

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт экономики и управления (ИНЭУ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

Кафедра «Цифровая экономика»

ОДОБРЕНО:

на заседании кафедры «Цифровая экономика»

протокол № 3 от 15.05.2026 г.

Зав. кафедрой

_____ Митяков С.Н.

«15» мая 2026г.

УТВЕРЖДЕН:

на заседании ученого совета ИНЭУ

протокол № 4 от «19» 05 2026г.

Директор института

_____ Митяков С.Н.

«19» мая 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.14 Физика

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность: Искусственный интеллект и программирование

Форма обучения: очная

Выпускающая кафедра Цифровая экономика (ЦЭ)

Разработчик:

Новоселова Н.А., к.т.н., доцент

регистрационный № 01.03.02-ИИП-13

Начальник МО _____

подпись

Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ _____

Н.И. Кабанина

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2026 год

Содержание

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	5
3.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ.....	6
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
4.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДАОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
4.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
4.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
5.1 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
5.1.1. Собственные образовательные ресурсы. Электронные ресурсы НТБ.....	15
5.1.2 Сторонние электронные образовательные и информационные ресурсы. Внешние ресурсы ...	15
5.1.3 Перечень современных баз данных и информационных справочных систем.....	15
5.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	17
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ....	18
7.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	18
7.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	19
7.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЗАНЯТИЯХ СЕМИНАРСКОГО ТИПА	19
7.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	19
8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.	20
9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ.....	40

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает планируемые результаты обучения по дисциплине, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от «10» 01 2018г. № 9.

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей общепрофессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»:

Освоение дисциплины вносит вклад в формирование компетенций, предусмотренных ОПОП:

Таблица 1.

Код компетенции	Формулировка компетенции
Общепрофессиональные (ОПК)	
<u>ОПК-1</u>	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения по дисциплине, вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (таблица 2).

Таблица 2. Индикаторы достижения компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Оценочные материалы (ОМ)
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.2. Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, для решения задач профессиональной деятельности.	<p>Знать: - значимые факты истории и методологии физики; основные физические принципы, составляющих современную научную картину мира; - представлять перспективы дальнейшего развития науки.</p> <p>Уметь: - решать стандартные задачи в рамках программы курса, решать различные уравнения, используемые в классической механике.</p> <p>Владеть: - основными методологическими принципами естествознания, навыками приобретения физического мышления, навыками</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</p> <p>Контрольные работы</p> <p>Вопросы для устного собеседования: билеты.</p> <p>Экзаменационные задачи.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Физика» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. 288 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		2 сем	3 сем
Формат изучения дисциплины	очная		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	288	144	
1. Контактная работа:	142	70	72
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	136	68	68
занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
лабораторные			
практические	68	34	34
1.2. Контрольно-самостоятельная работа	8	4	4
курсовая работа/курсовой проект			
текущий контроль, консультации по дисциплине	8	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (экзамене)			
реферат, расчетно-графическая работа, контрольная работа			
2. Самостоятельная работа	144	72	72
1.1 самостоятельная работа (самостоятельное изучение разделов, самоподготовка, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	108	72	36
1.2 подготовка к контролю	36		36
3. Форма контроля			экзамен

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
2 семестр								
ОПК-1 ИОПК-1.2	Раздел 1. Физические основы классической и релятивистской механики						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; коллоквиум. 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет	Конспект лекций
	Тема 1.1. Элементы кинематики	4,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 1. Кинематика поступательного и вращательного движения			4,0	4,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 1.2. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела.	6,0			5,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 2. Законы Ньютона. Силы.			4,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 1.3. Работа и энергия.	6,0			5,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 3. Законы сохранения энергии и импульса			4,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 1.4. Динамика вращательного движения твердого тела.	6,0			5,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Практическое занятие 4. Основное уравнение динамики вращательного движения			4,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]	мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д. Индивидуальные задания по темам курса. Блиц-опрос. Коллоквиум. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
	Практическое занятие 5. Закон сохранения момента импульса			4,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 1.5. Элементы механики жидкостей.	2,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 6. Механика жидкости			4,0	4,0			
	Тема 1.6. Элементы специальной (частной) теории относительности.	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела: реферат, эссе (тема)				54,0			
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	26,00		24,00	54,00			
	Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ОПК-1 ИОПК-1.2	Тема 2.1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.	4,0			5,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]	<p>Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль;</p> <p>5. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания;</p> <p>6. физический диктант, блиц-опрос;</p> <p>7. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.</p> <p>При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащими-</p>	
	Практическое занятие 7. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.			5,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 2.2. Основы термодинамики.	4,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		
	Практическое занятие 8. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. КПД. Энтропия			5,0	4,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела: реферат, эссе (тема)				18,0			
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	8,00		10,00	18,00			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34		34	72			
3 семестр								
ОПК-1 ИОПК-1.2	Раздел 3. Электричество и магнетизм							
	Тема 3.1. Электростатика.	8,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 1. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Метод суперпозиции			4,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ОПК-1 ИОПК-1.2	Практическое занятие 9. Теорема Гаусса.			4,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]	ся нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д. Индивидуальные задания по темам курса. Блиц-опрос. Коллоквиум. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
	Практическое занятие 10. Работа сил электростатического поля. Потенциал			3,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 3.2. Постоянный электрический ток.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 11 Правила Кирхгофа. Законы постоянного тока			4,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 3.3. Магнитостатика.	3,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 12. Закон Био-Савара. Закон Ампера. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца			3,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 3.4. Электромагнитная индукция.	5,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 13. Электромагнитная индукция. Индуктивность.			3,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела: реферат, эссе (тема)				18,0			
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	18,00		21,00	18,00			
ОПК-1	Раздел 4. Колебания и волны							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ИОПК-1.2	Тема 4.1. Механические и электромагнитные колебания.	5,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	1. Диагностический безоченочный контроль, лучше взаимоконтроль; 5. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 6. физический диктант, блиц-опрос; 7. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.	
	Практическое занятие 12. Собственные колебания			3,0	1,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Практическое занятие 13. Вынужденные колебания. Векторные диаграммы			3,0	1,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 4.2. Упругие и электромагнитные волны.	3,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 14. Упругие волны. Электромагнитные волны.			3,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела: реферат, эссе (тема)				8,0			
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	8,00		9,00	8,00			
	ОПК-1 ИОПК-1.2	Раздел 5. Волновая оптика						
Тема 5.1. Интерференция света.		3,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
Практическое занятие 15. Интерференция света.				1,5	1,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
Тема 5.2. Дифракция света.		3,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
Практическое занятие 16. Дифракция света				1,5	1,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9],		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
						[6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 5.3. Поляризация света.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	<p>возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.</p> <p>В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.</p>	
	Практическое занятие 17. Поляризация света.			1,0	1,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела: реферат, эссе (тема)				8,0			
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	8,00		4,00	8,00			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34		34	36			
	ИТОГО по дисциплине	68		68	110			

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
4.1.1.	Савельев И.В.	Курс общей физики, Т.1.	СПб.: Лань, 2005 2008	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1184 1
4.1.2.	Савельев И.В.	Курс общей физики, Т.2.	СПб.: Лань 2005 2006 2007	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1189 1 1000
4.1.3.	Савельев И.В.	Курс общей физики, Т.3.	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1198
4.1.4.	Трофимова Т.И.	Курс физики	М.: Академия 2004 2005 2006 2007 2008	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	177 100 2 70 229
4.1.5.	Иродов И.Е.	Механика. Основные законы.	М.: Лаб. базовых знаний 2002 2007	Учебное пособие рекомендовано м-вом общ. и проф. образования РФ	50 120

4.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
4.2.1.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т 3. Электричество	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	250
4.2.2.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т.4. Оптика	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	197
4.2.3.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2003, 2005	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	1 200

4.2.4.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т. 5. Атомная и ядерная физика	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	1
4.2.5.	Иродов И.Е.	Электромагнетизм. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2006	–	121
4.2.6.	Иродов И.Е.	Волновые процессы. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2004 2006 2007	–	119 1 1
4.2.7.	Иродов И.Е.	Квантовая физика. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2004 2007	–	119 1
4.2.8.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2007	–	2
4.2.9.	Чертов А.Г., Воробьев А.А.	Задачник по физике	М.: Физматлит 2003	–	495
4.2.10.	Н. Г. Птицина [и др.]; Под ред.Е.М.Гершензона	Сборник вопросов и задач по общей физике	М. : Академия, 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	27
4.2.11.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.1	М.: Астрель, 2005	–	10
4.2.12.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.3	М.: Астрель, 2003	–	42
4.2.13.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.4	М.: Астрель, 2004 2005	–	15 35
4.2.14.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.5	М.: Астрель 2002	–	2
4.2.15.	Савельев И.В.	Основы теоретической физики, Т.2	СПб.: Лань 2005	–	20
4.2.16.	Савельев И.В.	Курс физики, Т.1	СПб.: Лань 2007 2008	–	1 1
4.2.17.	Савельев И.В.	Сборник вопросов и задач по общей физике	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	497
4.2.18.	Трофимова Т.И.	Сборник задач по курсу физики с решениями	М.:Высш. школа 2002 2003 2005	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	2 89 100
4.2.19.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: СПб: Физматлит 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	38
4.2.20.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: СПб.: Лаб. базовых знаний 2003	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	3

			2004 2006		1 1
4.2.21.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.2	М.: Астрель, 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом общ. и проф. образования РФ	1
4.2.22.	Савельев И.В.	Основы теоретической физики, Т.1	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	20
4.2.23.	Савельев И.В.	Курс физики, Т.2	СПб.: Лань 2007	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	2
4.2.24.	Савельев И.В.	Курс физики, Т.3	СПб.: Лань 2006	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1
4.2.25.	Трофимова Т.И.	Курс физики	М.: Высш. школа 2002 2003 2004	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	6 61 2
4.2.26.	Детлаф А.А., Яворский Б.М.	Курс физики	М.: Высш. Школа 2002 М.: Академия 2005	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	99 1
4.2.27.	Иродов И.Е.	Электромагнетизм. Основные законы.	М.: Лаб. базовых знаний 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом общ. и проф. образования РФ	1
4.2.28.	Калашников С.Г.	Электричество	М.: Физматлит 2003	Учебное пособие рекомендовано м-вом высш. и сред. спец. образования СССР	406

4.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Физика» находятся на кафедре «ФТОС».

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Физика».

2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятий по дисциплине «Физика»

3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Физика»

Оценочные материалы по дисциплине «Физика» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», очной формы обучения / Н.А. Новоселова – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2025. – 69.

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

5.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

5.1.1. Собственные образовательные ресурсы. Электронные ресурсы НТБ

- Научно-техническая библиотека НГТУ
<https://www.nttu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>
- Библиотека электронных учебников <https://fdp.nttu.ru/knizhnaya-polka/>
- Электронный каталог книг и периодических изданий (АИБС «МегаПро») с размещенными полными текстами <https://library.nttu.ru/megapro/web>
- Электронная библиотека Первокурсник
<https://www.nttu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>
- Реферативные журналы
https://www.nttu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/library/resurvsy/ref_gyrnal_16.pdf

5.1.2 Сторонние электронные образовательные и информационные ресурсы. Внешние ресурсы

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Консультант студента - Электронная библиотека технического вуза»
<https://www.studentlibrary.ru/>
- ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>
- Справочно-правовые системы (ИПК Кодекс, Система Гарант, КонсультантПлюс) - доступны только в залах электронных ресурсов

5.1.3 Перечень современных баз данных и информационных справочных систем.

Внешние ресурсы:

- Справочно-правовые системы (ИПК Кодекс, Система Гарант, КонсультантПлюс) доступ из локальной сети
- Федеральный информационный фонд стандартов ФГУП «Стандартинформ» доступ из локальной сети
- База Academic Reference доступ из локальной сети
- База данных Academic Search Premier компании EBSCO доступ из локальной сети
- База данных свободного доступа Polpred Обзор СМИ <https://polpred.com/news>
- База данных zbMath <https://zbmath.org/>
- База данных Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/springer-protocols-migrated-to-experiments>
- База данных Springer Materials <https://materials.springer.com/>
- База данных Nano Database <https://www.springernature.com/gp/products/database>

Свободный доступ:

- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
- КиберЛенинка — это научная электронная библиотека открытого доступа <https://cyberleninka.ru/journal>
- Электронно-библиотечная система издательства «Наука» <https://www.libnauka.ru/>
- Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru/>
- База данных свободного доступа Polpred Обзор СМИ <https://polpred.com/news>
- Электронный архив материалов по направлению «Науки о земле и энергетика» <https://doc365.ru/>
- Электронная библиотека «История Росатома» <https://elib.biblioatom.ru/>

5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 5 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

В таблице 6 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 6 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1.	Справочно-правовые системы (ИПК Кодекс, Система Гарант, КонсультантПлюс)	доступ из локальной сети
2.	Федеральный информационный фонд стандартов ФГУП «Стандартинформ»	доступ из локальной сети
3.	База Academic Reference	доступ из локальной сети
4.	База данных Academic Search Premier компании EBSCO	доступ из локальной сети
5.	База данных свободного доступа Polpred Обзор СМИ	https://polpred.com/news
6.	База данных zbMath	https://zbmath.org/
7.	База данных Springer Nature Protocols and Methods	https://experiments.springernature.com/springer-protocols-migrated-to-experiments
8.	База данных Springer Materials	https://materials.springer.com/
9.	База данных Nano Database	https://www.springernature.com/gp/products/database

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для проведения учебных занятий по дисциплине могут быть использованы любые учебные аудитории, лаборатории или специализированные помещения, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения в соответствии с требованиями к реализации программы. Сведения об оборудованных учебных кабинетах размещена на сайте НГТУ (<https://www.nntu.ru/>) в разделе «Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса. Доступная среда» по ссылке: <https://www.nntu.ru/sveden/objects/>.

Таблица 7 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	3214 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации); г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, корп. 3.	1. Доска меловая; 2. Экран 3. Мультимедийный портативный проектор MPT840 (переносной); 4. Ноутбук Sony Vaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz;2Gb озу (переносной); 5. Стул – 24 шт.; 6. Парты – 18 шт.;	1. Windows Vista OEM Activation 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web 2026 SRBK-Z197-67LX-4N3W

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащенные компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Для проведения лекционных демонстраций имеется демонстрационный кабинет 5307 рядом с лекционной аудиторией 5303, оснащенный приборами, макетами, различными установками.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Физика», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре ЦЭ и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Телемост. Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с

установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

7.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

7.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

7.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 4.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 7). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- обсуждение теоретических вопросов;
- решение физических задач;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- проведение контрольных работ;
- экзамен, зачет с оценкой.
-

Раздел	Вид текущего контроля	Оценочные материалы
Раздел 1	Коллоквиум	10 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 1 разделу
	Блиц-опрос	5 вопросов
	Контрольная работа	Задачи по темам 1 раздела
Раздел 2	Коллоквиум	7 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 2 разделу
	Блиц-опрос	5 вопросов
	Контрольная работа	Задачи по темам 2 раздела
Раздел 3	Коллоквиум	12 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 3 разделу
	Блиц-опрос	10 вопросов
	Контрольная работа	Задачи по темам 31 раздела

Раздел 4	Коллоквиум	12 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 4 разделу
	Блиц-опрос	5 вопросов
	Контрольная работа	Задачи по темам 4 раздела
Раздел 5	Коллоквиум	12 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 5 разделу
	Блиц-опрос	5 вопросов
	Контрольная работа	Задачи по темам 5 раздела

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) приведено в таблице 8.

Таблица 8 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
40<R<=50	Отлично	зачет
30<R<=40	Хорошо	
20<R<=30	Удовлетворительно	
0<R<=20	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 9 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименования компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.2. Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, для решения задач профессиональной деятельности.	Не знает фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики. Не владеет алгоритмами самостоятельного решения стандартных физических задач; навыками решения уравнений математической модели; навыками анализа и представления полученных результатов.	Может сформулировать фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики, допуская ошибки. Слабо владеет алгоритмами самостоятельного решения стандартных физических задач; навыками решения уравнений математической модели; навыками анализа и представления полученных результатов в ограниченном объеме.	Может сформулировать фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики, допуская небольшие неточности. Твердо владеет алгоритмами самостоятельного решения стандартных физических задач; навыками решения уравнений математической модели; навыками анализа и представления полученных результатов, но иногда испытывает небольшие затруднения.	Твердо знает фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики. Отлично владеет алгоритмами самостоятельного решения стандартных физических задач; навыками решения уравнений математической модели; навыками анализа и представления полученных результатов в полном объеме.

Таблица 10 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Раздел 1. Вопросы к коллоквиуму:

1. Скорость. Ускорение. Составляющие ускорения.
2. Законы Ньютона. Две формулировки II закона Ньютона.
3. Импульс. Закон изменения импульса. Закон сохранения импульса (вывод).
4. Энергия, работа, мощность.
5. Теорема об изменении кинетической, потенциальной и полной механической энергии. Закон сохранения полной механической энергии (вывод).
6. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела.
7. Момент инерции материальной точки и абсолютно твердого тела.
8. Момент силы.
9. Закон сохранения момента импульса.
10. Основное уравнение динамики вращательного движения.

Раздел 2. Вопросы к коллоквиуму:

1. Опытные законы идеального газа.
2. Уравнение Клапейрона - Менделеева.
3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
4. Внутренняя энергия системы. Работа газа при изменении его объема.
5. Первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
6. Теплоемкость идеального газа.
7. Второе начало термодинамики. Работа тепловой машины. Цикл Карно.

Раздел 3. Вопросы к коллоквиуму:

1. Заряд. Напряженность электрического поля. Закон Кулона.
2. Напряженность поля точечного заряда. Сложение электрических полей.
3. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной форме.

4. Потенциал электростатического поля.
5. Связь между напряженностью и потенциалом.
6. Граничные условия электростатики. Циркуляция и ротор электростатического поля.
7. Постоянный ток, его характеристики. Уравнение непрерывности. Сторонние силы.
8. Закон Ома для участка цепи. Обобщенный закон Ома. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
9. Магнитное статистическое поле в вакууме. Напряженность и индукция магнитного поля.
10. Сила Лоренца. Закон Био-Савара. Закон Ампера.
11. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
12. Явление самоиндукции. Индуктивность. Явление взаимной индукции.

Раздел 4. Вопросы к коллоквиуму:

1. Параметры гармонического колебания.
2. Собственные незатухающие колебания пружинного маятника.
3. Собственные незатухающие колебания заряда и тока в колебательном контуре.
4. Собственные затухающие колебания (пружинный маятник, колебательный контур).
5. Вынужденные колебания.
6. Резонанс.
7. Волновые процессы. Упругие волны.
8. Уравнение волны. Плоские бегущие волны.
9. Сферические и цилиндрические волны.
10. Стоячие волны.
11. Волновые уравнения электромагнитной волны в вакууме.
12. Строение электромагнитной волны. Энергия электромагнитной волны.

Раздел 5. Вопросы к коллоквиуму:

1. Интерференция света. Условия интерференционных максимумов и минимумов.
2. Интерференция волн в опыте Юнга.
3. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона.
4. Интерференция в плоском клине. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
5. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
6. Зоны Френеля.
7. Дифракция Фраунгофера на бесконечной щели.
8. Дифракция Фраунгофера на решетке.
9. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
10. Поляризация света. Закон Малюса.
11. Поляризация света при прохождении границы раздела сред.
12. Двойное лучепреломление.

Блиц-опрос.

Быстрый опрос студентов вопрос-ответ.

Пример блиц-опроса для 1 раздела:

1. Тело, обладающее массой, размерами которого в данной задаче можно пренебречь называется: *материальная точка*;
2. Движение, при котором любая прямая, жестко связанная с движущимся телом, остается параллельной своему первоначальному положению это *поступательное движение*;
3. Линия, описываемая в пространстве движущейся точкой, называется *траекторией*;

4. Величина, определяемая первой производной радиуса-вектора движущейся точки по времени это *мгновенная скорость*;

5. Физической величиной, характеризующей быстроту изменения скорости по модулю и направлению, является *ускорение*.

Блиц-опрос.

Быстрый опрос студентов вопрос-ответ.

Пример блиц-опроса для 3 раздела:

Скажите в чем измеряются физические величины в системе СИ:

1. Заряд: *Кулон* (Кл);
2. Напряженность электрического поля: *Вольт/метр* (В/м);
3. Потенциал: *Вольт* (В);
4. Емкость: *Фарад* (Ф);
5. Сила тока: *Ампер* (А);
6. Напряжение: *Вольт* (В);
7. ЭДС: *Вольт* (В);
8. Сопротивление: *Ом* (Ом);
9. Магнитная индукция: *Тесла* (Тл);
10. Индуктивность: *Генри* (Гн).

На практических занятиях студенты должны выполнить задания, примеры которых представлены ниже.

Пример 1. Уравнение движения материальной точки вдоль оси x имеет вид $x = A + Bt + Ct^2$, где $A=3$ м, $B=2$ м/с, $C=1$ м/с². Найти: а) положение точки в моменты времени $t_1 = 5$ с и $t_2 = 10$ с; б) среднюю путевую скорость $\langle V \rangle$ за время, протекшее между этими моментами; в) мгновенные скорости V_1 и V_2 в указанные моменты времени; г) среднее ускорение $\langle a \rangle$ за указанный промежуток времени; д) мгновенное ускорение a .

Дано

$$x = A + Bt + Ct^2, \\ A=3 \text{ м}, B=2 \text{ м/с}, \\ C=1 \text{ м/с}^2, \\ t_1 = 5 \text{ с}, \\ t_2 = 10 \text{ с}$$

$$x_1=?, x_2=?$$

$$\langle V \rangle=?$$

$$V_1=?, V_2=?$$

$$\langle a \rangle=?, a=?$$

Решение

а) положение точки в заданные моменты времени определяется подстановкой в уравнения движения численных значений коэффициентов A, B, C и значений времени t_1 и t_2 :

$$x_1 = x(t_1) = 3 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5^2 = 38 \text{ (м)},$$

$$x_2 = x(t_2) = 3 + 2 \cdot 10 + 1 \cdot 10^2 = 123 \text{ (м)};$$

б) средняя путевая скорость определяется как величина пути, пройденного точкой, делённого на время её движения:

$$\langle V \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1},$$

$$\langle V \rangle = \frac{123 - 38}{10 - 5} = 17 \text{ (м/с)};$$

в) мгновенная скорость определяется как первая производная от координаты $x(t)$ по времени:

$$V = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(A + Bt + Ct^2) = B + 2Ct.$$

Подставив в полученное выражение численные значения коэффициентов B, C и моментов времени t_1 и t_2 , получим

$$V_1 = V(t_1) = 2 + 2 \cdot 1 \cdot 5 = 12 \text{ (м/с)},$$

$$V_2 = V(t_2) = 2 + 2 \cdot 1 \cdot 10 = 22 \text{ (м/с)};$$

г) среднее ускорение определяется как отношение величины изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло:

$$\langle a \rangle = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1},$$

$$\langle a \rangle = \frac{22 - 12}{10 - 5} = 2 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

д) мгновенное ускорение определяется как первая производная от мгновенной скорости $V(t)$ по времени:

$$a = \frac{dV(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(B + 2Ct) = 2C.$$

$$a = 2 \cdot 1 = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ускорение рассматриваемой точки – постоянное.

Ответ: а) $x_1=38$ м, $x_2=123$ м; б) $\langle V \rangle = 17$ м/с; в) $V_1=12$ м/с, $V_2=22$ м/с;

г) $\langle a \rangle = 2$ м/с²; д) $a=2$ м/с².

Пример 2. Брусок массы m тянут за нить так, что он движется с постоянной скоростью по горизонтальной плоскости с коэффициентом трения μ . Найти угол α , при котором натяжение нити будет наименьшим.

Решение

На брусок действуют силы: сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения и сила натяжения нити.

Второй закон Ньютона имеет вид

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}. \quad (1)$$

Брусок движется с постоянной скоростью, следовательно, $\vec{a} = 0$.

Выберем оси x и y , как показано на рис. В проекции на эти оси векторное уравнение (1) имеет вид

$$x: 0 = F \cos \alpha - F_{\text{тр}}, \quad (2)$$

$$y: 0 = -mg + N + F \sin \alpha. \quad (3)$$

Тело движется по поверхности, при этом сила трения скольжения $F_{\text{тр}} = \mu N$. Значение силы N определяем из уравнения (3)

$$N = mg - F \sin \alpha.$$

Подставляя выражение для силы трения в уравнение (2), получим

$$F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}.$$

Так как по условию задачи натяжение нити должно быть наименьшим, берем производную функции силы по углу α и приравниваем полученный результат к нулю:

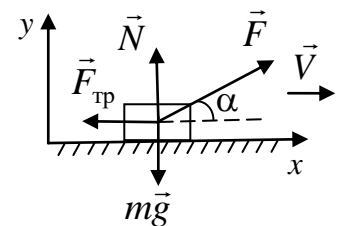
$$\frac{dF}{d\alpha} = \frac{\mu mg (-\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)^2} = 0.$$

Отсюда

$$-\sin \alpha + \mu \cos \alpha = 0,$$

$$\text{tg} \alpha = \mu \text{ и } \alpha = \text{arctg} \mu.$$

Ответ: натяжение нити будет наименьшим при угле $\alpha = \text{arctg} \mu$.



Пример 3. Молот массой $m = 5$ кг, падая с высоты $h = 2$ м, ударяет небольшой кусок железа, лежащий на наковальне. Масса наковальни вместе с куском железа $M = 100$ кг. Считая удар абсолютно неупругим, найти:

- а) скорость V молота непосредственно перед ударом;
- б) энергию $E_{\text{деф}}$, затраченную на деформацию куска железа.

Решение

а) скорость V молота непосредственно перед ударом найдем из закона сохранения энергии: в отсутствие сопротивления воздуха молот, падая с высоты h , движется только под действием силы тяжести, которая является консервативной. Следовательно, в процессе падения механическая энергия молота будет оставаться постоянной:

$$E = T + \Pi = \text{const}.$$

В качестве нулевого уровня для отсчета потенциальной энергии молота в однородном поле силы тяжести выберем уровень, соответствующий нижнему положению молота. Тогда в начале движения кинетическая энергия молота $T_1 = 0$, потенциальная энергия $\Pi_1 = mgh$ и полная механическая энергия

$$E_1 = T_1 + \Pi_1 = mgh.$$

В нижнем положении (непосредственно перед ударом) – $T_2 = \frac{mV^2}{2}$, $\Pi_2 = 0$ и

$$E_2 = T_2 + \Pi_2 = \frac{mV^2}{2}.$$

Согласно закону сохранения энергии,

$$E_1 = E_2 \text{ или } mgh = \frac{mV^2}{2},$$

откуда

$$V = \sqrt{2gh},$$

$$V = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2} \approx 6,3 \text{ (м/с)}.$$

б) чтобы определить энергию $E_{\text{деф}}$, затраченную на деформацию куска железа, предварительно найдем скорость U системы «молот – кусок железа – наковальня» сразу же после удара.

В силу кратковременности удара, запишем для рассматриваемой системы тел закон сохранения импульса:

$$m\vec{V}_1 + M\vec{V}_2 = m\vec{U}_1 + M\vec{U}_2,$$

где $\vec{V}_1 = \vec{V}$ – скорость молота до удара; $\vec{V}_2 = 0$ – скорость куска железа с наковальней до удара; $\vec{U}_1 = \vec{U}_2 = \vec{U}$ – скорости тел сразу же после удара (так как удар абсолютно неупругий, то после него тела системы движутся как одно целое, то есть с одной и той же скоростью).

Очевидно, что векторы \vec{V} и \vec{U} будут направлены одинаково. Поэтому в проекции на направление движения молота закон сохранения импульса запишется в виде

$$mV = (m + M)U,$$

откуда

$$U = \frac{mV}{(m + M)} \text{ или } U = \frac{m\sqrt{2gh}}{(m + M)}.$$

Энергия, затраченная на деформацию куска железа, представляет собой разность механических энергий системы «молот – кусок железа – наковальня» непосредственно перед ударом (E) и сразу же после него (E'):

$$E_{\text{деф}} = E - E'.$$

Так как потенциальная энергия системы в поле силы тяжести в процессе удара не изменяется, то

$$E_{\text{деф}} = T - T',$$

где $T = \frac{mV^2}{2} = mgh$ – кинетическая энергия системы (молота) непосредственно перед ударом;

$T' = \frac{(m+M)U^2}{2} = \frac{m^2gh}{(m+M)}$ – кинетическая энергия системы сразу же после удара.

Таким образом,

$$E_{\text{деф}} = mgh - \frac{m^2gh}{m+M} = \frac{mMgh}{m+M},$$

$$E_{\text{деф}} = \frac{5 \cdot 100 \cdot 9,81 \cdot 2}{5+100} \approx 93,4 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: а) $V = 6,3$ м/с; б) $E_{\text{деф}} = 93,4$ Дж.

Пример 4. Через блок цилиндрической формы массой $m = 1$ кг перекинут шнур, к концам которого прикреплены грузы массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг. Найти: а) ускорение грузов; б) силы натяжения шнура F_1 и F_2 . Считать шнур невесомым и нерастяжимым. Проскальзывание шнура относительно блока и трение в оси блока отсутствуют.

Дано
 $m = 1$ кг,
 $m_1 = 1$ кг,
 $m_2 = 2$ кг

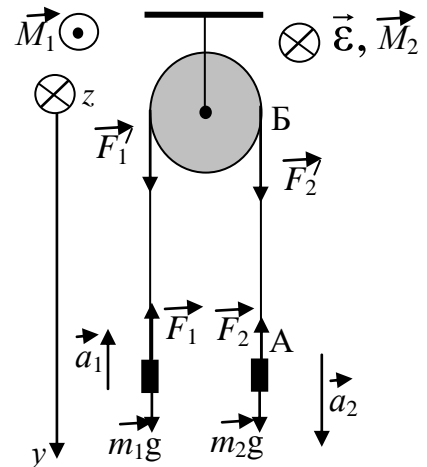
а) $a = ?$
 б) $F_1 = ?$
 $F_2 = ?$

Решение

Так как нить нерастяжима, путь, пройденный грузом m_1 , равен пути, пройденному грузом m_2 :
 $a_1 t^2 / 2 = a_2 t^2 / 2$.

Из этого следует, что ускорения грузов одинаковы по величине
 $a_1 = a_2 = a$.

Рассмотрим участок нити АБ между грузом m_2 и блоком. Уравнение движения этого участка в проекции на ось y с учетом 3-го закона Ньютона имеет вид $m_{\text{АБ}} a = F_2 - F_2'$.



Из условия невесомости нити ($m_{\text{АБ}} = 0$) следует, что $F_2' = F_2$. Аналогично доказывается, что $F_1' = F_1$.

Линейная скорость всех отрезков нити в произвольный момент времени t равна $V = at$. Линейная скорость точек, принадлежащих ободу блока, выражается через угловое ускорение блока ϵ и его радиус R : $V_{\text{бл}} = \epsilon R t$.

Отсутствие скольжения означает, что в любой момент времени $V = V_{\text{БЛ}}$ или $at = \varepsilon Rt$. Из этого, в свою очередь, следует, что $\varepsilon = a/R$.

Запишем уравнения движения обоих грузов в проекции на ось y , а уравнение движения блока в проекции на ось z :

$$Oy: \quad -m_1 a_1 = m_1 g - F_1; \quad m_2 a_2 = m_2 g - F_2;$$

$$Oz: \quad J\varepsilon = M_Z = R(F_2' - F_1').$$

Учитывая приведенное выше обсуждение условий задачи, а также то, что момент инерции цилиндрического блока $J = \frac{mR^2}{2}$, полученную систему уравнений можно привести к виду

$$-m_1 a = m_1 g - F_1; \quad m_2 a = m_2 g - F_2; \quad \frac{ma}{2} = F_2 - F_1.$$

Решая эту систему относительно искомых величин, получим:

$$a) \quad a = g \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + m/2} = 2,8 \text{ м/с}^2;$$

$$б) \quad F_1 = m_1(g + a) = 12,6 \text{ Н}; \quad F_2 = m_2(g - a) = 14,0 \text{ Н}.$$

Ответ: а) $a = 2,8 \text{ м/с}^2$; б) $F_1 = 12,6 \text{ Н}, F_2 = 14,0 \text{ Н}$.

Пример 5. В сосуде вместимостью 10л находится кислород под давлением 100 кПа при температуре $t_1 = 17^\circ \text{С}$. После того, как из сосуда выпустили кислород массой $\Delta m = 10 \text{ г}$, температура газа стала равной 0°С . Найти давление кислорода, оставшегося в сосуде. Молярная масса кислорода $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Решение

Давление P_2 найдем, используя уравнение состояния идеального газа:

$$P_2 V = \frac{m_2}{M} RT_2,$$

$$\text{откуда } P_2 = \frac{m_2}{M} \frac{RT_2}{V}.$$

Неизвестный параметр m_2 находим из условия задачи:

$$m_2 = m_1 - \Delta m.$$

Однако первичная масса кислорода m_1 неизвестна. Её определим из уравнения состояния газа в его начальном состоянии:

$$P_1 V = \frac{m_1}{M} RT_1,$$

откуда

$$m_1 = \frac{P_1 V M}{RT_1}.$$

В окончательном виде

$$P_2 = \left(\frac{P_1 V M}{RT_1} - \Delta m \right) \frac{RT_2}{M V} = T_2 \left(\frac{P_1}{T_1} - \frac{R}{M V} \Delta m \right).$$

Подстановка численных данных даёт $P_2 = 23243 \text{ Па}$.

Ответ: $P_2 = 23,2 \text{ кПа}$.

Пример 6. Воздух, занимавший объем $V_1 = 1$ л при давлении $P_1 = 0,8$ МПа, изотермически расширился до $V_2 = 10$ л. Определить изменение его внутренней энергии и работу, совершенную газом. Какое количество тепла было сообщено газу в процессе расширения?

Дано

$$V_1 = 1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3, \\ P_1 = 0,8 \text{ МПа}, \\ V_2 = 10 \text{ л}$$

Решение

При изотермическом расширении температура воздуха не меняется, следовательно, не меняется и его внутренняя энергия, т.е. $\Delta U = 0$. При расширении ν молей газа от объема V_1 до V_2 при постоянной температуре T будет совершена

$$\Delta U = ?$$

положительная работа:

$$A = ? \quad Q = ?$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\nu RT}{V} dV = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Так как число молей газа и его температура неизвестны, то, воспользовавшись уравнением Менделеева-Клапейрона, записанным для начального состояния воздуха:

$$P_1 V_1 = \nu RT,$$

работу расширения найдем как

$$A = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}.$$

Количество тепла, сообщенного газу, найдем из первого начала термодинамики:

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

С учетом найденных значений работы и изменения внутренней энергии

$$Q = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}.$$

Ответ: $\Delta U = 0$, $A = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}$, $Q = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}$.

Пример 7. Сферический слой, имеющий радиусы $R_1 = R$ и $R_2 = 2R$, заполнен электрическим зарядом, объемная плотность которого $\rho = \frac{\alpha}{r}$, где α - положительная постоянная. Найти напряженность $E(r)$ электрического поля как функцию расстояния r от центра слоя. Построить примерный график зависимости $E(r)$.

Дано

$$R_1 = R, \\ R_2 = 2R, \\ \rho = \frac{\alpha}{r}, \\ \alpha = \text{const} \\ E(r) = ?$$

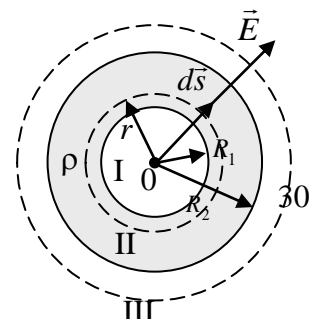
Решение

Решение задачи сводится к нахождению напряженности $E(r)$ электрического поля в трёх областях: внутренней ($r < R_1$), в области, содержащей заряд ($R_1 < r < R_2$), и внешней ($r > R_2$) (рисунок).

Так как структура поля обладает радиальной симметрией, то для нахождения напряженности поля используем теорему Остроградского-Гаусса, которая в интегральной форме имеет вид

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} Q. \quad (1)$$

1. Определим напряженность E_I поля в области I. Из физических представлений видно, что напряженность электрического поля



в области I равна нулю. Это будет понятно, если представим, что каждый элементарный заряд, расположенный на внутренней поверхности сферы, создает элементарное поле напряженностью $d\vec{E}$, которая направлена к центру. Такой же заряд на диаметрально противоположной стороне этой сферы создает поле той же величины, но направленное противоположно первому. Происходит взаимная компенсация элементарных полей, итогом чего является отсутствие электрического поля в области I.

Докажем это утверждение с помощью теоремы (1), в соответствии с которой поток вектора \vec{E} сквозь воображаемую замкнутую поверхность S определяется арифметической суммой зарядов, находящихся внутри этой поверхности. Но в области I зарядов нет, т.е. $Q = 0$. Тогда величина \vec{E} равна нулю. Поле в области I отсутствует.

2. Определим напряженность E_{II} в области II. В качестве воображаемой замкнутой поверхности S возьмем сферическую поверхность радиусом r , внутри которой будет находиться электрический заряд в объеме, заключенном между сферами с радиусами R_1 и r .

Теорему Остроградского-Гаусса запишем в виде

$$\oint_S \vec{E}_{II} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho dV, \quad (2)$$

где $\rho = \frac{\alpha}{r}$, $dV = 4\pi r^2 dr$.

Последнее выражение получается следующим образом: шар радиусом r имеет объем $V = \frac{4}{3}\pi r^3$; от обеих частей этого выражения возьмем дифференциал и получим $dV = 4\pi r^2 dr$.

Уравнение (2) после подстановки ρ и dV приобретает вид

$$\oint_S \vec{E}_{II} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr. \quad (3)$$

Вектор напряженности поля \vec{E} и вектор $d\vec{S}$ в каждой точке поверхности S сонаправлены друг с другом, так как оба направлены вдоль радиуса сферы. Тогда скалярное произведение $\vec{E}_{II} d\vec{S} = |\vec{E}_{II}| |d\vec{S}| \cos 0^\circ = |\vec{E}_{II}| |d\vec{S}|$ или $\vec{E}_{II} d\vec{S} = E_{II} dS$. Учтем, что величина напряженности на одинаковом расстоянии r от центра слоя постоянна. Тогда уравнение (3) запишется в виде

$$E_{II}(r) \oint_S dS = \frac{1}{\epsilon_0} \int_{R_1}^r \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr. \quad (4)$$

Заметим, что $\oint_S dS = 4\pi r^2$ – площадь поверхности воображаемой сферы. В итоге после несложных преобразований из уравнения (4) получаем:

$$E_{II}(r) = \frac{\alpha}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{R_1^2}{r^2} \right). \quad (5)$$

Аналогично получаем уравнение для внешней области III, в которой воображаемая замкнутая поверхность охватывает весь электрический заряд, находящийся между сферами радиусами R_1 и R_2 :

$$E_{\text{III}}(r) \oint_S dS = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr, \quad (6)$$

где r в левой части уравнения есть радиус внешней воображаемой замкнутой поверхности. После преобразований получаем:

$$E_{\text{III}}(r) = \frac{\alpha(R_2^2 - R_1^2)}{2\varepsilon_0} \frac{1}{r^2}. \quad (7)$$

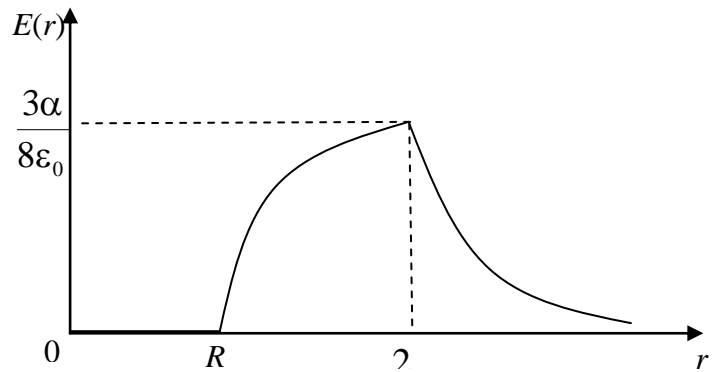
Зная, что $R_1 = R$ и $R_2 = 2R$, соотношения (5) и (7) запишем в виде

$$E_{\text{II}}(r) = \frac{\alpha}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right), \quad (8)$$

$$E_{\text{III}}(r) = \frac{\alpha}{2\varepsilon_0} \frac{3R^2}{r^2}. \quad (9)$$

Для построения графика зависимости напряженности поля $E(r)$ как функции расстояния r от центра сферического слоя определим характерные точки для полей $E(r)$ в областях II и III. Для области II это

точки: $r = R_1 = R$ и $r = R_2 = 2R$, где $E_{\text{II}}(r = R) = 0$ и $E_{\text{II}}(r = 2R) = \frac{3\alpha}{8\varepsilon_0}$. Для области III – точка $r = R_2 = 2R$, где $E_{\text{III}}(r = 2R) = \frac{3\alpha}{8\varepsilon_0}$.



Примерный график зависимости $E(r)$ представлен на рисунке.

Ответ: $E_I = 0$ при $r < R_1$, $E_{\text{II}}(r) = \frac{\alpha}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right)$ при $R_1 < r < R_2$,

$$E_{\text{III}}(r) = \frac{\alpha}{2\varepsilon_0} \frac{3R^2}{r^2} \text{ при } r > R_2.$$

Пример 8. Определить разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B$ между точками A и B схемы. При каком условии она равна нулю?

Дано

$C_1, C_2, C_3, C_4,$

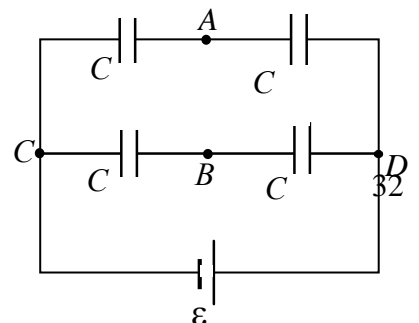
Конденсаторы C_1 и C_2 соединены последовательно. Эквивалентная емкость C_{12} определяется по формуле

E
 $\varphi_A - \varphi_B = ?$

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; \quad C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Аналогично найдем емкость $C_{34} = \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4}$. Эквива-

лентные конденсаторы C_{12} и C_{34} подключены параллельно к источнику тока. Следовательно,



$$U_{DAC} = U_{DBC} = E.$$

При последовательном соединении заряды на конденсаторах равны

$$q_1 = q_2 = C_{12}U_{DAC},$$

$$q_1 = \frac{\varepsilon C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_C$ равна напряжению на первом конденсаторе:

$$\varphi_A - \varphi_C = \frac{q_1}{C_1}, \quad \varphi_A - \varphi_C = \frac{\varepsilon C_2}{C_1 + C_2}.$$

Аналогично найдем $\varphi_B - \varphi_C$:

$$q_3 = q_4 = C_{34}U_{DBC};$$

$$q_3 = \frac{\varepsilon C_3 C_4}{C_3 + C_4};$$

$$\varphi_B - \varphi_C = \frac{\varepsilon C_4}{C_3 + C_4}.$$

Разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B$ найдем из соотношения

$$\begin{aligned} \varphi_A - \varphi_B &= (\varphi_A - \varphi_C) - (\varphi_B - \varphi_C), \\ \varphi_A - \varphi_B &= \varepsilon \left(\frac{C_2}{C_1 + C_2} - \frac{C_4}{C_3 + C_4} \right), \quad \varphi_A - \varphi_B = \varepsilon \frac{(C_2 C_3 - C_1 C_4)}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)} \end{aligned}$$

Найдем, при каком условии $\varphi_A - \varphi_B = 0$.

$$\varepsilon \frac{(C_2 C_3 - C_1 C_4)}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)} = 0, \quad C_2 C_3 = C_1 C_4.$$

Ответ: $\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon \frac{(C_2 C_3 - C_1 C_4)}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}$, $\varphi_A - \varphi_B = 0$ при $C_2 C_3 = C_1 C_4$.

Пример 9. Сколько тепла выделится на сопротивлении $R = 75$ Ом при прохождении через него количества электричества $q = 100$ Кл, если ток в сопротивлении равномерно убывал до нуля в течение времени $\Delta t = 50$ с?

Дано

$$\begin{aligned} R &= 75 \text{ Ом}, \\ q &= 100 \text{ Кл}, \\ I_2 &= 0, \\ \Delta t &= 50 \text{ с} \end{aligned}$$

Решение

Так как ток равномерно (линейно) убывал, его зависимость от времени можно представить в виде $I = I_1 - \alpha t$. В начальный момент времени $t_0 = 0$ $I = I_1$, в момент времени $\Delta t = 50$ с $I = 0$. Отсюда следует:

$$Q = ?$$

$$\alpha = \frac{I_1}{\Delta t}, \quad I = I_1 - \frac{I_1}{\Delta t} t.$$

Найдем значение начального тока I_1 . Заряд, прошедший через поперечное сечение проводника, равен

$$q = \int_0^{\Delta t} \left(I_1 - \frac{I_1}{\Delta t} t \right) dt = \frac{I_1 \Delta t}{2}, \quad I_1 = \frac{2q}{\Delta t}, \quad I_1 = \frac{2 \cdot 100}{50} = 4 \text{ А}.$$

Подставим значение I_1 в формулу тока $I = 4 - 0.08t$. Найдем количество теплоты, выделившееся на сопротивлении R :

$$Q = \int_0^{\Delta t} \left(I_1 - \frac{I_1 t}{\Delta t} \right)^2 R dt = RI_1^2 \int_0^{\Delta t} \left(1 - \frac{t}{\Delta t} \right)^2 dt = \frac{RI_1^2 \Delta t}{3}.$$

$$Q = \frac{75 \cdot 16 \cdot 50}{3} = 20 \text{ кДж.}$$

Ответ: $Q = 20 \text{ кДж.}$

Пример 10. Электрон, ускоренный разностью потенциалов U , влетает в однородное магнитное поле индукции \vec{B} под углом α к силовым линиям. Определить радиус и шаг винтовой линии, по которой будет двигаться электрон в магнитном поле. Заряд электрона e , масса m_e .

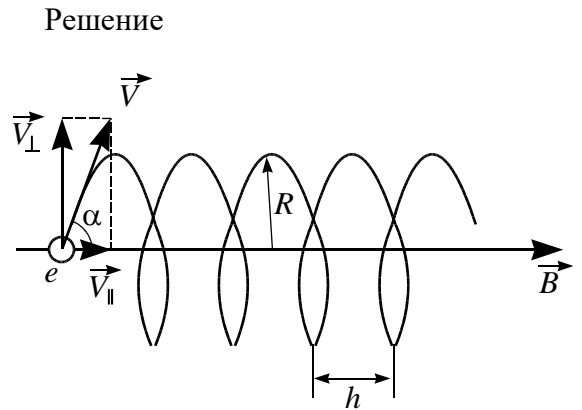
Дано
 U ,
 \vec{B} ,
 α ,
 e ,
 m_e

 $h=?$
 $R=?$

Пройдя ускоряющее напряжение U , электрон приобретает скорость V , которую можно найти из закона сохранения энергии:

$$m_e V^2 / 2 = eU, \quad \text{отсюда}$$

$$V = \sqrt{2eU/m_e}$$



При движении в магнитном поле радиус винтовой линии определяется составляющей скорости $V_{\perp} = V \sin \alpha$. Уравнение движения электрона в проекции на нормаль запишется:

$$m_e a_n = m_e V_{\perp}^2 / R = e V_{\perp} B.$$

Отсюда радиус винтовой линии

$$R = m_e V \sin \alpha / eB = \sqrt{2Um_e} / e \sin \alpha / B.$$

Вдоль силовой линии электрон движется с постоянной скоростью $V_{\parallel} = V \cos \alpha$. Шаг винтовой линии $h = V_{\parallel} T$, где T – период обращения, который находим из

$$T = 2\pi R / V_{\parallel} = 2\pi m_e / eB.$$

Тогда $h = 2\pi \cos \alpha \sqrt{2Um_e} / e / B$.

Ответ: $R = \sqrt{2Um_e} / e \sin \alpha / B, h = 2\pi \cos \alpha \sqrt{2Um_e} / e / B$.

Пример 11. На струне длины l образовалась стоячая волна, причем все точки струны с амплитудой смещения 3,5 мм отстоят друг от друга на 15,0 см. Найти максимальную амплитуду смещения.

Решение

Для стоячей волны в струне запишем уравнение:

$$\xi = 2A_0 \sin(kx) \sin(\omega t) = A_{\max} \sin(kx) \sin(\omega t), \quad (1)$$

где амплитуда стоячей волны

$$A = A_{\max} \sin(kx), \quad (2)$$

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ – волновое число, λ – длина волны.

Из определения длины волны следует $\lambda = 4 \cdot 15 = 60 \text{ см.}$

Первая точка с амплитудой смещения равной 3,5 мм имеет координату $x = \frac{15}{2} = 7,5$ см (см. рисунок).

Подставим полученные значения в формулу для амплитуды стоячей волны (2):

$$3,5 = A_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{60} 7,5\right).$$

Выразим максимальную амплитуду:

$$A_{\max} = \frac{3,5}{\sin\left(\frac{2\pi}{60} 7,5\right)} = \frac{3,5}{\sin\left(\frac{2\pi}{8}\right)} = \frac{3,5 \cdot 2}{\sqrt{2}} = 5,04 \text{ мм}.$$

Ответ: $A_{\max} = 5,04$ мм.

Пример 12. Точечный источник монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм расположен на расстоянии $a = 2$ м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметром $D = 2$ мм. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии $b = 1$ м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

Решение

Предположим, что в отверстии диафрагмы укладываются первые m зон Френеля, тогда радиус отверстия $R = D/2$ будет равен радиусу внешней границы m -й зоны. Так как падающая на препятствие волна является сферической, получаем

$$\frac{D}{2} = r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} m\lambda},$$

откуда

$$m = \frac{(a+b)D^2}{4ab\lambda},$$

$$m = \frac{(2+1)(2 \cdot 10^{-3})^2}{4 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 3.$$

Таким образом, в отверстии диафрагмы укладываются первые три зоны Френеля.

Поскольку число зон Френеля, укладываемых в отверстии, является нечетным, то, если в месте наблюдения поместить экран, в центре дифракционной картины получится светлое пятно.

Ответ: в отверстии диафрагмы укладываются три зоны Френеля; в центре дифракционной картины получится светлое пятно.

Пример 13. Частично линейно поляризованный свет рассматривается через николю. При повороте николя на 60° от положения, соответствующего максимальной яркости, яркость пучка уменьшается в два раза. Найти степень поляризации пучка P и отношение интенсивностей естественного и линейно поляризованного света (I_{\max} и I_{\min} - максимальная и минимальная интенсивности света, проходящего через николю).

Дано

$$\varphi = 60^\circ,$$

$$I_1 = 2I_2$$

$$P = ?$$

Решение

Частично линейно поляризованный свет представляет собой суперпозицию линейно поляризованного света и естественного (неполяризованного) света).

Пусть I_{\parallel} - интенсивность поляризованного света, I_{\perp} - интенсивность

$$\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = ? \quad \text{естественного света.}$$

При первом положении николя интенсивность прошедшего света равна

$$I_1 = I_{\Pi} + \frac{I_e}{2},$$

а при втором из закона Малюса

$$I_2 = I_{\Pi} \cos^2 60^\circ + \frac{I_e}{2} = \frac{I_{\Pi}}{4} + \frac{I_e}{2}$$

По условию $I_1 = 2I_2$:

$$I_{\Pi} + \frac{I_e}{2} = 2 \left(\frac{I_{\Pi}}{4} + \frac{I_e}{2} \right)$$

откуда $I_{\Pi} = I_e$.

Максимальная интенсивность $I_{\max} = \frac{3}{2} I_{\Pi}$.

Минимальная интенсивность будет наблюдаться при повороте поляризатора на угол 90° от положения, соответствующего максимуму интенсивности. Из закона Малюса получаем

$$I_2 = I_{\Pi} \cos^2 90^\circ + \frac{I_e}{2} = \frac{I_{\Pi}}{2}.$$

Используя формулу для степени поляризации, получаем $P = \frac{1}{2}$ и отношение

$$\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 3.$$

Ответ: $P = \frac{1}{2}, \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 3.$

Примеры заданий для контрольных работ

1. Уравнения движения двух материальных точек имеют вид $x_1 = A_1 t + B_1 t^2 + C_1 t^3$ и $x_2 = A_2 t + B_2 t^2 + C_2 t^3$, где $B_1 = 4 \text{ м/с}^2$, $C_1 = -3 \text{ м/с}^3$, $B_2 = -2 \text{ м/с}^2$, $C_2 = 1 \text{ м/с}^3$. Найти момент времени, при котором ускорения этих точек будут равны.
2. На наклонную плоскость, составляющую угол $\beta = 30^\circ$ с горизонтом, положили тело, которое начало скользить вниз без начальной скорости. Найти его скорость через 2 с после начала движения, если коэффициент трения тела о плоскость равен $\mu = 0,5$.
3. Лодка массой $M = 240$ кг движется со скоростью $V_0 = 1$ м/с. Навстречу лодке летит мешок с песком массой $m = 10$ кг с горизонтальной скоростью $U = 3$ м/с относительно лодки. Пренебрегая сопротивлением воды, найти скорость V лодки после попадания в нее мешка.
4. Горизонтальная платформа массой $M = 100$ кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой $n = 60$ об/мин. Человек массой $m = 60$ кг стоит при этом на краю платформы. С какой частотой начнет вращаться платформа, если человек пе-

рейдет от края платформы к ее центру? Платформу считать однородным диском, человека – точечной массой.

5. В сосуде объемом $V = 20$ л находится газ массой $m = 60$ г. Найти концентрацию n молекул газа, если его молярная масса $M = 4$ г/моль.

6. Заряд объемной плотности ρ равномерно распределен по бесконечно длинному цилиндрическому стержню радиусом R . Найти напряженность $E(r)$ электрического поля как функцию расстояния r от оси стержня.

7. Конденсатор неизвестной емкости C_1 заряжен до напряжения $U_1 = 80$ В. При параллельном подключении этого конденсатора к конденсатору емкостью $C_2 = 60$ мкФ, заряженному до напряжения $U_2 = 16$ В, напряжение на батарее становится $U = 20$ В (если конденсаторы соединяют обкладками одного знака). Определить емкость C_1 .

8. Ток в проводнике за 2 с изменился от 2 А до 8 А. Найти заряд, прошедший за это время через поперечное сечение проводника.

9. Три источника тока с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 11$ В, $\mathcal{E}_2 = 4$ В и $\mathcal{E}_3 = 6$ В и три реостата с сопротивлениями $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 10$ Ом и $R_3 = 2$ Ом соединены, как показано на рисунке к задаче 360. Определить с помощью законов Кирхгофа силу тока I_2 через сопротивление R_2 . Внутреннее сопротивление источников тока пренебрежимо мало.

10. Электрон в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл движется по окружности. Найти силу кругового тока I , создаваемого движущимся электроном.

11. Два когерентных источника колеблются в одинаковых фазах с частотой $\nu = 400$ Гц. Скорость распространения колебаний в среде $V = 1$ км/с. Определить, при какой наименьшей разности хода будет наблюдаться максимальное усиление колебаний.

12. На поверхность воды под углом $\varphi = 60^\circ$ падает пучок параллельных лучей. Ширина пучка в воздухе $d_1 = 10$ см. Найти ширину d_2 пучка в воде, если показатель преломления воды $n = 1,33$.

13. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 600$ нм, падающим по нормали к поверхности пластинки. Найти толщину b воздушного слоя между линзой и пластинкой в том месте, где наблюдается четвертое темное кольцо в отраженном свете.

14. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка, если максимуму первого порядка соответствует угол дифракции $\varphi = 11^\circ$.

15. В частично поляризованном свете амплитуда вектора напряженности электрического поля, соответствующая максимальной интенсивности света, в $n = 2$ раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности света. Определить степень поляризации P света.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет):

1. Скорость. Ускорение. Составляющие ускорения.
2. Законы Ньютона. Две формулировки II закона Ньютона.
3. Силы в природе (упругие, силы трения, сила тяжести и другие).
4. Деформация растяжения, сжатия. Деформация сдвига.
5. Энергия, работа, мощность.
6. Кинетическая, потенциальная, полная механическая энергии тела.
7. Консервативные силы.
8. Закон сохранения импульса.
9. Закон сохранения полной механической энергии.
10. Теорема об изменении кинетической, потенциальной и полной механической энергии.
11. Абсолютно упругий удар.
12. Абсолютно неупругий удар.
13. Кинематика вращательного движения. Угловая скорость, угловое ускорение.
14. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела.
15. Момент инерции материальной точки и абсолютно твердого тела.
16. Теорема Штейнера.
17. Момент силы.
18. Закон сохранения момента импульса.
19. Кинетическая энергия вращающегося тела.
20. Основное уравнение динамики вращательного движения.
21. Свободные оси. Гироскоп.
22. Опытные законы идеального газа.
23. Уравнение Клапейрона - Менделеева.
24. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
25. Распределение Максвелла.
26. Распределение Больцмана.
27. Число степеней свободы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы.
28. Внутренняя энергия системы. Работа газа при изменении его объема.
29. Первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
30. Теплоемкость идеального газа.
31. Адиабатический процесс.
32. Второе начало термодинамики. Работа тепловой машины. Цикл Карно.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен):

1. Заряд. Напряженность электрического поля. Закон Кулона.
2. Напряженность поля точечного заряда. Сложение электрических полей. Диполь в электрическом поле.
3. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной форме.
4. Потенциал электростатического поля.
5. Связь между напряженностью и потенциалом.
6. Граничные условия электростатики. Циркуляция и ротор электростатического поля.
7. Электростатическое поле в диэлектриках.
8. Поляризованность. Теорема Гаусса для векторов \vec{E} , \vec{D} , и \vec{P} . Граничные условия для составляющих вектора \vec{P} .
9. Поляризация диэлектриков. Объемные и поверхностные связанные заряды.
10. Электроёмкость. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.

11. Энергия электростатического поля.
 12. Постоянный ток, его характеристики. Уравнение непрерывности.
 13. Сторонние силы.
 14. Закон Ома для участка цепи. Обобщенный закон Ома. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
 15. Магнитное статистическое поле в вакууме. Напряженность и индукция магнитного поля.
 16. Магнитное поле движущегося заряда.
 17. Сила Лоренца. Закон Био-Савара. Закон Ампера.
 18. Движение заряженных частиц под действием электрического и магнитного полей.
 19. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент.
 20. Магнитные свойства диамагнетиков. Магнитные свойства парамагнетиков
 21. Ферромагнетизм.
 22. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
 23. Вычисление индуктивности соленоида.
 24. Взаимная индукция. Трансформаторы.
 25. Энергия магнитного поля.
 26. Явления, связанные с законом электромагнитной индукции.
 27. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
 28. Вихревое электрическое поле.
 29. Ток смещения.
 30. Система уравнений Максвелла.
 31. Уравнение электромагнитной волны в вакууме.
 32. Параметры гармонического колебания.
 33. Собственные незатухающие колебания пружинного маятника.
 34. Собственные незатухающие колебания заряда и тока в колебательном контуре.
 35. Сложение взаимно ортогональных колебаний.
 36. Собственные затухающие колебания (пружинный маятник, колебательный контур).
 37. Вынужденные колебания.
 38. Амплитудно- и фазочастотные характеристики колебательного контура.
- Резонанс.
39. Волновые процессы. Упругие волны.
 40. Уравнение волны. Плоские бегущие волны.
 41. Фазовая и групповая скорости.
 42. Сферические и цилиндрические волны.
 43. Интерференция волн. Стоячие волны.
 44. Энергия упругой волны.
 45. Волновые уравнения электромагнитной волны в вакууме.
 46. Строение электромагнитной волны.
 47. Энергия электромагнитной волны.
 48. Световая волна.
 49. Законы геометрической оптики.
 50. Формула тонкой линзы. Оптические центрированные системы.
 51. Фотометрические единицы. Их связь с мощностью световых пучков.
 52. Интерференция света. Условия интерференционных максимумов и минимумов.
 53. Интерференция волн в опыте Юнга.
 54. Временная когерентность.
 55. Пространственная когерентность.

56. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона.
57. Интерференция в плоском клине. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
58. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
59. Зоны Френеля.
60. Дифракция Френеля на круглом отверстии и круглом диске.
61. Дифракция Фраунгофера на бесконечной щели.
62. Дифракция Фраунгофера на решетке.
63. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
64. Пространственная решетка. Дифракция рентгеновских лучей.
65. Элементарная теория дисперсии света в газах.
66. Поляризация света. Закон Малюса.
67. Поляризация света при прохождении границы раздела сред.
68. Двойное лучепреломление.
69. Поляризационные призмы и поляроиды.
70. Законы равновесного теплового излучения.

Типовые задания по каждому виду текущего контроля представлены в оценочных материалах по дисциплине «Физика», которые хранятся на кафедре «Цифровая экономика».

9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ

Согласно Федеральному закону от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ст. 79, п.8 профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся. Адаптированная рабочая программа разрабатывается по каждой направленности при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.