Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.ф-м.н. Корель И. И.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретическая физика

Образовательная программа: 03.03.02 Физика, профиль: Биофизика и биотехнологии

Курс: 3 4, семестры : 5 6 7 8

Физико-технический факультет,

		Семестр			
№	**Вид деятельности**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	6	4	6	4
2	Всего часов	216	144	216	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	134	86	134	79
4	Лекции, час.	54	36	54	30
5	Практические занятия, час.	36	26	36	30
6	Лабораторные занятия, час.	0	0	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	0	0	0
8	из них практической подготовки, час.	15	32	0	0
9	Аттестация, час.	2	2	2	2
10	Консультации, час.	42	22	42	17
11	Самостоятельная работа, час.	82	58	82	65
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р контр.	Р контр.	Р контр.	Р контр.
13	Вид аттестации	Э	Э	Э	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 03.03.02 Физика

ФГОС введен в действие приказом №891 от 07.08.2020 г. , дата утверждения: 24.08.2020 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, обязательная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 03.03.02 Физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭФУиУ, 31.08.2026

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 6 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Бурдаков А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Бурдаков А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-1.В/НА Способность организовывать деятельность обучающихся, направленную на освоение дополнительной общеобразовательной программы
	ПК-1.В/НА. 2 Умеет готовить информационные материалы о возможностях и содержании дополнительной общеобразовательной программы в части специальных областей знаний по ядерной физике, биофизике и биотехнологиям

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-1.В/НА. 2 Умеет готовить информационные материалы о возможностях и содержании дополнительной общеобразовательной программы в части специальных областей знаний по ядерной физике, биофизике и биотехнологиям	
уметь решать конкретные физические проблемы и задачи с привлечением соответствующего математического аппарата, уметь использовать понятия, законы и модели механики, а также фундаментальные явления и эффекты в области физики, экспериментальные и теоретические методы исследований.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 5					
Дидактическая единица: Уравнения движения и законы сохранения.					
1. Частицы и материальные точки; системы материальных точек. Физический принцип относительности и инерциальные системы отсчета. Относительность Галилея; преобразования Галилея.	2	1	0		Лекция
2. Законы Ньютона. Потенциальные поля и силы. Уравнения движения. Релятивистские эффекты в механике.	2	1	0		Лекция

3. Интегралы движения. Энергия. Импульс. Центр инерции системы материальных точек. Система центра инерции. Момент импульса и момент силы. Связь законов сохранения со свойствами симметрии системы.	4	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Одномерное движение. Основы теории колебаний.					
4. Общие свойства одномерного движения. Потенциальные ямы и барьеры. Финитное и инфинитное движение. Точки поворота. Точки устойчивого и неустойчивого равновесия.	6	1	0		Лекция
5. Колебания вблизи точек устойчивого равновесия. Линейный гармонический осциллятор. Амплитуда, частота, фаза. Изохронность линейных колебаний. Фазовая плоскость.	4	1	0		Лекция
6. Затухающие линейные колебания. Декремент затухания и логарифмический декремент затухания. Спектр затухающих колебаний.	4	1	0		Лекция
7. Вынужденные колебания. Резонанс. Резонанс при наличии трения. Дисперсионная кривая. Параметрический резонанс.	4	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Задача двух тел.					
8. Задача Кеплера: ньютоновский и кулоновский потенциалы. Замкнутость орбиты финитного движения; зависимость формы ее орбиты от энергии. Законы Кеплера. Влияние релятивистских поправок, прецессия орбиты.	4	1	0		Лекция

9. Закон сохранения импульса и выделение движения центра масс. Относительное движение, приведенная масса. Закон сохранения момента импульса и сведение к задаче о движении в центрально-симметричном поле. Центробежная энергия, эффективный потенциал. Секториальная скорость.	4	1	0		Лекция
10. Траектории инфинитного движения. Рассеяние частиц. Эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда. Кулоновское рассеяние тождественных частиц.	4	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Движение твердого тела.					
11. Угловая скорость. Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Уравнения движения твердого тела. Эйлеровы углы. Уравнения Эйлера.	4	1	0		Лекция
12. Движение в неинерциальной системе отсчета. Центробежная и кориолисова силы.	2	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Лагранжев и гамильтонов формализмы.					
13. Обобщенные координаты и скорости. Функция Лагранжа. Принцип наименьшего действия; уравнения Лагранжа. Механика частиц со связями.	4	1	0		Лекция
14. Канонический импульс и функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Канонические преобразования, их производящие функции. Теорема Лиувилля.	4	1	0		Лекция
15. Движение как каноническое преобразование. Функция действия, ее связь с импульсами частиц и функцией Гамильтона. Уравнение Гамильтона-Якоби. Разделение переменных в уравнении Гамильтона-Якоби. Переменные действие-угол и адиабатические инварианты.	2	1	0		Лекция

