

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Физика**

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль): Экология и устойчивое развитие транспорта

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 1178210  
Подписал: заведующий кафедрой Быков Никита Валерьевич  
Дата: 25.04.2025

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) «Физика» являются:

- формирование у обучающегося компетенций для научно-исследовательской деятельности, для формирования которых студенты должны научиться собирать и изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; анализировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; проводить эксперименты по заданной методике, обрабатывать и анализировать их результаты; проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления; подготавливать данные и составлять обзоры, рефераты, отчеты, научные публикации и доклады на научных конференциях и семинарах, участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;
- изучение фундаментальных законов физики;
- формирование естественнонаучных представлений о материи, движении и фундаментальных взаимодействиях.

Задачами дисциплины (модуля) «Физика» являются:

- изучение физических законов окружающего мира в их единстве и взаимосвязи;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;
- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных технологических задач;
- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных её открытий;
- создание универсальной базы для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин;
- построение прочной базы (фундамента) последующего обучения в магистратуре, аспирантуре;
- получение специалистами необходимых знаний для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-1** - Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования;

**УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

- физическую сущность явлений и процессов;
- основные физические законы и модели для решения задач в профессиональной деятельности.

**Уметь:**

- анализировать поставленные инженерные задачи с использованием методов естественных наук;
- ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений.

**Владеть:**

- навыками измерений количественных характеристик исследуемых объектов и явлений;
- навыками использования математического анализа и моделирования при алгоритмизации инженерных (предметно-профильных) задач с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 12 з.е. (432 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий                                       | Количество часов |         |    |    |
|-----------------------------------------------------------|------------------|---------|----|----|
|                                                           | Всего            | Семестр |    |    |
|                                                           |                  | №1      | №2 | №3 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 208              | 56      | 72 | 80 |
| В том числе:                                              |                  |         |    |    |
| Занятия лекционного типа                                  | 96               | 32      | 32 | 32 |
| Занятия семинарского типа                                 | 112              | 24      | 40 | 48 |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 224 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 1. Физическая картина мира. Эксперимент в физике<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- предмет и задачи физики;<br>- физические теории и пределы их применимости;<br>- место эксперимента в физике,<br>- ошибки измерений, методы обработки результатов измерений;<br>- методы построения графиков по результатам измерений.                                                                                                         |
| 2     | РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 2. Кинематика поступательного движения<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- кинематика: основные понятия, системы отсчета;<br>- движение по прямой: средняя скорость и среднее ускорение;<br>- мгновенная линейная скорость, мгновенное линейное ускорение, физический смысл производной;<br>- пройденный путь как интеграл от скорости, физический смысл интеграла;<br>- уравнения кинематики равнопеременного движения по прямой. |
| 3     | РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 3. Кинематика пространственного и вращательного движения<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- пространственное (криволинейное) движение точки;                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- степени свободы;</li> <li>- использование векторов в физике;</li> <li>- положение, радиус-вектор, скорость и ускорение как векторы;</li> <li>- нормальное и тангенциальное ускорение;</li> <li>- основные уравнения кинематики поступательного движения;</li> <li>- кинематика вращательного движения: мгновенная угловая скорость и мгновенное угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением;</li> <li>- понятие аксиального вектора;</li> <li>- уравнения кинематики равнопеременного вращения.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                |
| 4        | <p><b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 4. Закон сохранения импульса</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона;</li> <li>- второй закон Ньютона;</li> <li>- масса, импульс, сила;</li> <li>- уравнение динамики движения материальной точки;</li> <li>- третий закон Ньютона;</li> <li>- закон сохранения импульса для материальной точки;</li> <li>- центр масс системы материальных точек;</li> <li>- закон сохранения импульса для системы материальных точек;</li> <li>- сила упругого сжатия пружины;</li> <li>- закон Всемирного тяготения;</li> <li>- центр тяжести;</li> <li>- силы трения и сопротивления.</li> </ul>                                                      |
| 5        | <p><b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 5. Закон сохранения механической энергии</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа переменной силы;</li> <li>- мощность;</li> <li>- кинетическая энергия материальной точки;</li> <li>- поле сил;</li> <li>- консервативные и неконсервативные силы, примеры;</li> <li>- физический смысл криволинейного интеграла;</li> <li>- потенциальная энергия;</li> <li>- потенциальная энергия в поле сил тяжести;</li> <li>- первая, вторая и третья космические скорости;</li> <li>- потенциальная энергия упруго деформированной пружины;</li> <li>- закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил;</li> <li>- связь между силой и потенциальной энергией.</li> </ul> |
| 6        | <p><b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 6. Движение в неинерциальных системах отсчета</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип относительности и преобразования Галилея;</li> <li>- неинерциальные системы отсчета;</li> <li>- силы инерции;</li> <li>- центробежная сила;</li> <li>- примеры сил инерции в транспортных системах.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 7        | <p><b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 7. Элементы релятивистской механики</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постулаты Эйнштейна;</li> <li>- пространство и время;</li> <li>- сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета;</li> <li>- относительность одновременности;</li> <li>- преобразования Лоренца;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- релятивистский импульс;</li> <li>- взаимосвязь массы и энергии;</li> <li>- экспериментальные подтверждения специальной теории относительности (СТО).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8        | <p><b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 8. Динамика вращательного движения твердого тела</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- момент инерции;</li> <li>- теорема Штейнера;</li> <li>- момент силы;</li> <li>- момент импульса;</li> <li>- основной закон динамики вращательного движения в случае системы точек и в случае твёрдого тела;</li> <li>- кинетическая энергия тела при вращательном движении;</li> <li>- закон сохранения момента импульса;</li> <li>- сила трения качения;</li> <li>- понятие о гироскопах;</li> <li>- понятие о сложном движении твердого тела.</li> </ul> |
| 9        | <p><b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 9. Упругие свойства твердых и жидких сред</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- упругие напряжения и деформации в твердом теле;</li> <li>- закон Гука;</li> <li>- модуль Юнга;</li> <li>- коэффициент Пуассона;</li> <li>- общие свойства жидкостей и газов;</li> <li>- стационарное течение идеальной жидкости;</li> <li>- уравнение непрерывности;</li> <li>- уравнение Бернулли.</li> </ul>                                                                                                                                                    |
| 10       | <p><b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 10. Механические колебания</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- периодические процессы;</li> <li>- гармонические колебания;</li> <li>- маятники;</li> <li>- уравнение свободных незатухающих механических колебаний и его решение;</li> <li>- амплитуда, частота и фаза колебаний;</li> <li>- энергия колебаний;</li> <li>- уравнение свободных затухающих механических колебаний и его решение;</li> <li>- характеристики затухающих колебаний;</li> <li>- примеры колебательных систем в механике и технике.</li> </ul>                        |
| 11       | <p><b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА Тема 11. Механическое волновое движение. Эффект Доплера</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- волновое движение;</li> <li>- плоская гармоническая волна;</li> <li>- понятие о продольных и поперечных волнах;</li> <li>- длина волны, волновое число, фазовая скорость;</li> <li>- уравнение волны;</li> <li>- одномерное волновое уравнение;</li> <li>- упругие волны в газах жидкостях и твердых телах;</li> <li>- элементы акустики;</li> <li>- эффект Доплера.</li> </ul>                                                                          |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12       | <p><b>РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА</b> Тема 12. Молекулярно-кинетическая теория газов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- идеальный газ;</li> <li>- температура и внутренняя энергия газа;</li> <li>- основное уравнение молекулярно-кинетической теории;</li> <li>- уравнение состояния идеального газа;</li> <li>- гипотеза о равномерном распределении энергии по степеням свободы;</li> <li>- барометрическая формула и распределение Больцмана.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13       | <p><b>РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА</b> Тема 13. Первое начало термодинамики</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- параметры и функции состояния;</li> <li>- термодинамическое равновесие и температура;</li> <li>- квазистатические процессы;</li> <li>- изохорный, изобарный, изотермический процессы;</li> <li>- первое начало термодинамики;</li> <li>- изменение внутренней энергии, работа газа;</li> <li>- теплоемкость;</li> <li>- теплоемкости при постоянном давлении и объеме;</li> <li>- молярная и удельная теплоемкости;</li> <li>- уравнение (теорема) Майера;</li> <li>- адиабатический процесс;</li> <li>- политропический процесс (процесс с постоянной теплоемкостью);</li> <li>- диаграммы термодинамических процессов в координатах давление – объем;</li> <li>- понятие об открытых термодинамических системах, химический потенциал.</li> </ul> |
| 14       | <p><b>РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА</b> Тема 14. Второе начало термодинамики</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- преобразование теплоты в механическую работу;</li> <li>- обратимые и необратимые процессы;</li> <li>- тепловые машины и их коэффициент полезного действия;</li> <li>- примеры тепловых машин;</li> <li>- цикл Карно и его коэффициент полезного действия;</li> <li>- второе начало термодинамики;</li> <li>- энтропия;</li> <li>- понятие о статистическом толковании энтропии, формула Больцмана, стрела времени;</li> <li>- диаграммы термодинамических процессов в координатах температура – энтропия.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| 15       | <p><b>РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА</b> Тема 15. Фазовые превращения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение состояния реального газа;</li> <li>- взаимодействие между молекулами;</li> <li>- физическое представление о фазовых переходах;</li> <li>- уравнение Клапейрона-Клаузиуса;</li> <li>- количественные характеристики фазовых переходов (удельная теплота плавления, парообразования, и другие);</li> <li>- фазовые переходы первого и второго рода, примеры;</li> <li>- фазовые диаграммы;</li> <li>- тройная точка.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16       | <p><b>РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА Тема 16. Агрегатные состояния вещества</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о строении жидкости, перескоки и времена оседлой жизни молекул;</li> <li>- структура твердых тел, аморфные и кристаллические твердые тела;</li> <li>- кристаллическая решетка;</li> <li>- зависимость свойств вещества от типа кристаллической решетки;</li> <li>- понятие о дефектах кристаллической решетки.</li> </ul>                                                                    |
| 17       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ Тема 17. Электрическое поле в вакууме</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закон Кулона;</li> <li>- напряженность электростатического поля;</li> <li>- силовые линии;</li> <li>- принцип суперпозиции;</li> <li>- работа по перемещению заряда, потенциальная энергия поля;</li> <li>- потенциал электрического поля;</li> <li>- электрическое поле диполя;</li> <li>- диполь во внешнем электрическом поле.</li> </ul>                                                                        |
| 18       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ Тема 18. Циркуляция и поток напряженности электрического поля</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема о циркуляции напряжённости электрического поля;</li> <li>- связь напряжённости и потенциала.</li> <li>- эквипотенциальные поверхности;</li> <li>- поток векторного поля и его физический смысл;</li> <li>- теорема Гаусса в интегральной форме;</li> <li>- применение теоремы Гаусса для расчета напряженностей электрических полей.</li> </ul>                                     |
| 19       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ Тема 19. Электрическое поле в диэлектрике</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поляризация диэлектриков, механизмы поляризации;</li> <li>- вектор электрического смещения (индукция электрического поля);</li> <li>- теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике;</li> <li>- диэлектрическая проницаемость вещества;</li> <li>- электрическое поле в однородном диэлектрике;</li> <li>- понятие об электретах и сегнетоэлектриках;</li> <li>- понятие о пьезоэффекте.</li> </ul> |
| 20       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ Тема 20. Проводники в электрическом поле</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводники в электрическом поле;</li> <li>- электроёмкость проводников и конденсаторов;</li> <li>- электроёмкость при параллельном и последовательном соединениях конденсаторов;</li> <li>- энергия заряженного проводника, конденсатора;</li> <li>- энергия электрического поля;</li> <li>- объемная плотность энергии электрического поля.</li> </ul>                                                          |
| 21       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ Тема 21. Постоянный ток</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сила тока, плотность тока;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение непрерывности для плотности тока;</li> <li>- закон Ома в интегральной форме для однородного участка цепи;</li> <li>- электрическое сопротивление;</li> <li>- закон Ома в дифференциальной форме;</li> <li>- закон Джоуля-Ленца;</li> <li>- электродвижущая сила источника тока;</li> <li>- закон Ома для неоднородного участка цепи;</li> <li>- правила соединения элементов электрической цепи (сопротивления, источники тока);</li> <li>- правила Кирхгофа.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            |
| 22       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ</b> Тема 22. Магнитное поле в вакууме</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- источники магнитного поля;</li> <li>- магнитный момент кругового тока;</li> <li>- вектор магнитной индукции;</li> <li>- принцип суперпозиции;</li> <li>- силовые линии магнитного поля;</li> <li>- закон Био-Савара-Лапласа;</li> <li>- магнитное поле прямого тока, магнитное поле в центре кругового тока;</li> <li>- магнитное поле движущегося заряда;</li> <li>- закон Ампера;</li> <li>- сила взаимодействия двух прямых параллельных проводников;</li> <li>- сила Лоренца;</li> <li>- движение заряженных частиц в магнитном поле;</li> <li>- ускорители заряженных частиц.</li> </ul> |
| 23       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ</b> Тема 23. Циркуляция и поток магнитного поля</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема о циркуляции вектора магнитной индукции;</li> <li>- примеры применения теоремы;</li> <li>- вихревой характер магнитных полей;</li> <li>- магнитный поток;</li> <li>- теорема Гаусса для магнитного поля;</li> <li>- работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 24       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ</b> Тема 24. Магнитные свойства вещества</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эффект Холла;</li> <li>- намагничение магнетиков;</li> <li>- напряженность магнитного поля;</li> <li>- магнитная проницаемость;</li> <li>- классификация магнетиков;</li> <li>- ферромагнетизм.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 25       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ</b> Тема 25. Электромагнитная индукция</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- явление электромагнитной индукции, закон Фарадея;</li> <li>- правило Ленца;</li> <li>- вихревые токи (токи Фуко);</li> <li>- самоиндукция;</li> <li>- закон Фарадея для самоиндукции;</li> <li>- индуктивность соленоида;</li> <li>- экстратоки самоиндукции при замыкании и размыкании цепи;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- явление взаимной индукции, трансформатор;</li> <li>- энергия магнитного поля;</li> <li>- ток смещения;</li> <li>- система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                             |
| 26       | <b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ</b> Тема 26. Электрические колебания<br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- свободные и затухающие колебания в электрическом колебательном контуре;</li> <li>- уравнение вынужденных колебаний в электрическом колебательном контуре и его решение;</li> <li>- резонанс по току и напряжению;</li> <li>- понятие о сложении колебаний (биения, фигуры Лиссажу);</li> <li>- переменный ток.</li> </ul>                                          |
| 27       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА</b> Тема 27. Электромагнитная волна<br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- электромагнитные волны как следствия из уравнений Максвелла;</li> <li>- опыты Герца;</li> <li>- шкала электромагнитных волн;</li> <li>- скорость, энергия, интенсивность электромагнитной волны;</li> <li>- плотность потока энергии электромагнитной волны, вектор Умова-Пойнтинга;</li> <li>- элементы геометрической оптики;</li> <li>- полное внутреннее отражение.</li> </ul> |
| 28       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА</b> Тема 28. Интерференция света<br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- когерентность волн;</li> <li>- интерференция волн;</li> <li>- стоячие волны;</li> <li>- интерференция света;</li> <li>- схемы получения интерференционной картины (метод Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля);</li> <li>- интерференция в тонких пленках и в клине;</li> <li>- кольца Ньютона;</li> <li>- интерферометры, применение интерференции.</li> </ul>                    |
| 29       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА</b> Тема 29. Дифракция света<br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о дифракции электромагнитных волн;</li> <li>- принцип Гюйгенса-Френеля;</li> <li>- метод зон Френеля;</li> <li>- дифракция Френеля на простейших преградах;</li> <li>- зонная пластинка.</li> </ul>                                                                                                                                                                               |
| 30       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА</b> Тема 30. Дифракция света на периодических структурах<br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- дифракция Фраунгофера на одной и двух щелях;</li> <li>- дифракционная решетка;</li> <li>- представление о голографии;</li> <li>- дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решётке, условие Вульфа-Брэгга.</li> </ul>                                                                                                                                  |
| 31       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА</b> Тема 31. Поляризация света<br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- поляризация, форма и степень поляризации монохроматических волн;</li> <li>- получение и анализ линейно-поляризованного света, поляроиды;</li> <li>- закон Брюстера;</li> <li>- закон Малюса;</li> </ul>                                                                                                                                                                                 |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- двулучепреломление в кристаллах (оптическая анизотропия);</li> <li>- примеры применения поляризации в науке и технике.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 32       | <p><b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА Тема 32. Дисперсия света</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дисперсия света;</li> <li>- электронная теория дисперсии света;</li> <li>- фазовая и групповая скорости волн;</li> <li>- поглощение и рассеяние света;</li> <li>- закон Бугера-Ламберта;</li> <li>- закон Рэлея;</li> <li>- элементы теории оптических инструментов.</li> </ul>                                                                                                                                                              |
| 33       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА Тема 33.</b></p> <p><b>Корпускулярно-волновой дуализм</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- парадоксы классической физики;</li> <li>- внешний фотоэффект;</li> <li>- уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;</li> <li>- импульс фотона;</li> <li>- эффект Комптона;</li> <li>- давление света, опыты Лебедева.</li> </ul>                                                                                                                                                           |
| 34       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА Тема 34. Волновые свойства микрочастиц</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- опыты Дэвиссона и Джермера;</li> <li>- гипотеза де Бройля;</li> <li>- дифракция микрочастиц;</li> <li>- принцип неопределенности Гейзенберга.</li> <li>- волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять;</li> <li>- уравнение Шредингера;</li> <li>- уравнение Шредингера для стационарных состояний;</li> <li>- движение свободной микрочастицы.</li> </ul> |
| 35       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА Тема 35.</b></p> <p><b>Микрочастица в потенциальном поле</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- квантовая частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме;</li> <li>- одномерный потенциальный порог и барьер;</li> <li>- туннельный эффект;</li> <li>- квантовый гармонический осциллятор.</li> </ul>                                                                                                                                                                 |
| 36       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА Тема 36. Квантовая теория атома водорода</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эмпирические закономерности в атомных спектрах;</li> <li>- формула Бальмера;</li> <li>- опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц;</li> <li>- теория атома водорода по Бору;</li> <li>- стационарное уравнение Шредингера для атома водорода;</li> <li>- уровни энергии водородоподобного атома.</li> </ul>                                                                                      |
| 37       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА Тема 37.</b></p> <p><b>Орбитальный момент</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- операторы физических величин;</li> <li>- волновые функции и квантовые числа;</li> <li>- правила отбора для квантовых переходов;</li> <li>- опыт Штерна и Герлаха, гипотеза о спине;</li> <li>- собственный момент импульса электрона;</li> <li>- принцип Паули;</li> <li>- принцип построения периодической таблицы элементов.</li> </ul>                                                                                                                                                |
| 38       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА</b> Тема 38. Основы статистической физики</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подход статистической физики;</li> <li>- микросостояния и макросостояния;</li> <li>- вырожденный и невырожденный газ, условие вырождения;</li> <li>- классический невырожденный газ;</li> <li>- распределение Максвелла по скоростям и энергиям;</li> <li>- следствия из распределения Максвелла.</li> </ul>                                             |
| 39       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА</b> Тема 39. Квантовые статистики</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементы квантовой статистики: фермионы, бозоны;</li> <li>- симметричные и антисимметричные волновые функции;</li> <li>- функция распределения Ферми-Дирака;</li> <li>- энергия Ферми;</li> <li>- функция распределения Бозе-Эйнштейна;</li> <li>- предельный переход квантовых распределений в классические.</li> </ul>                                         |
| 40       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА</b> Тема 40. Квантовая теория теплового излучения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тепловое излучение;</li> <li>- вывод законов теплового излучения на основе распределения Бозе-Эйнштейна;</li> <li>- формула Планка и следствия из нее;</li> <li>- закон Стефана-Больцмана.</li> </ul>                                                                                                                                            |
| 41       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА</b> Тема 41. Элементы квантовой теории металлов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зонная теория твёрдых тел;</li> <li>- металлы, диэлектрики, полупроводники;</li> <li>- квантовая теория металлов, электрические свойства твёрдых тел;</li> <li>- зависимость концентрации носителей заряда в металлах от температуры;</li> <li>- сверхпроводимость.</li> </ul>                                                                     |
| 42       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА</b> Тема 42. Физика полупроводников</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- собственная проводимость полупроводников, электроны и дырки;</li> <li>- примесная проводимость полупроводников;</li> <li>- эффект Холла в полупроводниках;</li> <li>- зависимость концентрации носителей заряда в полупроводниках от температуры;</li> <li>- работа выхода, контактная разность потенциалов;</li> <li>- термоэлектрические явления;</li> </ul> |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- контактные явления в полупроводниках;</li> <li>- полупроводниковые приборы.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 43       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА Тема 43. Оптические свойства твердых тел</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эффект Штарка;</li> <li>- эффект Зеемана;</li> <li>- фотопроводимость;</li> <li>- люминесценция твердых тел;</li> <li>- светодиоды, фоторезисторы, фотоэлементы, солнечные батареи.</li> </ul>                                                                                                   |
| 44       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА Тема 44. Лазеры и волоконная оптика</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- спонтанное и индуцированное излучение;</li> <li>- инверсная населенность;</li> <li>- уравнения Эйнштейна для двухуровневой системы;</li> <li>- особенности лазерного излучения;</li> <li>- основные типы лазеров и их применение;</li> <li>- оптические волноводы и оптическое волокно.</li> </ul>    |
| 45       | <p><b>РАЗДЕЛ 6. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ Тема 45. Ядро атома. Радиоактивность</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- состав атомного ядра;</li> <li>- характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов;</li> <li>- изотопы, изобары, изотоны;</li> <li>- модели атомного ядра;</li> <li>- радиоактивность;</li> <li>- виды и законы радиоактивного излучения.</li> </ul>                                |
| 46       | <p><b>РАЗДЕЛ 6. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ Тема 46. Ядерные реакции</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ядерные реакции: реакция ядерного деления, цепная ядерная реакция;</li> <li>- законы сохранения в ядерных реакциях;</li> <li>- деление ядер;</li> <li>- реакция синтеза атомных ядер и термоядерная реакция;</li> <li>- физические основы ядерной энергетики.</li> </ul>                                |
| 47       | <p><b>РАЗДЕЛ 6. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ Тема 47. Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные классы элементарных частиц;</li> <li>- частицы и античастицы;</li> <li>- кварки, лептоны, частицы – переносчики взаимодействий;</li> <li>- виды фундаментальных взаимодействий;</li> <li>- теории взаимосвязи фундаментальных взаимодействий.</li> </ul> |
| 48       | <p><b>РАЗДЕЛ 6. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ Тема 48. Элементы астрофизики и эволюция Вселенной</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- источники энергии звезд: протонный цикл Бете и другие ядерные реакции в звездах;</li> <li>- эволюция звезд;</li> </ul>                                                                                                                                                        |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|          | - черные дыры;<br>- эволюция Вселенной, темная материя и темная энергия во Вселенной. |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <b>РАЗДЕЛ 1. Механика. Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения</b><br>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений по закономерностям кинематики поступательного и вращательного движения; динамике вращательного движения, используя понятия момента силы; момента инерции; момента импульса, теоремой Штейнера, основным законом динамики вращательного движения                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2        | <b>РАЗДЕЛ 1. Механика. Упругие свойства твердых и жидких сред: закон Гука</b><br>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений по упругим свойствам твердых тел, линейной и объемной деформации упругих тел, закону Гука                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3        | <b>РАЗДЕЛ 1. Механика. Механические колебания. Механическое волновое движение</b><br>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений гармонических механических колебаний, колебаниям маятников (свободные незатухающие, свободные затухающие, вынужденные колебания)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4        | <b>РАЗДЕЛ 2. Молекулярная физика и термодинамика. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы</b><br>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений по уравнению состояния для обратимых и необратимых процессов, используя закон Авогадро; состоянию идеального газа, в частности, для изохорного, изобарного, изотермического, изоэнтропийного (адиабатного) процессов                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5        | <b>РАЗДЕЛ 3. Электромагнитное поле. Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Циркуляция и поток напряженности электрического поля. Электрическое поле в диэлектрике</b><br>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений по закону Кулона, рассчитывать напряженность электростатического поля, используя графические представления - силовые линии и эквипотенциальные поверхности - и принцип суперпозиции; рассматривается и рассчитывается напряженность электрического поля диполя; по электроёмкостям проводников и конденсаторов, энергии заряженного конденсатора; по расчету электрических цепей на основе законов Ома и Джоуля-Ленца |
| 6        | <b>РАЗДЕЛ 3. Электромагнитное поле. Электрические колебания: свободные и затухающие колебания в электрическом колебательном контуре; вынужденные колебания в электрическом колебательном контуре; резонанс</b><br>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений по гармоническим колебаниям в электрическом контуре, решая уравнение колебаний и используя понятия амплитуды, частоты и фазы колебаний, энергии колебаний. Рассматриваются свободные незатухающие, свободные затухающие                                                                                                                                                           |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7        | <p><b>РАЗДЕЛ 4. Оптика. Интерференция света. Дифракция света. Дифракция света на периодических структурах</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений по интерференции, характеристикам когерентных волн; по дифракции, использованию принципа Гюйгенса-Френеля, метода зон Френеля, дифракция Френеля на простейших преградах, дифракция Фраунгофера на одной и двух щелях, дифракционной решетке; по поляризации, используя законы Брюстера и Малюса на примере оптических схем, содержащих поляроиды</p> |
| 8        | <p><b>РАЗДЕЛ 4. Оптика. Поляризация света. Законы Брюстера и Малюса.</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений характеристик поляризованного света; применению законов Брюстера и Малюса на примере использования оптических схем, содержащих поляроиды.</p>                                                                                                                                                                                                                                              |
| 9        | <p><b>РАЗДЕЛ 5. Квантовая и статистическая физика. Корпускулярно-волновой дуализм. Внешний фотоэффект</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений по законам внешнего фотоэффекта, уравнению Эйнштейна, характеристикам фотона</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. Квантовая и статистическая физика. Квантовая теория теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, смещения Вина. формула Планка и следствия из нее</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений по спектральным характеристикам теплового излучения, используя законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и законы смещения Вина для серых тел и абсолютно черное тело; познакомится с использованием формулы Планка</p>                                                                  |
| 11       | <p><b>РАЗДЕЛ 5. Квантовая и статистическая физика. Физика полупроводников. Эффект Холла в полупроводниках. зависимость концентрации носителей заряда в полупроводниках от температуры. Работа выхода, контактная разность потенциалов</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений по эффекту Холла</p>                                                                                                                                                                                                      |
| 12       | <p><b>РАЗДЕЛ 6. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Ядро атома. Ядерные реакции</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент будет ознакомлен с закономерностями и получает навыки проведения количественных измерений ядерных реакций</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <p><b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА. Кинематика поступательного и вращательного движения</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навык решения задач по понятию физических теорий и пределы их применимости; месте эксперимента в физике; ошибках измерений, метода обработки результатов измерений; методах построения графиков по результатам измерений; кинематике поступательного и вращательного движения</p> |
| 2        | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Электрические колебания: свободные и затухающие колебания в электрическом колебательном контуре</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навык решения задач по гармоническим колебаниям в электрическом контуре, используя понятия амплитуды, частоты и фазы колебаний, энергии колебаний. Рассматриваются свободные незатухающие, свободные</p>                 |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | затухающие, вынужденные колебания, рассматривается явление резонанса (по току и напряжению). Рассматриваются задачи на сложение электрических колебаний (биения, фигуры Лиссажу).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3        | <b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА. Динамика вращательного движения твердого тела. Закон сохранения импульса. Закон сохранения механической энергии</b><br>В результате выполнения практического задания студент учится на конкретных примерах разрабатывать алгоритм и находить решение задач по законам Ньютона, закону всемирного тяготения, законам трения; по динамике вращательного движения, используя понятия момента силы; момента инерции; момента импульса, теорему Штейнера, основной закон динамики вращательного движения, закон сохранения момента импульса.                                                                                                                                       |
| 4        | <b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА. Элементы релятивистской механики</b><br>В результате выполнения практического задания студент определяет необходимость и границы применимости понятий релятивистской механики. Знакомится с постулатами СТО, относительностью одновременности и преобразованиями Лоренца, а также со следствиями преобразований Лоренца: сокращением длины и замедлением времени в движущихся системах отсчета. Внимание уделено понятиям релятивистского импульса и взаимосвязи массы и энергии. Получает навыки решения задач в случае релятивистского движения тела.                                                                                                                       |
| 5        | <b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА. Упругие свойства твердых и жидких сред: закон Гука. Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли</b><br>В результате выполнения практического задания студент получает навык решения задач по упругим свойствам твердых тел, линейной и объемной деформации упругих тел, закону Гука; уравнениям непрерывности и Бернулли.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6        | <b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА. Механические колебания. Механическое волновое движение. Эффект Доплера</b><br>В результате выполнения практического задания студент получает навык решения задач по гармоническим механическим колебаниям, маятникам, решая уравнение колебаний и используя понятия амплитуды, частоты и фазы колебаний, энергии колебаний. Рассматриваются свободные незатухающие, свободные затухающие, вынужденные колебания, явление резонанса; эффект Доплера.                                                                                                                                                                                                                           |
| 7        | <b>РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. Барометрическая формула Больцмана</b><br>В результате выполнения практического задания студент получает навык решения задач по уравнению состояния для обратимых и необратимых процессов, используя закон Авогадро. Студент учится на конкретных примерах разрабатывать алгоритм и находить решение задач по уравнению состояния идеального газа, в частности, для изохорного, изобарного, изотермического, изоэнтропийного (адиабатного) процессов и объединяющего политропного процесса. Получает навык решения задач по расчету статистических характеристик газа по распределению Больцмана. |
| 8        | <b>РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА. Начала термодинамики</b><br>В результате выполнения практического задания студент получает навык решения задач по расчету внутренней энергии газа и ее изменению, началам термодинамик, уравнению Майера; рассматриваются закономерности адиабатного процесса; рассчитывается изменение энтропии в разных процессах и коэффициент полезного действия.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 9        | <b>РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА. Фазовые превращения. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Агрегатные состояния вещества. Кристаллическая решетка</b><br>В результате выполнения практического задания студент получает навык решения задач по свойствам тел в разных агрегатных состояниях, количественным характеристикам фазовых переходов; свойствам кристаллических решеток и способам расчета их количественных характеристик.                                                                                                                                                                                                                                                     |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент учится на конкретных примерах решать задачи по закону Кулона, рассчитывать напряженность электростатического поля, используя графические представления - силовые линии и эквипотенциальные поверхности - и принцип суперпозиции; рассматривается и рассчитывается напряженность электрического поля диполя; рассматривается поле в диэлектрике.</p>                                                                                                                      |
| 11       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Циркуляция и поток напряженности электрического поля. Электрическое поле в диэлектрике</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент учится на конкретных примерах решать задачи по применению Теорема Гаусса в интегральной форме для расчета электрических полей различных конфигураций; вычислению работы, совершаемой силами электростатического поля по перемещению заряда; вычислению потенциальной энергии поля; расчета диэлектрической проницаемости вещества; понимать механизм возникновения электрического поля в электретах и сегнетоэлектриках.</p> |
| 12       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Проводники в электрическом поле. Постоянный ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения задач по расчету электроёмкости проводников и конденсаторов; расчету энергии и плотности энергии заряженного проводника, конденсатора; по расчету электрических цепей на основе законов Ома и Джоуля-Ленца.</p>                                                                                                                                                                                      |
| 13       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Правила соединения элементов электрических цепей. Правила Кирхгофа</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения задач по правилам соединения элементов электрической цепи (сопротивления, электроёмкости, источники тока); по применению первого и второго правил Кирхгофа для расчета сложных электрических цепей.</p>                                                                                                                                                                                                      |
| 14       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения задач по построению и расчету вектора магнитной индукции с применением принципа суперпозиции; применению закона Био-Савара-Лапласа для расчета магнитных полей – прямого бесконечного проводника с током, в центре кругового тока; на оси кругового витка с током; вычислению магнитного поля движущегося заряда.</p>                                                                                                        |
| 15       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Закон Ампера. Сила Лоренца</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки применения закона Ампера и силы Лоренца для расчетов характеристик магнитных полей и траекторий и характеристик движения заряженных частиц в магнитном поле; подробно обсуждается принцип работы ускорителей.</p>                                                                                                                                                                                                                                            |
| 16       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Циркуляция и поток магнитного поля. Магнитные свойства вещества. Электромагнитная индукция</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки вычисления магнитного потока и применения теоремы о циркуляции вектора магнитной индукции для расчета характеристик магнитных полей; расчету работы по перемещению проводника с током в магнитном поле. Рассматривается эффект Холла.</p>                                                                                                                                                    |
| 17       | <p><b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Законы Фарадея для индукции и самоиндукции</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения задач по применению законов Фарадея электромагнитной индукции и самоиндукции для</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | вычисления э.д.с. индукции; применению правила Ленца для определения направления индукционного тока; расчету э.д.с. самоиндукции, индуктивности соленоида и энергии магнитного поля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 18       | <b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Электрические колебания: свободные и затухающие колебания в электрическом колебательном контуре</b><br>В результате выполнения практического задания студент получает навык решения задач по гармоническим колебаниям в электрическом контуре, используя понятия амплитуды, частоты и фазы колебаний, энергии колебаний. Рассматриваются свободные незатухающие, свободные затухающие, вынужденные колебания, рассматривается явление резонанса (по току и напряжению). Рассматриваются задачи на сложение электрических колебаний (биения, фигуры Лиссажу). |
| 19       | <b>РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Электрические колебания: вынужденные колебания в электрическом колебательном контуре; резонанс</b><br>В результате выполнения практического задания студент получает навык решения задач по расчету основных характеристик и построению векторных диаграмм токов и напряжений в R, L, C-цепях переменного тока. Вычислению резонансных значений токов и напряжений.                                                                                                                                                                                          |
| 20       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА. Электромагнитная волна. Вектор Умова-Пойнтинга. Элементы геометрической оптики</b><br>В результате выполнения практического задания студент будет ознакомлен с основными характеристиками электромагнитных волн и получит навыки вычисления скорости, энергии, интенсивности электромагнитной волны, потока плотности энергии волны; вектора Умова-Пойнтинга; элементов геометрической оптики.                                                                                                                                                                              |
| 21       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА. Интерференция света</b><br>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения задач по интерференции, характеристикам когерентных волн; оптическим схемам получения интерференционных волн; интерференции в тонких пленках и клине; кольца Ньютона; применением интерферометров.                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 22       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА. Дифракция света</b><br>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения задач по использованию принципа Гюйгенса-Френеля, метода зон Френеля, дифракции Френеля на простейших преградах, дифракция Фраунгофера на одной и двух щелях.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 23       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА. Дифракция света на периодических структурах.</b><br>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения задач по дифракции на одномерных структурах с использованием дифракционной решетки; дифракции рентгеновских лучей на кристаллической решетке; применению условий Вульфа-Брэгга.                                                                                                                                                                                                                                               |
| 24       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА. Поляризация света. Законы Брюстера и Малюса</b><br>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения задач по поляризации, используя законы Брюстера и Малюса на примере оптических схем, содержащих поляроиды; по определению анизотропных характеристик света при прохождении через оптические кристаллы (двулучепреломление); обговаривается форма и степень поляризации монохроматических волн.                                                                                                                                 |
| 25       | <b>РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА. Дисперсия света. Закон Бугера-Ламберта. Закон Рэлея</b><br>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения качественных задач по дисперсии, связанных с построением хода лучей в разных оптических схемах, а также решая расчетные задачи на определение фазовой и групповой скоростей волн, поглощению и рассеянию света при прохождении различных сред; задачи по использованию законов Бугера-Ламберта-Бера и Рэлея.                                                                                                           |
| 26       | <b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. Корпускулярно-волновой дуализм. Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Давление света</b><br>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | расчетных задач по законам внешнего фотоэффекта, уравнению Эйнштейна, характеристикам фотона; эффекту Комптона; давлению света.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 27       | <b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. Волновые свойства микрочастиц. Волны де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга</b><br>В результате выполнения практического задания студент получит практические навыки решения расчетных задач по волновым свойствам микрочастиц, используя гипотезу де Бройля; применению принципа неопределенностей Гейзенберга.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 28       | <b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Квантовая частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект. стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Принцип Паули</b><br>В результате выполнения практического задания студент научится на конкретных примерах рассматривать выводы из решений стационарного уравнения Шредингера: БГПЯ, потенциальных барьеров, водородоподобного атома, рассматривая решение – функцию Эйлера, квантовые числа, правила отбора для квантовых переходов; принцип Паули                                 |
| 29       | <b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. Основы статистической физики. Распределение Максвелла по скоростям и энергиям. Функция распределения Ферми-Дирака. Функция распределения Бозе-Эйнштейна</b><br>В результате выполнения практического задания студент учится на конкретных примерах решать статистические задачи на основе распределений (статистик) Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна, Максвелла.                                                                                                                                                                                                                       |
| 30       | <b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. Квантовая теория теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, смещения Вина. формула Планка и следствия из нее</b><br>В результате выполнения практического задания студент учится на конкретных примерах решать задачи по спектральным характеристикам теплового излучения, используя законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и законы смещения Вина для серых тел и абсолютно черное тело; познакомится с использованием формулы Планка.                                                                                                                                   |
| 31       | <b>РАЗДЕЛ 5. КВАНТОВАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. Физика полупроводников. Эффект Холла в полупроводниках. зависимость концентрации носителей заряда в полупроводниках от температуры. Работа выхода, контактная разность потенциалов</b><br>В результате выполнения практического задания студент учится на конкретных примерах рассчитывать количественные характеристики собственной и примесной проводимости полупроводников, представляя результаты также графически; решать задачи по зависимости концентрации носителей заряда в полупроводниках от температуры; эффекту Холла; работе выхода, контактной разности потенциалов. |
| 32       | <b>РАЗДЕЛ 6. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ. Ядро атома. Радиоактивность. виды и законы радиоактивного излучения</b><br>В результате выполнения практического задания студент научится на конкретных примерах анализировать состав атомного ядра, определяя его характеристики: заряд, масса, энергия связи нуклонов, применит на практике понятия изотопов, изотонов, изобар; решать задачи на закон радиоактивного излучения.                                                                                                                                                                                         |
| 33       | <b>РАЗДЕЛ 6. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ. Ядерные реакции. Реакции ядерного деления и синтеза атомных ядер, термоядерная реакция</b><br>В результате выполнения практического задания студент научится на конкретных примерах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | дифференцировать реакции деления и синтеза; записывать и рассчитывать количественно ядерные реакции. |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы             |
|----------|----------------------------------------|
| 1        | Подготовка к лабораторным работам.     |
| 2        | Подготовка к практическим занятиям.    |
| 3        | Работа с лекционным материалом.        |
| 4        | Работа с литературой.                  |
| 5        | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 6        | Подготовка к текущему контролю.        |

#### 5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| №<br>п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                               | Место доступа                                                                                                                                                 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 19-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019 — Том 1 : Механика. Молекулярная физика — 2020. — 436 с. — ISBN 978-5-8114-5539-3.                                   | <a href="https://e.lanbook.com/book/142380?category=919">https://e.lanbook.com/book/142380?category=919</a> (дата обращения: 25.01.2024). Текст: электронный. |
| 2        | Савельев, И. В. Основы теоретической физики : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 : Механика. Электродинамика — 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-9042-4 (том 1), 978-5-8114-0618-0 (общий). | <a href="https://e.lanbook.com/book/183764?category=919">https://e.lanbook.com/book/183764?category=919</a> (дата обращения: 25.01.2024). Текст: электронный. |
| 3        | Савельев, И. В. Курс физики. В 3 т. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 468 с. — ISBN 978-5-8114-9096-7.                          | <a href="https://e.lanbook.com/book/184164">https://e.lanbook.com/book/184164</a> (дата обращения: 25.01.2024). Текст: электронный.                           |

|   |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                           |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-8926-8. | <a href="https://e.lanbook.com/book/185339">https://e.lanbook.com/book/185339</a> (дата обращения: 25.01.2024). Текст: электронный.                                       |
| 5 | Физика: учеб. пособие для студ. спец. и напр. ИУИТ, ИТТСУ, ИПСС, ИЭФ, вечернего факультета. Ч.2. Конспект лекций / С. М. Кокин, В. А. Никитенко; МИИТ. Каф. Физика.М.: МИИТ, 2013. - 178 с. : а-ил. - Библиогр.: с. 173.      | <a href="http://library.miit.ru/bookscatalog/upos/14-47.pdf">http://library.miit.ru/bookscatalog/upos/14-47.pdf</a> (дата обращения: 25.01.2024). Текст: электронный.     |
| 6 | Физика: конспект лекций для студ. спец. и напр. ИУИТ, ИТТСУ, ИПСС, ИЭФ, Вечернего ф-та. Ч.3 / С. М. Кокин, В. А. Никитенко; МИИТ. Каф. Физика.М.: РУТ(МИИТ), 2017. - 256 с. : а-ил. - Библиогр.: с. 255.                      | <a href="http://library.miit.ru/bookscatalog/metod/DC-234.pdf">http://library.miit.ru/bookscatalog/metod/DC-234.pdf</a> (дата обращения: 25.01.2024). Текст: электронный. |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Электронно-библиотечная система ЛАНЬ (<https://e.lanbook.com/>).

Образовательная платформа Юрайт (<https://urait.ru/>).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://window.edu.ru>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Интернет-браузер (Yandex и др.)

Microsoft Office.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения аудиторных занятий по дисциплине (модулю) «Физика» используются аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием: проектор, экран, персональный компьютер/ноутбук.

Лабораторные работы по дисциплине (модулю) «Физика» проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий, компьютерных средств обработки результатов измерений.

#### 9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 1 семестре.

Экзамен во 2, 3 семестрах.

#### 10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Физика»

А.В. Пауткина

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ХиИЭ

Ф.И. Сухов

Заведующий кафедрой Физика

Н.В. Быков

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова