

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра физики

Рабочая программа дисциплины

ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ И ВОЛН

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль):

Физические исследования природных процессов

Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

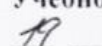
Согласовано
Руководитель ОПОП

 Бобровский А.П.

Председатель УМС

 И.И. Палкин

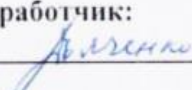
Рекомендована решением
Учебно-методического совета

 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
13 апреля 2021 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Бобровский А.П.

Автор-разработчик:

 Дьяченко. Н.В.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на ____/____ учебный год без изменений*

Протокол заседания кафедры _____ от __.__.20__ №__

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на ____/____ учебный год с изменениями (см. лист изменений)**

Протокол заседания кафедры _____ от __.__.20__ №__

*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

** Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены изменения

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины "Теория колебаний и волн" является формирование у студентов-физиков углубленных знаний о колебательных и волновых процессах, протекающих в окружающей среде, и позволяющих им осваивать соответствующие разделы специальных дисциплин.

Задачи – овладение студентами методами математического моделирования колебательных и волновых явлений в природе и технике, основными способами решения колебательных уравнений и анализом физического смысла полученных решений

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Теория колебаний и волн» для направления 03.03.02 – Физика относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) и изучается в шестом семестре. Для ее освоения обучающиеся должны изучить дисциплины модулей «Математика» и «Общая физика», «Общий физический практикум», дисциплины «Теоретическая механика», «Механика сплошных сред».

Дисциплина «Теория колебаний и волн» является основой для изучения дисциплин «Физические проблемы экологии», «Теория переноса электромагнитного излучения в газах», «Математическое моделирование переноса загрязнений в атмосфере», «Дистанционные методы исследования атмосферы и океана».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции ПК-1.

Таблица 2.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики для решения профессиональных задач отдельных этапов работ	ПК-1.1 Анализирует физическую сущность процессов, происходящих в экосфере Земли, и применяет физические законы к решению задач в области гидрометеорологии, экологии. ПК-1.2 Использует специальные знания математики при решении физических задач гидрометеорологии и экологии, производит оценочные расчеты, строит математические модели процессов и понимает границы их применимости	Знать: – основные виды колебательных процессов, их характеристики, законы их описывающие, физический смысл входящих в них констант; -общие подходы к изучению колебательных процессов в различных динамических системах; -методы и приемы теории колебаний и волн; - особенности протекания колебательных процессов в гидрометеорологии, экологии и смежных науках физический смысл констант в этих уравнениях - фундаментальные разделы математики, численных методов, методов

		математической физики, теории интегральных уравнений, применяемые в теории колебаний и волн Уметь: – описывать наблюдаемые колебательные процессы с помощью уравнений решать основные уравнения теории колебаний и волн -выделять общее и различное в колебательных системах и сопоставлять им соответствующую модель; -решать конкретные колебательные задачи, применяя наиболее адекватные им методы и приемы; - выявлять существенные особенности колебательных движений в областях гидрометеорологии и экологии, строить их физические модели, понимает границы их применимости -выделять существенные черты колебательных и волновых процессов и строить их математические модели Владеть: – навыками решения колебательных уравнений, анализа физического смысла полученных решений основными подходами к решению колебательных и волновых задач -навыками анализа границ применимости моделей; приемами электромеханической аналогии; -навыками самостоятельного решения профессиональных задач с применением теории колебаний и волн -специальными математическими навыками решения задач теории колебаний и волн, анализа
--	--	--

		полученных решений с учетом границ применимости моделей
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часа

Таблица 3.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Объем дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	84
в том числе:	
лекции	56
занятия семинарского типа:	
практические занятия	28
лабораторные занятия	
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	60
в том числе:	
курсовая работа	
контрольная работа	
Вид промежуточной аттестации	Экзамен (6 семестр)

4.2. Структура дисциплины

Таблица 4.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	Введение.	2	2	10	Устный опрос, Домашнее задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
2	Линейные колебания в дискретных системах с одной степенью свободы	10	12	10	Устный опрос, домашнее задание, тестовое задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
3	Линейные колебания в дискретных системах с двумя степенями свободы	10	2	10	Устный опрос, Домашнее задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
4	Линейные колебания в дискретных системах со многими степенями свободы	10	2	10	Устный опрос, Домашнее задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
5	Нелинейные колебания в системе с одной степенью свободы	10	2	10	Устный опрос, Домашнее задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
6	Волны в сплошных средах	14	8	10	Устный опрос, индивидуальное задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
	Итого: 144	56	28	60			

4.3. Содержание разделов дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание
Введение	Разнообразие и единство колебательных явлений различной природы. Универсальность математических моделей колебательных явлений и эффектов в механике, электродинамике, химии, биологии, экологии, экономике и технике. Предмет современной теории колебаний и волн.

