

**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 специалитета  
по специальности  
23.05.04 Эксплуатация железных дорог,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Физика**

Специальность: 23.05.04 Эксплуатация железных дорог

Специализация: Цифровые технологии управления  
транспортными процессами

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: 5665  
Подписал: заместитель директора Нутович Вероника  
Евгеньевна  
Дата: 28.11.2025

## 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 решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

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;
- применять методы теоретического и экспериментального исследования объектов;
- процессов и явлений;
- осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода;
- выработать стратегию действий.

**Владеть:**

- навыками измерений количественных характеристик исследуемых объектов и явлений;
- навыками использования математического анализа и моделирования при алгоритмизации инженерных (предметно-профильных) задач и их дальнейшего решения.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 9 з.е. (324 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):	168	56	56	56
В том числе:				
Занятия лекционного типа	96	32	32	32
Занятия семинарского типа	72	24	24	24

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 156 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	<b>Физические величины</b> Рассматриваемые вопросы: - предмет и задачи физики; - физические теории и пределы их применимости; - физические величины; - размерности физических величин; - скалярные и векторные физические величины; - операции с векторными физическими величинами; - производная и интеграл в физике.
2	<b>Кинематика поступательного движения</b> Рассматриваемые вопросы: - основные модели механики: материальная точка, абсолютно твердое тело, сплошная среда; - кинематика: основные понятия, системы отсчета; - движение по прямой: средняя скорость и среднее ускорение; - мгновенная линейная скорость, мгновенное линейное ускорение, физический смысл производной; - пройденный путь как интеграл от скорости, физический смысл интеграла; - уравнения кинематики равнопеременного движения по прямой.
3	<b>Кинематика пространственного и вращательного движения</b> Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пространственное (криволинейное) движение точки;</li> <li>- степени свободы;</li> <li>- радиус-вектор, вектор перемещения, векторы скорости и ускорения точки;</li> <li>- нормальное и тангенциальное ускорение;</li> <li>- основные уравнения кинематики поступательного движения точки и твердого тела;</li> <li>- кинематика вращательного движения: мгновенная угловая скорость и мгновенное угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением;</li> <li>- уравнения кинематики равнопеременного вращения.</li> </ul>
4	<p><b>Динамика материальной точки</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- масса, импульс, сила;</li> <li>- инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона;</li> <li>- второй закон Ньютона, уравнение динамики движения материальной точки;</li> <li>- примеры сил в механике: сила тяжести (закон Всемирного тяготения), сила упругого сжатия пружины (закон Гука), силы трения;</li> <li>- третий закон Ньютона.</li> </ul>
5	<p><b>Импульс</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>- принцип относительности и преобразования Галилея;</li> <li>- неинерциальные системы отсчета;</li> <li>- понятие о силах инерции;</li> <li>- поступательная и центробежная силы инерции;</li> <li>- примеры сил инерции в транспортных системах.</li> </ul>
6	<p><b>Энергия</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кинетическая энергия материальной точки;</li> <li>- работа переменной силы;</li> <li>- физический смысл криволинейного интеграла;</li> <li>- мощность;</li> <li>- поле сил (на примере силы тяжести);</li> <li>- консервативные и неконсервативные силы, примеры;</li> <li>- потенциальная энергия;</li> <li>- потенциальная энергия в поле сил тяжести;</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>
7	<p><b>Элементы релятивистской механики</b> 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> <li>- релятивистский импульс;</li> <li>- взаимосвязь массы и энергии.</li> </ul>
8	<p><b>Динамика вращательного движения</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- момент инерции;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <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> </ul>
9	<p><b>Движение сплошных сред</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сплошная среда как модель движения жидкостей и газов;</li> <li>- общие механические свойства жидкостей и газов;</li> <li>- стационарное течение идеальной жидкости;</li> <li>- уравнение непрерывности;</li> <li>- уравнение Бернулли;</li> <li>- сила вязкого трения, закон Стокса;</li> <li>- понятие о движении объектов в жидкостях и газах.</li> </ul>
10	<p><b>Механические колебания</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- маятники: математический, пружинный, физический;</li> <li>- периодические процессы;</li> <li>- гармонические колебания;</li> <li>- уравнение свободных незатухающих механических колебаний и его решение;</li> <li>- амплитуда, частота и фаза колебаний;</li> <li>- энергия колебаний.</li> </ul>
11	<p><b>Затухающие механические колебания</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- примеры колебательных систем с затуханием;</li> <li>- уравнение свободных затухающих механических колебаний и его решение;</li> <li>- характеристики затухающих колебаний;</li> <li>- аperiodические процессы;</li> <li>- примеры колебательных систем в механике и технике.</li> </ul>
12	<p><b>Тепловое движение идеального газа</b> 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>Первое начало термодинамики</b> 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> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- адиабатический процесс;</li> <li>- политропический процесс (процесс с постоянной теплоемкостью);</li> <li>- диаграммы термодинамических процессов в координатах давление – объем.</li> </ul>
