 88 нейтронов и 138 протонов. 4. 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.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		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 процессе имеет вид... ( $Q$ , $\Delta U$ , $A$ , - 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. $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon \cdot \epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i$ . 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 $S$ ; $\gamma$ – 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:	1. $(\vec{B}, \vec{p}) \tau g \alpha$ . 2. $[B, p]$ . 3. $-\vec{p} \times \vec{B}$ .

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	( $\alpha$ - угол между векторами $\vec{B}$ и $\vec{p}$ )	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. $2\pi$ . 3. $3\pi$ . 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.
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 $\lambda$ 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 вза-

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<p>имодействуют.</p> <p>2. ядра на отдельные протоны.</p> <p>3. ядра на отдельные нейтроны.</p> <p>4. ядра на отдельные протоны и удаления их на расстояние, на котором они не взаимодействуют.</p>

## 5.8. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

### 5.8.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (для экзамена)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «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 на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Задания, предусмотренные программой обучения, решает с определенными ошибками	Задания, предусмотренные программой обучения, решает с немногочисленными и несущественными ошибками	Задания, предусмотренные программой обучения, решает практически безошибочно
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

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

- 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/](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/](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>

4. 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>

### **6.1.2. Дополнительная литература**

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. Бутиков, Е. И. Оптика: учебное пособие / Е. И. Бутиков. – 3-е изд., доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-1190-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168365>

3. Калитеевский, Н. И. Волновая оптика: учебное пособие / Н. И. Калитеевский. – 5-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 480 с. – ISBN 978-5-8114-0666-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167685>

4. Савельев, И. В. Курс физики. В 3 т. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 468 с. – ISBN 978-5-8114-9096-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/184164>

5. Сарина, М. П. Оптика. Квантовая природа излучения. Элементы квантовой механики. Основы физики твердого тела. Ядерная физика : учебное пособие / М. П. Сарина. – Новосибирск: НГТУ, 2018. – 123 с. – ISBN 978-5-7782-3581-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/118469>

### **6.1.3. 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](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](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. Кожокар, 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. Кожокар. 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>

## **6.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

5. Научная электронная библиотека ScienceDirect <http://www.sciencedirect.com>

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY» <https://elibrary.ru>

7. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru>

8. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>

9. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru>

10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>

11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ) <http://elibrary.rsl.ru>

12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»» <http://rucont.ru/>
15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru>
16. Национальный корпус русского языка <http://www.ruscorpora.ru>
17. Справочно-информационный портал «Грамота.ру» – русский язык для всех <http://www.gramota.ru>

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

### **7.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

#### **7.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Малый проспект В.О., д. 83, лит. Б (УЦ 3)

Основная лекционная аудитория оснащена: стол аудиторный – 16, стул – 30, кресло преподавателя – 1, доска белая магн/марк. – 1, трибуна – 1, мультимедийный комплекс – 1.

#### **7.1.2. Аудитории для проведения практических занятий.**

Малый проспект В.О., д. 83, лит. Б (УЦ 3)

Аудитория для практических занятий оснащена: стол аудиторный - 24, стул - 30, кресло для преподавателя - 1, трибуна - 1, мультимедийный комплекс - 1.

#### **7.1.3. Аудитории для проведения лабораторных работ.**

Малый проспект В.О., д. 83, лит. Б (УЦ 3)

1. Аудитория для проведения лабораторных работ (Лаборатория физики твердого тела и ядерной физики): стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN – 1, весы электронные 400 г d=0,1 – 1, доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная "Magnetoplan" 1800мм\*1200мм – 1, комплекс Учебно-научный квантовой физики, физики твердого тела, ядерной физики – 1, компьютерное кресло 7875 A2S – 18, бонитор ViewSonic VA1931Wa-2 -3, ноутбук HP 250 G8 2W8W1EA i5-1035G1/8GB/256GB – 4, огнетушитель ОУ-3 – 1, рама 120\*90 – 4, системный блок Ramec storm 0454L04M26 -1, системный блок Ramec storm 0466L04M26 -1, системный блок Ramec storm 0469L04M26 -1, системный блок R-Style Proxima MC 521 IC – 1, стол островной усиленный 1800x1500x750, тип №1 – 4, стол пристенный усиленный 1800x800x750 с электропанелью – 3, стол торцевой на опорной тумбе ЛАБ-PRO TR СТ0Т 150.75.75 – 2, установка для изучения теплоемких металлов -1, установка для изучения теплопроводности металлов – 1, установка для исследования солнечных генераторов электроэнергии – 1, установка для качественного анализа магнитных примесей – 1, установка для определения ЭДС различных сред – 1, установка для оценки зависимости проводимости твердых материалов от температур – 1, установка экспериментальный комплекс для исследования влияния температуры – 1, шкаф лабораторный – 1, шкаф общелабораторный 800x500x2500 ЛАБ-PRO ШЛ- 4, шкафчик для раздевалки "Экспресс 2" – 4.

2. Аудитория для проведения лабораторных работ (Лаборатория электромагнетизма): стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN -1, антресоль ЛАБ-PRO Ав 80.50.70 – 4, генератор ГЗ-109 – 1, генератор ГЗ-120 – 1, дистиллятор ДЭ – 10 – 1, доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная "Magnetoplan" 1800мм\*1200мм – 1, компьютерное кресло 7875 A2S - 18, монитор ViewSonic VA1931Wa-2 – 1, огнетушитель ОУ-3 – 1, рама 120\*90 – 5, системный блок Ramec storm 0456L04M26 – 1, стол островной усиленный 1200x1500x750 – 2, стол островной усиленный 1800x1500x750, тип №1 – 4, стол пристенный усиленный 1800x800x750 с электропанелью – 3, стол торцевой на опорной тумбе ЛАБ-PRO TR СТ0Т 150.75.75 – 2, установка для измерения внутреннего сопротивления источника напряжения – 1, установка для измерения параметров емкостей в цепи переменного тока – 1, установка для измерения электрических полей и потенциалов в плоских конденсатора -1, установка для исследования метрологических возможностей моста Уитстона -1, установка для тестирования параметров трансформаторов – 1, установка измерительная магнитного поля соленоида – 1, установка лабораторная для снятия зарядных кривых конденсаторных



структур – 1, шкаф общелабораторный ЛАБ-ПРО ШЛ 80.50.193, тип №2 – 4, шкафчик для раздевалки "Экспресс 2" – 4.