Наименование разделов и тем	Содержание
Линейные колебания в дискретных системах с одной степенью свободы	<i>Собственные колебания</i> В консервативной системе. Основные элементы гармонического колебания и колебания энергии. Общее решение однородного линейного дифференциального уравнения. Определение амплитуды, фазы и периода колебаний. Уравнение фазовой траектории. Фазовый портрет колебательной системы. Закон сохранения энергии. Примеры маятников (математический, физический, маятник карманных часов, колебательный контур, резонатор Гельмгольца) В неконсервативной системе (диссипативной). Свободные колебания в диссипативных системах с вязким трением. Коэффициент и время затухания, логарифмический декремент, добротность. Примеры из механики и электромагнетизма. Демпфированный механический осциллятор. Электрический колебательный контур с сопротивлением.
	<i>Вынужденные колебания</i> Под действием синусоидальной силы в системе без трения. Резонанс. Вид колебаний при резонансе. Под действием синусоидальной силы в системе с диссипацией энергии. Метод комплексных амплитуд и параметров. Анализ резонансных законов Амплитуда тока (или скорости). Амплитуда смещений (или амплитуда заряда на конденсаторе). Амплитуда ускорений (или напряжения на индуктивности). Фаза вынужденных колебаний. Частные случаи резонанса (резонанс токов и напряжений). Действие внешней силы любого вида на линейную колебательную систему. Вынужденные колебания с произвольной частотой Баллистический режим колебаний Установление колебаний
	<i>Параметрические колебания.</i> Схематический расчет параметрических колебаний. Области параметрического резонанса. Уравнения Матье и Хилла. Примеры параметрических колебаний. Раскачивание качелей. Математический маятник с периодически изменяемой длиной подвеса. Электрический колебательный контур с периодическими параметрами.
	<i>Устойчивость и неустойчивость линейных систем.</i> Линеаризованные системы с дискретным спектром. Устойчивость по Ляпунову. Устойчивость по Пуассону. Локальная и глобальная устойчивость. Механизмы неустойчивостей. Положительная обратная связь. Абсолютная и конвективная неустойчивость.

Наименование разделов и тем	Содержание
Линейные колебания в дискретных системах с двумя степенями свободы	Собственные колебания. Свободные незатухающие колебания в системах с двумя степенями свободы. Нормальные колебания (моды). Парциальные и нормальные частоты. Биения. Понятие спектра колебаний. Методика анализа колебаний 2-х связанных осцилляторов. Затухание колебаний в системах с двумя степенями свободы. Энергия колебательной системы и ее диссипация. Вынужденные колебания. Действие внешних гармонических сил на систему с двумя степенями свободы без затухания. Вынужденные колебания в системе с двумя степенями свободы без затухания.
Линейные колебания в дискретных системах со многими степенями свободы	Собственные колебания Общие свойства линейной колебательной системы со многими степенями свободы. Собственные колебания в системе без сил трения. Нормальные координаты. Энергия собственных колебаний и энергия нормального колебания. Случай равенства собственных частот системы. Равенство нулю одной или нескольких собственных частот. Колебания в системе со многими степенями свободы при наличии затухания. Вынужденные колебания. Колебания в системе со многими степенями свободы без затухания. Вынужденные колебания в системе со многими степенями свободы при наличии трения.
Нелинейные колебания в системе с одной степенью свободы	Собственные колебания Негармонические колебания математического маятника. Затухание колебаний в системах с сухим трением. Энергетический метод решения уравнения колебаний. Метод энергетического баланса. Вынужденные колебания Вынужденные колебания нелинейных осцилляторов без затухания. Постановка задачи и возможность ее решения. Вынужденные колебания нелинейных осцилляторов при наличии затухания. Автоколебания. Структура и принцип действия автоколебательной системы. Системы осцилляторного и накопительного типов. Баланс энергии и фазовый портрет. Общие методы расчета. Примеры автоколебательных систем. Часовой маятник. Ламповый генератор. Маятник Фруда.