Семестр: 6					
Дидактическая единица: Уравнения Максвелла в вакууме.					
80. Введение. Закон Кулона, закон Ампера. Плотность заряда, плотность тока, уравнение непрерывности. Системы единиц (СИ, CGSE).	1	1	0		Лекция
81. Электростатика. Поле точечного заряда, принцип суперпозиции, силовые линии. Закон Гаусса. Работа в электростатическом поле, независимость работы от пути, теорема Стокса. Поле и потенциал произвольной системы зарядов, уравнение Пуассона.	1	1	0		Лекция
82. Магнитостатика. Магнитная индукция, принцип суперпозиции, магнитные силовые линии, циркуляция магнитного поля и его непотенциальность, отсутствие магнитных зарядов. Векторный потенциал, калибровочная свобода, уравнение Пуассона.	1	1	0		Лекция
83. Закон Фарадея электромагнитной индукции. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла (дифференциальная и интегральная форма). Скалярный и векторный потенциалы, их связь с полями. Градиентная (калибровочная) инвариантность, условие Лоренца, уравнение Даламбера. Другие калибровки.	1	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Специальная теория относительности.					

84. Эйнштейновский принцип относительности, скорость света, парадокс близнецов, собственное время, преобразование длины. Псевдоэвклидова геометрия, пространство-время Минковского, времениподобный и пространственноподобный интервал, собственное время. Повороты в плоскостях xy, xt. Преобразования Лоренца.	1	1	0		Лекция
85. Четырех-векторы. 4-вектор координаты, 4-скорость. Преобразование Лоренца для 4-векторов, контравариантные и ковариантные вектора, метрический тензор. Примеры 4-векторов, 4-градиент, 4-вектор энергии-импульса.	1	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Релятивистская ковариантность уравнений Максвелла.					
86. 4-векторы тока, потенциала. Ковариантная запись уравнения непрерывности и уравнения Даламбера, условия Лоренца и калибровочной свободы.Тензор электромагнитного поля, ковариантная запись уравнений Максвелла. Преобразования Лоренца для потенциалов и полей, инварианты поля.	1	1	0		Лекция
87. Релятивистская частица в электромагнитном поле. Действие и функция Лагранжа свободной частицы. Функция Лагранжа частицы в электромагнитном поле, канонический импульс, гамильтониан. Уравнение движения, сила Лоренца.	1	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Статические поля.					
88. Статические системы зарядов и токов, мультипольное разложение потенциалов и полей на больших расстояниях.	1	1	0		Лекция

89. Статическая система зарядов. Полный заряд, дипольный момент, квадрупольный момент. Поле диполя. Поле системы токов. Магнитный диполь, его вектор-потенциал и поле. Гиромагнитное отношение.	1	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Энергия электромагнитного поля.					
90. Плотность энергии, вектор Пойтинга. Электростатическая энергия сисемы зарядов, энергия взаимодействия двух подсистем. Классический радиус электрона, границы применимости классической электродинамики. Комптоновский радиус электрона. Пространственный масштаб сильных, слабых и гравитационных взаимодействий. Энергия электрического диполя во внешнем поле. Сила, действующая на диполь.	2	1	0		Лекция
91. Энергия статической системы токов, взаимодействие подсистем. Энергия системы во внешнем поле. Энергия магнитного диполя, силы, действующие на диполь в магнитном поле.	1	1	0		Лекция
92. Тензор энергии-импульса поля. Плотность импульса поля.	1	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Электромагнитные волны в вакууме.					
93. Волновое уравнение, волновые решения, избыточность решений. Плоские и сферические волны. Монохроматические плоские и сферические волны, поляризация - линейная и эллиптическая.	1	1	0		Лекция
94. Волновые пакеты. Одномерный волновой пакет. Фазовая и групповая скорость. Спектральная ширина пакета и его пространственный размер; соотношение неопределенностей.	1	1	0		Лекция

95. Эффект Допплера. Продольный и поперечный эффект Допплера, релятивистский поворот светового луча.	1	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Запаздывающие потенциалы и поля.					
96. Решение волнового уравнения с произвольно заданными источниками, учет запаздывания, запаздывающие потенциалы и поля.	1	1	0		Лекция
97. Поля произвольно движущегося точечного заряда. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Квазистационарная и волновая зоны. Нерелятивистский и ультрарелятивистский пределы.	2	1	0		Лекция
98. Поля в квазистатической зоне, связь с полем равномерно движущегося заряда.	1	1	0		Лекция
99. Поля в волновой зоне, интенсивность излучения произвольно движущегося точечного заряда, его угловое распределение.	2	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Излучение электромагнитных волн.					
100. Характер излучения в нерелятивистском и ультрарелятивистском случаях, угловое распределение.	1	1	0		Лекция
101. Излучение при движении в ускорителях и накопителях. Потери энергии на излучение в линейных ускорителях. Потери энергии в циклических ускорителях. Синхротронное излучение, его угловое распределение и спектр. Длина и время когерентности излучения.	1	1	0		Лекция
102. Тормозное излучение при рассеянии частиц. Излучение в длинноволновой части спектра, спектральная интесивность и число излученных квантов.	2	1	0		Лекция
103. Реакция излучения, сила радиационного трения.	1	1	0		Лекция

