

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 27.04.2023 16:31:20

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физика

Закреплена за подразделением

Кафедра физики

Направление подготовки

03.03.02 ФИЗИКА

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **14 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 504

в том числе:

аудиторные занятия 289

самостоятельная работа 107

часов на контроль 108

Формы контроля в семестрах:
экзамен 2, 3, 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		3 (2.1)		4 (2.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП	УП	РП		
Неделя	18		18		18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34	34	34	102	102
Лабораторные	34	34	34	34	34	34	102	102
Практические	34	34	34	34	17	17	85	85
Итого ауд.	102	102	102	102	85	85	289	289
Контактная работа	102	102	102	102	85	85	289	289
Сам. работа	42	42	42	42	23	23	107	107
Часы на контроль	36	36	36	36	36	36	108	108
Итого	180	180	180	180	144	144	504	504

Программу составил(и):

дтн, Профессор, Ушаков Иван Владимирович

Рабочая программа

Физика

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА, 03.03.02-БФ3-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.03.02 ФИЗИКА, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физики

Протокол от 22.06.2022 г., №12

Руководитель подразделения Ушаков Иван Владимирович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	- сформировать знания основных законов механики и молекулярной физики, навыки решения задач, умение выделять и моделировать конкретное физическое явление, а также научить современным методам проведения физического эксперимента и подготовить к применению полученных знаний при изучении и усвоении общепрофессиональных и специальных дисциплин;
1.2	- формирование у студентов четких представлений о фундаментальных понятиях и основных законах в области электродинамики, а также развитие практических умений, связанных с применением полученных теоретических знаний для исследования свойств теоретических знаний, для исследования свойств электрических систем и явлений, а также формирование основы для изучения последующих разделов общей и теоретической физики;
1.3	- формирование у студентов четких представлений о фундаментальных понятиях и основных законах в области электродинамики, а также развитие практических умений, связанных с применением полученных теоретических знаний для исследования свойств теоретических знаний, для исследования свойств электрических систем и явлений, а также формирование основы для изучения последующих разделов общей и теоретической физики;
1.4	- приобретение знаний, навыков и умений по подготовке исходных данных, расчету и анализу результатов в квантовых системах при изменении параметров взаимодействия, применение знаний в практической деятельности.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.2.2	Методы исследования материалов	
2.2.3	Методы контроля и анализа веществ	
2.2.4	Теория поверхностных явлений	
2.2.5	Техника физико-химического эксперимента	
2.2.6	Фазовые равновесия и структурообразование	
2.2.7	Электродинамика	
2.2.8	Квантовая механика	
2.2.9	Методы обработки статистических данных (анализ данных)	
2.2.10	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.2.11	Научно-исследовательская работа	
2.2.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.13	Физика поверхности	
2.2.14	Методы физико-химических исследований	
2.2.15	Оформление результатов научной деятельности	
2.2.16	Статистическая физика	
2.2.17	Строение некристаллических систем	
2.2.18	Теория химической связи	
2.2.19	Термодинамика металлических растворов	
2.2.20	Физика конденсированного состояния	
2.2.21	Физические свойства твердых тел	
2.2.22	Методы вычислительной физики	
2.2.23	Нормы и правила оформления ВКР	
2.2.24	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.25	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.26	Статистические расчеты равновесий	
2.2.27	Термодинамика неравновесных процессов	
2.2.28	Термодинамика сложных систем	
2.2.29	Линейная алгебра	
2.2.30	Теория функций комплексных переменных	
2.2.31	Анализ данных	

2.2.32	Высшая математика. Спецглавы.
2.2.33	Машинное обучение
2.2.34	Научно-исследовательская работа
2.2.35	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.36	Введение в физику полупроводников
2.2.37	Введение в физику твердого тела
2.2.38	Квантовая механика. Спецглавы.
2.2.39	Компьютерные методы в физике
2.2.40	Нелинейная физика
2.2.41	Специальный физический практикум
2.2.42	Квантовые вычисления
2.2.43	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.44	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.45	Теоретическая нанофотоника
2.2.46	Физика низкоразмерных систем
2.2.47	Фотоника

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-2-31 как проводятся научные исследования физических объектов, систем и процессов, как обрабатываются экспериментальные данные, знать правила техники безопасности и правила работы в лаборатории / мастерской

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-1-31 базовые знания в области физико-математических наук и (или) естественных наук, необходимыми для решения профессиональных задач

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

Уметь:

ОПК-2-У1 обрабатывать и представлять экспериментальные данные, уметь работать в лаборатории / мастерской, уметь проводить исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Уметь:

ОПК-1-У1 использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики и физики, в профессиональной деятельности, в интегрировании имеющихся знаний