Наименование разделов и тем	Содержание
Волны в сплошных средах	Распространение возмущений в системе с большим числом степеней свободы. Волновые процессы. Скорость распространения. Возбуждение волн. Группа волн и ее скорость. Волновое уравнение. Волны в упругих телах. Поперечные волны. Энергия, переносимая волной. Вектор Умова. Продольные волны. Скорость волн в тонком и толстом стержнях. Отражение и прохождение волн на границах двух сред. Удельное волновое сопротивление. Волны в жидкостях и газах. Волны на поверхности жидкости. Гравитационные волны. Волны глубокой воды. Волны мелкой воды. Характер движения частиц жидкости. Капиллярные волны. Цунами. Внутренние волны. Акустические волны большой амплитуды. Линейный и нелинейный режимы распространения. Уединенные волны (солитоны). Объемные сейсмические волны. Современная модель Земли. Волны Рэлея и Лява.

4.3 Практические занятия и их содержание

п/п	№ раздела дисциплины	Количество часов	Наименование темы практического занятия
1	1	2	Задачи на составление дифференциальных уравнений колебательных процессов
2-3	2	4	Решение задач на основные элементы собственного гармонического колебания и колебания энергии. Общее решение однородного линейного дифференциального уравнения. Определение амплитуды, фазы и периода колебаний. Уравнение фазовой траектории. Фазовый портрет колебательной системы. Закон сохранения энергии.
4-5		4	Решение задач на вынужденные колебания под действием синусоидальной силы в системе без трения. Резонанс. Вид колебаний при резонансе. Решение задач на вынужденные колебания под действием синусоидальной силы в системе с диссипацией энергии. Метод комплексных амплитуд и параметров. Анализ резонансных законов Амплитуда тока (или скорости). Амплитуда смещений (или амплитуда заряда на конденсаторе). Амплитуда ускорений (или напряжения на индуктивности). Фаза вынужденных колебаний. Частные случаи резонанса (резонанс токов и напряжений).
6		2	Решение задач на параметрические колебания. Уравнения Матье и Хилла. Примеры параметрических колебаний. Раскачивание качелей.

п/п	№ раздела дисциплины	Количество часов	Наименование темы практического занятия
			Математический маятник с периодически изменяемой длиной подвеса. Электрический колебательный контур с периодическими параметрами.
7		2	Оценки устойчивости колебательных систем.
8	3	2	Решение задач по расчету свободных незатухающих колебаний в системах с двумя степенями свободы. Нормальные колебания (моды). Парциальные и нормальные частоты. Биеения. Понятие спектра колебаний. Методика анализа колебаний 2-х связанных осцилляторов.
9	4	2	Решение задач на собственные колебания системы со многими степенями свободы. Нормальные координаты. Энергия собственных колебаний и энергия нормального колебания. Случай равенства собственных частот системы. Равенство нулю одной или нескольких собственных частот.
10	5	2	Рассмотрение задач на энергетический метод решения уравнения нелинейных собственных колебаний. Метод энергетического баланса. Вынужденные колебания нелинейных осцилляторов при наличии затухания. Баланс энергии и фазовый портрет. Общие методы расчета.
11-12		4	Решение задач на волновые процессы. Определение скорости распространения волн. Группа волн и ее скорость. Волновое уравнение.
13	6	2	Решение задач на волны в упругих телах. Поперечные волны. Продольные волны. Энергия, переносимая волной. Вектор Умова. Скорость волн в тонком и толстом стержнях. Отражение и прохождение волн на границах двух сред. Удельное волновое сопротивление.
14		2	Решение задач на волны в жидкостях и газах. Волны на поверхности жидкости. Гравитационные волны. Волны глубокой воды. Волны мелкой воды. Характер движения частиц жидкости. Капиллярные волны. Цунами.

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ, графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим заданиям, контрольных работ.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала, разработку рефератов и других творческих заданий.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических работ, при подготовке к тестам, опросам и к промежуточному контролю студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 60;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **Экзамен после 6-го семестра.**

Форма проведения экзамена: устно по билетам

Перечень примерных вопросов для подготовки к экзамену (6 семестр):

ПК-1.

Свободные колебания систем с 1 степенью свободы

Классификация колебаний: свободные - вынужденные, незатухающие – затухающие, линейные - нелинейные. Примеры дифференциальных уравнений колебаний всех этих видов. Вид решения этих дифференциальных уравнений. Пояснение смысла всех величин.

Линейные незатухающие свободные колебания. Их дифференциальное уравнение, его решение, частота и период колебания. Примеры: пружинный, математический, физический маятники. Графическое представление колебаний. Спектральное представление колебаний. Сложение колебаний одного направления и перпендикулярных.