104. Излучение гармонического осциллятора. Радиационное затухание и сила радиационного трения, Время жизни возбуждённого состояния и естественная ширина спектральной линии.	1	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Рассеяние электромагнитных волн.					
105. Дифференциальное сечение. Рассеяние свободным зарядом.	1	1	0		Лекция
106. Рассеяние на осцилляторе. Резонансное рассеяние. Поглощение осциллятором электромагнитных волн. Предельные случаи: томсоновское и рэлеевское рассеяние. Голубой цвет неба.	1	1	0		Лекция
Дидактическая единица: Электромагнитные поля в веществе.					
107. Строение вещества, микроскопические поля в веществе и уравнения Максвелла-Лоренца. Усреднение уравнений Максвелла и макроскопические поля.	1	1	0		Лекция
108. Подвижность зарядов в веществе; проводники и диэлектрики. Свободные и связанные заряды и токи. Поляризация диэлектриков, вектор поляризации и плотность и плотность связанных зарядов.	1	1	0		Лекция
109. Поляризационные токи и токи намагничения. Векторы намагничения. Векторы электрической индукции и магнитной напряженности. Тензоры диэлектрической и магнитной восприимчивости; диа- и парамагнетики.	1	1	0		Лекция
110. Условия сшивки полей на границе раздела двух сред.	1	1	0		Лекция
111. Потенциалы в среде. Электромагнитные волны, плотность энергии и потока энергии в среде.	1	1	0		Лекция
Семестр: 7					
Дидактическая единица: Основные понятия квантовой механики					

16. Микромир. Атомизм и дискретность, принцип тождественности микрочастиц. Атомные спектры. Волновые свойства частиц. Дифракционные опыты.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
17. Волны де-Бройля. Вероятностная интерпертация Борна. Принцип суперпозиции. Свободное движение с заданными энергией и импульсом; плоская волна. Пакет волн. Фазовая и групповая скорости. Расплывание волнового пакета.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
18. Средние значения координаты и импульса и их неопределенности. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Принцип дополнительности Бора.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
Дидактическая единица: Волновая функция и статистика измерений					
19. Средние значения динамических величин. Координатное и импульсное представления.	1	0	0		Лекция
20. Операторы динамических величин (наблюдаемых), их линейность и эрмитовость. Операторная алгебра: сложение и умножение операторов. Операторные функции. Коммутатор операторов.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
21. Дисперсия произвольной динамической величины. Состояния с определенным значением произвольной динамической величины. Собственные функции и собственные значения операторов динамических величин. Квантование. Дискретный и непрерывный спектр. Свойства собственных функций линейных эрмитовских операторов наблюдаемых величин: ортогональность, полнота.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция

22. Общая теория представлений. Матричная картина Гейзенберга. Вектор квантового состояния, бра и кет вектора. Общее представление для операторов. Оператор плотности вероятности.	1	0	0		Лекция
23. Измерения в квантовой механике. Одновременная измеримость наблюдаемых величин и общее соотношение неопределённостей. Роль прибора в квантовой механике. Чистые и смешанные квантовые состояния. Матрица плотности.	1	0	0		Лекция
Дидактическая единица: Квантовая динамика					
24. Принцип причинности в квантовой механике. Роль оператора Гамильтона. Временное и стационарное уравнения Шредингера. Стационарные состояния. Сохранение числа частиц, плотность потока вероятности и уравнение непрерывности.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
25. Зависимость средних значений механических величин от времени. Производная оператора по времени. Интегралы движения. Операторные уравнения Гамильтона. Теоремы Эренфеста. Временное и стационарное уравнение Шредингера. Оператор эволюции.	1	0	0		Лекция
Дидактическая единица: Движение в потенциальном поле					
26. Общие свойства движения в потенциальном поле, не зависящем от времени. Финитное иинфинитное движение; дискретный и непрерывный энергетический спектр.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция

27. Одномерное движение. Потенциальные барьеры и ямы. Классические точки поворота. Невырожденность энергетического спектра в одномерном случае. Движение в прямоугольной потенциальной яме. Состояния с определенной четностью.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
28. Одномерный гармонический осциллятор, его энергетический спектр. Эквидистантность спектра, ее связь с изохронностью классических линейных колебаний. Операторы рожденияи уничтожения, элементарные возбуждения осциллятора. Узлы волновых функций стационарных состояний и осцилляторная теорема.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
29. Гармонический осциллятор в представлении чисел заполнения. Операторы рождения и уничтожения, элементарные возбуждения осциллятора. Когерентные состояния и классический предел.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
Дидактическая единица: Квазиклассическое приближение					
30. Предельный переход в уравнении Шредингера к классической механике. Связь с уравнениями Гамильтона-Якоби классической механики. Связь фазы волновой функции с классической функцией действия.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
31. Приближение ВКБ для стационарных состояний, квазиклассическая волновая функция, ее вид в областях доступных и недоступных для классического движения. Поведение волновых функций вблизи классических точек поворота и сшивание квазиклассических решений.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
32. Финитное квазиклассическое движение. Правила квантования Бора--Зоммерфельда.	1	0	0		Лекция

33. Квазиклассическое движение в непрерывном спектре. Экспоненциально малые эффекты: туннелирование сквозь квазиклассический потенциальный барьер и надбарьерное отражение.	1	0	0		Лекция
34. Квазистационарные состояния, ширина квазистационарного состояния.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
Дидактическая единица: Движение в центральном поле					
35. Задача двух тел. Разделение переменных движения системы как целого и относительного движение.	1	0	0		Лекция
36. Движение в центральном поле. Разделение переменных углового и радиального движений.	1	0	0		Лекция
37. Оператор момента количества движения, его свойства и перестановочные соотношения. Состояния с определенными занчениями момента. Сферические гармоники. Четность состояний в центральном поле.	2	0	0		Лекция
38. Радиальное уравнение Шредингера, эквивалентная одномерная задача. Поведение радиальной волновой функции на больших и малых расстояниях.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
Дидактическая единица: Теория атомов и молекул					
39. Квантовые состояния и энергетический спектр движения в кулоновом поле. Атом водорода, одноэлектронные ионы, позитроний. Атомные единицы.	2	0	0		Лекция
40. Решение радиального уравнения. Боровский спектр. Случайное вырождение и четность состояний с заданной энергией; связь с замкнутостью классических кеплеровых орбит. Формула Бальмера. Энергетический спектр щелочных металлов.	2	0	0		Лекция

41. Двухатомные молекулы. Колебательный и вращательный спектры. Взаимодействие молекул на больших расстояниях, силы Ван-дер-Ваальса, простая осцилляторная модель.	2	0	0		Лекция
Дидактическая единица: Спин, сложение моментов, движение в магнитном поле.					
42. Движение частицы в магнитном поле, опыты Штерна-Герлаха, обнаружение спина. Спиновый магнитный момент электрона. Матрицы Паули, спиноры. Уравнение Паули, движение спина в магнитном поле.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
43. Сложение моментов, волновые функции с определенным полным моментом, вычисление коэффициентов Клебша-Жордана.	2	0	0		Лекция
Дидактическая единица: Стационарная теория возмущений.					
44. Общая формулировка проблемы: решение квантовой задачи при наличии близкой точно решаемой задачи. Построение общего решения при условии малости возмущения.	2	0	0		Лекция
45. Случай невырожденного спектра точно решаемой задачи. Поправка 1-го порядка, 2-й порядок теории возмущений. Теория возмущений при наличии вырождения. Пересечение термов.	2	0	0		Лекция
46. Атом во внешнем электрическом поле, эффект Штарка.	2	0	0		Лекция
47. Спин-орбитальное взаимодействие. Постоянная тонкой структуры.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
48. Атом в магнитном поле, эффект Зеемана, фактор Ланде. Эффект Пашена-Бака.	2	0	0		Лекция
Дидактическая единица: Тождественные частицы.					

49. Тождественность частиц, бозоны и фермионы, связь спина со статистикой. Принцип Паули для фермионов. Обменное взаимодействие.	2	0	0		Лекция
Дидактическая единица: Нестационарная теория возмущений, излучение атомов.					
112. Разложение нестационарного решения по стационарным решениям невозмущенной задачи. Решение методом теории возмущений. Возмущение, действующее конечное время. Возмущение, не исчезающее в пределе t стремящегося к бесконечности.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
113. Переходы под действием переодического возмущения. Золотое правило Ферми.	2	0	0		Лекция
114. Квантование электромагнитного поля. Дипольное излучение атомов. Правила отбора для дипольных переходов. Спонтанное и индуцированное излучение.	2	0	0		Лекция
Дидактическая единица: Теория рассеяния.					
115. Рассеяние частицы на внешнем потенциале. Функция Грина задачи рассеяния. Асимптотика волновой функции задачи рассеяния; амплитуда рассеяния. Дифференциальное и полное сечение рассеяния.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
116. Оптическая теорема.	2	0	0		Лекция
117. Борновский ряд, первое борновское приближение; условие его справедливости. Кулоновское рассеяние, формула Резерфорда. Атомный формфактор.	2	0	0		Лекция
Семестр: 8					
Дидактическая единица: Общие принципы описания равновесных систем					

50. Статистический подход к описанию сложных систем. Микро- и макросостояния сложных систем, статистический вес макросостояния. Вероятность и энтропия. Гипотеза о равновероятности всех доступных состояний изолированной макросистемы.	1	0	0		Лекция
51. Микроканоническое распределение и микроканонический ансамбль. Статистические средние.	1	0	0		Лекция
52. Условия равновесия систем, находящихся в контакте друг с другом. Теплообмен и абсолютная температура. Диффузионный обмен и химический потенциал. Механический контакт и давление.э	1	0	0		Лекция
53. Принцип возрастания энтропии и статистический смысл 2-го начала термодинамики.	1	0	0		Лекция
54. Система в резервуаре. Каноническое и большое каноническое распределения. Статистические суммы, свободная энергия и большой термодинамический потенциал.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
55. Средние занчения энергии, числа частиц и объема системы, находящейся в равновесии с термостатом. Малость их относительных флуктуаций в макроскопических системах и эквивалентность всех распределений.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
56. Энтропия системы в термостате, основное термодинамическое тождество. Связь между различными термодинамическими потенциалами.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
Дидактическая единица: Приближение идеального газа					

57. Идеальный газ. Квантовомеханический принцип тождественности частиц идеального газа. Статистики Ферми и Бозе, соответствующие распределения.	1	0	0		Лекция
58. Квантовый и классические режимы, вырожденные газы. Одночастичная статсумма. Поступательные и внутренние степени свободы. Квазиклассический характер поступательного движения. "Квантовый объем" и температура квантового вырождения.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
59. Идеальный газ в классическом режиме. Функция распределения Больцмана. Уравнение состояния классического идеального газа, его внутренняя энергия. Флуктуации энергии и числа частиц.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
60. Двухатомный газ; вклады поступательных, колебательных и вращательных степеней свободы. Теорема о равнораспределении тепловой энергии по степеням свободы в классическом режиме.	1	0	0		Лекция
61. "Вымерзание" внутренних степеней свободы. Характеристические температуры вымерзания. Теплоемкость газа, ее зависимость от температуры. Энтропия газа в классическом режиме. Вклад поступательных и внутренних степеней свободы. Формула Сакура-Тетроде. Теорема Нернста.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
62. Распределение Максвелла по скоростям, его основные свойства. Средняя, среднеквадратичная и наиболее вероятная скорости.	1	0	0		Лекция

63. Слабо вырожденные идеальные газы, поправки к уравнению состояния. Случай сильного вырождения. Калорическое уравнение состояния.	1	0	0		Лекция
64. Вырожденный ферми-газ. Энергия и температура Ферми, сфера Ферми. Уравнение состояния сильно вырожденного ферми-газа, его внутренняя энергия, теплоемкость и энтропия. Электронный газ в металлах и электронная теплоемкость; критерий идеальности.	1	0	0		Лекция
65. Вырожденный бозе-газ: особенности температурного хода химпотенциала и конденсация Бозе-Эйнштейна. Температура конденсации, надконденсат. Термодинамические свойства выше и ниже температуры конденсации.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
66. Равновесное тепловое излучение. Фотоны. Равенство нулю химпотенциала и распределение Планка. Предельные случаи малых и больших частот. Термодинамика излучения, закон Стефана-Больцмана.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
67. Тепловое движение в кристаллах. Закон Дюлонга и Пти. Модель Эйнштейна. Длинноволновое приближение и фононы. Теория теплоемкости Дебая. Температура Дебая.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
Дидактическая единица: Неидеальные газы					
68. Взаимодействие частиц в газе. Конфигурационный интеграл. Вириальное разложение и вириальные коэффициенты. Газ Ван-дер-Ваальса.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция

69. Равновесие фаз. Фазовые диаграммы. Равновесие двух фаз, кривая равновесия, уравнение Клайперона-Клаузиуса. Критическая точка, непрерывность жидкой и газообразной фаз. Газ Ван-дер-Ваальса, правило Максвелла, закон соответственных состояний. Тройная точка. Фазовые переходы, их классификация. Фазовые переходы второго рода (примеры).	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
70. Газ Ван-дер-Ваальса, правило Максвелла, закон соответственных состояний. Тройная точка.	1	0	0		Лекция
71. Фазовые переходы второго рода, понятие о параметре порядка. Теория Ландау. Поведение вблизи точки фазового перехода, понятие о критических индексах.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
Дидактическая единица: Квантовые жидкости					
72. Бозе-жидкость He4, спектр элементарных возбуждений, фононы и ротоны. Сверхтекучесть. Критерий сверхтекучести. Феноменологическая двухкомпонентная модель свехтекучести Тиссы, микроскопическая оценка плотности нормальной компоненты.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
73. Ферми-жидкость. Спектр элементарных возбуждений нормальной ферми-жидкости, частицы и дырки.	1	0	0		Лекция
74. Электронная жидкость в металлах. Экранированное кулоновское взаимодействие и электрон-фононное взаимодействие Фрелиха. Образование куперовских пар, энергетическая щель. Сверхтекучесть куперовских пар (сверхпроводимость).	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция

75. Сверхпроводник во внешнем магнитном поле, явление Мейсснера-Оксенфельда. Различие между идеальными проводниками и сверхпроводниками. Теория Лондонов. Лондоновская глубина проникновения. Квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона. Квантовый магнетометр SQUID.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
Дидактическая единица: Неравновесные явления					
76. Представления о неравновесных процессах и методах их описания. Функция распределения, уравнение Больцмана. Интеграл столкновений. t-приближение.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
77. Явления релаксации и переноса. Диффузия, теплопроводность, вязкость. Закон Видемана-Франца. Кинетические коэффициенты. Соотношения взаимности Онсагера.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
78. Броуновское движение, коэффициент диффузии. Теория Ланжевена и уравнение Ланжевена.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция
79. Стохастическая сила, автокорреляционная функция, время расцепления корреляций. Флуктуации тока и формула Найквиста.	1	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 5					
Дидактическая единица: Практические занятия. Механика.					
1. Интегрирование уравнений движения	6	0	0		Решение задач
2. Линейные колебания	4	0	0		Решение задач
3. Вынужденные колебания	4	0	0		Решение задач
4. Затухающие колебания	4	0	0		Решение задач
5. Нелинейные колебания	6	0	0		Решение задач

6. Движение твердого тела	6	0	0		Решение задач
7. Интегрирование уравнений Гамильтона.	6	0	0		Решение задач
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Практические занятия. Классическая электродинамика.					
8. Уравнения Максвелла в вакууме	4	0	0	ПК-1.В/НА.2	Решение задач
9. Теория относительности и релятивистская ковариантность уравнений Максвелла.	4	0	0	ПК-1.В/НА.2	Решение задач
10. Релятивистская частица в электромагнитном поле.	4	0	0	ПК-1.В/НА.2	Решение задач
11. Излучение гармонического осциллятора.	4	0	0	ПК-1.В/НА.2	Решение задач
12. Электромагнитные волны, эффект Допплера.	4	0	0	ПК-1.В/НА.2	Решение задач
13. Рассеяние электромагнитных волн.	6	0	0		Решение задач
Семестр: 7					
Дидактическая единица: Практические занятия. Квантовая механика.					
14. Общие свойства длин де-Бройля, простые оценки квантовых эффектов.	2	0	0		Решение задач
15. Соотношение неопределенности, оценка энергии основного состояния квантовыхх систем.	2	0	0		Решение задач
16. Волновой пакет.	4	0	0		Решение задач
17. Средние значения механических величин.	3	0	0		Решение задач
18. Свойства операторов	3	0	0		Решение задач
19. Решение уравнения Шредингера в одномерном случае.	6	0	0		Решение задач
20. Гармонический осциллятор, операторы рождения и уничтожения.	4	0	0		Решение задач
21. Сложение угловых моментов, коэффициенты Клебша-Жордана.	4	0	0		Решение задач
22. Квазиклассическое приближение.	4	0	0		Решение задач
23. Теория возмущений.	4	0	0		Решение задач
Семестр: 8					
Дидактическая единица: Практические занятия. Статистическая термодинамика					
24. Общие принципы описания равновесных систем.	6	0	0		Лекция

25. Приближение идеального газа.	7	0	0		Лекция
26. Неидеальные газы.	7	0	0		Лекция
27. Квантовые жидкости.	6	0	0		Лекция
28. Неравновесная явления.	4	0	0	ПК-1.В/НА.2	Лекция

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Частицы и материальные точки; системы материальных точек. Физический принцип относительности и инерциальные системы отсчета. Относительность Галилея; преобразования Галилея.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
2	Законы Ньютона. Потенциальные поля и силы. Уравнения движения. Релятивистские эффекты в механике.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
3	Интегралы движения. Энергия. Импульс. Центр инерции системы материальных точек. Система центра инерции. Момент импульса и момент силы. Связь законов сохранения со свойствами симметрии системы.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
4	Общие свойства одномерного движения. Потенциальные ямы и барьеры. Финитное и инфинитное движение. Точки поворота. Точки устойчивого и неустойчивого равновесия.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
5	Колебания вблизи точек устойчивого равновесия. Линейный гармонический осциллятор. Амплитуда, частота, фаза. Изохронность линейных колебаний. Фазовая плоскость.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
6	Затухающие линейные колебания. Декремент затухания и логарифмический декремент затухания. Спектр затухающих колебаний.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
7	Вынужденные колебания. Резонанс. Резонанс при наличии трения. Дисперсионная кривая. Параметрический резонанс.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
8	Задача Кеплера: ньютоновский и кулоновский потенциалы. Замкнутость орбиты финитного движения; зависимость формы ее орбиты от энергии. Законы Кеплера. Влияние релятивистских поправок, прецессия орбиты.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
9	Закон сохранения импульса и выделение движения центра масс. Относительное движение, приведенная масса. Закон сохранения момента импульса и сведение к задаче о движении в центрально-симметричном поле. Центробежная энергия, эффективный потенциал. Секториальная скорость.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач

10	Траектории инфинитного движения. Рассеяние частиц. Эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда. Кулоновское рассеяние тождественных частиц.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
11	Угловая скорость. Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Уравнения движения твердого тела. Эйлеровы углы. Уравнения Эйлера.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
12	Движение в неинерциальной системе отсчета. Центробежная и кориолисова силы.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
13	Обобщенные координаты и скорости. Функция Лагранжа. Принцип наименьшего действия; уравнения Лагранжа. Механика частиц со связями.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
14	Канонический импульс и функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Канонические преобразования, их производящие функции. Теорема Лиувилля.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
15	Движение как каноническое преобразование. Функция действия, ее связь с импульсами частиц и функцией Гамильтона. Уравнение Гамильтона-Якоби. Разделение переменных в уравнении Гамильтона-Якоби. Переменные действие-угол и адиабатические инварианты.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач
16	Введение. Закон Кулона, закон Ампера. Плотность заряда, плотность тока, уравнение непрерывности. Системы единиц (СИ, CGSE).	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
17	Электростатика. Поле точечного заряда, принцип суперпозиции, силовые линии. Закон Гаусса. Работа в электростатическом поле, независимость работы от пути, теорема Стокса. Поле и потенциал произвольной системы зарядов, уравнение Пуассона.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
18	Магнитостатика. Магнитная индукция, принцип суперпозиции, магнитные силовые линии, циркуляция магнитного поля и его непотенциальность, отсутствие магнитных зарядов. Векторный потенциал, калибровочная свобода, уравнение Пуассона.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
19	Закон Фарадея электромагнитной индукции. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла (дифференциальная и интегральная форма). Скалярный и векторный потенциалы, их связь с полями. Градиентная (калибровочная) инвариантность, условие Лоренца, уравнение Даламбера. Другие калибровки.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад

20	Эйнштейновский принцип относительности, скорость света, парадокс близнецов, собственное время, преобразование длины. Псевдоэвклидова геометрия, пространство-время Минковского, времениподобный и пространственноподобный интервал, собственное время. Повороты в плоскостях xy, xt. Преобразования Лоренца.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
21	Четырех-векторы. 4-вектор координаты, 4-скорость. Преобразование Лоренца для 4-векторов, контравариантные и ковариантные вектора, метрический тензор. Примеры 4-векторов, 4-градиент, 4-вектор энергии-импульса.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
22	4-векторы тока, потенциала. Ковариантная запись уравнения непрерывности и уравнения Даламбера, условия Лоренца и калибровочной свободы.Тензор электромагнитного поля, ковариантная запись уравнений Максвелла. Преобразования Лоренца для потенциалов и полей, инварианты поля.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
23	Релятивистская частица в электромагнитном поле. Действие и функция Лагранжа свободной частицы. Функция Лагранжа частицы в электромагнитном поле, канонический импульс, гамильтониан. Уравнение движения, сила Лоренца.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
24	Статические системы зарядов и токов, мультипольное разложение потенциалов и полей на больших расстояниях.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
25	Статическая система зарядов. Полный заряд, дипольный момент, квадрупольный момент. Поле диполя. Поле системы токов. Магнитный диполь, его вектор-потенциал и поле. Гиромагнитное отношение.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
26	Плотность энергии, вектор Пойтинга. Электростатическая энергия сисемы зарядов, энергия взаимодействия двух подсистем. Классический радиус электрона, границы применимости классической электродинамики. Комптоновский радиус электрона. Пространственный масштаб сильных, слабых и гравитационных взаимодействий. Энергия электрического диполя во внешнем поле. Сила, действующая на диполь.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
27	Энергия статической системы токов, взаимодействие подсистем. Энергия системы во внешнем поле. Энергия магнитного диполя, силы, действующие на диполь в магнитном поле.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
28	Тензор энергии-импульса поля. Плотность импульса поля.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
29	Волновое уравнение, волновые решения, избыточность решений. Плоские и сферические волны. Монохроматические плоские и сферические волны, поляризация - линейная и эллиптическая.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад

30	Волновые пакеты. Одномерный волновой пакет. Фазовая и групповая скорость. Спектральная ширина пакета и его пространственный размер; соотношение неопределенностей.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
31	Эффект Допплера. Продольный и поперечный эффект Допплера, релятивистский поворот светового луча.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
32	Решение волнового уравнения с произвольно заданными источниками, учет запаздывания, запаздывающие потенциалы и поля.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
33	Поля произвольно движущегося точечного заряда. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Квазистационарная и волновая зоны. Нерелятивистский и ультрарелятивистский пределы.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
34	Поля в квазистатической зоне, связь с полем равномерно движущегося заряда.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
35	Поля в волновой зоне, интенсивность излучения произвольно движущегося точечного заряда, его угловое распределение.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
36	Характер излучения в нерелятивистском и ультрарелятивистском случаях, угловое распределение.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
37	Излучение при движении в ускорителях и накопителях. Потери энергии на излучение в линейных ускорителях. Потери энергии в циклических ускорителях. Синхротронное излучение, его угловое распределение и спектр. Длина и время когерентности излучения.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
38	Тормозное излучение при рассеянии частиц. Излучение в длинноволновой части спектра, спектральная интесивность и число излученных квантов.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
39	Реакция излучения, сила радиационного трения.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
40	Излучение гармонического осциллятора. Радиационное затухание и сила радиационного трения, Время жизни возбуждённого состояния и естественная ширина спектральной линии.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
41	Дифференциальное сечение. Рассеяние свободным зарядом.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
42	Рассеяние на осцилляторе. Резонансное рассеяние. Поглощение осциллятором электромагнитных волн. Предельные случаи: томсоновское и рэлеевское рассеяние. Голубой цвет неба.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
43	Строение вещества, микроскопические поля в веществе и уравнения Максвелла-Лоренца. Усреднение уравнений Максвелла и макроскопические поля.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
44	Подвижность зарядов в веществе; проводники и диэлектрики. Свободные и связанные заряды и токи. Поляризация диэлектриков, вектор поляризации и плотность и плотность связанных зарядов.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад

45	Поляризационные токи и токи намагничения. Векторы намагничения. Векторы электрической индукции и магнитной напряженности. Тензоры диэлектрической и магнитной восприимчивости; диа- и парамагнетики.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
46	Условия сшивки полей на границе раздела двух сред.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад
47	Потенциалы в среде. Электромагнитные волны, плотность энергии и потока энергии в среде.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Контрольные работы	ПК-1.В/НА.2	2	0
, подробная информация приведена в приложении №3 : Основы теоретической физики. Элементы физической кинетики : учебно-методическое пособие / составитель А. И. Андреев. — Йошкар-Ола : МарГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-907066-16-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158312 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
2	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/НА.2	50	36
: Основы теоретической физики. Элементы физической кинетики : учебно-методическое пособие / составитель А. И. Андреев. — Йошкар-Ола : МарГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-907066-16-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158312 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
3	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/НА.2	10	0
: Основы теоретической физики. Элементы физической кинетики : учебно-методическое пособие / составитель А. И. Андреев. — Йошкар-Ола : МарГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-907066-16-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158312 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
4	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/НА.2	20	6
: Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215				
Семестр: 6				
1	Контрольные работы	ПК-1.В/НА.2	2	0
: Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215				
2	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/НА.2	13	20
: Основы теоретической физики. Элементы физической кинетики : учебно-методическое пособие / составитель А. И. Андреев. — Йошкар-Ола : МарГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-907066-16-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158312 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
3	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/НА.2	31	0

: Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215				
4	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/НА.2	12	2
: Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215				
Семестр: 7				
1	Контрольные работы	ПК-1.В/НА.2	2	0
: Основы теоретической физики. Элементы физической кинетики : учебно-методическое пособие / составитель А. И. Андреев. — Йошкар-Ола : МарГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-907066-16-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158312 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
2	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/НА.2	40	37
: Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215				
3	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/НА.2	19	0
: Основы теоретической физики. Элементы физической кинетики : учебно-методическое пособие / составитель А. И. Андреев. — Йошкар-Ола : МарГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-907066-16-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158312 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
4	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/НА.2	21	5
: Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215				
Семестр: 8				
1	Контрольные работы	ПК-1.В/НА.2	2	0
: Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215				
2	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/НА.2	30	15
: Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215				
3	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/НА.2	15	0
: Основы теоретической физики. Элементы физической кинетики : учебно-методическое пособие / составитель А. И. Андреев. — Йошкар-Ола : МарГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-907066-16-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158312 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
4	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/НА.2	18	2
: Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	Социальные сети
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт; Портал НГТУ

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
Контрольные работы:	15	30
РГЗ/Реферат:	15	30
Экзамен:	20	40
Семестр: 6		
Контрольные работы:	15	30
РГЗ/Реферат:	15	30
Экзамен:	20	40
Семестр: 7		
Контрольные работы:	15	30
РГЗ/Реферат:	15	30
Экзамен:	20	40
Семестр: 8		
Контрольные работы:	15	30
РГЗ/Реферат:	15	30
Экзамен:	20	40

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ/Р	Экзамен
ПК-1.В/НА	ПК-1.В/НА 2. Умеет готовить информационные материалы о возможностях и содержании дополнительной общеобразовательной программы в части специальных областей знаний по ядерной физике, биофизике и биотехнологиям	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Савельев, И. В. Основы теоретической физики. В 2-х тт. Том 2. Квантовая механика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-9395-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/193423 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Савельев, И. В. Основы теоретической физики : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 : Механика. Электродинамика — 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-9042-4 (том 1), 978-5-8114-0618-0 (общий). — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/183764 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Дубровский В. Г. Введение в квантовую и статистическую физику : учебник / В. Г. Дубровский. - Новосибирск, 2005. - 487 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000046858

Дополнительная литература

1. Дырдин, В. В. Физика. Квантовая физика. Квантовая механика и атомная физика : учебное пособие / В. В. Дырдин, Т. Л. Ким, С. А. Шепелева. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 182 с. — ISBN 978-5-00137-023-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/115114 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Филиппов, В. В. Квантовая физика : учебное пособие / В. В. Филиппов. — Липецк : Липецкий ГПУ, 2020. — 90 с. — ISBN 978-5-907168-82-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169328 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Основы теоретической физики. Элементы физической кинетики : учебно-методическое пособие / составитель А. И. Андреев. — Йошкар-Ола : МарГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-907066-16-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158312 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных и практических занятий