

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Матвеев П.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИКА

|  |  |
|--|--|
| Направление/специальность подготовки       | 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей        |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок |
| Уровень высшего образования                | Специалитет  |
| Форма обучения                             | Очная  |
| Факультет                                  | А Ракетно-космической техники                                    |
| Выпускающая кафедра                        | А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ             |
| Кафедра-разработчик рабочей программы      | О4 ФИЗИКА  |

| КУРС  | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|-------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|       |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|       |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>САМОСТ. РАБОТЫ |                                |
| 1     | 2       | 4                                       | 144                             | 68                 | 34     | 17                        | 17                      | 76                     | 0               | 0               | 76                            | ЭКЗ.                           |
| 2     | 3       | 4                                       | 144                             | 68                 | 34     | 17                        | 17                      | 76                     | 0               | 0               | 76                            | ЭКЗ.                           |
| ВСЕГО |         | 8                                       | 288                             | 136                | 68     | 34                        | 34                      | 152                    | 0               | 0               | 152                           |                                |

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

### 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра О4 ФИЗИКА

Белова Дарья Дмитриевна, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Кафедра О4 ФИЗИКА

Федоров Дмитрий Леонидович, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **О4 ФИЗИКА**

Заведующий кафедрой Федоров Д.Л., д.ф.-м.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

### **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ФИЗИКА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-5**

*знания:*

на уровне представлений:

- общей физической картины окружающего мира как системы взаимосвязанных физических явлений, различных форм движения материи;
- роли физики как фундамента для изучения дисциплин профессионального цикла, как основу для выделения в своей профессиональной деятельности физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств;
- взаимосвязи теории и эксперимента, служащего базой для формирования теории и подтверждающего её положения;

на уровне понимания:

- смысла таких понятий как: физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, эксперимент, наблюдение, измерение, физическая теория, физический закон;
- фундаментальных понятий, законов и теорий классической и современной физики;
- физических моделей, используемых при построении теории явления;
- границ применимости теории, построенной на определенной физической модели;
- принципов построения физических экспериментов;

на уровне воспроизведения:

- формулировок физических законов, принципов и постулатов, их математическое выражение по основным разделам физики: физические основы механики, электричества и магнетизма, электродинамики, физики колебаний и волн, оптики, квантовой физики, атомной и ядерной физики;
- методов решения задач по описанию физических явлений;
- методов проведения эксперимента и обработки результатов измерений;
- методики оценки погрешности измеряемых величин;

*умения:*

теоретические:

- определить пути решения поставленной задачи, очертить круг физических законов, знание которых позволит решить данную задачу;
- поставить цель проводимого эксперимента и определить последовательность действий при его проведении;

практические:

- решать типовые задачи по разделам курса физики;
- разбираться в принципах действия физических приборов и способах их применения;
- производить расчеты по результатам измерений;
- оценивать погрешность измеряемых величин;
- анализировать полученные результаты и сопоставлять их с теоретически прогнозируемыми;
- представлять функциональные зависимости физических величин в виде графиков;

*навыки:*

- грамотно и аргументировано излагать собственные мысли, обосновывать свои суждения;
- работать с широким кругом физических приборов и оборудования;
- составлять научные отчеты с грамотными выводами о проделанной работе;
- планировать свою работу;
- работать в коллективе над решением единой задачи;
- работать с литературой и иными источниками информации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ФИЗИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АЭРОГАЗОДИНАМИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС                      | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц   | ВСЕГО | Аудиторные занятия<br>в контактной форме |        |                           |                         | Самостоятельная<br>работа студентов | Формируемая<br>компетencies, % |
|---------------------------|---------|--|-------|--|--------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
|                           |         |  |       | ВСЕГО                                    | Лекции | Лабораторный<br>практикум | Практические<br>занятия |                                     | ОПК-5                          |
| 1                         | 2       | <b>Раздел 1. Физические основы механики.</b> 1.1. Кинематика. Кинематические характеристики движения материальной точки: траектория, путь, перемещение, скорость, ускорение. Ускорение полное, тангенциальное и нормальное. Кинематические уравнения равнопеременного движения. Кинематические характеристики движения по окружности: угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение. Связь линейных и угловых характеристик. Кинематика поступательного и вращательного движения твердого тела. 1.2. Динамика. Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Второй и третий законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Закон всемирного тяготения. Силы сопротивления. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. 1.3. Работа и энергия. Работа и кинетическая энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии. Связь между силой и потенциальной энергией. Виды соударений тел. 1.4. Момент импульса и момент силы. Момент импульса материальной точки и механической системы. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса. 1.5. Динамика вращательного движения. Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера. Работа и мощность при вращении тела. Кинетическая энергия вращающегося тела. Плоское движение твердых тел. 1.6. Элементы механики сплошных сред. Общие свойства жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Упругие напряжения и деформации в твердом теле. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. 1.7. Релятивистская механика. Принцип относительности и преобразования Галилея. Постулаты специальной теории относительности (СТО). Относительность одновременности и преобразования Лоренца. Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета. Релятивистский импульс. Взаимосвязь массы и энергии. Инварианты СТО. | 56    | 30                                       | 14     | 8                         | 8                       | 26                                  | 20                             |
| 1                         | 2       | <b>Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.</b> 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории. Термодинамический и молекулярно-кинетический методы исследования макроскопических процессов. Макроскопические параметры состояния. Основное уравнение МКТ. Уравнение состояния идеального газа – уравнение Менделеева - Клапейрона. Законы идеального газа. 2.2. Функции распределения. Классическая и квантовая статистики. Распределение Максвелла молекул идеального газа. Распределение Больцмана и барометрическая формула. 2.3. Термодинамика. Нулевое начало термодинамики. Квазистатистические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Адиабатический и политропический процессы. Принцип действия тепловых машин. Цикл Карно. Энтропия. Второе начало термодинамики. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Третье начало термодинамики – теорема Нернста. 2.4. Элементы физической кинетики. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Число столкновений и длина свободного пробега молекул идеального газа. Эмпирические уравнения переноса: Фика, Фурье и Ньютона. 2.5. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая изотерма.  | 46    | 20                                       | 10     | 6                         | 4                       | 26                                  | 15                             |
| 1                         | 2       | <b>Раздел 3. Электричество.</b> 3.1. Электростатическое поле в вакууме. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля в вакууме. Принцип суперпозиции. Напряженность и потенциал поля точечного заряда. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной форме и ее применение для расчета электрических полей. Работа по переносу точечного заряда в электрическом поле. Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля в интегральной и дифференциальной форме. 3.2. Проводники в электрическом поле. Свойства электростатического поля в проводниках. Напряженность электрического поля у поверхности заряженного проводника. Электроемкость проводников. Электроемкость соединенной сферы. Конденсаторы. Электроемкость конденсаторов. Соединения конденсаторов. Вычисление электроемкости плоского, сферического, цилиндрического конденсаторов. Энергия электрического поля: энергия системы точечных зарядов, энергия конденсатора, объемная плотность энергии. 3.3. Диэлектрики в электрическом поле. Электрический диполь. Потенциал и напряженность поля точечного диполя. Поведение диполя во внешнем электрическом поле. Вектор поляризации и вектор электрической индукции (электрического смещения). Связь вектора электрической индукции и напряженности поля в изотропном диэлектрике. Диэлектрическая восприимчивость и проницаемость вещества. Теорема Гаусса для вектора электрического смещения. Условия на границе раздела двух диэлектриков. 3.4. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме. Электродвижущая сила источника тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.   | 42    | 18                                       | 10     | 3                         | 5                       | 24                                  | 15                             |
| <b>Всего за 2 семестр</b> |         |  | 144   | 68                                       | 34     | 17                        | 17                      | 76                                  | 50                             |
| 2                         | 3       | <b>Раздел 4. Магнетизм.</b> 4.1. Магнитное поле в вакууме. Вектор магнитной индукции. Магнитное поле движущегося заряда. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Эффект Холла и его применение. Теорема о циркуляции и теорема Гаусса для вектора магнитной индукции в интегральной и дифференциальной формах. Работа при движении проводника с током в магнитном поле. 4.2.   | 44    | 18                                       | 8      | 6                         | 4                       | 26                                  | 15                             |