3. Аудитория для проведения лабораторных работ (Лаборатория механики и молекулярной физики): стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN – 1, антресоль ЛАБ-ПРО Ав 80.50.70 – 5, весы электронные платформенные с НПВ=5кг, d=0,5г – 1, доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная "Magnetoplan" 1800мм\*1200мм – 1, комплекс учебно-научный механики и молекулярной физики – 1, компьютерное кресло 7875 A2S – 28, машина Атвуда (с компьютерным интерфейсом) – 1, микроскоп МБС – 2 – 1, монитор ЖК 19" ACER – 4, набор инструмента4(=807,78) – 1, огнетушитель ОУ-3 – 1, рама 120\*90 – 5, системный блок – 4, стол островной усиленный 1800x1500x750, тип №1 – 6, стол торцевой на опорной тумбе ЛАБ-ПРО TR СТ0Т 150.75.75 – 2, угловой стол ресепшн A2S – 1, установка для изучения вязкости при помощи вискозиметра с падающим шариком – 1, установка для изучения законов столкновения тел с использованием демонстрационно – 1, установка для изучения момента инерции и углового ускорения – 1, установка для изучения момента инерции различных тел Теорема Штейнера. Динамика – 1, установка для определения уравнения состояния идеального газа – 1, установка по изучению акустического эффекта Доплера (с компьютерным интерфейсом) – 1, шкаф общелабораторный ЛАБ-ПРО ШЛ 80.50.193, тип №2 – 5, шкафчик для раздевалки "Экспресс 2" – 3, штангенциркуль ШЦ-1-250-0 – 23.

4. Аудитория для проведения лабораторных работ (Лаборатория виртуальных физических экспериментов): стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN – 1, стол лабораторный с перегородкой для студентов Тип 8 – 2, доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная "Magnetoplan" 1800мм\*1200мм – 1, компьютерное кресло 7875 A2S – 18, монитор ЖК HP 21,5"Тип 1, LV916AA – 11, огнетушитель ОУ-3 – 1, рама 120\*90 – 4, системный блок – 11, стол компьютерный для студентов Тип 6 – 2, стол лабораторный для преподавателя Тип 10 – 1, стол лабораторный с перегородкой для студентов Тип 9 – 2, шкаф лабораторный – 3.

5. Аудитория для проведения лабораторных работ (Лаборатория волновой и квантовой оптики): стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN – 1, доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная "Magnetoplan" 1800мм\*1200мм – 1, компьютерное кресло 7875 A2S – 24, микроинтерферометр МНН-4М-2 шт – 1, микроскоп МБС—2 – 1, огнетушитель ОУ-3 – 1, рама 120\*90 – 3, сахариметр СУ – 4 – 2, стол островной усиленный 1800x1500x750, тип №1 – 4, стол пристенный усиленный 1800x800x750 с электропанелью – 3, стол торцевой на опорной тумбе ЛАБ-ПРО TR СТ0Т 150.75.75 – 2, шкаф общелабораторный 800x500x2500 ЛАБ-ПРО ШЛ – 4, шкафчик для раздевалки "Экспресс 2" – 4.

6. Аудитория для проведения лабораторных работ (Лаборатория современных оптических технологий): стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN – 1, доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная "Magnetoplan" 1800мм\*1200мм – 1, компьютерное кресло 7875 A2S – 18, монитор ЖК 19" ACER – 1, ноутбук HP 250 G8 2W8W1EA i5-1035G1/8GB/256GB – 1, системный блок – 1, стол островной усиленный 1800x1500x750, тип №1 – 2, стол островной усиленный 1800x1500x750, тип №2 – 2, установка для голографической записи и воспроизведения объёмных изображений – 1, установка для изучения методов восстановления волнового фронта – 1, установка для изучения методов получения полос равной толщины (кольца Ньютона) – 1, установка для изучения эффекта Фарадея – 1, установка для определения фазового соотношения обыкновенной и необыкновенной волн – 1, установка для создания, настройки и юстировки гелий-неонового (He-Ne) лазера – 1, установка по демонстрации метода лазерной доплеровской анемометрии для измерения – 1, установка по демонстрации принципов работы оптоволоконной оптики – 1, шкафчик для раздевалки Экспресс 2 – 4.

## **7.2. Помещения для самостоятельной работы:**

Малый проспект В.О., д. 83, лит. Б (УЦ 3)

Аудитория для самостоятельной работы оснащена: стол аудиторный - 24, стул - 30, кресло для преподавателя - 1, трибуна - 1, мультимедийный комплекс - 1.

### **7.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

Управление по цифровому обеспечению деятельности университета:

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 10 Professional (Лицензионное соглашение бессрочно);
- Microsoft Office 2019 Professional Plus (Лицензионное соглашение бессрочно);
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Срок действия лицензии с 11.01.2024 по 05.01.2025).

### **7.4. Лицензионное программное обеспечение**

1. Microsoft Windows 10 Professional (Лицензионное соглашение бессрочно).
2. Microsoft Office 2019 Professional Plus (Лицензионное соглашение бессрочно).
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Срок действия лицензии с 11.01.2024 по 05.01.2025).