14	<p><b>Второе начало термодинамики</b></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>Фазовые превращения</b></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>
16	<p><b>Агрегатные состояния веществ</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>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>- поток векторного поля и его физический смысл;</li> <li>- теорема Гаусса для вектора напряженности электростатического поля в интегральной форме;</li> <li>- применение теоремы Гаусса для расчета напряженностей электрических полей;</li> <li>- электрическое поле заряженной плоскости и двух разноименно заряженных плоскостей;</li> <li>- электрическое поле равномерно заряженной сферы и шара;</li> <li>- электрическое поле заряженного цилиндра.</li> </ul>
18	<p><b>Потенциал</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа по перемещению заряда, потенциальная энергия поля;</li> <li>- потенциал электрического поля;</li> <li>- теорема о циркуляции напряжённости электрического поля;</li> <li>- связь напряжённости и потенциала;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- эквипотенциальные поверхности;</li> <li>- потенциалы заряженных плоскостей, сферы и цилиндра.</li> </ul>
19	<p><b>Диэлектрики</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электрическое поле диполя;</li> <li>- диполь во внешнем электрическом поле;</li> <li>- поляризация диэлектриков, механизмы поляризации;</li> <li>- вектор электрического смещения (индукция электрического поля);</li> <li>- теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике в интегральной форме;</li> <li>- диэлектрическая проницаемость вещества;</li> <li>- электрическое поле в однородном диэлектрике.</li> </ul>
20	<p><b>Проводники</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводники в электрическом поле;</li> <li>- ёмкость проводников и конденсаторов;</li> <li>- ёмкость при параллельном и последовательном соединениях конденсаторов;</li> <li>- энергия заряженного проводника, конденсатора;</li> <li>- энергия электрического поля;</li> <li>- объёмная плотность энергии электрического поля.</li> </ul>
21	<p><b>Постоянный ток</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сила тока, плотность тока;</li> <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>Магнитное поле в вакууме</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- источники магнитного поля;</li> <li>- вектор магнитной индукции;</li> <li>- принцип суперпозиции;</li> <li>- сила Лоренца;</li> <li>- движение заряженных частиц в магнитном поле;</li> <li>- эффект Холла;</li> <li>- понятие о релятивистской природе магнитного поля;</li> <li>- магнитное поле движущегося заряда;</li> <li>- силовые линии магнитного поля;</li> <li>- закон Био-Савара-Лапласа;</li> <li>- магнитное поле прямого тока, магнитное поле на оси кругового тока;</li> <li>- закон Ампера;</li> <li>- сила взаимодействия двух прямых параллельных проводников.</li> </ul>
23	<p><b>Циркуляция и поток магнитного поля</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- магнитный поток;</li> <li>- теорема Гаусса для магнитного поля в интегральной форме;</li> <li>- теорема о циркуляции вектора магнитной индукции;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- примеры применения теоремы о циркуляции;</li> <li>- магнитные поля соленоида и тороида.</li> </ul>
24	<p><b>Магнитные свойства вещества</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- магнитный момент кругового тока (рамки);</li> <li>- рамка с током во внешнем магнитном поле;</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>Электромагнитная индукция</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа по перемещению проводника с током в магнитном поле;</li> <li>- явление электромагнитной индукции, закон Фарадея;</li> <li>- правило Ленца;</li> <li>- самоиндукция;</li> <li>- закон Фарадея для самоиндукции;</li> <li>- индуктивность соленоида;</li> <li>- явление взаимной индукции, принцип работы трансформатора;</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	<p><b>Электрические колебания</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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>- понятие о переменном токе.</li> </ul>
27	<p><b>Электромагнитные волны</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- волновое движение, примеры волнового движения;</li> <li>- плоская гармоническая волна;</li> <li>- длина волны, волновое число, фазовая скорость;</li> <li>- уравнение волны;</li> <li>- одномерное волновое уравнение;</li> <li>- электромагнитные волны как следствия из уравнений Максвелла;</li> <li>- шкала электромагнитных волн;</li> <li>- скорость, энергия, интенсивность электромагнитной волны;</li> <li>- плотность потока энергии электромагнитной волны, вектор Пойнтинга.</li> </ul>
28	<p><b>Интерференция света</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- кольца Ньютона;</li> <li>- интерферометры, применение интерференции.</li> </ul>
29	<p><b>Дифракция Френеля</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о дифракции электромагнитных волн;</li> <li>- связь дифракции и интерференции;</li> <li>- принцип Гюйгенса-Френеля;</li> <li>- метод зон Френеля;</li> <li>- дифракция Френеля на простейших преградах;</li> <li>- зонная пластинка.</li> </ul>
30	<p><b>Дифракция Фраунгофера</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дифракция Фраунгофера на одной и двух щелях;</li> <li>- дифракционная решетка;</li> <li>- дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решётке, условие Вульфа-Брэгга.</li> </ul>
31	<p><b>Поляризация света</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <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> <li>- двулучепреломление в кристаллах (оптическая анизотропия);</li> <li>- примеры применения поляризации.</li> </ul>