Фазовый портрет колебаний. Пример фазового портрета для математического маятника. Особые точки центр, седло. Описание движения маятника по фазовому портрету.

Затухающие колебания, уравнение и его решение. Амплитуда затухающих колебаний. Логарифмический декремент затухания. Добротность. Фазовый портрет затухающих колебаний. «Сухое» трение. Зона застоя.

Электромеханическая аналогия. Проиллюстрировать примерами.

Вынужденные колебания систем с 1 степенью свободы

Уравнение вынужденных колебаний с периодической гармонической силой, его решение. Амплитудно-частотные и фазово-частотные характеристики. Резонанс. Баллистический режим. Установившийся режим колебаний. Фазовый портрет вынужденных установившихся колебаний.

Параметрические колебания. Пример математического маятника. Пример колебательного контура. Глубина модуляции. Частоты возникновения параметрических колебаний. Связь глубины модуляции с добротностью. Фазовый портрет параметрического колебания.

Системы с 2-мя степенями свободы

Свободные колебания. Моды колебаний. Парциальные частоты. Связь парциальных частот и нормальных частот мод колебаний. Энергия синфазной и противофазной мод. Их изменение со временем.

Системы со многими степенями свободы. Примеры молекул CO_2 и H_2O .

Колебания в распределенных системах

Уравнение гармонической волны. Его смысл, параметры. Фазовая скорость. Пакет волн. Групповая скорость. Формула Рэлея. Дисперсионное соотношение в среде без дисперсии и в среде с дисперсией.

Волновое уравнение, его параметры. Бегущая и стоячая волна. Отражение волны на границе.

Волны в упругих телах. Поперечные волны. Энергия волны. Плотность потока энергии. Продольные волны. Скорость продольных волн в тонком и толстом стержне.

Акустические фононы. Объемные сейсмические волны. Современная модель Земли. Волны Рэлея и Лява.

Волны в жидкостях и газах. Звук, Интенсивность звука. Поглощение звука. Излучатели звука. Основные характеристики звука (объективные и субъективные). Закон Вебера – Фехнера. Эффект Доплера. Бинауральный эффект. Интерференция и дифракция звука.

Волны на поверхности жидкости. Гравитационные волны, гравитационно-капиллярные волны. Дифференциальные уравнения и граничные условия для их решения. Волны глубокой и мелкой воды. Их дисперсия. Характер движения частиц жидкости в волне. Внутренние гравитационные волны.

ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ И ВОЛН

Раздел

Линейные колебания в дискретных системах с одной степенью свободы

Система линейна, если

1. Дифференциальные уравнения, описывающие ее движение, не содержат нелинейных членов.
2. Амплитуда колебаний линейно растет или уменьшается
3. Колебания совершаются вдоль одной линии
4. Отклик прямо пропорционален вызвавшему воздействию

Раздел

Линейные колебания в дискретных системах с двумя степенями свободы

Могут ли обмениваться энергией нормальные моды колебаний?

1. могут, если возбуждаются независимо друг от друга
2. не могут, если возбуждаются независимо друг от друга
3. не могут никогда
4. могут во всех случаях

Раздел

Линейные колебания в дискретных системах со многими степенями свободы

Полное число собственных мод колебательной системы со многими степенями свободы равно

1. числу поступательных степеней свободы
2. числу колебательных степеней свободы
3. числу степеней свободы
4. числу вращательных степеней свободы

Раздел

Нелинейные колебания в системе с одной степенью свободы

Колебания математического маятника следует описывать нелинейным уравнением, если ...

1. угол отклонения маятника от положения равновесия достаточно велик
2. при малых углах отклонения маятника от положения равновесия в случае линейно зависящей от величины отклонения возвращающей силы
3. колебания математического маятника всегда следует описывать линейным уравнением
4. при любых условиях

Раздел

Волны в сплошных средах

Интенсивность акустической волны.....

1. зависит от амплитуды колебаний частиц среды

2. не зависит от амплитуды колебаний частиц среды
3. зависит от квадрата амплитуды колебаний частиц среды
4. зависит от квадрата частоты колебаний частиц среды

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы (5 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Устный опрос № 1-6	0-5
Тест	0-5
Выполнение домашнего задания № 1-5 Задание не выполнено - 0 Выполнено менее половины заданий -1 Выполнено все, но с ошибками – 2 Выполнено в полном объеме без значимых ошибок - 3	0-3 за каждое задание
Индивидуальное задание	0-5
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 8.

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 7.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене (5 семестр)

Оценка	Баллы
отлично	85-100
хорошо	65-84
удовлетворительно	40-64
Не удовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Теория колебаний и волн».

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки основных дефиниций, законов, процессов, явлений. Подробно записывать математические выводы формул. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.
Внеаудиторная работа	Представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает: – самостоятельное изучение разделов дисциплины; выполнение вычислительных и графических заданий подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач;

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
	– выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий; – подготовку рефератов, сообщений и докладов.
Подготовка к экзамену	Экзамен имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ. Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. *Трубецков Д.И., Рожнев А.Г.* Линейные колебания и волны. –М.: Физматлит, 2001, 416 с.
2. *Кузнецов А.П., Рожнев А.Г., Трубецков Д.И.* Линейные колебания и волны (Сборник задач).- М.: Физматлит, 2001, 148 С.
3. *Ю.Н. Дубнищев.* Колебания и волны. Учебное пособие - Сибирское университетское издательство., 2004. – 325 с.
4. *Магнус К.* Колебания. Введение в исследование колебательных систем. Пер. с нем. - М.: Мир, 1982. – 304 с.
5. *Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А.* Колебания и волны. Лекции. (Физический факультет МГУ) Издательство Физического факультета МГУ, 2001 г.
6. *Рабинович М.И., Трубецков Д.И.* Введение в теорию колебаний и волн. – М.:Наука, 1984
7. *Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Рыскин Н.М.* Нелинейные колебания. Учеб.пос.для вузов.- М.: Физматлит, 2005, 292 С.
8. *Иродов И.Е.* Задачи по общей физике. Учеб. пособие для вузов .-5-е изд., испр. -М.: Лаборатория базовых Знаний, 2003.- 432 с.

б) дополнительная литература:

1. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэнс М.* Фейнмановские лекции по физике. т.2 Пространство, время, движение. Пер. с англ. – М.: Мир, 1977. – 168 с.
2. *Сивухин Д.В.* Механика: Учеб. пособие для вузов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Наука, 1989. – 576 с.
3. *Сивухин Д.В.* Электричество: Учеб. пособие для вузов. –М, 1977. – 688 с. : ил.
4. *Трофимова Т.И.* Курс физики: Учеб. пособие для вузов. – 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2001. – 542 с.: ил.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Пакет MS Office, образовательные ресурсы Интернета.

1. <http://pskgu.ru/ebooks/okphysikc.html> Учебные пособия по общей физике.
2. <http://lectoriy.mipt.ru/lecture?category=Physics&lecturer> Видеолекции и открытые образовательные материалы ФизТеха. Лекции по Физике.
3. <http://feynmanlectures.caltech.edu/> - The Feynman Lectures on Physics
4. <http://pskgu.ru/ebooks/tf.html> . Теоретическая Физика.
5. <http://physics.nad.ru/> - физика в анимациях
6. <http://dmitryukts.narod.ru/kopilka/video.html> - опыты по физике.

7. <https://sites.google.com/site/rggmustud/> Актуальная информация для студентов, проходящих обучение физике в РГГМУ

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <http://pskgu.ru/ebooks/okfizikc.html> Учебные пособия по общей физике.
2. <http://h91102a0.bget.ru/elBook/Titul.htm> Мухомова Е.Ю., Соловьева О.П. Физика твердого тела. Электронное учебное пособие - г.р. № 2011620517. 2011 г.
3. <http://pskgu.ru/ebooks/tf.html> . Теоретическая физика.
4. <http://physics.nad.ru/> - физика в анимациях
5. <http://dmitryukts.narod.ru/kopilka/video.html> - опыты по физике.
6. <http://lectoriy.mipt.ru/lecture?category=Physics&lecturer> Видеолекции и открытые образовательные материалы ФизТеха. Лекции по Физике.
7. <https://sites.google.com/site/rggmustud/> Актуальная информация для студентов, проходящих обучение физике в РГГМУ.

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Microsoft Office — офисный пакет приложений

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронная библиотека ЭБС «Znaniy» (<http://znaniy.com/>)
2. Электронная библиотека ЭБС «Юрайт» (<https://biblio-online.ru/>)
3. Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ РАН (<http://www.viniti.ru>).
4. ЭБС Лань Коллекция «Инженерно-технические науки – Издательство Горячая линия- Телеком <https://e.lanbook.com/books/931?publisher=6171>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://www.elibrary.ru/>
2. Электронная библиотечная система РГГМУ «Гидрометеонлайн» - <http://elib.rshu.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.