

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
Институт электронных и информационных систем  
Кафедра общей и экспериментальной физики



**ФИЗИКА**

Учебный модуль по направлению подготовки  
35.03.01 – Лесное дело

Рабочая программа

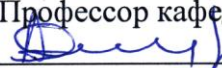
**СОГЛАСОВАНО**

Начальник УО

  
« 30 » 10 2017 г. О.Б. Широколобова

Разработал

Профессор кафедры ОЭФ

  
« 30 » 08 2017 г. А.О. Окунев

Заведующий каф. лесного хозяйства

  
« 18 » 10 2017 г. М.В. Никонов

Принято на заседании кафедры ОЭФ

Протокол № 1 от 06.09 2017 г.

Заведующий кафедрой ОЭФ

  
« 06 » 09 2017 г. В.В. Гаврушко

## **1 Цели и задачи учебного модуля**

Цели учебного модуля (УМ): формирование компетентности студентов в области физики, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности, а именно:

1. изучение основных физических явлений и идей; овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;
2. формирование научного мировоззрения и современного научного мышления;
3. овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;
4. ознакомление с современной научной аппаратурой, формирование навыков проведения физического эксперимента;
5. формирование навыков физического моделирования прикладных задач будущей специальности.

### **Задачи УМ:**

- формирование у студентов системы теоретических знаний в области физики;
- актуализация способности студентов использовать теоретические знания при решении задач и проведении экспериментов;
- формирование у студентов понимания значимости знаний и умений по дисциплине при работе по специальности;
- формирование у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачу, способность вычленять главное и второстепенное, умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;
- изучение элементов биофизики: физические явления в биологических системах, физические свойства этих систем, физико-химические основы биологических процессов;
- формирование навыков изучения научной литературы;
- стимулирование студентов к самостоятельной деятельности по освоению дисциплины и формированию необходимых компетенций.
- обучение студентов технике безопасности при работе с физическим оборудованием.

Ведущая идея учебного модуля – приобретение базовых знаний о физических явлениях дает прочную основу для дальнейшего овладения профессией.

## **2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки**

Дисциплина относится к базовой части учебного плана, на изучение модуля выделено 3 зачетных единицы.

Для освоения дисциплины «Физика» необходимы умения и знания школьного курса физики и математики, а также приобретаемые при изучении дисциплины «Математика»:

1. Погрешности измерений
2. Оценка качества измерений
3. Статистика

Для изучения модуля необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися на предыдущем уровне образования (в средней образовательной школе, колледж и т.п.) в ходе изучения дисциплин «Математика» и «Физика». Кроме того, используются знания по высшей математике, которая изучается в соответствии с образовательным стандартом.

Знания и умения, формируемые в процессе изучения данного модуля, необходимы для освоения учебной программы учебных модулей естественнонаучного и профессионального блоков.

### 3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций: **ОПК – 2: способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.**

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

| Код компетенции | Уровень освоения компетенции | Знать                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Уметь                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Владеть                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК – 2         | пороговый                    | <ul style="list-style-type: none"><li>- терминологию, используемую в физике;</li><li>- определения и основные законы, используемые в физике;</li><li>- разделы и законы физики, связанные с видом профессиональной деятельности;</li><li>- правила записи и обработки экспериментальных данных;</li><li>- технику безопасности при работе с приборами и установками.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- работать с информацией (отбирать, анализировать, обобщать, синтезировать);</li><li>- логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;</li><li>- применять физические законы при решении задач теоретического, экспериментального и прикладного характера;</li><li>- обрабатывать экспериментальные данные, проводить анализ результатов, рассчитывать погрешности измерений.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками работы с учебной и специальной литературой, а также поисковыми системами сети Интернет;</li><li>- навыками составления отчетной документации;</li><li>- навыками работы с измерительными приборами и выполнения физических экспериментов;</li><li>- навыками обработки экспериментальных данных.</li></ul> |

## 4 Структура и содержание учебного модуля

### 4.1 Трудоемкость учебного модуля

| Учебная работа (УР)                                                               | Всего | Распределение по семестрам | Коды<br>формир-х<br>компет-й |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------|------------------------------|
|                                                                                   |       | 2 семестр                  |                              |
| <b>Трудоемкость модуля в за-<br/>четных единицах (ЗЕТ)</b>                        | 3     | 3                          | ОПК – 2                      |
| <b>Распределение трудоемкости<br/>по видам УР в академических<br/>часах (АЧ):</b> | 108   | 108                        |                              |
| - лекции                                                                          | 27    | 27                         |                              |
| - практические занятия<br>(семинары)                                              | 9     | 9                          |                              |
| - лабораторные работы                                                             | 18    | 18                         |                              |
| - аудиторная СРС                                                                  | 9     | 9                          |                              |
| - внеаудиторная СРС                                                               | 54    | 54                         |                              |
| <b>Аттестация:</b>                                                                |       |                            |                              |
| - зачет                                                                           |       | зачет                      |                              |

### 4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

Учебный модуль построен по «горизонтальной» схеме, где все составляющие модуля вносят приблизительно равный и относительно независимый вклад в образовательный результат. Это позволяет обеспечить системный подход к построению курса, определению его содержания и эффективный контроль усвоения знаний студентов. Каждый раздел модуля состоит из лекций, практических занятий, лабораторных работ, аудиторной самостоятельной работы студентов и внеаудиторной самостоятельной работы студентов.

Внеаудиторная СРС включает в себя подготовку к текущим практическим занятиям и лабораторным работам. Результаты этой подготовки проявляются:

- в активности студента на практических занятиях, при выполнении лабораторных работ;
- в качественном уровне подготовленных заданий.

Аудиторная СРС (выполнение дополнительных индивидуальных и групповых заданий, как обязательных, так и по выбору) направлена на самостоятельный поиск различных вариантов решения задач и объяснений результатов экспериментов, проводимых в ходе лабораторных работ, углубление и закрепление знаний по теории физических явлений. Результаты этой формы самостоятельной подготовки оцениваются в ходе индивидуальных консультаций с преподавателем, которые могут быть также дистанционными с использованием средств современных телекоммуникаций. Баллы за специальную самостоятельную подготовку также учитываются при итоговой аттестации по курсу.

Учебный модуль состоит из следующих разделов:

|                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>УЭМ 1 Механика</b>                                                           |
| 1.1 Измерения физических величин. Погрешности измерений.                        |
| 1.2 Кинематика поступательного и вращательного движения материальной точки.     |
| 1.3 Динамика материальной точки. Законы Ньютона.                                |
| 1.4 Динамика вращательного движения твердого тела. Момент силы. Момент инерции. |
| 1.5 Работа и энергия. Законы сохранения в механике.                             |

|                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.6 Гармонические колебания.                                                                 |
| 1.7 Гидромеханика.                                                                           |
| <b>УЭМ 2 Молекулярная физика и термодинамика</b>                                             |
| 2.1 Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества.                    |
| 2.2 Идеальные газы. Уравнение состояния. Изопроцессы.                                        |
| 2.3 Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики. Теплоёмкость.           |
| 2.4 Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.                                              |
| 2.5 Второе начало термодинамики. Цикл Карно.                                                 |
| <b>УЭМ 3 Электростатика</b>                                                                  |
| 3.1 Электрическое поле. Напряженность и потенциал электростатического поля.                  |
| 3.2 Проводники в электростатическом поле. Емкость. Конденсаторы.                             |
| 3.3 Электрическое поле в диэлектриках. Энергия электрического поля.                          |
| <b>УЭМ 4 Постоянный электрический ток</b>                                                    |
| 4.1 Постоянный электрический ток. Законы Ома. Тепловое действие тока.                        |
| 4.2 Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа                                                     |
| <b>УЭМ 5 Магнитное поле</b>                                                                  |
| 5.1 Магнитное действие тока. Магнитное поле и его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа.  |
| 5.2 Магнитное поле прямого и кругового тока. Соленоиды и тороиды.                            |
| 5.3 Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.                  |
| 5.4 Магнитные свойства вещества. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики.                |
| <b>УЭМ 6. Электромагнитная индукция</b>                                                      |
| 6.1 Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции.                                      |
| 6.2 Самоиндукция. Взаимная индукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля.                 |
| <b>УЭМ 7. Геометрическая и волновая оптика</b>                                               |
| 7.1 Геометрическая оптика.                                                                   |
| 7.2 Световые волны. Интерференция света. Когерентность.                                      |
| 7.3 Дифракция света. Дифракционная решетка.                                                  |
| 7.4 Поляризация света.                                                                       |
| 7.5 Взаимодействие света с веществом. Дисперсия, рассеяние, поглощение света.                |
| <b>УЭМ 8. Квантовые свойства света. Строение атома и атомного ядра</b>                       |
| 8.1 Тепловое излучение и его законы.                                                         |
| 8.2 Фотоэффект и его законы.                                                                 |
| 8.3 Модели строения атома.                                                                   |
| 8.4 Рентгеновское излучение.                                                                 |
| 8.5 Строение атомного ядра. Энергия связи. Ядерные силы.                                     |
| 8.6 Радиоактивность. $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ -излучения. Закон радиоактивного распада. |
| 8.7 Современная физическая картина мира. Космические лучи. Элементарные частицы.             |

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

#### 4.3 Лабораторный практикум\*

| № раздела УМ  | Наименование лабораторных работ                                  | Трудоемкость, ак.час |
|---------------|------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.1           | Измерение физических величин                                     | 2                    |
| 1.2, 1.3, 1.5 | Изучение соударения шаров                                        | 2                    |
| 1.2, 1.4      | Исследование законов вращательного движения на маятнике Обербека | 2                    |

|         |                                                                                                                                      |   |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1.2-1.5 | Определение скорости полета пули с помощью крутильно-баллистического маятника                                                        | 2 |
| 1.5     | Определение моментов инерции твердых тел методом крутильных колебаний                                                                | 2 |
| 1.6     | Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника                                                          | 2 |
| 2.2     | Определение отношения молярных теплоемкостей в процессах при постоянном давлении и при постоянном объеме для идеальных газов         | 2 |
| 2.2     | Определение коэффициента вязкости воздуха, средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха                  | 2 |
| 2.6     | Определение коэффициента вязкости жидкости с помощью вискозиметра, либо<br>Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса | 2 |
| 3.1     | Исследование электростатического поля                                                                                                | 2 |
| 3.2     | Определение емкости конденсаторов                                                                                                    | 2 |
| 4.1     | Исследование цепи постоянного тока                                                                                                   | 2 |
| 4.2     | Измерение сопротивлений методом мостиковой схемы                                                                                     | 2 |
| 4.2     | Измерение ЭДС источника методом компенсации                                                                                          | 2 |
| 5.2     | Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли                                                          | 2 |
| 5.3     | Определение удельного заряда электрона при помощи магнетрона                                                                         | 2 |
| 6.1     | Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью осциллографа                                                              | 2 |
| 6.2     | Определение коэффициента взаимной индукции 2-х соленоидов                                                                            | 2 |
| 7.1     | Определение фокусного расстояния линз                                                                                                | 2 |
| 7.2     | Определение длины световой волны при помощи интерференционных колец                                                                  | 2 |
| 7.2     | Определение длины волны света с помощью би-призмы Френеля                                                                            | 2 |
| 7.3     | Определение длины волны света с помощью дифракционной решетки                                                                        | 2 |
| 7.4     | Исследование явления поляризации.                                                                                                    | 2 |
| 8.1     | Определение суммарного коэффициента поглощения тепла оптическим пирометром                                                           | 2 |
| 8.2     | Исследование вакуумного и газонаполненного фотоэлемента                                                                              | 2 |
| 8.5     | Исследование спектра испускания водорода и определение постоянной Ридберга                                                           | 2 |

\* Студенты получают (или выбирают) лабораторные работы на количество часов, определяемое базовым учебным планом. Лабораторные работы могут быть заменены аналогичными из имеющихся на кафедре лабораторных стендов.

#### **4.4 Организация изучения учебного модуля**

Образовательный процесс модуля строится на основе комбинации различных образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, организация самостоятельной работы, информационные технологии, технологии групповой работы, элементы технологии развития «критического мышления», развивающего обучения, исследовательской деятельности.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционных (вводная лекция, классическая, обзорная лекция);
- практических (индивидуальная работа, работа в группах);
- активизации творческой деятельности (приемы технологии развития критического мышления – верные и неверные утверждения ("верите ли вы"), ключевые слова, «тонкие» и «толстые» вопросы, дискуссия, кластер и др.);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов) (работа с источниками по темам дисциплины, подготовка к проведению лабораторных работ, создание словаря терминов и определений по материалам разделов, решение задач и др.).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедийных средств для проведения лекционных и практических занятий.

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

#### **5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля**

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положениями «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников».

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются разноуровневые задачи, лабораторные работы, контрольные работы, коллоквиум.

Критерии оценивания представлены в ФОС.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

Качество освоения студентами модуля оценивается с помощью шкал, представленных в паспортах компетенций модуля.

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля**

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено картой учебно-методического обеспечения (Приложение В).

## **7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля**

- 1 *Специализированная физическая лекционная поточная аудитория.*
- 2 *Кабинет для подготовки лекционных демонстраций.*
- 3 *Музей демонстрационных стендов.*
- 4 *2 параллельные учебные лаборатории по механике (по 11 лабораторных работ)*
- 5 *2 параллельные учебные лаборатории по электричеству (по 19 лабораторных работ)*
- 6 *2 параллельные учебные лаборатории по оптике (по 18 лабораторных работ)*

**Приложение А**  
(обязательное)

**А.1 Организация изучения учебного модуля «Физика»**

| Разделы модуля                                                             | Формы организации                                                                                                                        | Задания на аудиторную и вне-аудиторную СРС                                                                                                                                                                                                     | Литература                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1 Механика</b>                                                          |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                         |
| 1.1 Измерения физических величин. Погрешности измерений.                   | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие                                                                    | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 4, 9, 12<br><b>Дополнительн:</b> приложение В, таблица Г.3, номера: 1, 3         |
| 1.2 Кинематика поступательного и вращательного движения материальной точки | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач                      | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание)                                                                                                                                    | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5, 9<br><b>Дополнительн:</b> приложение В, таблица В.3, номера: 3, 4 |
| 1.3 Динамика материальной точки. Законы Ньютона                            | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5                                                                    |

|                                                                                |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.4 Динамика вращательного движения твердого тела. Момент силы. Момент инерции | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5                                                                 |
| 1.5 Работа и энергия. Законы сохранения в механике                             | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5                                                                 |
| 1.6 Гармонические колебания                                                    | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5, 12                                                             |
| 1.7 Гидромеханика                                                              | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач                      | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);                                                                                                                                   | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5<br><b>Дополнительн:</b> приложение В, таблица В.3, номера: 1, 2 |

## **2 Молекулярная физика и термодинамика**

|                                                                                   |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 2.1 Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества          | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5 |
| 2.2 Идеальные газы. Уравнение состояния. Изопроцессы                              | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5 |
| 2.3 Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики. Теплоёмкость | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач                      | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);                                                                                                                                   | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5 |
| 2.4 Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона                                    | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач                      | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание)                                                                                                                                    | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5 |

|                                                                            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 2.5 Второе начало термодинамики. Цикл Карно                                | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5     |
| <b>3 Электростатика</b>                                                    |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                          |
| 3.1 Электрическое поле. Напряженность и потенциал электростатического поля | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач                      | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5, 13 |
| 3.2 Проводники в электростатическом поле. Емкость. Конденсаторы            | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5     |
| 3.3 Электрическое поле в диэлектриках. Энергия электрического поля         | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домаш-                                       | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);                                                                                                                                   | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5     |

|                                                                                            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                            | няя контрольная работа по решению задач                                                                                                  | самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами                                                                                                              |                                                                          |
| <b>4 Постоянный электрический ток</b>                                                      |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                          |
| 4.1 Постоянный электрический ток. Законы Ома. Тепловое действие тока                       | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5, 13 |
| 4.2 Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа                                                   | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5     |
| <b>5 Магнитное поле</b>                                                                    |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                          |
| 5.1 Магнитное действие тока. Магнитное поле и его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домаш-                                       | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);                                                                                                                                   | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5, 7  |

|                                                                              |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              | няя контрольная работа по решению задач                                                                                                  | самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами                                                                                                              |                                                                            |
| 5.2 Магнитное поле прямого и кругового тока. Соленоиды и тороиды             | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач                      | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 |
| 5.3 Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле   | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5, 7    |
| 5.4 Магнитные свойства вещества. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5, 7    |
| <b>6 Электромагнитная индукция</b>                                           |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                            |

|                                                                             |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 6.1 Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции                      | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5         |
| 6.2 Самоиндукция. Взаимная индукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5         |
| <b>7 Геометрическая и волновая оптика</b>                                   |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                              |
| 7.1 Геометрическая оптика                                                   | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11 |
| 7.2 Световые волны. Интерференция света. Когерентность                      | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лабо-                        | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5         |

|                                                                              |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                                                              |                                                                                                                                          | ратории) с лаб. работами                                                                                                                                                                                                                       |                                                                      |
| 7.3 Дифракция света. Дифракционная решетка                                   | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5 |
| 7.4 Поляризация света                                                        | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5 |
| 7.5 Взаимодействие света с веществом. Дисперсия, рассеяние, поглощение света | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5 |
| <b>8 Квантовые свойства света. Строение атома и атомного ядра</b>            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                      |
| 8.1 Тепловое излучение и его законы                                          | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по ме-                                                      | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5 |

|                                                         |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         |                                                                                                                                          | тод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                      |
| 8.2 Фотоэффект и его законы                             | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5                                                                 |
| 8.3 Модели строения атома.                              | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР<br>Ауд. СРС – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5<br><b>Дополнительн:</b> приложение В, таблица В.3, номера: 1, 2 |
| 8.4 Рентгеновское излучение                             | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач                      | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);                                                                                                                                   | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5<br><b>Дополнительн:</b> приложение В, таблица В.3, номера: 1, 2 |
| 8.5 Строение атомного ядра. Энергия связи. Ядерные силы | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач                      | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);                                                                                                                                   | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5                                                                 |

|                                                                                     |                                                                                                                     |                                                                                                              |                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.6 Радиоактивность, альфа-, бета- и гамма- излучение. Закон радиоактивного распада | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5                                                                 |
| 8.7 Современная физическая картина мира Космические лучи. Элементарные частицы      | Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие                                               | Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме                                                    | <b>Основная:</b><br>приложение В, таблица В.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5<br><b>Дополнительн:</b> приложение В, таблица В.3, номера: 1, 2 |

## **А.2 Методические рекомендации по изучению теоретической части учебного модуля**

Теоретические занятия учебного модуля представлены в виде лекций.

**Цель лекции** – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом УМ.

**Задачи лекционных занятий** – дать связное последовательное изложение материала, сообщить студентам основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде.

**Структура и содержание основных разделов** приведены в рабочей программе учебного модуля, раздел 4.2.

### **Методы и средства проведения теоретических занятий**

При изучении учебного модуля студенты могут посещать лекционные занятия и вести конспекты или самостоятельно прорабатывать по учебникам и дополнительной литературе вопросы, указанные преподавателем. (Список основной и дополнительной литературы приведен в приложении В).

## **А.3 Методические рекомендации по лабораторному практикуму и практическим занятиям**

**Цель лабораторного практикума и практических занятий** – формирование компетентности студентов в области физики, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности.

**Задачи занятий** – углубление знаний, полученных на теоретических занятиях и применение их в условиях, приближенных к условиям реальной профессиональной деятельности.

Структура и содержание основных разделов лабораторного практикума приведены в рабочей программе учебного модуля, раздел 4.3.

### **Методы и средства проведения занятий**

При проведении лабораторного практикума студенты максимально самостоятельно выполняют лабораторные работы (ЛР). Занятия строятся следующим образом.

На первом занятии (вводном) проводится инструктаж по технике безопасности; студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР и получают указания по организационным вопросам: знакомятся с порядком выполнения, защиты ЛР, правилами оформления отчета (по СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению).

На втором и последующих занятиях студенты выполняют лабораторные работы; оформляют отчеты по лабораторным работам. На этих же занятиях проводится защита выполненных лабораторных работ.

На последнем занятии – защита последней лабораторной работы и ликвидация задолженности по защите других лабораторных работ.

Примечание – без защиты лабораторных работ можно выполнить только 2 работы.

По результатам защит студентам начисляются баллы

Студенты, не защитившие лабораторные работы в срок и не набравшие необходимой суммы баллов, защищают все выполненные лабораторные работы на занятии, выделенном как защита блока лабораторных работ. Такая защита оценивается минимальным количеством баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент отработал и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов.

Для выполнения лабораторного практикума по УМ студенты могут пользоваться методическими указаниями из следующего перечня:

### ***Методические указания по лабораторным работам***

1. Первичные представления об измерениях, измерительных приборах и методах определения погрешностей измерений: учеб.-метод. пособие по физическому практикуму [электронный ресурс] / сост. Н.П. Самолук; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2011. – 79 с.
2. Физические основы механики: сборник лабораторных работ / сост. Т.П. Смирнова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2008. – 128 с.
3. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики: в 2 ч. / сост.: Е.А. Ариас, З.С. Бондарева, Ф.А. Груздев, Г.Е. Коровина, А.О. Окунев, Н.А. Петрова. – 2-е изд.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2009. – Ч. 1. – 103с.
4. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики: в 2 ч. / сост.: Е.А. Ариас, З.С. Бондарева, А.Н. Буйлов, Ф.А. Груздев, Г.Е. Коровина, В.Д. Лебедева, Н.А. Петрова, В.В. Шубин, В.Е. Удальцов – 2-е изд.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2009. – Ч. 2. – 81 с.
5. Электростатика и постоянный ток: лабораторные работы [электронный ресурс] / З.С. Бондарева, Р.П. Воронцова, И.А. Гессе, Г.Е. Коровина, Д.В. Лебедева, Н.А. Петрова, Н.П. Самолук; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014. – 156 с.
6. Электромагнетизм: методические указания /З.С. Бондарева, Г.Е. Коровина, Н.А. Петрова, В.Е. Удальцов, В.В. Шубин; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2001. – 70 с.
7. Магнитное поле Земли. Определение модуля горизонтальной составляющей напряженности геомагнитного поля: методические рекомендации к выполнению лабораторной работы / сост. Т.П. Смирнова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород 2008. – 48 с.
8. Волновая и геометрическая оптика: сборник лабораторных работ /З.С. Бондарева, Г.Е. Коровина, В.Д. Лебедева, Н.А. Петрова и др.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2005. – 76 с
9. Общий курс физики: сборник лабораторных работ / сост. Е. А. Ариас, Г. Е. Коровина; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2003. – 96 с.
10. Контрольные задания по курсу общей физики. /сост. А.М.Бобков, Ф.А.Груздев, НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2010 г. – 89 с.

### ***Методы и средства проведения практических занятий***

Проведение практических занятий строится следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения 1-2 типовых задач у доски;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;
- 10% аудиторного времени – разбор типовых ошибок при решении задач (в конце текущего занятия).

На каждом практическом занятии по результатам самостоятельной работы представляются баллы.

### ***Темы практических занятий:***

- ПР1 – Прямая и обратная задачи кинематики. Динамика материальной точки. Силы в механике.
- ПР2 – Законы сохранения энергии и импульса.
- ПР3 – Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества. Газовые законы.
- ПР4 – Термодинамика.
- ПР5 – Напряженность и потенциал электростатического поля. Постоянный электрический ток.

ПР6– Магнитное поле. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.

ПР7 – Геометрическая оптика.

ПР8 – Интерференция и дифракция света.

ПР9 – Квантовые свойства света. Модель Резерфорда–Бора строения атома.

## Примеры решения задач

### «Механика»

#### Пример 1

Через неподвижный блок массой  $m = 0,2 \text{ кг}$  перекинут шнур, к концам которого подвешены грузы массами  $m_1 = 0,3 \text{ кг}$  и  $m_2 = 0,5 \text{ кг}$ . Определить силы натяжения шнура  $T_1$  и  $T_2$  по обе стороны блока во время движения грузов, если массу блока можно считать равномерно распределенной по ободу.

Дано:  $m = 0,2 \text{ кг}$ ;  $m_1 = 0,3 \text{ кг}$ ;  $m_2 = 0,5 \text{ кг}$ .

Найти:  $T_1, T_2$ .

*Решение.*

Два тела  $m_1$  и  $m_2$  движутся поступательно. Воспользуемся вторым законом Ньютона

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$$

Для первого тела имеем

$$\vec{T}_1 + m_1\vec{g} = m_1\vec{a}_1.$$

В скалярном виде (выбираем положительным направление движения вверх)

$$T_1 - m_1g = m_1a. \quad (3.1)$$

Для второго тела

$$\vec{T}_2 + m_2\vec{g} = m_2\vec{a}_2.$$

Выбираем положительным направление движения вниз

$$m_2g - T_2 = m_2a. \quad (3.2)$$

Мы учли, что модули ускорений  $\vec{a}_1$  и  $\vec{a}_2$  равны:  $a_1 = a_2 = a$ .

Третье тело – блок – вращается.

Воспользуемся основным законом динамики вращательного движения

$$\sum \vec{M}_i = I\vec{\varepsilon}.$$

В нашем случае

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 = I\vec{\varepsilon}.$$

Считая положительным направление вращения по часовой стрелке, получаем

$$M_2 - M_1 = I\varepsilon.$$

Учитывая, что  $M_1 = T_1^*R$ ;  $M_2 = T_2^*R$ ;  $I_{\text{обода}} = mR^2$ ;  $\varepsilon = a/R$ , получаем

$$T_2^*R - T_1^*R = mR^2 \cdot \frac{a}{R},$$

то есть

$$T_2^* - T_1^* = ma.$$

Согласно третьему закону Ньютона с учетом невесомости шнура

$$T_2^* = T_2 \text{ и } T_1^* = T_1.$$

Таким образом

$$T_2 - T_1 = ma. \quad (3.3)$$

Итак, получили систему трех уравнений с тремя неизвестными:  $a, T_1$  и  $T_2$ .

$$\begin{cases} T_1 - m_1g = m_1a, \\ m_2g - T_2 = m_2a, \\ T_2 - T_1 = ma. \end{cases}$$

Сложив, соответственно, левые и правые стороны уравнений, находим

$$(m_2 - m_1)g = (m_1 + m_2 + m)a.$$

Отсюда

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + m}. \quad (3.4)$$

Подставляя формулу (3.4) в первое уравнение системы, получаем

$$T_1 = m_1 \left[ g + \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + m} \right] = m_1 g \left( 1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + m} \right).$$

После подстановки численных значений

$$T_1 = 0,3 \cdot 10 \left( 1 + \frac{0,5 - 0,3}{0,3 + 0,5 + 0,2} \right) = 3,6 \text{ Н}.$$

Соответственно, второе уравнение системы с учетом формулы (3.4) примет вид

$$T_2 = m_2 \left[ g - \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + m} \right] = m_2 g \left( 1 - \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + m} \right).$$

$$T_2 = 0,5 \cdot 10 \left( 1 - \frac{0,5 - 0,3}{0,3 + 0,5 + 0,2} \right) = 4 \text{ Н}.$$

**Пример 2.** Тележка с песком массой 40 кг движется горизонтально со скоростью 5 м/с. Камень массой 10 кг падает в песок и движется вместе с тележкой. Найти скорость тележки после попадания камня: а) падающего по вертикали; б) летящего горизонтально навстречу тележке со скоростью 10 м/с.

Дано:

$$m_1 = 40 \text{ кг};$$

$$v_1 = 5 \text{ м/с};$$

$$m_2 = 10 \text{ кг}.$$

$$v_2 = 10 \text{ м/с}$$

Найти:  $u = ?$

*Решение.*

а) Рассмотрим систему, состоящую из тележки и камня. Внешняя сила (сила тяжести) направлена вертикально, поэтому, по отношению к вертикальному движению система незамкнута, и закон сохранения импульса неприменим. В горизонтальном направлении внешние силы отсутствуют, и закон сохранения импульса выполняется в проекции на направление движения. В качестве положительного направления оси  $X$  примем направление движения тележки.

После вертикального падения камня скорость системы уменьшится только в связи с увеличением массы. Закон сохранения импульса для данного случая имеет вид

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2)u, \quad (1)$$

откуда

$$u = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 \quad (2)$$

После подстановки числовых значений в выражение (2), получим:

$$u = \frac{40 \cdot 5}{40 + 10} = 4 \text{ м/с}.$$

б) Запишем закон сохранения импульса в проекции на ось  $X$  для случая, когда камень летит горизонтально со скоростью  $v_2 = 10$  м/с и застревает в песке:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2)u, \quad (3)$$

откуда

$$u = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2}. \quad (4)$$

Произведем вычисления величины  $u$ :

$$u = \frac{40 \cdot 5 - 10 \cdot 10}{40 + 10} = 2 \text{ м/с}.$$

### «Молекулярная физика. Термодинамика»

#### Пример 1.

Баллон содержит 80 г кислорода и 300 г аргона. Давление смеси 10 атм, температура 15°C. Принимая данные газы за идеальные, определить объём баллона.

Дано:

$$O_2 - m_1 = 80 \text{ г} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ кг};$$

$$\mu_1 = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль};$$

$$Ar - m_2 = 300 \text{ г} = 3 \cdot 10^{-1} \text{ кг};$$

$$\mu_2 = 40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль};$$

$$P = 10 \text{ атм} = 1,01 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

$$t = 15^\circ \text{C} \Rightarrow T = 288 \text{ К};$$

Найти:  $V = ?$

*Решение.*

По закону Дальтона давление смеси равно сумме парциальных давлений газов, входящих в состав смеси. Парциальным давлением газа называется давление, которое производил бы газ, если бы только он один находился в сосуде, занятом смесью.

По уравнению Менделеева-Клапейрона парциальные давления кислорода  $P_1$  и аргона  $P_2$  выражаются формулами

$$P_1 = \frac{m_1}{\mu_1} \cdot \frac{RT}{V} \text{ и } P_2 = \frac{m_2}{\mu_2} \cdot \frac{RT}{V}.$$

Следовательно, по закону Дальтона для смеси газов  $P = P_1 + P_2$  или

$$V = \left( \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right) \cdot \frac{RT}{P}, \quad (1)$$

Подставим числовые значения в формулу (1) и произведем вычисления

$$V = \left( \frac{0,08}{32 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,3}{40 \cdot 10^{-3}} \right) \cdot \frac{8,31 \cdot 288}{10 \cdot 1,01 \cdot 10^5} \approx 0,024 \text{ м}^3 = 24 \text{ л}.$$

**Пример 2.** Кислород массой 2 кг занимает объём 1 м<sup>3</sup> и находится под давлением 0,2 МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объёма 3 м<sup>3</sup>, а затем при постоянном объёме до давления 0,5 МПа. Найти изменение внутренней энергии газа, совершенную им работу и теплоту, переданную газу. Построить график процесса.

Дано:

$$O_2 - m = 2 \text{ кг};$$

$$V_1 = 1 \text{ м}^3;$$

$$P_1 = 0,2 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$1) 1 \rightarrow 2, P = \text{const}$$

$$P_2 = P_1, V_2 = 3 \text{ м}^3;$$

$$2) 2 \rightarrow 3, V = \text{const},$$

$$V_3 = V_2,$$

$$P_3 = 0,5 \text{ МПа} = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Найти:  $\Delta U = ?$ ,  $A = ?$ ,  $Q = ?$

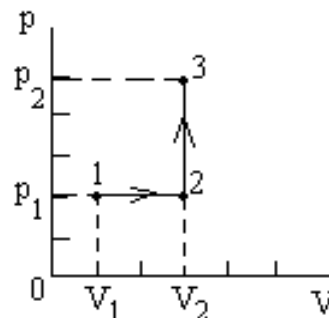


Рис. 2

*Решение.*

Изменение внутренней энергии газа

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R (T_3 - T_1), \quad (1)$$

где  $i$  – число степеней свободы молекул газа (для двухатомных молекул кислорода  $i = 5$ ),  $\Delta T = T_3 - T_1$  – изменение температуры газа при переходе из начального состояния в конечное (состояние 3).

Начальную и конечную температуру газа найдем из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$PV = \frac{m}{\mu} RT,$$

откуда

$$T = \frac{\mu PV}{mR}.$$

Работа расширения газа при постоянном давлении выражается формулой

$$A_{12} = P_1(V_2 - V_1) = P_1V_2 - P_1V_1 = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1).$$

Работа газа, нагреваемого при постоянном объеме, равна нулю

$$A_{23} = 0.$$

Следовательно, полная работа, совершаемая газом,

$$A = A_{12} + A_{23} = A_{12} = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1).$$

Согласно первому началу термодинамики количество теплоты  $Q$ , переданное газу, равна сумме изменения внутренней энергии  $\Delta U$  газа и работы  $A$ , совершённой газом

$$Q = \Delta U + A.$$

Произведем вычисления, учтя, что для кислорода  $\mu = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  (см. справочные таблицы):

$$T_1 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1}{2 \cdot 8,31} = 385 \text{ K};$$

$$T_2 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 3}{2 \cdot 8,31} = 1155 \text{ K};$$

$$T_3 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 3}{2 \cdot 8,31} = 2887 \text{ K};$$

$$A = A_{12} + A_{23} = A_{12} = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \cdot \frac{2 \cdot 8,31 \cdot (2887 - 385)}{32 \cdot 10^{-3}} = 3,24 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 3,24 \text{ МДж};$$

$$A = \frac{2 \cdot 8,31 \cdot (1155 - 385)}{32 \cdot 10^{-3}} = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 4 \text{ МДж};$$

$$Q = (3,24 + 0,4) = 3,64 \text{ МДж}.$$

График процесса приведен на рис. 2.

### «Электричество»

**Пример 1.** Э. д. с. батареи  $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ . Наибольшая сила тока, которую может дать батарея,  $I_{\text{макс}} = 6 \text{ А}$ . Определить максимальную мощность  $P_{\text{макс}}$ , которая может выделяться во внешней цепи.

Дано:

$$\mathcal{E} = 12 \text{ В};$$

$$I_{\text{макс}} = 6 \text{ А}.$$

$$\text{Найти: } P_{\text{макс}} = ?$$

*Решение.*

Мощность, выделяемую во внешней цепи, определяем по формуле

$$P = I^2 R,$$

где  $I$  – сила тока в цепи,  $R$  – внешнее сопротивление.

По закону Ома для замкнутой цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}, \quad (1)$$

где  $r$  – внутреннее сопротивление источника тока.

Учитывая формулу (4.1), получаем

$$P = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}. \quad (2)$$

Для нахождения  $P_{\text{макс}}$  вычислим производную  $P(R)$  и приравняем её нулю

$$\left[ \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2} \right]' = 0; \quad \frac{(R + r)^2 - 2R(R + r)}{(R + r)^4} = 0.$$

Отсюда получаем  $R = r$ .

Значит,  $P = P_{\text{макс}}$ , если внешнее сопротивление цепи равно внутреннему.

Тогда формула (4.2) примет вид

$$P_{\text{макс}} = \frac{\mathcal{E}^2 r}{(r + r)^2} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}. \quad (3)$$

Как видно из формулы (4.1)  $I = I_{\text{макс}}$  при равенстве нулю внешнего сопротивления (ток короткого замыкания)

$$I_{\text{макс}} = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

Отсюда находим

$$r = \frac{\mathcal{E}}{I_{\text{макс}}} \quad (4)$$

Подставляя формулу (4.4) в уравнение (4.3), окончательно находим

$$P_{\text{макс}} = \frac{\mathcal{E}^2 I_{\text{макс}}}{4\mathcal{E}} = \frac{\mathcal{E} I_{\text{макс}}}{4}.$$

С учетом заданных величин получаем

$$P_{\text{макс}} = \frac{12 \cdot 6}{4} = 18 \text{ Вт}.$$

**Пример 2.** В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 2 \text{ Тл}$  движется протон. Траектория его движения представляет собой винтовую линию с радиусом  $R = 10 \text{ см}$  и шагом  $h = 60 \text{ см}$ . Определить кинетическую энергию протона.

Дано:

$$B = 2 \text{ Тл};$$

$$R = 10 \text{ см};$$

$$h = 60 \text{ см};$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Найти:  $W_{\text{кин}} = ?$

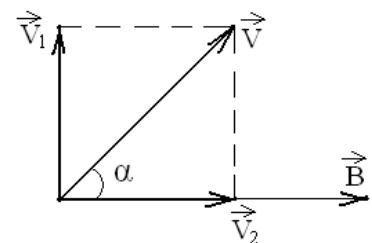


Рис. 4

*Решение.*

Кинетическая энергия протона (при  $v \ll c$ )

$$W_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$  – скорость света.

Заряженная частица движется в магнитном поле по винтовой линии в случае, когда её скорость  $\vec{v}$  составляет с направлением вектора индукции  $\vec{B}$  угол  $\alpha$ , не равный  $90^\circ$ . В

таким случае частица движется по окружности в плоскости, перпендикулярной линиям индукции  $\vec{B}$  со значением составляющей скорости  $\vec{v}_1 \perp \vec{B}$  и одновременно поступательно вдоль силовых линий  $\vec{B}$  со значением составляющей скорости  $\vec{v}_2 \uparrow \vec{B}$ .

Как видно из рисунка 4  $v_1 = v \sin \alpha$ ;  $v_2 = v \cos \alpha$ .

$$v^2 = v_1^2 + v_2^2. \quad (2)$$

Согласно второму закону Ньютона

$$F_{\text{л}} = ma_n.$$

Сила Лоренца перпендикулярна вектору скорости  $\vec{v}_1$  и сообщает протону нормальное ускорение

$$eBv_1 = \frac{mv_1^2}{R}.$$

Отсюда

$$v_1 = \frac{eBR}{m} \quad (3)$$

где  $R$  – радиус окружности.

Шаг  $h$  винтовой линии – это расстояние, пройденное протоном со скоростью  $v_2$  вдоль силовой линии  $\vec{B}$  за время, равное периоду его вращения  $T$  по окружности

$$h = v_2 T.$$

$$\text{Так как } T = \frac{2\pi R}{v_1}, \text{ то } h = \frac{2\pi R v_2}{v_1}.$$

Отсюда

$$v_2 = \frac{h v_1}{2\pi R} = \frac{heB}{2\pi m}. \quad (4)$$

Подставляя формулы (1.3) и (1.4) в уравнение (1.2), находим

$$v^2 = \frac{R^2 e^2 B^2}{m^2} + \frac{h^2 e^2 B^2}{4\pi^2 m^2} = \frac{e^2 B^2 (4\pi^2 R^2 + h^2)}{4\pi^2 m^2}$$

Отсюда

$$v = \frac{eB}{2\pi m} \sqrt{4\pi^2 R^2 + h^2} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}} \sqrt{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,1^2 + 0,6^2} = 2,65 \cdot 10^7 \text{ м/с}.$$

Как видно,  $v \ll c$ .

Таким образом, для кинетической энергии протона по формуле (1) получаем значение

$$W_{\text{кин}} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot (2,65 \cdot 10^7)^2}{2} = 5,86 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}.$$

#### **А.4 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Примеры разноуровневых задач с решением представлены в учебном пособии: Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики – любое издание.

Для подготовки к лабораторным работам, контрольной работе, экзамену рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в таблице А.1 и в карте учебно-методического обеспечения (приложение В, таблицы В.1 – В.3).

Для самопроверки результатов самостоятельной работы студенты могут воспользоваться контрольными заданиями, приведенными в методических разработках (см. перечень выше).

##### **Образец домашней контрольной работы**

Домашняя контрольная работа по теме «Кинематика и динамика материальной точки. Законы сохранения в механике»

Задача 1. По дуге окружности радиуса  $R = 10$  м вращается точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки  $a_n = 4,9 \text{ м/с}^2$ , вектор полного ускорения образует в этот момент с вектором нормального ускорения угол  $\alpha = 60^\circ$ . Найти скорость  $\mathcal{V}$  и тангенциальное ускорение  $a_\tau$  точки.

Задача 2. Снаряд массой  $m = 10$  кг обладал скоростью  $\mathcal{V} = 300$  м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой  $m_1 = 2$  кг получила скорость  $\mathcal{V}_1 = 500$  м/с. С какой скоростью и в каком направлении полетит большая часть, если меньшая полетела вперед под углом  $\alpha = 60^\circ$  к плоскости горизонта?

Задача 3. Шарик массой  $m = 200$  г ударился о стенку со скоростью  $\mathcal{V} = 10$  м/с и отскочил от нее с такой же скоростью. Определить импульс  $p$ , полученный стенкой, если до удара шарик двигался под углом  $\alpha = 30^\circ$  к плоскости стенки.

Задача 4. Шарик массой  $m = 100$  г свободно падает с высоты  $h_1 = 1$  м на стальную плиту и подпрыгивает на высоту  $h_2 = 0,5$  м. Определить импульс  $p$  (по величине и направлению), сообщенный плитой шарiku.

Задача 5. Шарик массой  $m_1 = 100$  г ударился о стенку со скоростью  $\mathcal{V} = 5$  м/с и отскочил от нее с той же скоростью. Определить импульс, полученный стенкой, если до удара шарик двигался под углом  $\alpha = 60^\circ$  к плоскости стенки.

#### **А.5 Методические рекомендации по проведению коллоквиума**

Коллоквиум проводится в устной форме и включает в себя развернутый ответ студента на два вопроса из списка (из разделов 1-4 и 5-8, соответственно), а также ответы на дополнительные вопросы.

##### **Список вопросов для коллоквиума и самопроверки по модулю «Физика»**

1. Измерения физических величин. Погрешность. Типы погрешностей. Расчет погрешностей при прямых и косвенных измерениях.
2. Классификация разделов механики. Механическое движение. Система отсчета. Материальная точка. Радиус-вектор. Траектория. Уравнение движения материальной точки.
3. Перемещение. Средняя скорость. Мгновенная скорость.
4. Путь. Вычисление пути, пройденного материальной точкой. Ускорение.
5. Абсолютно твердое тело Поступательное движение абсолютно твердого тела. Вращательное движение абсолютно твердого тела. Угловая скорость. Угловое ускорение.

Связь между линейными и угловыми величинами при вращении абсолютно твердого тела.

6. Инерциальные системы отсчета. Примеры. Закон сложения скоростей. Первый закон Ньютона.

7. Сила и масса. Импульс. Второй закон Ньютона.

8. Третий закон Ньютона. Классификация сил. Сила тяжести и вес. Вывод формул для веса тел, движущихся с ускорением.

9. Упругая и пластическая деформация. Закон Гука. Деформация растяжения и сжатия. Нормальное упругое напряжение, модуль Юнга. Пределы упругости, текучести и прочности. Деформация сдвига, тангенциальное упругое напряжение. Модуль сдвига.

10. Классификация сил трения. Сила трения покоя, сила трения скольжения, сила трения качения. Эмпирические законы вязкого трения.

11. Закон сохранения импульса. Движение центра масс системы и абсолютно твердого тела.

12. Кинетическая энергия. Работа силы. Мощность. Консервативные силы и потенциальные поля. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

13. Соударение тел. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары. Момент силы.

14. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

15. Момент инерции материальной точки и твердого тела. Момент инерции стержня, цилиндра и шара. Теорема Штейнера.

16. Вращение твердого тела вокруг оси. Основное уравнение динамики вращательного движения. Плоское движение твердого тела. Кинетическая энергия тела при плоском движении.

17. Механические колебания. Гармонические колебания. Амплитуда, период, частота, фаза колебания. Графики для смещения, ускорения и скорости при колебательном движении. Дифференциальное уравнение свободных колебаний.

18. Гармонические колебания пружинного маятника. Изменение кинетической и потенциальной энергии при колебательном движении.

19. Гармонические колебания физического и математического маятников.

20. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения. Фурье-анализ сложных колебаний.

21. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний и его решение. Время релаксации и декремент затухания. Аperiodические процессы.

22. Автоколебания. Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Резонанс. Резонансные кривые.

23. Механические волны, акустические волны. Продольные и поперечные волны. Фронт волны, луч. Уравнение плоской волны. Волновой вектор. Вектор Умова-Пойнтинга. Принцип суперпозиции волн. Когерентность волн. Стоячие волны.

24. Звук. Виды звуков. Объективные (физические) характеристики звука (интенсивность, частота, спектр). Субъективные характеристики (громкость, высота, тембр), их связь с объективными. Закон Вебера-Фехнера. Единицы громкости. Область слышимости.

25. Ультразвук, методы получения и регистрации. Эффект Доплера для звуковых и световых волн.

26. Гидродинамика. Описание движения жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли и его следствия.

27. Вязкость. Методы определения вязкости жидкостей. Молекулярный механизм вязкого трения, зависимость вязкости от температуры. Формула Ньютона, ньютоновские и неньютоновские жидкости.

28. Формула Пуазейля. Гидравлическое сопротивление в последовательных, параллельных и комбинированных системах труб. Движение тел в жидкостях и газах. Формула Стокса.

29. Поверхностное натяжение. Явления смачивания и несмачивания. Формула Лапласа. Капиллярные явления.
30. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Статистический и термодинамический методы исследования. Термодинамические параметры. Молярная масса. Идеальный газ. Опытные законы идеального газа. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
31. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Число степеней свободы молекул.
32. Количество теплоты, внутренняя энергия, работа газа. Первое начало термодинамики. Теплоемкость тела, удельная и молярная теплоемкости. Адиабатические процессы.
33. Второе начало термодинамики, тепловые двигатели, цикл Карно. Понятие об энтропии.
34. Электрические взаимодействия. Закон Кулона. Теории близкодействия и дальнего действия. Электрическое поле, вектор напряженности электрического поля, потенциал. Электрическое поле в веществе.
35. Электрический ток. Закон Ома для участка цепи и полной цепи. Правила Кирхгофа. Работа, мощность, КПД цепи постоянного тока.
36. Магнитные явления. Магнитное поле, вектор магнитной индукции, напряженность электрического поля. Сила Ампера, сила Лоренца. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитные свойства веществ.
37. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правила Ленца. Самоиндукция, индуктивность. Принцип действия трансформатора.
38. Корпускулярно-волновой дуализм. Электромагнитное поле. Уравнение и график электромагнитной волны. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Поток, плотность потока энергии (интенсивность) электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Шкала электромагнитных волн.
39. Законы геометрической оптики. Принцип Ферма. Полное внутреннее отражение, волноводы.
40. Линза. Построение изображения, формула тонкой линзы. Аберрации линз. Оптическая система глаза. Аккомодация. Расстояние наилучшего зрения. Ближняя точка глаза. Острота зрения.
41. Интерференция света. Способы получения когерентных световых волн. Условия интерференционных максимумов и минимумов. Интерференция в тонких пленках. Просветление оптики.
42. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционная решетка, формула главных максимумов дифракционной решетки. Дифракционный спектр, его применение.
43. Поляризация света. Способы получения поляризованного света. Оптическая активность. Поляриметрия.
44. Поглощение света. Закон Бугера–Ламберта–Бера. Оптическая плотность.
45. Тепловое излучение. Характеристики и законы теплового излучения. Спектр излучения чёрного тела.
46. Модели атома Томсона и Резерфорда. Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора. Спектральный анализ.
47. Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом, физические основы применения в медицине.
48. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Взаимодействие  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений с веществом. Радиоллиз воды. Механизмы действия ионизирующих излучений на организм человека. Основные понятия и единицы дозиметрии.
- .

**Приложение Б**  
(обязательное)

**Технологическая карта**  
**учебного модуля «Физика»**

**Семестр 2, 3 ЗЕТ; вид аттестации – зачет; 108 акад.часов; 150 баллов рейтинга**

| Номер и наименование раздела учебного модуля                                                                                                                                                                                                                                                              | № не-<br>дели<br>сем. | Трудоемкость, ак.час |    |    |      | СРС | Форма теку-<br>щего контро-<br>ля успеv. (в<br>соотv. с пас-<br>портом ФОС) | Мак-<br>сим.кол-во<br>баллов рей-<br>тинга |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|----|----|------|-----|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       | Аудиторные занятия   |    |    |      |     |                                                                             |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       | ЛЕК                  | ПЗ | ЛР | АСРС |     |                                                                             |                                            |
| УЭМ 1 Механика.<br>УЭМ 2 Молекулярная физика и термодинамика.<br>УЭМ 3 Электростатика.<br>УЭМ 4 Постоянный электрический ток.                                                                                                                                                                             | 1-9                   | 18                   | 5  | 9  | 5    | 27  | решение за-<br>дач                                                          | 15                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |                      |    |    |      |     | выполнение и<br>защита ЛР                                                   | 30<br>(3 работы)                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |                      |    |    |      |     | Контрольная<br>работа                                                       | 15                                         |
| УЭМ 5 Магнитное поле.<br>УЭМ 6 Электромагнитная индукция.<br>УЭМ 7. Геометрическая и волновая оптика.<br>УЭМ 8 Квантовые свойства света. Строение атома и атомного ядра.                                                                                                                                  | 10-18                 | 9                    | 4  | 9  | 4    | 27  | решение за-<br>дач                                                          | 15                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |                      |    |    |      |     | выполнение и<br>защита ЛР                                                   | 30<br>(3 работы)                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |                      |    |    |      |     | Контрольная<br>работа                                                       | 15                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |                      |    |    |      |     | Коллоквиум                                                                  | 30                                         |
| УЭМ 1 Механика.<br>УЭМ 2 Молекулярная физика и термодинамика.<br>УЭМ 3 Электростатика.<br>УЭМ 4 Постоянный электрический ток.<br>УЭМ 5 Магнитное поле.<br>УЭМ 6 Электромагнитная индукция.<br>УЭМ 7. Геометрическая и волновая оптика.<br>УЭМ 8 Квантовые свойства света. Строение атома и атомного ядра. |                       |                      |    |    |      |     | Зачет                                                                       |                                            |
| Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1-18                  | 27                   | 9  | 18 | 9    | 54  | Все формы<br>контроля                                                       | 150                                        |

**Для итоговой аттестации по модулю баллы выставляются по шкале:**

«отлично» - 135 – 150 баллов

«хорошо» - 105 – 134 балла

«удовлетворительно» - 75-104 балла

**Приложение В**  
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения**

**Учебного модуля Физика**

Направление **35.03.01 – Лесное дело**

Формы обучения очная

Курс **1** Семестры **2**

Часов: всего **108**, лекций **27**, практ. зан. **9**, лаб. раб. **18**, СРС **54**

Обеспечивающая кафедра **ОиЭФ**

Таблица В.1 - Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

| Библиографическое описание издания<br>(автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Кол. экз. в<br>библ.<br>НовГУ | Наличие в<br>ЭБС |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| <b>Учебники и учебные пособия</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                               |                  |
| 1. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Учеб.пособие для студ. вузов – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 720 с.                                                                                                                                                                                                                                                         | 30                            |                  |
| 2. Трофимова Т.И. Курс физики. Учебное пособие – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 560 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 99                            |                  |
| 3. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики . – СПб.: Книжный мир, 2008 – 328 с.:ил. – [2004, 2005]                                                                                                                                                                                                                                                                   | 30                            |                  |
| 4. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики : в 2 ч. Ч. 1 / сост.: Е. А. Ариас, З. С. Бондарева, Ф. А. Груздев, Г. Е. Коровина, А. О. Окунев, Н. А. Петрова ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. – 2-е изд.– Великий Новгород, 2009. – 103 с.                                                                                                                       | 190                           |                  |
| 5. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики : в 2 ч. Ч. 2 / сост.: Е. А. Ариас, З. С. Бондарева, А. Н. Буйлов, Ф. А. Груздев, Г. Е. Коровина [и др.] ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. – 2-е изд. – Великий Новгород, 2009. – 81 с.                                                                                                                              | 171                           |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |                  |
| <b>Учебно-методические издания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |                  |
| 6. Рабочая программа по физике [электронный ресурс] /Авт. – сост. А.О.Окунев; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород; 2017 г. – 33 с. – Режим доступа:<br><a href="http://www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10">www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10</a>                                                                                                                | 2 экз.,<br>электр.<br>вариант |                  |
| 7. Электромагнетизм: методические указания / З.С. Бондарева, Г.Е. Коровина, Н.А. Петрова, В.Е. Удальцов, В.В. Шубин; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2001.- 70с.                                                                                                                                                                                                    | 296                           |                  |
| 8. Магнитное поле Земли. Определение модуля горизонтальной составляющей напряженности геомагнитного поля: методические рекомендации к выполнению лабораторной работы [электронный ресурс] / сост. Т.П. Смирнова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород 2008. – 48 с.<br><a href="http://www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10">www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10</a> |                               |                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|
| 9. Первичные представления об измерениях, измерительных приборах и методах определения погрешностей измерений: учеб.-метод. пособие по физическому практикуму [электронный ресурс] / сост. Н.П. Самолук; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2011. – 79 с. Режим доступа: <a href="http://www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10">www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10</a> | 160 |  |
| 10. Волновая и геометрическая оптика: сборник лабораторных работ / З.С. Бондарева, Г.Е. Коровина, В.Д. Лебедева, Н.А. Петрова и др.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2005. – 76с.                                                                                                                                                                                        | 213 |  |
| 11. Определение показателя преломления жидкости с помощью рефрактометра: методические рекомендации к выполнению лабораторной работы [электронный ресурс] / сост. Т.П. Смирнова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2008. – 50 с. – Режим доступа: <a href="http://www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10">www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10</a>                        | 179 |  |
| 12. Физические основы механики: сборник лабораторных работ / сост. Т.П. Смирнова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2008. – 128 с.                                                                                                                                                                                                                                         | 191 |  |
| 13. Электростатика и постоянный ток: лабораторные работы [электронный ресурс] / З.С.Бондарева, Р.П. Воронцова, И.А. Гессе, Г.Е. Коровина, Д.В. Лебедева, Н.А. Петрова, Н.П. Самолук; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014.– 156 с. – Режим доступа: <a href="http://www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10">www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10</a>                   |     |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |  |

Таблица В.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

| Название программного продукта, интернет-ресурса | Электронный адрес                                                                                   | Примечание |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                                                  | <a href="http://www.7knig.net/index.php/fizika.html">http://www.7knig.net/index.php/fizika.html</a> |            |

Таблица В.3 – Дополнительная литература

| Библиографическое описание издания<br>(автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)                                                                                                           | Кол. экз. в<br>библ.<br>НовГУ | Наличие в<br>ЭБС |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| 1. С.Е. Мальханов. Общая физика. Конспект лекций. [электронный ресурс] – Издательство: Санкт-Петербург, 2001. – 438 с. – Режим доступа: <a href="http://www.naukamira.ru/index">www.naukamira.ru/index</a> |                               |                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|
| 2. Д.А. Паршин, Г.Г. Зегря. Конспект лекций по общему курсу физики [электронный ресурс] – Издательство: Санкт-Петербург, 2008. – 111 с. – Режим доступа: <a href="http://www.bib.convdocs.org">www.bib.convdocs.org</a>                                                                 |     |  |
| 3. А.Н. Зайдель. Ошибки измерений физических величин: учеб. пособие. Издательство: <u>Лань</u> СПб, 2005. – 112 с.                                                                                                                                                                      | 8   |  |
| 4. Контрольные задания по курсу общей физики. [электронный ресурс] / сост. А.М.Бобков, Ф.А.Груздев; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2010 г. – 89 с. – Режим доступа: <a href="http://www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10">www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10</a> | 159 |  |

Действительно для учебного года 2017/18 / / /

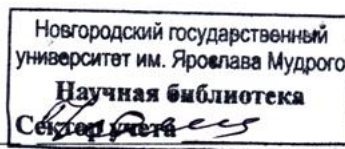
Зав. кафедрой  В.В. Гаврушко

06 09 2017. г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

г. Библиотек  
должность



подпись

Колыкина Н.А.  
расшифров-

ка

Примечания:

- 1 Карта учебно-методического обеспечения (УМО) составляется совместно для модуля всех форм обучения;
- 2 Название модуля берется из рабочего учебного плана текущего учебного года;
- 3 В таблицу 1 входят не более пяти изданий основной литературы:
  - учебники и учебные пособия с грифом Минобразования или других органов исполнительной власти РФ;
  - учебные издания НовГУ, допущенные к использованию Учёным советом, конспект лекций;
- 4 В раздел «Учебно-методические издания» входят:
  - рабочая программа модуля с обязательными приложениями;
  - учебно-методические издания НовГУ и/или других вузов, если они разрешены Ученым советом института к использованию в учебном процессе в НовГУ;
- 5 В таблицу 2 входят:
  - необходимые комплекты лицензионного программного обеспечения;
  - рекомендуемые интернет-ресурсы.
- 6 В таблицу 3 входит дополнительная литература, которая присутствует в ЭБС и библиотеке НовГУ.