32	<p><b>Дисперсия, поглощение и рассеяние света</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дисперсия света;</li> <li>- электронная теория дисперсии света;</li> <li>- волновой пакет;</li> <li>- фазовая и групповая скорости волн;</li> <li>- поглощение и рассеяние света;</li> <li>- закон Бугера-Ламберта;</li> <li>- закон Рэлея.</li> </ul>
33	<p><b>Корпускулярно-волновой дуализм</b> 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>Волновые свойства микрочастиц</b> 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>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
35	<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>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>Орбитальный момент</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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>Основы статистической физики</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подход классической 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>Квантовые статистики</b></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>Квантовая теория теплового излучения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тепловое излучение;</li> <li>- абсолютно черное тело;</li> <li>- вывод законов теплового излучения на основе распределения Бозе-Эйнштейна;</li> <li>- формула Планка и следствия из нее (законы Кирхгофа и Вина);</li> <li>- закон Стефана-Больцмана.</li> </ul>
41	<p><b>Элементы квантовой теории металлов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зонная теория твердых тел;</li> <li>- металлы, диэлектрики, полупроводники;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <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>Физика полупроводников</b> 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> <li>- контактные явления в полупроводниках.</li> </ul>
43	<p><b>Оптические свойства твердых тел</b> Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внутренний фотоэффект;</li> <li>- эффект Штарка;</li> <li>- эффект Зеемана;</li> <li>- фотопроводимость;</li> <li>- люминесценция твёрдых тел;</li> <li>- светодиоды, фоторезисторы, фотоэлементы, солнечные батареи.</li> </ul>
44	<p><b>Лазеры и волоконная оптика</b> 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>Ядро атома. Радиоактивность</b> 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>Ядерные реакции</b> 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>Элементы астрофизики и эволюция Вселенной</b> 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> <li>- черные дыры;</li> <li>- эволюция Вселенной, темная материя и темная энергия во Вселенной.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
48	<p><b>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>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p><b>Измерение физических величин</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получит практические навыки работы с основными принципами измерения физических величин и обработкой результатов измерений физических величин.</p>
2	<p><b>Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент будет получить практические 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</p>
3	<p><b>Механические колебания</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получит практические навыки проведения количественных измерений гармонических механических колебаний, колебаниям маятников (свободные незатухающие, свободные затухающие, вынужденные колебания)</p>
4	<p><b>Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент будет получить практические 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</p>
5	<p><b>Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Циркуляция и поток напряженности электрического поля. Электрическое поле в диэлектрике</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент будет получить практические 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 ёмкостям проводников и конденсаторов, энергии заряженного конденсатора; по расчету электрических цепей на основе законов Ома и Джоуля-Ленца</p>
6	<p><b>Электрические колебания: свободные и затухающие колебания в электрическом колебательном контуре; вынужденные колебания в электрическом колебательном контуре; резонанс</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получит практические 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</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
7	Интерференция света. Дифракция света. Дифракция света на периодических структурах В результате выполнения лабораторной работы студент получает практические 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
8	Поляризация света. Законы Брюстера и Малюса В результате выполнения лабораторной работы студент получает практические навыки проведения количественных измерений характеристик поляризованного света; применению законов Брюстера и Малюса на примере использования оптических схем, содержащих поляроиды.
9	Корпускулярно-волновой дуализм. Внешний фотоэффект В результате выполнения лабораторной работы студент получает практические навыки проведения количественных измерений по законам внешнего фотоэффекта, уравнению Эйнштейна, характеристикам фотона
10	Квантовая теория теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, смещения Вина. формула Планка и следствия из нее В результате выполнения лабораторной работы студент получает практические 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
11	Физика полупроводников. Эффект Холла в полупроводниках. зависимость концентрации носителей заряда в полупроводниках от температуры. Работа выхода, контактная разность потенциалов В результате выполнения лабораторной работы студент получает практические навыки проведения количественных измерений по эффекту Холла
12	Ядро атома. Ядерные реакции В результате выполнения лабораторной работы студент получает практические навыки проведения количественных измерений в ядерных реакциях