|                            |   |  |     |     |    |    |    |     |     |
|----------------------------|---|--|-----|-----|----|----|----|-----|-----|
|                            |   | Магнитное поле в веществе. Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Вектор намагниченности и его связь с плотностью молекулярных токов. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Граничные условия на поверхности раздела двух магнетиков. 4.3. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Объяснение явления для проводника, движущегося в магнитном поле. Заряд, протекающий в проводнике при возникновении ЭДС индукции. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Индуктивность и взаимная индуктивность контуров. Индуктивности длинного прямого соленоида. Токи при замыкании и размыкании цепи, связанные с ее индуктивностью. Энергия магнитного поля: энергия магнитного поля проводника с током, объемная плотность энергии. 4.4. Уравнения Максвелла. Максвелловская трактовка явления электромагнитной индукции. Ток смещения. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля при наличии переменного электрического поля в интегральной и дифференциальной формах. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Физический смысл входящих в нее уравнений. Материальные уравнения.   |     |     |    |    |    |     |     |
| 2                          | 3 | <b>Раздел 5. Колебания и волны. Оптика.</b> 5.1. Механические и электромагнитные гармонические колебания. Идеальный гармонический осциллятор. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебания. Энергия колебаний. Примеры колебательных движений различной физической природы. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания. Сложение колебаний (биения, фигуры Лиссажу). 5.2. Упругие волны. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение. Волновые поверхности. Уравнение плоской монохроматической волны, ее характеристики. Фазовая скорость волны. Сферические волны. Энергия упругой волны, вектор Умова для упругой волны. Стоячие волны. Акустический эффект Доплера. 5.3. Электромагнитные волны. Существование электромагнитных волн как следствие уравнений Максвелла. Свойства электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга для электромагнитной волны. Шкала электромагнитных волн. Оптический диапазон длин волн. 5.4. Волновая оптика. Интерференция света. Условия максимумов и минимумов. Опыт Юнга. Способы наблюдения интерференции света (зеркала Френеля, бипризма Френеля, зеркало Ллойда, тонкие пленки, кольца Ньютона). Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на длинной прямоугольной щели. Дифракционная решетка. Поляризация света. Закон Малюса. Степень поляризации. Способы получения поляризованного света. Закон Брюстера. Дисперсия света. Разложение света в спектр. Нормальная и аномальная дисперсия.   | 55  | 30  | 16 | 6  | 8  | 25  | 20  |
| 2                          | 3 | <b>Раздел 6. Квантовая физика.</b> 6.1. Квантовые свойства электромагнитного излучения. Тепловое излучение и его характеристики. Законы излучения абсолютно черного тела. Гипотеза Планка о квантах света. Формула Планка для излучательной способности абсолютно черного тела. Свойства фотонов. Внешний фотоэффект, законы Столетова. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Эффект Комптона. Тормозное рентгеновское излучение. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм природы света. 6.2. Экспериментальные данные о структуре атомов. Линейчатые спектры атомов. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Теория Бора для водородоподобных ионов. Квантование энергии электрона в атоме. Опыт Франка и Герца. 6.3. Элементы квантовой механики. Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля. Принцип неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция, ее свойства и физический смысл. Временное и стационарное уравнения Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Одномерный потенциальный барьер. Квантовый гармонический осциллятор. 6.4. Квантово-механическое описание атомов. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Физические основы периодического закона Д.И. Менделеева. Характеристические спектры атомов. Закон Мозли. 6.5. Элементы ядерной физики. Элементарные частицы. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. | 45  | 20  | 10 | 5  | 5  | 25  | 15  |
| <b>Всего за 3 семестр</b>  |   |  | 144 | 68  | 34 | 17 | 17 | 76  | 50  |
| <b>Всего по дисциплине</b> |   |  | 288 | 136 | 68 | 34 | 34 | 152 | 100 |

### 3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины        | Тема практического занятия  | Объем, ауд. часов |
|-------|--|---|-------------------|
| 1     | Раздел 1. Физические основы механики.          | 1. Кинематика материальной точки. 2. Динамика материальной точки. 3. Работа, мощность, энергия. Законы сохранения в механике. 4. Динамика вращательного движения твердого тела. | 8                 |
| 2     | Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика. | 5. Основы молекулярно-кинетической теории. Функции распределения. 6. Законы термодинамики.  | 4                 |
| 3     | Раздел 3. Электричество.                       | 7. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Расчет напряженности электростатических полей. 8. Потенциал электростатического поля. Конденсаторы. Энергия электрического поля.               | 5                 |

|                           |                                      |  |    |
|---------------------------|--------------------------------------|--|----|
| <b>Всего за 2 семестр</b> |                                      |  | 17 |
| 4                         | Раздел 4. Магнетизм.                 | 1. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Сила Ампера и сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном и электрическом полях. 2. Магнитный поток. Работа при движении проводника с током в магнитном поле. Электромагнитная индукция. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Энергия магнитного поля. | 4  |
| 5                         | Раздел 5. Колебания и волны. Оптика. | 3. Механические и электромагнитные колебания. 4. Упругие и электромагнитные волны. Акустический эффект Доплера. 5. Интерференция света. 6. Дифракция света.  | 8  |
| 6                         | Раздел 6. Квантовая физика.          | 7. Тепловое излучение, фотоэффект, эффект Комптона, тормозное рентгеновское излучение, давление света. 8. Спектры атома водорода и водородоподобных ионов.   | 5  |
| <b>Всего за 3 семестр</b> |                                      |  | 17 |

### 3.3. Лабораторный практикум

| № п/п                     | Номер и наименование раздела дисциплины        | Тема лабораторного практикума  | Объем, ауд. часов |
|---------------------------|--|--|-------------------|
| 1                         | Раздел 1. Физические основы механики.          | Аудиторные часы отведены на сдачу Домашнего задания №1, выполнение и сдачу отчетов по вводной лабораторной работе и двум лабораторным работам из перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории механики и молекулярной физики. Лабораторная работа №2. Изучение равноускоренного движения на машине Атвуда. Лабораторная работа №3. Определение коэффициента трения качения. Лабораторная работа №4. Исследование центрального удара шаров. Лабораторная работа №5. Определение ускорения свободного падения при помощи математического и обратного маятников. Лабораторная работа №6. Исследование законов динамики вращательного движения твердого тела. Лабораторная работа №7. Определение момента инерции маятника Максвелла. Лабораторная работа №8. Определение момента инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний. Лабораторная работа №9. Определение модуля кручения нити и момента инерции системы, совершающей крутильные колебания. Лабораторная работа №10. Определение скорости монтажного патрона с помощью баллистического крутильного маятника. | 8                 |
| 2                         | Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика. | Аудиторные часы отведены на сдачу Домашнего задания №2, выполнение и сдачу отчета по одной лабораторной работе из перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории механики и молекулярной физики. Лабораторная работа №1. Определение универсальной газовой постоянной методом откачки. Лабораторная работа №2. Определение отношения ( $C_p/C_v$ ) методом звуковых стоячих волн. Лабораторная работа №3. Определение отношения ( $C_p/C_v$ ) методом Клемана и Дезорма. Лабораторная работа №4. Определение отношения ( $C_p/C_v$ ) методом Клемана и Дезорма с помощью установки ФПТ1-6Н. Лабораторная работа №5. Изучение тепловых машин на примере двигателя Стирлинга. Лабораторная работа №6. Определение коэффициента вязкости жидкости. Лабораторная работа №7. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. Лабораторная работа №8. Определение теплопроводности воздуха.   | 6                 |
| 3                         | Раздел 3. Электричество.                       | Аудиторные часы отведены только на сдачу второй части Домашнего задания №2. Лабораторные работы по разделу №3 "Электричество" во 2 семестре не предусмотрены согласно индивидуальному графику выполнения лабораторных работ.   | 3                 |
| <b>Всего за 2 семестр</b> |  |  | 17                |
| 4                         | Раздел 4. Магнетизм.                           | Аудиторные часы отведены на сдачу первой части Домашнего задания №1, выполнение и сдачу отчетов по двум лабораторным работам из  | 6                 |



|                           |                                      |   |           |
|---------------------------|--------------------------------------|---|-----------|
|                           |                                      | <p>перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории электричества и магнетизма. Лабораторная работа №1Э. Изучение электростатического поля методом моделирования. Лабораторная работа №2Э. Законы Кирхгофа. Лабораторная работа №3Э. Исследование зависимости полезной мощности, КПД источника тока и силы тока в цепи от нагрузки. Лабораторная работа №4Э. Определение диэлектрических проницаемостей жидкостей и поляризуемости неполярной молекулы резонансным методом. Лабораторная работа №5Э. Изучение процессов заряда и разряда конденсаторов. Лабораторная работа №6Э. Изучение свойств сегнетоэлектрика. Лабораторная работа №7Э. Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре. Лабораторная работа №1. Измерение магнитного поля Земли. Лабораторная работа №2. Определение напряженности магнитного поля в точках оси кругового тока. Лабораторная работа №3. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла. Лабораторная работа №4. Исследование петли гистерезиса ферромагнетика. Лабораторная работа №5. Определение взаимной индуктивности двух контуров. Лабораторная работа №6. Изучение явления взаимной индукции.</p> |           |
| 5                         | Раздел 5. Колебания и волны. Оптика. | <p>Аудиторные часы отведены на сдачу второй части Домашнего задания №1, первой части Домашнего задания №2, выполнение и сдачу отчета не более, чем по одной (1 или 0) лабораторной работе из перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории оптики. Лабораторная работа №1. Измерение показателей преломления жидкостей. Лабораторная работа №2. Определение длины световой волны при помощи бипризмы. Лабораторная работа №3. Измерения с помощью интерференционных колец Ньютона. Лабораторная работа №4. Дифракция на упорядоченном и хаотическом множествах препятствий. Лабораторная работа №5. Дифракция Фраунгофера на длинной прямоугольной щели. Лабораторная работа №6. Изучение свойств отражательной дифракционной решетки и определение с ее помощью длины световой волны. Лабораторная работа №7. Определение концентрации раствора при помощи полутеневого сахариметра. Лабораторная работа №8. Изучение законов поляризации света. Лабораторная работа №9. Изучение дисперсии света.</p>  | 6         |
| 6                         | Раздел 6. Квантовая физика.          | <p>Аудиторные часы отведены на сдачу второй части Домашнего задания №2, выполнение и сдачу отчета не более, чем по одной (1 или 0) лабораторной работе из перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории оптики. Лабораторная работа №1 (кв.опт.). Изучение спектров испускания и поглощения. Лабораторная работа №2 (кв.опт.). Исследование спектров инертных газов. Лабораторная работа №3 (кв.опт.). Изучение спектра атома водорода и определение постоянной Ридберга.</p>  | 5         |
| <b>Всего за 3 семестр</b> |                                      |   | <b>17</b> |

#### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания  | Объем, часов |
|-------|---|--|--------------|
| 1     | Раздел 1. Физические основы механики.   | Подготовка к двум лабораторным работам. Оформление отчетов по двум лабораторным работам. Подготовка к коллоквиуму по двум лабораторным работам. Подготовка к практическим занятиям по темам №1, 2, 3 и 4. Выполнение Домашнего задания №1. Подготовка к тестам по практическим занятиям №1, 2, 3 и 4. Подготовка к диагностическим работам №1 и 2. | 26           |
| 2     | Раздел 2. Молекулярная                  | Подготовка к двум лабораторным работам. Оформление отчетов по двум лабораторным работам. Подготовка к коллоквиуму по двум лабораторным работам. Подготовка к практическим занятиям по темам  | 26           |

|                           |                                      |  |    |
|---------------------------|--------------------------------------|--|----|
|                           | физика и термодинамика.              | №5, 6. Выполнение первой части Домашнего задания №2. Подготовка к тестам по практическим занятиям №5, 6. Подготовка к диагностической работе №3.   |    |
| 3                         | Раздел 3. Электричество.             | Подготовка к практическим занятиям по темам №7, 8. Выполнение второй части Домашнего задания №2. Подготовка к тестам по практическим занятиям №7, 8. Подготовка к диагностической работе №3.   | 24 |
| <b>Всего за 2 семестр</b> |                                      |  | 76 |
| 4                         | Раздел 4. Магнетизм.                 | Подготовка к двум лабораторным работам. Оформление отчетов по двум лабораторным работам. Подготовка к коллоквиуму по двум лабораторным работам. Подготовка к практическим занятиям по темам №1 и 2. Выполнение первой части Домашнего задания №1. Подготовка к тестам по практическим занятиям №1 и 2. Подготовка к диагностической работе №1.                                   | 26 |
| 5                         | Раздел 5. Колебания и волны. Оптика. | Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе. Подготовка к практическим занятиям по темам №3, 4, 5 и 6. Выполнение второй части Домашнего задания №1 и первой части Домашнего задания №2. Подготовка к тестам по практическим занятиям №3, 4, 5 и 6. Подготовка к диагностическим работам №2 и 3. | 25 |
| 6                         | Раздел 6. Квантовая физика.          | Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе. Подготовка к практическим занятиям по темам №7, 8. Выполнение второй части Домашнего задания №2. Подготовка к тестам по практическим занятиям №7, 8. Подготовка к диагностической работе №3.  | 25 |
| <b>Всего за 3 семестр</b> |                                      |  | 76 |

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА |   |      |   |                  |    |                  |   |          |    |                  |    |                  |    |          |    |    |
|---------|-----------------|---|------|---|------------------|----|------------------|---|----------|----|------------------|----|------------------|----|----------|----|----|
|         | 1               | 2 | 3    | 4 | 5                | 6  | 7                | 8 | 9        | 10 | 11               | 12 | 13               | 14 | 15       | 16 | 17 |
| 2       |                 |   | Тест |   | Тест, Отч. по ЛР | ДР | Тест, Отч. по ЛР |   | Тест, ДЗ | ДР | Тест, Отч. по ЛР |    | Тест, Отч. по ЛР |    | ДЗ, Тест | ДР |    |
| 3       |                 |   | Тест |   | Тест, Отч. по ЛР | ДР | Тест, Отч. по ЛР |   | Тест, ДЗ | ДР | Тест, Отч. по ЛР |    | Отч. по ЛР, Тест |    | ДЗ, Тест | ДР |    |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ДЗ – домашнее задание.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Волновая оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 435 экз.
2. . Механика и молекулярная физика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 620 экз.
3. . Практикум по физике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 862 экз.
4. . Спектры атома. Теория Бора. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
5. . Электромагнетизм. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 543 экз.
6. . Электромагнетизм. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 423 экз.
7. А. Г. Арешкин, Л. И. Васильева, С. Н. Соколова. . Основы квантовой механики и атомной физики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 408 экз.
8. А. Г. Арешкин, Н. А. Иванова, Ю. Н. Лазарева. . Элементы специальной теории относительности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 464 экз.
9. А. Л. Загребин, М. Г. Леднев, Т. А. Павлова. . Магнетизм. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 426 экз.
10. А. Л. Загребин, М. Г. Леднёв, О. С. Алексеева. . Молекулярная физика и термодинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 410 экз.
11. Д. Л. Фёдоров, Л. И. Васильева, Д. Ю. Иванов. . Квантовая оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 175 экз.
12. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 152 экз.
13. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Квантовая оптика. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 26 экз.
14. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Колебания. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 135 экз.
15. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Магнетизм. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 222 экз.
16. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Волновая оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 125 экз.
17. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 122 экз.
18. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Электричество. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
19. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 116 экз.
20. Д. Ю. Иванов, Л. И. Васильева. . Дисперсия, поглощение света и молекулярная рефракция. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 50 экз.
21. Д. Ю. Иванов, Т. Н. Князева, Ю. Н. Лазарева. . Введение в математическую обработку результатов эксперимента. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 444 экз.
22. Д. Ю. Иванов, Ю. Н. Лазарева. . Математическая обработка результатов измерений в примерах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 247 экз.
23. Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Колебания и волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 426 экз.
24. И. В. Савельев. Курс физики. Т. 3 Квантовая оптика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 298 экз.
25. И. В. Савельев. Курс физики. Т. 1 Механика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 370 экз.
26. И. В. Савельев. Курс физики. Т. 2 Электричество. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 285 экз.
27. И. Е. Иродов. Электромагнетизм. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006, 10 экз.
28. И. К. Некрасов. . Основы физики атомного ядра и элементарных частиц. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 469 экз.
29. Л. И. Васильева, Б. С. Губанов, Т. В. Иванова. . Методы решения задач по оптике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 838 экз.
30. Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Д. Л. Фёдоров. . Механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
31. Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Т. Н. Князева. . Электромагнитное поле в веществе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 400 экз.

32. Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Ю. Н. Лазарева. . Статистические распределения в физике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 254 экз.
33. Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. . Сборник задач по курсу физики с решениями. М.: Высшая школа, 2003, 74 экз.
34. Т. И. Трофимова. . Курс физики. М.: Высшая школа, 2003, 55 экз.
35. Ю. Н. Лазарева, В. А. Живулин, Д. В. Виноградский. . Электричество. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 122 экз.

#### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. И. Е. Иродов. Квантовая физика. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007, 3 экз.

#### 5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки;
2. Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки».

#### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-ЕBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://ura.it.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

#### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

#### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

#### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

#### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Установки для проведения лабораторных работ по «механика, молекулярная физика»;
3. Установка для лабораторных работ по "Электричество и магнетизм";
4. Установка для лабораторных работ по "Волновая и квантовая оптика".

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ФИЗИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнотехнический БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О4 ФИЗИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением фундаментальных понятий, законов и теорий классической и современной физики по основным разделам: физические основы механики, молекулярная физика и термодинамика, электричество, магнетизм, колебания и волны, оптика, квантовая физика.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **8 з.е., 288 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**152 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 288 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 152 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы  | Рекомендуемая литература  | Трудоемкость, час. |
|--|---|--------------------|
| <b>Раздел 1. Физические основы механики.</b>   |   |                    |
| Подготовка к двум лабораторным работам. Оформление отчетов по двум лабораторным работам. Подготовка к коллоквиуму по двум лабораторным работам. Подготовка к практическим занятиям по темам №1, 2, 3 и 4. Выполнение Домашнего задания №1. Подготовка к тестам по практическим занятиям №1, 2, 3 и 4. Подготовка к диагностическим работам №1 и 2. | . Механика и молекулярная физика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Страницы 3-75)<br>Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Д. Л. Фёдоров. . Механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Все главы)<br>Д. Ю. Иванов, Ю. Н. Лазарева. . Математическая обработка результатов измерений в примерах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Все главы)<br>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Все главы)<br>Т. И. Трофимова. . Курс физики: М.: Высшая школа, 2003 (Главы 1-7)<br>Д. Ю. Иванов, Т. Н. Князева, Ю. Н. Лазарева. . Введение в математическую обработку результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Все главы)<br>А. Г. Арешкин, Н. А. Иванова, Ю. Н. Лазарева. . Элементы специальной теории относительности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (Все главы)<br>И. В. Савельев. Курс | 26                 |



|   |   |    |
|---|---|----|
|   | <p>физики. Т. 1 Механика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Главы 1-8)</p> <p>Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. . Сборник задач по курсу физики с решениями: М.: Высшая школа, 2003 (Страницы 6-144)</p>   |    |
| Итого по разделу 1  |   | 26 |
| <b>Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.</b>   |   |    |
| <p>Подготовка к двум лабораторным работам. Оформление отчетов по двум лабораторным работам. Подготовка к коллоквиуму по двум лабораторным работам. Подготовка к практическим занятиям по темам №5, 6. Выполнение первой части Домашнего задания №2. Подготовка к тестам по практическим занятиям №5, 6. Подготовка к диагностической работе №3.</p> | <p>Т. И. Трофимова. . Курс физики: М.: Высшая школа, 2003 (Главы 8-10)</p> <p>Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Ю. Н. Лазарева. . Статистические распределения в физике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Главы 1, 2)</p> <p>. Механика и молекулярная физика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Страницы 76-132)</p> <p>И. В. Савельев. Курс физики. Т. 1 Механика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Главы 9-15)</p> <p>Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. . Сборник задач по курсу физики с решениями: М.: Высшая школа, 2003 (Страницы 145-198)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Все главы)</p> <p>А. Л. Загребин, М. Г. Леднёв, О. С. Алексеева. . Молекулярная физика и термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Все главы)</p> | 26 |
| Итого по разделу 2  |   | 26 |
| <b>Раздел 3. Электричество.</b>   |   |    |
| <p>Подготовка к практическим занятиям по темам №7, 8. Выполнение второй части Домашнего задания №2. Подготовка к тестам по практическим занятиям №7, 8. Подготовка к диагностической работе №3.</p>   | <p>Т. И. Трофимова. . Курс физики: М.: Высшая школа, 2003 (Главы 11-13)</p> <p>И. Е. Иродов. Электродинамика. Основные законы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 (Главы 1-5)</p> <p>. Практикум по физике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им.</p>   | 24 |



|   |  |    |
|---|--|----|
|   | <p>Д. Ф. Устинова, 2005 (Все главы)</p> <p>Ю. Н. Лазарева, В. А. Живулин, Д. В. Виноградский. .<br/>Электричество: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (Все главы)</p> <p>И. В. Савельев. Курс физики. Т. 2 Электричество: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Главы 1-5)</p> <p>Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Т. Н. Князева. .<br/>Электромагнитное поле в веществе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Глава 1)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. .<br/>Физика. Электричество: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Все главы)</p> <p>Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. . Сборник задач по курсу физики с решениями: М.: Высшая школа, 2003 (Страницы 199-250)</p> |    |
| Итого по разделу 3  |  | 24 |
| <b>Раздел 4. Магнетизм.</b>   |  |    |
| <p>Подготовка к двум лабораторным работам. Оформление отчетов по двум лабораторным работам. Подготовка к коллоквиуму по двум лабораторным работам. Подготовка к практическим занятиям по темам №1 и 2. Выполнение первой части Домашнего задания №1. Подготовка к тестам по практическим занятиям №1 и 2. Подготовка к диагностической работе №1.</p> | <p>Т. И. Трофимова. . Курс физики: М.: Высшая школа, 2003 (Главы 14-17)</p> <p>Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. . Сборник задач по курсу физики с решениями: М.: Высшая школа, 2003 (Страницы 251-306)</p> <p>Ю. Н. Лазарева, В. А. Живулин, Д. В. Виноградский. .<br/>Электричество: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (Все главы)</p> <p>А. Л. Загребин, М. Г. Леднев, Т. А. Павлова. .<br/>Магнетизм: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Все главы)</p> <p>. Электромагнетизм: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (Страницы 3-62)</p> <p>И. В. Савельев. Курс физики. Т. 2 Электричество: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Главы 6-9)</p> <p>И. Е. Иродов.</p>                 | 26 |

|  |   |    |
|--|---|----|
|  | <p>Электромагнетизм.<br/>Основные законы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 (Главы 6-10)<br/>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. .<br/>Физика. Магнетизм: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Все главы)<br/>. Электромагнетизм: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (Страницы 29-59)<br/>Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Т. Н. Князева. .<br/>Электромагнитное поле в веществе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Глава 2)</p>  |    |
| Итого по разделу 4   |   | 26 |
| <b>Раздел 5. Колебания и волны. Оптика.</b>  |   |    |
| Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе. Подготовка к практическим занятиям по темам №3, 4, 5 и 6. Выполнение второй части Домашнего задания №1 и первой части Домашнего задания №2. Подготовка к тестам по практическим занятиям №3, 4, 5 и 6. Подготовка к диагностическим работам №2 и 3. | <p>И. Е. Иродов.<br/>Электромагнетизм.<br/>Основные законы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 (Глава 10-11)<br/>Т. И. Трофимова. . Курс физики: М.: Высшая школа, 2003 (Главы 18-25)<br/>Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Колебания и волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Все главы)<br/>. Волновая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Страницы 3-73)<br/>Л. И. Васильева, Б. С. Губанов, Т. В. Иванова. . Методы решения задач по оптике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Главы 1-5)<br/>Д. Ю. Иванов, Л. И. Васильева. . Дисперсия, поглощение света и молекулярная рефракция: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Все главы)<br/>И. В. Савельев. Курс физики. Т. 2 Электричество: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Главы 10-15)<br/>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Волновая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (Все главы)</p> | 25 |

|   |   |    |
|---|---|----|
|   | <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Колебания: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Все главы)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (Все главы)</p> <p>Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. . Сборник задач по курсу физики с решениями: М.: Высшая школа, 2003 (Страницы 307-451)</p>   |    |
| Итого по разделу 5  |   | 25 |
| <b>Раздел 6. Квантовая физика.</b>  |   |    |
| Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе. Подготовка к практическим занятиям по темам №7, 8. Выполнение второй части Домашнего задания №2. Подготовка к тестам по практическим занятиям №7, 8. Подготовка к диагностической работе №3. | <p>Л. И. Васильева, Б. С. Губанов, Т. В. Иванова. . Методы решения задач по оптике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Главы 6, 7)</p> <p>Т. И. Трофимова. . Курс физики: М.: Высшая школа, 2003 (Главы 26-29, 32, 33)</p> <p>. Спектры атома. Теория Бора: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (Все главы)</p> <p>И. Е. Иродов. Квантовая физика. Основные законы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007 (Все главы)</p> <p>И. В. Савельев. Курс физики. Т. 3 Квантовая оптика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Главы 1-6, 9, 10)</p> <p>Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Ю. Н. Лазарева. . Статистические распределения в физике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Главы 3-5)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Квантовая оптика: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (Все главы)</p> <p>Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. . Сборник задач по курсу физики с решениями: М.: Высшая школа, 2003 (Страницы 452-502)</p> <p>И. К. Некрасов. . Основы физики атомного ядра и элементарных частиц: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Все</p> | 25 |

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
|                    | главы)<br>Д. Л. Фёдоров, Л. И.<br>Васильева, Д. Ю. Иванов. .<br>Квантовая оптика:<br>СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им.<br>Д. Ф. Устинова, 2021<br>(Страницы 3-23)<br>А. Г. Арешкин, Л. И.<br>Васильева, С. Н. Соколова. .<br>Основы квантовой механики<br>и атомной физики:<br>СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им.<br>Д. Ф. Устинова, 2007<br>(Страницы 3-48) |    |
| Итого по разделу 6 |   | 25 |

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- тест;
- отчет по ЛР;
- экзамен;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Домашнее задание

Перечень тем домашних заданий:

1. Механика
2. Молекулярная физика, термодинамика и электростатика.
3. Магнетизм, колебания и волны.
4. Волновая оптика, квантовая оптика и спектры атомов.

Решения домашних заданий представляются в рукописной форме.

Каждое домашнее задание содержит 6 задач, принятых за 100%.

Домашнее задание считается сданным, если представлено правильное решение не менее 60% заданий.

Варианты индивидуальных домашних заданий по разделам курса и требования к их оформлению представлены в УМК дисциплины и выложены в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ».

#### Тест

Тесты проводятся в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ».

Каждый вариант теста содержит 6 заданий, принятых за 100 %. Задания соответствуют темам изучаемого раздела курса.

Тест считается сданным, если выполнено не менее 5 заданий.

Варианты тестовых заданий по всем разделам курса представлены в УМК дисциплины, а в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» – тренировочные варианты.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в рукописной форме на белых листах форматом А4, заполненных с одной стороны.

Содержание отчета должно соответствовать шаблону отчета по лабораторной работе. Шаблон размещен в ЭИОС Moodle и в УМК дисциплины.

Лабораторная работа считается сданной при выполнении следующих условий:

а) при проверке отчета выполнены следующие требования:

- заполнены сводные таблицы с результатами прямых и косвенных измерений;
- выполнен расчет значений искомых величин и их погрешностей;
- правильно представлены записи окончательных результатов;
- построены необходимые графики в соответствии с требованиями, изложенными в методических пособиях к лабораторным работам (требования продублированы в шаблоне отчета ЛР);
- проведен анализ полученных результатов путем сравнения их с теоретическими значениями;
- даны письменные ответы на все контрольные вопросы (контрольные вопросы приведены в методических указаниях к каждой лабораторной работе).

б) при защите лабораторной работы:

- кратко изложены результаты выполненной работы;
- даны правильные развернутые ответы на вопросы преподавателя (из числа контрольных вопросов, ответы на которые написаны в отчете).

Если не выполнено хотя бы одно из выше указанных требований к самому отчету или его защите, то отчет подлежит доработке, или рекомендуется изучить вопрос, на который дан неправильный ответ.

### **Экзамен**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

На экзамене используются билеты с заданиями.

Каждый билет содержит 6 заданий, что составляет 100%.

Каждое задание оценивается по 3-х балльной шкале.

Все задания должны сопровождаться пояснениями, качество которых влияет на окончательную экзаменационную оценку.

Оценка выставляется после собеседования со студентом в соответствии со следующими критериями:

- менее 50% (9 баллов) правильных ответов – «неудовлетворительно»;
- от 50% (9 баллов) до 66 % (11 баллов) правильных ответов – «удовлетворительно»;
- от 67% (12 баллов) до 82 % (14 баллов) правильных ответов – «хорошо»;
- от 83% (15 баллов) до 100 % (18 баллов) правильных ответов – «отлично».

Варианты экзаменационных билетов, а также список теоретических вопросов к экзамену представлены в УМК дисциплины.

В ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» размещены: содержание дисциплины, порядок проведения экзамена, содержание и образец экзаменационного билета.

### **Экзамен**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

На экзамене используются билеты с заданиями.

Каждый билет содержит 6 заданий, что составляет 100%.

Каждое задание оценивается по 3-х балльной шкале.

Все задания должны сопровождаться пояснениями, качество которых влияет на окончательную экзаменационную оценку.

Оценка выставляется после собеседования со студентом в соответствии со следующими критериями:

- менее 50% (9 баллов) правильных ответов – «неудовлетворительно»;
- от 50% (9 баллов) до 66 % (11 баллов) правильных ответов – «удовлетворительно»;
- от 67% (12 баллов) до 82 % (14 баллов) правильных ответов – «хорошо»;
- от 83% (15 баллов) до 100 % (18 баллов) правильных ответов – «отлично».

Варианты экзаменационных билетов, а также список теоретических вопросов к экзамену представлены в УМК дисциплины.

В ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» размещены: содержание дисциплины, порядок проведения экзамена, содержание и образец экзаменационного билета.

Паспорт фонда оценочных средств

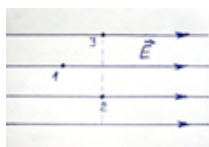
| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц   | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |                                     | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|                     |         |  |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Лабораторный практикум | Практические занятия |                                  | ОПК-5                      |                                     |                                  |
| 1                   | 2       | Раздел 1. Физические основы механики.          | 56    | 30                                    | 14     | 8                      | 8                    | 26                               | 20                         | Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест |                                  |
| 1                   | 2       | Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика. | 46    | 20                                    | 10     | 6                      | 4                    | 26                               | 15                         | Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест |                                  |
| 1                   | 2       | Раздел 3. Электричество.                       | 42    | 18                                    | 10     | 3                      | 5                    | 24                               | 15                         | Домашнее задание, Тест              |                                  |
| Всего за 2 семестр  |         |  | 144   | 68                                    | 34     | 17                     | 17                   | 76                               | 50                         |                                     |                                  |
| 2                   | 3       | Раздел 4. Магнетизм.                           | 44    | 18                                    | 8      | 6                      | 4                    | 26                               | 15                         | Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест |                                  |
| 2                   | 3       | Раздел 5. Колебания и волны. Оптика.           | 55    | 30                                    | 16     | 6                      | 8                    | 25                               | 20                         | Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест |                                  |
| 2                   | 3       | Раздел 6. Квантовая физика.                    | 45    | 20                                    | 10     | 5                      | 5                    | 25                               | 15                         | Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест |                                  |
| Всего за 3 семестр  |         |  | 144   | 68                                    | 34     | 17                     | 17                   | 76                               | 50                         |                                     |                                  |
| Всего по дисциплине |         |  | 288   | 136                                   | 68     | 34                     | 34                   | 152                              | 100                        |                                     |                                  |

## Оценочные материалы по дисциплине ФИЗИКА

**ОПК-5 - Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

На рисунке представлены силовые линии электрического поля равномерно заряженной плоскости. Какие из соотношений для вектора напряженности  $E$  и потенциала  $\varphi$  верны



1.  $\vec{E}_1 > \vec{E}_3$
2.  $\varphi_1 > \varphi_2$
3.  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$
4.  $\vec{E}_1 = \vec{E}_2$

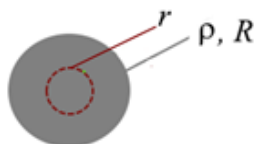
№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие явления подтверждают квантовую природу электромагнитного излучения?

1. Фотоэффект
2. Эффект Доплера
3. Тормозное рентгеновское излучение
4. Биения
5. Опыт Юнга

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В пространстве имеется равномерно заряженный объемной плотностью заряда  $\rho = 47,8 \text{ нКл/м}^3$  шар радиуса  $R = 0,3 \text{ м}$ . Мысленно выделим в пространстве замкнутую поверхность в виде сферы радиуса  $r = 0,1 \text{ м}$ , так что центры сферы и шара совпадают (см. рис). Найдите поток вектора напряженности электрического поля сквозь поверхность сферы.



№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Силовые линии однородного электростатического поля напряженностью  $E$  сонаправлены с осью  $Y$  декартовой системы координат. Чему равна работа поля по переносу отрицательного точечного заряда  $-q$  из точки с координатами  $(x_1, y_1)$  в точку с координатами  $(x_2, y_2)$ ? ( $x_2 > x_1, y_2 > y_1$ ). Представить обоснованный развернутый ответ.

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите названия термодинамических процессов для идеального газа, представленных в левом столбце с формулами, представленных в правом столбце.

- |                      |    |                 |
|----------------------|----|-----------------|
| 1) изобарный процесс | А) | $\Delta U = 0$  |
| 2) изохорный процесс | Б) | $-\Delta U = A$ |



- 3)  
изотермический В)  $\Delta U = Q$   
процесс
- 4)  
адиабатический Г)  $Q = C_p \cdot nT$   
процесс
- 5)  
политропический  
процесс

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Исследуется электростатическое поле равномерно заряженной по поверхности положительным зарядом сферы. В точке  $A$ , взятой на поверхности сферы, напряженность ее поля равна  $E_a$ . Определите напряженность электрического поля в центре сферы - в точке  $O$ , в точке  $D$ , лежащей на середине отрезка  $OA$  и в точке  $C$ , находящейся на расстоянии от центра, равном  $2OA$ .

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

| Физическая величина  | Ее значение                             |
|--|---|
| 1)<br>напряженность электрического поля в центре сферы – в точке $O$ | А) $0,5 \cdot E_a$                      |
| 2)<br>напряженность электрического поля в точке $D$                  | Б) $0$                                  |
| 3)<br>напряженность электрического поля в точке $C$                  | В) $4 \cdot E_a$<br>Г) $0,25 \cdot E_a$ |

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Вам предстоит решить задачу на применение закона сохранения импульса. Метод решения такой задачи включает определенную последовательность действий. Установите правильный порядок действий и запишите последовательность цифр слева направо.

1. Записать закон сохранения импульса в векторной форме.
2. Решить систему уравнений относительно неизвестных в общем виде.
3. Изобразить на чертеже векторы импульсов тел системы непосредственно перед и после взаимодействия.
4. Проверить размерность и сделать числовой расчет.
5. Спроецировать векторные величины импульсов на координатные оси и получить систему скалярных уравнений.
6. Необходимо проверить систему взаимодействующих тел на замкнутость.

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Исследование спектров производится на *монокроматоре* - оптико-механическом приборе, предназначенном для выделения узких интервалов длин волн оптического (т. е. видимого, инфракрасного или ультрафиолетового) излучения.

Визир окуляра прибора наводится на исследуемую линию спектра с помощью измерительного барабана, на котором нанесены деления в градусах. Отсчет считывается против индекса на указателе, который скользит по спиральной канавке барабана.

Таким образом, для определения длин волн спектральных линий необходимо, прежде всего, проградуировать шкалу барабана поворотного механизма монохроматора в длинах волн, т.е. найти зависимость  $l = f(\lambda)$ , где  $l$  - отсчет по шкале. Градуировка осуществляется с помощью известного линейчатого спектра паров ртути.

Установите последовательность действий. Запишите последовательность цифр слева направо.

1. Просмотреть весь спектр от красной до фиолетовой (необходимо убедиться, что все линии спектра доступны к измерению).
2. Установить на рельс ртутную лампу и включить её.
3. Включить блок питания монохроматора
4. По данным таблицы построить градуировочный график  $l = f(\lambda)$  на миллиметровой бумаге..
5. Настроить ширину щели монохроматора (при широком раскрытии щели три синие линии ртути наблюдаются как одна)
6. Вращая барабан в одном направлении, совмещать визир окуляра со всеми линиями спектра ртути (начиная с фиолетовой линии), длина волны которых указана в прилагаемой таблице. Снятые отсчеты занести в ту же таблицу соответственно.
7. Выключить ртутную лампу

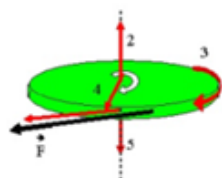
№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Как изменится скорость фотоэлектронов и работа выхода, если увеличить частоту света, освещающего фотокатод, не меняя при этом его интенсивность? Выберите два правильных ответа из предложенных и обоснуйте ответ.

- 1) скорость фотоэлектронов увеличится;
- 2) скорость фотоэлектронов уменьшится;
- 3) работа выхода уменьшится;
- 4) работа выхода не изменится;

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Колесо вращается так, как указано белой стрелкой. К ободу колеса приложена сила, направленная по касательной. Вектор угловой скорости направлен



- 1-1
- 2-2
- 3-3
- 4-4
- 5-5

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В какой среде не могут распространяться механические волны? Выберите один ответ:

1. в газах
2. в жидкостях
3. в вакууме

4. в твердых телах

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками зарядили от источника постоянного напряжения и отключили. Что не изменится при увеличении зазора  $d$  между обкладками конденсатора? Выберите правильный из четырёх предложенных ответов и обоснуйте его.

- 1 - разность потенциалов между обкладками
- 2 – напряжённость электрического поля между обкладками
- 3 – ёмкость конденсатора
- 4 – заряд на обкладках конденсатора