Владеть:

ОПК-1-В1 навыками сопоставления результатов исследований различными методами, в том числе методом математического и компьютерного моделирования, и опытом оценки полученных результатов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Кинематика и динамика материальной точки							

1.1	Физика как наука. Кинематика материальной точки и твердого тела. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела /Лек/	2	6	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.5			
1.2	Ошибки измерений. Кинематика прямолинейного движения Нормальное, тангенциальное и полное ускорение. Динамика материальной точки /Пр/	2	6	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.6 Л1.7Л2.1			
1.3	1-01 Определение плотности твёрдых тел. /Лаб/	2	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л3.1 Л3.4 Э1		КМ3	Р1
	Раздел 2. Динамика вращательного движения. Импульс и момент импульса							
2.1	Динамика вращательного движения. Законы сохранения и изменения импульса в механике. Законы сохранения и изменения момента импульса в механике /Лек/	2	6	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.5			
2.2	Момент инерции твердого тела. Теорема Штайнера. Момент инерции стержня, цилиндра, шара. Динамика вращательного движения. Закон сохранения импульса Закон сохранения момента импульса /Пр/	2	6	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.6 Л1.7Л2.1			
2.3	1-02 Законы столкновений. 1-03 Изучение законов динамики плоского движения твёрдого тела с помощью маятника Максвелла. 1-04 Момент инерции различных тел. Теорема Штейнера. 1-11 Основной закон динамики вращательного движения твёрдого тела. 1-19 Закон сохранения момента импульса. /Лаб/	2	8	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л3.4 Э1		КМ3	Р1
	Раздел 3. Статика и колебания							
3.1	Работа и мощность в механике. Закон сохранения энергии. Элементы статики. Механические колебания /Лек/	2	6	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5			

3.2	Закон сохранения энергии. Кинетическая энергия тела при плоском движении. Неинерциальные системы отсчета. Колебания математического и физического маятника /Пр/	2	6	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.4			
3.3	Контрольная 1: Уравнение состояния идеального газа. Подготовка к домашнему заданию. /Ср/	2	18	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.6 Л1.7Л2.4			
3.4	1-05 Математический маятник. 1-06 Обратный маятник. /Лаб/	2	8	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л3.4 Э1		КМ3	Р1
Раздел 4. Термодинамика								
4.1	Первое начало термодинамики. Уравнения состояния термодинамических систем. Второе и третье начала термодинамики. Реальные газы /Лек/	2	8	ОПК-1-31	Л1.2 Л1.4Л2.3 Л2.4			
4.2	Первое начало ТД. Вычисление работы газа при произвольном политропическом процессе. Цикл Карно /Пр/	2	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.6 Л1.7Л2.1			
4.3	1-07 Распределение молекул газа по скоростям. /Лаб/	2	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л3.4 Э1		КМ3	Р1
Раздел 5. Статистика. Теория относительности								
5.1	Конденсированное состояние вещества. Термодинамические распределения. Явления переноса в газах. Механика жидкостей и газов. Специальная теория относительности /Лек/	2	8	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.5			
5.2	Законы статической физики. Распределение Максвелла и Больцмана. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Законы статической физики /Пр/	2	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.6 Л1.7Л2.1			
5.3	1-09 Определение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва. 1-12 Баллистический маятник. 1-13 Закон Гука. 1-15 Механический гистерезис. 1-17 Теплоёмкость металлов. /Лаб/	2	10	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л3.4 Э1		КМ3	Р1

5.4	Контрольная 2: Поверхностное натяжение /Ср/	2	15	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.7			
5.5	Подготовка к домашнему заданию /Ср/	2	9	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.7 Э2			
Раздел 6. Электростатика								
6.1	Электрические Заряды. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Основные уравнения электростатики в вакууме. Электростатическое поле в диэлектриках. Проводники в электростатическом поле. Конденсаторы. Энергия электрического поля /Лек/	3	8	ОПК-1-31	Л1.2 Л1.3			
6.2	Закон Кулона. Системы единиц СИ. Напряженность поля точечного заряда и системы точечных зарядов. Принцип суперпозиции. Расчет напряженности поля от распределенного заряда. Применение теоремы Гаусса для расчета электростатических полей. Работа в потенциальном поле. Потенциал. Связь между напряженностью и потенциалом. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Идеальный проводник в электростатическом поле. Емкость проводника. Энергия проводника. Емкость конденсаторов. Энергия электростатического поля /Пр/	3	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.6 Л1.7Л2.1			
6.3	2-01 Диэлектрические свойства материалов. /Лаб/	3	6	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.3Л3.2 Л3.3 Э1		КМ3	Р1
6.4	Контрольная работа 1 по пройденному разделу "Электростатика" /Ср/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.7			
Раздел 7. Электрический ток								
7.1	Постоянный электрический ток. Основы классической теории электропроводности металлов. Электрический ток в различных средах /Лек/	3	6	ОПК-1-31	Л1.2 Л1.3 Л1.8 Л1.9 Л1.10			

7.2	Законы постоянного тока. Расчет электрических цепей постоянного тока. Электрический ток в металлах, электролитах и газах. Постоянное магнитное поле в вакууме. Законы Ампера и Био-Савара-Лапласа /Пр/	3	6	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.6 Л1.7Л2.1				
7.3	2-02 Мост сопротивлений. 2-09 Электростатическое поле заряженных металлических сфер. 2-10 Измерение малых сопротивлений. 2-11 Тепло- и электропроводность металла. 2-12 Температурная зависимость сопротивления резисторов и диодов. 2-13 Законы электролиза Фарадея. /Лаб/	3	12	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.3Л3.2 Л3.3 Э1		КМ3	Р1	
7.4	Подготовка к домашнему заданию по пройденному материалу /Ср/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.7 Э2				
Раздел 8. Магнитостатика									
8.1	Постоянное магнитное поле. Контур с током в магнитном поле. Основные уравнения магнитостатики в вакууме. Магнитное поле в веществе. Основы электронной теории магнетизма /Лек/	3	10	ОПК-1-31	Л1.3 Л1.8 Л1.9 Л1.10				
8.2	Самоиндукция. Переходные процессы в электрических цепях. Энергия магнитного поля. Электромагнитные колебания /Пр/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.6 Л1.7Л2.1				
8.3	2-03 Магнитное поле проводника с током. 2-04 Магнитное поле Земли. 2-05 Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. 2-08 Переходные процессы в цепи, содержащей ёмкость и индуктивность. 2-14 Магнитное поле соленоида. 2-15 Действие силы на проводник с током в магнитном поле (закон Ампера). 2-18 Моделирование стационарных электрических полей. /Лаб/	3	6	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.3Л3.2 Л3.3 Э1		КМ3	Р1	
8.4	Подготовка к домашнему заданию по пройденному материалу /Ср/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.7 Э2				
Раздел 9. Основы электродинамики									

9.1	Движение заряженных частиц в постоянных электрическом и магнитном полях. Явление электромагнитной индукции. Уравнения Максвелла. Колебания и волны. Общие свойства и характеристики волновых процессов /Лек/	3	10	ОПК-1-31	Л1.2 Л1.3 Л1.8 Л1.10 Л1.11			
9.2	Движение заряженных частиц в постоянных электрическом и магнитном полях. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны. /Пр/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.6Л2.1			
9.3	2-07 Ферромагнитный гистерезис. 2-09 Электростатическое поле заряженных металлических сфер. 2-16 Электромагнитная индукция. 2-17 Колебательные процессы в электрических цепях (RLC-контур) 2-19 Измерение диэлектрической проницаемости. /Лаб/	3	10	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.3Л3.2 Л3.3 Э1		КМ3	Р1
9.4	Контрольная работа 2 по пройденному разделу "Магнитостатика" и "Основы электродинамики" /Ср/	3	12	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.7			
	Раздел 10. Интерференция. Дифракция							
10.1	Геометрическая оптика. Интерференция. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на многомерных структурах /Лек/	4	10	ОПК-1-31	Л1.2 Л1.5 Л1.9 Л1.11 Л1.12Л2.2			
10.2	Геометрическая оптика. Интерференция света. Дирекция света /Пр/	4	5	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.6 Л1.7 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.6			
10.3	3-02 Законы линз и оптических приборов. 3-03 Дифракция света на щели и на краю экрана. 3-12 Кольца Ньютона. 3-13 Построение зон Френеля. 3-14 Дифракция света на нескольких щелях и дифракционных решётках. /Лаб/	4	9	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.9Л3.1 Э1		КМ3	Р1
10.4	Контрольная работа по пройденному материалу. Подготовка с домашнему заданию /Ср/	4	12	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.7 Л1.9Л2.2 Э2		КМ1	Р2

	Раздел 11. Оптические свойства веществ							
11.1	Классическая теория дисперсии. Рассеяние света. Электромагнитные волны на границе раздела сред. Виды поляризации света. Оптические свойства анизотропных сред. Двойное лучепреломление. Интерференция поляризованных волн. Искусственная анизотропия /Лек/	4	8	ОПК-1-31	Л1.2 Л1.5 Л1.9 Л1.11 Л1.12Л2.2			
11.2	Поляризация света. Расчет характеристик дифракции и поляризации света /Пр/	4	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.6			
11.3	3-04 Закон Малюса. 3-05 Закон Фарадея. 3-15 Дисперсионная и разрешающая способность призмы и дифракционного спектрографа. 3-16 Эффект Керра. 3-10 Фотометрический закон обратных квадратов расстояний. 3-11 Закон Ламберта. /Лаб/	4	9	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.8Л3.1 Э1		КМ3	Р1
	Раздел 12. Элементы квантовой механики							
12.1	Корпускулярно-волновая двойственность свойств света. Атом Резерфорда – Бора и гипотеза де Бройля. Квантово-механическая теория. Элементы квантовой физики атомов и молекул. Элементы квантовой статистики и зонной теории твердого тела /Лек/	4	8	ОПК-1-31	Л1.5 Л1.9 Л1.11 Л1.12Л2.2			
12.2	Тепловое излучение. Квантовая теория света. Фотоэффект /Пр/	4	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.6 Л1.7 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.6			
12.3	3-06 Определение постоянной Планка при помощи внешнего фотоэффекта. 3-17 Закон Стефана-Больцмана. 3-18 Волновые свойства микрочастиц. /Лаб/	4	8	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.9Л3.1 Э1		КМ3	Р1
12.4	Контрольная работа по пройденному материалу. Подготовка к домашнему заданию /Ср/	4	11	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.7 Л1.9Л2.2 Э2		КМ1	Р2
	Раздел 13. Физика твердого тела, атомного ядра и элементарных частиц							

13.1	Элементы квантовой статистики и зонной теории твердого тела. Электроны в кристаллах. Атомное ядро. Элементарные частицы и современная физическая картина мира /Лек/	4	8	ОПК-1-31	Л1.5 Л1.7 Л1.9 Л1.11 Л1.12Л2.2			
13.2	Строение атома. Электронная зонная структура твердого тела /Пр/	4	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.6 Л1.7 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.6			
13.3	3-07 Определение постоянной Ридберга по спектру излучения атомарного водорода. 3-08 Эффект Холла в германии n-типа. /Лаб/	4	8	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-1-В1	Л1.9Л3.1 Э1		КМ3	Р1

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Составляет, проводит, проверяет и оценивает преподаватель, ведущий практические занятия, по согласованию с лектором. За семестр проводятся 2 контрольные работы, за каждую работу выставляется от 0 до 5 баллов. Всего за контрольные можно получить 10 баллов (максимально). Если студент пропустит контрольную без уважительной причины, то преподаватель, ведущий практические занятия, может по своему усмотрению разрешить или не разрешить студенту написать работу в дополнительное время. Студент, пропустивший контрольную работу по уважительной причине, имеет право написать её в дополнительное время.
КМ2	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Экзамен содержит 10 заданий разной сложности, за каждое задание выставляется от 1 до 9 баллов. За экзамен студент может получить до 60 баллов.
КМ3	Тест	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	При защите лабораторной работы выполняется тест на закрепление материала.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Лабораторная работа	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-1-В1	Если по программе предусмотрено выполнение 8 лабораторных работ, то за одну выполненную и защищённую лабораторную работу ставится 2 балла. Если по программе предусмотрено выполнение 4 работ, то за одну выполненную и защищённую лабораторную работу ставится 4 балла. Баллы выставляет преподаватель, ведущий лабораторные работы. Таким образом, за выполнение лабораторных работ в семестре студенту необходимо набрать 16 баллов. Баллы за лабораторную работу учитываются только в том случае, если по лабораторной работе выполнен весь цикл работ: допуск, выполнение, защита.
Р2	Домашнее задание	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Студент должен выполнить 2 ДЗ в течение семестра. Содержание ДЗ определяет лектор. Принимает защиту и оценивает ДЗ преподаватель, ведущий практические занятия. Оценка за выполненное и защищённое ДЗ от 3 до 5 баллов. Всего за ДЗ можно получить от 6 до 10 баллов.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен сдается письменно по билету. Билет состоит из 10 заданий. Задания представляют собой расчетные задачи.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Итоговые баллы складываются из максимальных 40 за семестр и максимальных 60 за сдачу зачёта/экзамена. Студент в результате обучения должен освоить компетенции: 1) знать; 2) уметь; 3) владеть. Обязательным для каждого студента является: выполнение всех лабораторных работ; выполнение всех домашних заданий; успешная сдача экзамена.

Критерии дифференциации баллов указаны в таблице 1.

40 баллов в семестре распределяются по двум направлениям.

1. Базовые баллы – лабораторные работы (ЛР), домашние задания (ДЗ). Эти баллы студент может получать и после окончания семестра.
2. Активность. Это работа в течение семестра. После окончания семестра этот раздел уже нельзя пополнять.

Таблица 1 – Критерии дифференциации баллов

Критерии зачёта	Шкала оценивания	Наименование оценки	Количество баллов	Шкала ECTS
«Зачёт»	5	«Отлично»	96-100	A (отлично)
		91-95		
		88-90		B (очень хорошо)
4	«Хорошо»	85-87	81-84	C (хорошо)
		78-80		
		74-77		
3	«Удовлетворительно»	70-73		D (удовлетворительно)
		67-69		
		64-67		E (посредственно)
«Незачёт»	2	61-63		
		50-60		Fx (неудовлетворительно с правом пересдачи)
		«Неудовлетворительно»	25-49	F (неудовлетворительно без права пересдачи)
		0-24		

По итогам контроля знаний по сумме набранных баллов студенту выставляется оценка:

«удовлетворительно» – от 50 до 69 баллов;

«хорошо» – от 70 до 84 баллов;

«отлично» – от 85 до 100 баллов.

Максимальное число баллов по дисциплине за семестр – 100 баллов.

Виды учебной деятельности и баллы указаны в таблице 2.

Базовые баллы

(обязательно для освоения компетенций)

Вид работы	Институт	За одно задание	Итого за семестр	Требования
Лабораторные работы	ИТАСУ	4 (4 ЛР)	16	Необходимо оформить работу, предоставить результаты расчётов, сдать тесты в Canvas на положительную оценку.
	ИНМИН, МГИ, ЭкоТех	2 (8 ЛР)		

Домашние задания

ИТАСУ, ИНМИН, МГИ, ЭкоТех от 3 до 5 от 6 до 10 Правильно решить и защитить задачи.

ИТОГО (Базовые): от 22 до 26 баллов (при условии выполнения всех заданий).

Активность

Вид работы	За одно задание	Итого за семестр	Требования
Контрольные работы	0-5	0 - 10	Максимальный балл при правильном решении, а также правильном объяснении всех задач
Работа на семинарах у доски, активная работа в аудитории		0 - 4	

Работа на семинарах

у доски, активная работа в аудитории

ИТОГО (Активность): от 0 до 14 балла

ИТОГО (Активность): от 0 до 14 балла

За базовые баллы и активность можно получить от 22 до 40 баллов.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы. Если по программе предусмотрено выполнение 8 лабораторных работ, то за одну выполненную и защищённую лабораторную работу ставится 2 балла.

Если по программе предусмотрено выполнение 4 работ, то за одну выполненную и защищённую лабораторную работу ставится 4 балла.

Баллы выставляет преподаватель, ведущий лабораторные работы.

Таким образом, за выполнение лабораторных работ в семестре студенту необходимо набрать 16 баллов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Домашние задания. Студент должен выполнить 2 ДЗ в течение семестра. Содержание ДЗ определяет лектор. Принимает защиту и оценивает ДЗ преподаватель, ведущий практические занятия. Оценка за выполненное и защищённое ДЗ от 3 до 5 баллов. Всего за ДЗ можно получить от 6 до 10 баллов.

Контрольные работы (КР). Составляет, проводит, проверяет и оценивает преподаватель, ведущий практические занятия, по согласованию с лектором. За семестр проводятся 2 контрольные работы, за каждую работу выставляется от 0 до 5 баллов. Всего за контрольные можно получить 10 баллов (максимально).

Если студент пропустит контрольную без уважительной причины, то преподаватель, ведущий практические занятия, может по своему усмотрению разрешить или не разрешить студенту написать работу в дополнительное время. Студент, пропустивший контрольную работу по уважительной причине, имеет право написать её в дополнительное время.

Активная работа на практических занятиях. Преподаватель, ведущий практические занятия, может поставить студенту от 0 до 4 баллов за активную работу на практических занятиях. Преподаватель, по согласованию с лектором, определяет критерии начисления дополнительных баллов (студент активно решает задачи у доски, подготовил реферат, презентацию, доклад, решил дополнительные задачи и т. д.).

Экзамен. Экзамен содержит 10 заданий разной сложности, за каждое задание выставляется от 1 до 9 баллов. За экзамен студент может получить до 60 баллов.

Итоговые минимальные баллы студент получает только после сдачи всех ЛР и ДЗ! Частичные баллы не выставляются. Студенты, не сдавшие ЛР и ДЗ, получают на экзамене неудовлетворительно, так как они не освоили обязательные компетенции.

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Промежуточная аттестация проводится в середине семестра. Для того, что студент был аттестован, он должен набрать к моменту аттестации 10 и более баллов.

Баллы для промежуточной аттестации учитываются следующим образом.

1. Учитываются все баллы, полученные за работу на семинарах, за контрольную работу, за домашнее задание.
2. Баллы за лабораторную работу учитываются только в том случае, если по лабораторной работе выполнен весь цикл работ: допуск, выполнение, защита.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Козырев А. В.	Механика: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Эль Контент, 2012
Л1.2	Савельев И. В.	Курс общей физики	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1970
Л1.3	Савельев И. В.	Кн. 2: Электричество и магнетизм	Библиотека МИСиС	, 2006
Л1.4	Савельев И. В.	Кн. 3: Молекулярная физика и термодинамика	Библиотека МИСиС	, 2007
Л1.5	Савельев И. В.	Кн. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц	Библиотека МИСиС	, 2007
Л1.6	Волькенштейн В. С., Савельев И. В.	Сборник задач по общему курсу физики: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Рада-Стайл, 2005
Л1.7	Волькенштейн В. С.	Сборник задач по общему курсу физики: учеб. пособие для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1990

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.8	Савельев И. В., Савельев В. И.	Электричество и магнетизм. Волны. Оптика.: учеб. пособие для студ. вузов техн. спец.	Библиотека МИСиС	, 2012
Л1.9	Савельев И. В.	Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учеб. пособие для студ. втузов	Библиотека МИСиС	, 1988
Л1.10	Савельев И. В.	Т.2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика	Библиотека МИСиС	, 1996
Л1.11	Савельев И. В.	Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц	Библиотека МИСиС	, 1987
Л1.12	Савельев И. В.	Т.4: Волны. Оптика	Библиотека МИСиС	, 2002

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Чертов А. Г., Воробьев А. А.	Задачник по физике: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Физматлит, 2001
Л2.2	Савельев И. В.	Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц	Библиотека МИСиС	, 1998
Л2.3	Савельев И. В.	Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	, 2012
Л2.4	Савельев И. В.	Т.1. Механика. Молекулярная физика: учеб. пособие для студ. втузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1987
Л2.5	Шинкин В. Н.	Теоретическая механика. Статика и кинематика: курс лекций	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2008
Л2.6	Курашев С. М.	Физика. Волновые процессы, оптика и атомная физика: сб. задач (домаш. задания, задачи для семинаров и практ. занятий)	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Степанова В. А., Уварова И. Ф., Капуткин Д. Е.	Физика. Ч. 2. Электричество и магнетизм. Оптика: сб. задач	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2014
Л3.2	Ахметчина Т. М., Данкин Д. Г., Докучаева В. А., др., Наими Е. К., Рахштадт Ю. А.	Физика. Электромагнетизм. Ч. 1: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009
Л3.3	Андреев Ю. А., Ахметчина Т. М., Бондарева С. А., др., Капуткин Д. Е., Наими Е. К.	Физика. Электромагнетизм. Ч. 2: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.4	Андреев Г. А., Анфимов М. В., Дигилов М. Ю., др., Малючков О. Т.	Физика: Раздел: Механика: Лаб. практикум для студ. всех спец.	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Пособия для выполнения лабораторных работ по Физике	https://misis.ru/university/struktura-universiteta/kafedry/65/training-activity/
Э2	Пособия для выполнения домашних заданий	https://misis.ru/university/struktura-universiteta/kafedry/65/training-activity/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	1. Платформа Лекториум (онлайн-курсы)	https://www.lektorium.tv/
И.2	2. Coursera	https://www.coursera.org/
И.3	3.Национальная платформа открытого образования (онлайн -курсы)	https://openedu.ru/catalog/#query=%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0
И.4	4. LMS Canvas	https://lms.misis.ru/
И.5	5. Виртуальные лабораторные	https://virtuallabs.merlot.org/vl_physics.html
И.6	6. Научная электронная библиотека eLIBRARY	https://elibrary.ru/
И.7	7. Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС	http://elibrary.misis.ru/
И.8	8. ЭБС "Лань" (https://e.lanbook.com)	
И.9	9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (http://window.edu.ru)	
И.10	10. ScienceDirect - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир (www.sciencedirect.com)	
И.11	11. Scopus - единая реферативная база данных научных публикаций (www.scopus.com)	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-553	Учебная аудитория/Лаборатория механика, молекулярная физика и термодинамика:	комплект оборудования для учебной лаборатории "Механика, молекулярная физика и термодинамика", включающий в себя 8 лабораторных установок производства фирмы RHYWE; комплекс программно-аппаратный - 10 компьютеров, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Л-551	Учебная аудитория/Лаборатория механика, молекулярная физика и термодинамика:	комплект оборудования для учебной лаборатории "Механика, молекулярная физика и термодинамика", включающий в себя 8 лабораторных установок производства фирмы RHYWE; комплекс программно-аппаратный - 15 компьютеров, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Л-535	Учебная аудитория/Лаборатория электромагнетизма:	комплект оборудования для учебной лаборатории "Электромагнетизм", включающий в себя 6 лабораторных установок производства фирмы RHYWE; комплекс программно-аппаратный - 14 компьютеров; комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Л-533	Учебная аудитория/Лаборатория электромагнетизма:	комплект оборудования для учебной лаборатории "Электромагнетизм", включающий в себя 6 лабораторных установок производства фирмы RHYWE; комплекс программно-аппаратный - 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Л-522	Учебная аудитория/Лаборатория оптики:	комплект оборудования для учебной лаборатории "Оптика, атомная и ядерная физика", включающий в себя 6 лабораторных установок производства фирмы RHYWE; комплекс программно-аппаратный - 13 компьютеров, комплект учебной мебели

Л-524	Учебная аудитория/Лаборатория оптики:	комплект оборудования для учебной лаборатории "Оптика, атомная и ядерная физика", включающий в себя 6 лабораторных установок производства фирмы RHYWE; комплекс программно-аппаратный - 8 компьютеров, комплект учебной мебели, пакет специализированных лицензионных программ
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

По дисциплине «Физика» проводятся три вида занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия. На лекциях излагается в основном теоретический материал, на практических занятиях кратко разбирается теория и решаются задачи, на лабораторных занятиях выполняются лабораторные работы.

На лекциях следует записывать основные утверждения и формулы, пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины, а все рассуждения и пояснения лектора нужно внимательно слушать и постараться запомнить. Конспект лекций следует дополнить в соответствии с «Вопросами к экзамену» самостоятельно, пользуясь учебным пособием.

Вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Усвоению большого количества явлений и описывающих их величин и законов способствует одинаковый подход к их рассмотрению.

При изучении каждого явления по возможности нужно:

1. а) привести название явления, сформулировать его определение и указать, что происходит в результате этого явления,
 - б) указать необходимые условия для возникновения и наблюдения явления,
 - в) объяснить явление согласно той или иной теории,
 - г) привести примеры осуществления явления в природе и примеры применения в технике;
2. для каждой вводимой физической величины:
 - а) привести название величины,
 - б) указать свойство (качество), количественной мерой которого она является,
 - в) сформулировать определение,
 - г) записать математическое выражение, соответствующее определению,
 - д) указать единицу измерения и наименование единицы измерения,
 - е) указать математические способы расчета и экспериментальные методы нахождения значения величины;
3. а) перечислить физические законы, выражающие зависимость физических величин друг от друга в изучаемом явлении,
 - б) сформулировать законы,
 - в) записать законы в виде математических выражений,
 - г) объяснить законы в рамках той или иной теории,
 - д) сравнить опытные законы с теоретическими предсказаниями,
 - е) указать причины расхождения теории с экспериментом.

Решение задач – необходимое условие успешного изучения курса физики. Решение задач помогает уяснить физический смысл явлений, закрепляет в памяти формулы, прививает навыки практического применения теоретических знаний для решения конкретных задач.

Умение решать задачи приобретает длительными и систематическими упражнениями.

На практических занятиях студенты под руководством преподавателя решают задачи по наиболее важным темам курса.

Для выполнения учебного плана студент самостоятельно должен решить определенное количество типовых задач в соответствии со своим вариантом домашнего задания. Для самостоятельного решения задач прежде, чем приступить к решению задач, нужно изучить (повторить) теоретический материал по теме задачи, разобрать примеры решения задач на эту тему в «Методических указаниях к практическим занятиям», а затем обязательно попытаться решить задачу, какой бы «неприступной» она не казалась. Задачи рекомендуется решать в соответствии со следующим планом.

- 1) Внимательно прочитать условие задачи, установить, какие физические процессы или явления в ней рассматриваются.
- 2) Кратко записать условие задачи в столбик или в строчку, полностью отразив информацию, содержащуюся в

- условии задачи; четко уяснить вопрос задачи; выразить все величины в единицах Международной системы единиц (СИ).
- 3) В тех случаях, когда это возможно, сделать рисунок, поясняющий содержание задачи, и вносить в него изменения и дополнения по ходу решения задачи.
- 4) Для установления формулы, подходящей для нахождения искомой величины в данной задаче, вспомнить основные формулы, в которые входит искомая величина. По содержанию задачи постараться выяснить, которые из них можно применить для решения данной задачи.
- 5) Выбрав ту или иную формулу для искомой величины, попробовать решить задачу (на черновике):
- а) установить, какие из величин в выбранной формуле:
- заданы в условии задачи,
 - приводятся в справочных таблицах,
 - неизвестны;
- б) вспомнить другие формулы, в которые входит та или иная неизвестная величина и постараться догадаться, которая из них подходит для решения данной задачи;
- в) выразить неизвестную величину из выбранной формулы и подставить полученное выражение в формулу для искомой величины; выполнить математические преобразования и получить новое выражение для нахождения искомой величины (в физике при решении задач обычно не составляется система уравнений, в которой число неизвестных равно числу уравнений).
- г) выполнить пункты 5,б и 5в для остальных неизвестных величин; если при этом для искомой величины получится выражение, содержащее только известные величины, то оно будет ответом в общем виде.
- 6) Если на основе выбранной формулы для искомой величины решить задачу не удастся, попробовать решить задачу, выбрав для искомой величины другую формулу и выполнив пункт 5.
- 7) Если в задаче рассматривается один и тот же процесс (движение, явление) при различных значениях величин, описывающих этот процесс, то:
- выбранную формулу для искомой величины написать для каждой ситуации, выбрав номер ситуации в качестве индексов величин;
 - из уравнений получить выражение для искомой величины (при этом некоторые неизвестные, которые находить не требуется, могут сократиться или уничтожиться);
 - выполнить пункты 5 и 6 для оставшихся неизвестных величин.
- 8) Оформление решения задачи в чистовике логично начинать с записи формулы, на основе которой находится искомая величина.
- 9) Решение задачи в чистовике сопровождать краткими пояснениями: привести названия законов и формул, которые используются при решении задачи, и обоснования правомочности их использования.
- 10) Подставить в окончательное выражение для искомой величины числовые значения величин, выраженных в единицах СИ; произвести вычисления, руководствуясь правилами приближенных вычислений; записать в ответе числовое значение и сокращенное наименование единицы измерения искомой величины.
- 11) Оценить, где это целесообразно, правдоподобность ответа (оценить ответ на физическую реальность). Если попытка окажется неудачной, выяснить причину (получить консультацию) у преподавателя.
- Задачи для домашнего задания подобраны так, что содержат элементы задач, предлагаемых на контрольных работах.

Лабораторные работы ориентированы на практическое изучение наиболее важных физических явлений, приобретение элементарных навыков экспериментирования, овладение техникой измерений и грамотную обработку результатов измерений.

При подготовке к выполнению лабораторных работ рекомендуется: а) изучить соответствующую тему,

б) ознакомиться с методическими указаниями к лабораторной работе.

Для получения допуска к выполнению лабораторной работы необходимо в тетради для лабораторных работ письменно ответить на вопросы:

а) какое явление изучается, какими величинами описывается это явление и какие величины определяются в данной работе,

б) привести расчетные формулы для величин, указанных в «Заданиях»,

в) привести названия и определения величин, входящих в расчетные формулы, и указать, как находятся их значения.

При выполнении лабораторной работы производятся необходимые измерения. Задания и обработка результатов измерений выполняются самостоятельно, вне занятий.

Оформленные в отдельной тетради отчеты при защите лабораторной работы представляются преподавателю.

Следует учесть, что без основательной самостоятельной работы по подготовке выполнить график лабораторного практикума своевременно практически невозможно.

Для защиты лабораторных работ необходимо:

а) в тетради для лабораторных работ выполнить обработку результатов измерений в соответствии с «Заданиями», приведенными в «Методических указаниях»;

б) подготовить ответы на вопросы для самоконтроля, соответствующие «Вопросам к экзамену» по исследованным в лабораторной работе явлениям (см. п. 7.3.1.2).

Для стимулирования систематической самостоятельной работы студентов по изучению теоретического материала по некоторым разделам курса проводятся коллоквиумы, если они предусмотрены учебным планом. Коллоквиум проводится или в виде собеседования, или письменно по указанным заранее вопросам.

Промежуточным контрольным мероприятием (аттестацией) является экзамен. Вопросы к ним, в отличие от вопросов к коллоквиуму, являются обзорными по соответствующим темам. Для успешного результата рекомендуется ответы на них продумывать, подготовить (в виде кратких заметок) заранее, по мере изучения соответствующих тем.

В ответах на большинство вопросов нужно стараться придерживаться следующего плана:

1) привести определение физического явления с указанием условия возникновения этого явления или определение физической величины с указанием свойства (качества), количественной мерой которого она является;

- 2) указать, от чего и как они зависят (опытные закономерности, законы, формулы);
- 3) привести объяснение (толкование) опытных закономерностей в рамках той или иной теории (тех или иных представлений);
- 4) сравнить теоретические результаты с опытными и указать их соответствие и несоответствие друг другу;
- 5) указать причину несоответствия и привести объяснение несоответствия в новой теории;
- 6) привести примеры практического применения.