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Физические величины В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач правильного округления и обработки результатов измерений физических величин, работе со скалярными и векторными физическими величинами, использования производных и интегралов при работе с физическими величинами.
2	Кинематика поступательного и вращательного движения В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач по кинематике поступательного и вращательного движения
3	Закон сохранения импульса В результате выполнения практического задания студент получает на конкретных примерах навыки и умения разрабатывать алгоритм и находить решение задач по законам Ньютона, закону всемирного тяготения, законам трения.
4	Закон сохранения механической энергии В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач по уравнениям непрерывности и Бернулли.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
5	<p><b>Динамика вращательного движения</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач по динамике вращательного движения, используя понятия момента силы; момента инерции; момента импульса, теорему Штейнера, основной закон динамики вращательного движения, закон сохранения момента импульса</p>
6	<p><b>Механические колебания</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач по гармоническим механическим колебаниям, маятникам, решая уравнение колебаний и используя понятия амплитуды, частоты и фазы колебаний, энергии колебаний. Рассматриваются свободные незатухающие и затухающие колебания</p>
7	<p><b>Уравнение состояния идеального газа. Изопрцессы. Барометрическая формула Больцмана</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач по уравнению состояния для обратимых и необратимых процессов. 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</p>
8	<p><b>Первое и второе начала термодинамики</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения 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</p>
9	<p><b>Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения на конкретных примерах решать задачи по закону Кулона, рассчитывать напряженность электростатического поля, используя графические представления - силовые линии и эквипотенциальные поверхности - и принцип суперпозиции</p>
10	<p><b>Теорема Гаусса. Потенциал</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения определения напряженностей электрического поля различных поверхностей с помощью теоремы Гаусса, расчета потенциала электростатического поля в различных конфигурациях</p>
11	<p><b>Диэлектрики и проводники в электрическом поле</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач по расчёту электрического поля диполя, электрических полей в диэлектриках, расчёту ёмкостей проводников и конденсаторов, энергии заряженного проводника, конденсатора</p>
12	<p><b>Постоянный ток</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач расчета электрических цепей на основе законов Ома для однородного и неоднородного участков цепи, Джоуля-Ленца, а также правил Кирхгофа</p>
13	<p><b>Магнитное поле в вакууме и веществе</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения применения законов Био-Савара-Лапласа и Ампера, а также силы Лоренца для расчетов характеристик магнитных полей и траекторий и характеристик движения заряженных частиц в магнитном поле, также решения задач по использованию понятий магнитного потока и циркуляции магнитного поля</p>
14	<p><b>Электромагнитная индукция. Электрические колебания</b></p> <p>В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач по законам индукции и самоиндукции Фарадея, гармоническим колебаниям в электрическом контуре, решая уравнение колебаний и используя понятия амплитуды, частоты и фазы колебаний,</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	энергии колебаний. Рассматриваются свободные незатухающие, свободные затухающие, вынужденные колебания, явление резонанса
15	<b>Электромагнитная волна. Интерференция света</b> В результате выполнения практического задания студент будет получает навыки и умения работы с характеристиками электромагнитных волн и получит навыки вычисления скорости, энергии, интенсивности электромагнитной волны, получит практические навыки решения задач по интерференции и характеристикам когерентных волн.
16	<b>Дифракция света. Дифракция света на периодических структурах. Поляризация света. Законы Брюстера и Малюса. Поглощение света</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения задач по дифракции, использованию принципа Гюйгенса-Френеля, метода зон Френеля, дифракция Френеля на простейших преградах, дифракция Фраунгофера на одной и двух щелях, дифракционной решетке, поляризации, используя законы Брюстера и Малюса на примере оптических схем, содержащих поляроиды, а также решая расчетные задачи на поглощение света при прохождении сред
17	<b>Корпускулярно-волновой дуализм. Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Давление света</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения расчетных задач по законам внешнего фотоэффекта, уравнению Эйнштейна, характеристикам фотона; эффекту Комптона; давлению света
18	<b>Волновые свойства микрочастиц. Волны де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки и умения решения расчетных задач по волновым свойствам микрочастиц, используя гипотезу де Бройля; применению принципа неопределенностей Гейзенберга
19	<b>Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Квантовая частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект</b> В результате выполнения практического задания студент получает на конкретных примерах навыки и умения рассматривать выводы из решений стационарного уравнения Шредингера: бесконечно глубокая потенциальная яма, потенциальных барьеров, водородоподобного атома
20	<b>Принцип Паули. Основы статистической физики. Распределение Максвелла по скоростям и энергиям</b> В результате выполнения практического задания студент получает на конкретных примерах навыки и умения решать задачи определения атомной структуры, используя квантовые числа, правила отбора для квантовых переходов; принцип Паули, а также статистические задачи на основе распределения Максвелла
21	<b>Функция распределения Ферми-Дирака. Функция распределения Бозе-Эйнштейна. Квантовая теория теплового излучения</b> В результате выполнения практического задания студент получает на конкретных примерах навыки и умения решать статистические задачи на основе распределений (статистик) Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна, а также 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
22	<b>Физика металлов и полупроводников</b> В результате выполнения практического задания студент получает на конкретных примерах навыки и умения рассчитывать количественные характеристики проводимости металлов, 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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
23	Оптические свойства твердых тел. Лазеры В результате выполнения практического задания студент получает на конкретных примерах навыки и умения рассчитывать оптические характеристики твердых тел, а также решать задачи определения свойств лазерного излучения
24	Ядерные реакции. Реакции ядерного деления и синтеза атомных ядер, термоядерная реакция В результате выполнения практического задания студент получает на конкретных примерах навыки и умения решать задачи на закон радиоактивного излучения, различать реакции деления и синтеза

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ 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).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Физика: конспект лекций по общей физике для студ. спец. ИУИТ, ИСУТЭ, ИЭФ, ИТТОП, ИКБ и вечернего факультета. Ч.1 / С.М. Кокин; МИИТ. Каф. Физика-2.М.: МИИТ, 2010. - 244 с. : ил. - Библиогр.: с. 3.	<a href="http://library.miiit.ru/bookscatalog/upos/03-19701.pdf">http://library.miiit.ru/bookscatalog/upos/03-19701.pdf</a> (дата обращения: 28.03.2025). Текст: электронный.
2	Физика: учеб. пособие для студ. спец. и напр. ИУИТ, ИТТСУ, ИПСС, ИЭФ, вечернего факультета. Ч.2. Конспект лекций /	<a href="http://library.miiit.ru/bookscatalog/upos/14-47.pdf">http://library.miiit.ru/bookscatalog/upos/14-47.pdf</a> (дата обращения: 28.03.2025). Текст: электронный.

	С. М. Кокин, В. А. Никитенко; МИИТ. Каф. Физика.М.: МИИТ, 2013. - 178 с. : а-ил. - Библиогр.: с. 173.	
3	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.miiit.ru/bookscatalog/metod/DC-234.pdf">http://library.miiit.ru/bookscatalog/metod/DC-234.pdf</a> (дата обращения: 28.03.2025). Текст: электронный.
4	Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебник для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8.	<a href="https://urait.ru/bcode/559650">https://urait.ru/bcode/559650</a> (дата обращения: 28.03.2025). Текст: электронный.
5	Физика. Русско-китайский словарь. Физические термины: для студ. спец. ИУЦТ, ИТТСУ, ИПСС / Т. С. Кули-Заде, Э. Н. Маммадли, С. М. Кокин; МИИТ. Каф. Физика. - М.: РУТ (МИИТ), 2022. - 46 с. - Б. ц.	<a href="http://library.miiit.ru/bookscatalog/upos/DC-1604.pdf">http://library.miiit.ru/bookscatalog/upos/DC-1604.pdf</a> (дата обращения: 28.03.2025). Текст: электронный.
6	Физика. Сборник задач Оптика. Элементы атомной физики и квантовой механики: учебно-метод. пособие	<a href="http://library.miiit.ru/bookscatalog/metod/DC-241.pdf">http://library.miiit.ru/bookscatalog/metod/DC-241.pdf</a> (дата обращения: 28.03.2025). Текст: электронный.

	к решению задач по дисц. Физика для студ. всех спец. ИУИТ, ИТТСУ, ИПСС / Т. С. Кули-Заде, С. М. Кокин; РУТ (МИИТ). Каф. Физика. - М.: РУТ(МИИТ), 2017. - 90 с.	
7	Сборник задач по дисциплине "Физика" : учеб. пособие для студентов ИУИТ и ИСУТЭ / Т.В. Захарова, Л.М. Касименко, С.М. Кокин; Ред. С.М. Кокин ; МИИТ. Каф. "Физика-2". - М. : МИИТ, 2006. - 144 с.	<a href="http://library.miiit.ru/bookscatalog/2024/Kokin_Sbornik_zadach.pdf">http://library.miiit.ru/bookscatalog/2024/Kokin_Sbornik_zadach.pdf</a> (дата обращения: 28.03.2025). Текст: электронный.
8	Прошкин, С. С. Механика. Сборник задач : учебное пособие для вузов / С. С. Прошкин, В. А. Самолетов, Н. В. Нименский. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 293 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04916-9.	<a href="https://urait.ru/book/mehanika-sbornik-zadach-539564">https://urait.ru/book/mehanika-sbornik-zadach-539564</a> (дата обращения: 28.03.2025). Текст: электронный.
9	Никеров, В. А. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Никеров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 558 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15950-9.	<a href="https://urait.ru/bcode/510319">https://urait.ru/bcode/510319</a> (дата обращения: 25.01.2025). Текст: электронный.

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

1. Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) - <http://library.miiit.ru> ;
2. Научная электронная библиотека - [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru);
3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>;
4. Образовательная платформа для университетов и колледжей. - <https://urait.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:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Заместитель директора

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова