

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Теория колебаний и волн

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Якушев Р.С. (Кафедра теоретической механики, отделение механики), Rinat.Yaqshev@kpfu.ru

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи математики и механики

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные положения наук естественного и гуманитарного цикла, современной механики, теории электричества и магнетизма, термодинамики, квантовой механики и специальной теории относительности, химии и биологии, мышления и компьютерных технологий, развития человека и цивилизаций.

Должен уметь:

применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач динамики систем и волновых процессов

Должен владеть:

теоретическими знаниями об истории развития представлений основных естественнонаучных и гуманитарных теорий, об истолковании соответствующих основных понятий и законов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

При изучении этой дисциплины студенты получают возможность:

- понимать основные положения наук естественного и гуманитарного цикла, современной механики, теории электричества и магнетизма, термодинамики, квантовой механики и специальной теории относительности, химии и биологии, мышления и компьютерных технологий, развития человека и цивилизаций.
- обладать теоретическими знаниями об истории развития представлений основных естественнонаучных и гуманитарных теорий, об истолковании соответствующих основных понятий и законов.
- ориентироваться в хронологических изменениях способов истолкования природных процессов научным сообществом соответствующих исторических эпох;
- приобрести навыки работы с соответствующей научной и технической литературой.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.06.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.03 "Механика и математическое моделирование (Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

## **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 48 часа(ов), в том числе лекции - 32 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 42 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий****4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в теорию волн и колебаний. Основные понятия. История развития теории колебаний и волн. Вред и польза от колебаний и волн. Классификация колебательных процессов. Колебания и волны в линейных системах.	7	1	0	1	0	0	0	2
2.	Тема 2. Свободные колебания точки с одной степенью свободы. Колебания математического маятника. Нелинейный осциллятор. Колебание массы на упругой подвеске. Фаза, частота, амплитуда колебаний. Силы, вызывающие колебания.	7	2	0	1	0	0	0	3
3.	Тема 3. Перемещения, скорость и ускорение при колебательном движении, определение кинетической энергии. Вынужденные колебания и резонанс.	7	2	0	0	0	0	0	3
4.	Тема 4. Учет сил трения. Затухающие колебания, логарифмический декремент затухания.	7	2	0	1	0	0	0	2
5.	Тема 5. Случайные колебания. Зависимость от случайных начальных условий и параметров случайного характера для колебаний стержня.	7	1	0	1	0	0	0	2
6.	Тема 6. Параметрические колебания. Периодическое изменение массы, упругости и параметрической нагрузки. Уравнения Маттье и Хилла. Параметрический резонанс. Диаграмма Айнса-Стрэтта. Теорема Флоке. Маятник Капицы.	7	2	0	1	0	0	0	3
7.	Тема 7. Автоколебания. Метод фазовых поверхностей. Качественное исследование явлений шимми и флаттера. Устойчивость и неустойчивость колебаний.	7	2	0	0	0	0	0	3
8.	Тема 8. Колебание системы невзаимодействующих осцилляторов.	7	2	0	1	0	0	0	3
9.	Тема 9. Колебания системы связанных осцилляторов. Переход к сплошной среде. Дисперсионные характеристики сред. Волны в периодических структурах.	7	1	0	1	0	0	0	3
10.	Тема 10. Колебание упругой струны. Волновое уравнение. Стоячие и бегущие волны.	7	2	0	1	0	0	0	3

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
11.	Тема 11. Основные понятия и исторические корни исследования нелинейных волновых процессов. вклад Мандельштама и Андронова в теорию нелинейных колебаний.	7	2	0	1	0	0	0	3	
12.	Тема 12. Уравнения Кортевега де Фриза, солитоны. Бегущие волны в нелинейной среде без дисперсии.	7	2	0	1	0	0	0	4	
13.	Тема 13. Простые волны и образование разрыва. Структура разрыва. Уединенные волны. Слабые ударные волны.	7	1	0	1	0	0	0	3	
14.	Тема 14. Волны малой амплитуды в сплошных средах. Уравнения гидродинамики. Электромагнитные волны.	7	2	0	1	0	0	0	3	
15.	Тема 15. Дисперсионные уравнения для звуковых волн. Стратифицированная жидкость. Звуковые волны в океане.	7	2	0	1	0	0	0	0	
16.	Тема 16. Гравитационные волны в несжимаемой жидкости. Внутренние волны. Волны Россби. Волны в сверхтекущей жидкости и плазме.	7	2	0	1	0	0	0	1	
17.	Тема 17. Скорость распространения волн. Различные способы определения фазовой и групповой скоростей.	7	2	0	1	0	0	0	1	
18.	Тема 18. Энергия и импульс волн. Волновой пакет в диспергирующей среде. Импульс волнового пакета.	7	2	0	1	0	0	0	0	
	Итого		32	0	16	0	0	0	42	

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Введение в теорию волн и колебаний. Основные понятия. История развития теории колебаний и волн. Вред и польза от колебаний и волн. Классификация колебательных процессов. Колебания и волны в линейных системах.**

Введение в теорию волн и колебаний. Причины возникновения колебаний. Математический маятник и точечная масса на упругой подвеске. Построение математической модели колебаний: вывод уравнений и формулировка начальных условий. Основные понятия: амплитуда, частота, период, фаза. Понятие собственных колебаний. Классификация колебаний: свободные, гармонические, вынужденные, параметрические и автоколебания. История развития теории колебаний и волн.

**Тема 2. Свободные колебания точки с одной степенью свободы. Колебания математического маятника. Нелинейный осциллятор. Колебание массы на упругой подвеске. Фаза, частота, амплитуда колебаний. Силы, вызывающие колебания.**

Понятие степени свободы механической системы. Понятие математического маятника. Вывод уравнений колебания точки с одной степенью свободы. Анализ влияния начальных условий на характер колебаний. Понятие линейного и нелинейного осциллятора. Вывод уравнений колебаний массы на упругой подвеске. Влияние начальных условий на фазу, частоту и амплитуду колебаний.

**Тема 3. Перемещения, скорость и ускорение при колебательном движении, определение кинетической энергии. Вынужденные колебания и резонанс.**

Кинематические и динамические характеристики колеблющейся точки. Характер изменения перемещения, скорости и ускорения точки, совершающей колебательные движения. Определение кинетической энергии, потенциальной и полной энергии материальной точки совершающей колебательные движения. Влияние на них амплитуды и частоты колебаний.

**Тема 4. Учет сил трения. Затухающие колебания, логарифмический декремент затухания.**

Виды сил трения. Сухое трение, линейная и нелинейная зависимость сил трения от скорости движения. Учет сил трения в случае колебаний точечной массы на упругой подвеске в воздухе и в жидкости. Определение параметров, влияющих на характер затухания колебаний. Понятие логарифмического декремента затухания и установление его зависимости от механических свойств осциллятора.

**Тема 5. Случайные колебания. Зависимость от случайных начальных условий и параметров случайного характера для колебаний стержня.**

Факторы вызывающие случайные колебания. Влияние на колебания начальных условий и возмущений, носящих случайных характер. Объективные параметры для характеристики случайных колебаний: математическое ожидание, дисперсия и спектр. Исследование влияния случайных изменений начальных условий на колебания стержня на шарнирных опорах.

**Тема 6. Параметрические колебания. Периодическое изменение массы, упругости и параметрической нагрузки. Уравнения Матье и Хилла. Параметрический резонанс. Диаграмма Айнса-Стрэтта. Теорема Флоке. Маятник Капицы.**

Причины возникновения параметрических колебаний в механизмах - периодические изменения их инерционных свойств, жесткости и "параметрической" нагрузки. Вывод и анализ уравнений Матье и Хилла. Понятие параметрического резонанса и его отличие от обычного резонанса. Диаграмма Айнса-Стрэтта. Теорема Флоке. Маятник Капицы.

**Тема 7. Автоколебания. Метод фазовых поверхностей. Качественное исследование явлений шимми и флаттера. Устойчивость и неустойчивость колебаний.**

Примеры возникновения автоколебаний в часах (храповый механизм подталкивает маятник в такт с его колебаниями), в духовых инструментах и органных трубах (колебания воздуха, поддерживаемые воздушной струей), двигателях внутреннего сгорания, паровых турбинах и т.д.

Шимми и флаттер в авиации. Математический аппарат изучения автоколебаний. Применение метода фазовой поверхности для исследования автоколебаний.

**Тема 8. Колебание системы невзаимодействующих осцилляторов.**

Исследование колебания системы невзаимодействующих осцилляторов. Теория нормальных колебаний в линейных системах с постоянными параметрами. Получение решения для уравнения линейной консервативных систем. Нормальные колебания в нелинейных консервативных системах. Колебания в квазиконсервативных системах.

**Тема 9. Колебания системы связанных осцилляторов. Переход к сплошной среде. Дисперсионные характеристики сред. Волны в периодических структурах.**

Исследование колебания системы связанных осцилляторов. Переход к сплошной среде. Вывод и решение уравнений продольных колебаний упругого стержня. Понятие волны. Уравнение звуковых волн в газе. Понятие дисперсии. Дисперсия волн. Пакет волн. Закон зависимости фазовой скорости волны от её частоты. Теория дисперсии.

**Тема 10. Колебание упругой струны. Волновое уравнение. Стоячие и бегущие волны.**

Вывод уравнений поперечных колебаний упругой струны. Исследование решения волнового уравнения струны. Бегущая и стоячая волна. Скорость распространения волны. Сложение волн. Понятие цуга волн. Определение групповой скорости волн. Перенос энергии волнами. Понятие плотности потока энергии волн. Вектор Умова-Пойнтинга.

**Тема 11. Основные понятия и исторические корни исследования нелинейных волновых процессов. вклад Мандельшама и Андронова в теорию нелинейных колебаний.**

Основные понятия и исторические корни исследования нелинейных волновых процессов. причины возникновения волн в газах и жидкостях. Акустические волны. Вклад Мандельшама и Андронова в теорию нелинейных колебаний. Уравнения Бюргерса. Бегущий фронт (бегущая стенка). Понятие инварианта движения. Диссипация и ее роль.

**Тема 12. Уравнения Кортевега де Фриза, солитоны. Бегущие волны в нелинейной среде без дисперсии.**

Взаимодействие диссипации и дисперсии. Соотношения Крамерса-Кронига. Вывод уравнения Кортевега де Фриза и анализ его решения. Первая и вторая константы интегрирования. Финитное движение. Понятие стационарной бегущей волны. История солитона. Манхэттенский проект Энрико Ферми. Решение Джона паста и Станислава Ульма задачи о теплопроводности твердого тела, рассматриваемого как одномерной цепочки конечного числа одинаковых точечных масс.

**Тема 13. Простые волны и образование разрыва. Структура разрыва. Уединенные волны. Слабые ударные волны.**

Одномерные волны в нелинейных однородных средах без дисперсии. Простые волны (волны Римана). Пилообразные и ударные волны, описываемые уравнением Бюргерса. Усредненная локализованная волна - солитон. Отличие солитона от бегущей стенки уравнения Бюргерса. Эффект опрокидывания волны. Простые волны и образование разрыва. Структура разрыва. Уединенные волны. Структура слабых ударных волн.

**Тема 14. Волны малой амплитуды в сплошных средах. Уравнения гидродинамики. Электромагнитные волны.**

Уравнения динамики для сплошной среды. Учет материальных соотношений для сплошных сред, формулировка граничных и начальных условий. Волны в сплошных средах. Акустические и электромагнитные волны. Уравнения гидродинамики. Волны в деформируемых твердых телах. Теория распространения гравитационных волн. Взаимодействие поверхностных гравитационных волн.

**Тема 15. Дисперсионные уравнения для звуковых волн. Стратифицированная жидкость. Звуковые волны в океане.**

Исследования распространения звуковых волн в жидкости и деформируемых твердых телах. Влияние свойств среды на скорость распространения волн. Пропорциональность квадратов скоростей волн модулю объемной упругости в случае продольных колебаний и модулю сдвига - для поперечных. Скорости распространения морских и капиллярных волн. Дисперсионные уравнения для звуковых волн. Стратифицированная жидкость

**Тема 16. Гравитационные волны в несжимаемой жидкости. Внутренние волны. Волны Россби. Волны в сверхтекучей жидкости и плазме.**

Гравитационные волны в несжимаемой жидкости. Внутренние волны. Закон дисперсии для внутренних волн. Волны Россби и их важность для изучения синоптических океанических вихрей. Учет динамики взаимодействия океана и атмосферы при построении корректной математической модели. Причина распространения волн Россби только с востока на запад.

**Тема 17. Скорость распространения волн. Различные способы определения фазовой и групповой скоростей.**

Скорость распространения волн. Акустические волны. Различные способы определения фазовой и групповой скоростей. Влияние на фазовую скорость свойств самой среды (модуля упругости и модуля сдвига), в случае жидкой среды от отношения глубины жидкости и длины волны и других характеристик. Определение групповой скорости как

**Тема 18. Энергия и импульс волн. Волновой пакет в диспергирующей среде. Импульс волнового пакета.**

Энергия и импульс волн. Волновой пакет в диспергирующей среде. Связь между волновым числом и частотой. Эволюция волны со временем. Модулированная волна. Ограниченностю области применимости понятия групповой скорости в случае среды с дисперсией. Кинетическая и потенциальная энергии единичного объема среды. Соотношение, связывающее энергию в движущейся среде. Импульс волнового пакета.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Алдошин Г.Т. Теория линейных и нелинейных колебаний - [https://e.lanbook.com/book/4640#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/4640#book_name)

Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. 2-е изд., перераб. и испр. - М.: Наука, 1981. - 918 с. - [http://books.alnam.ru/book\\_atk.php](http://books.alnam.ru/book_atk.php)

Лейбович С., Сибасс А. (ред.) Нелинейные волны. М.: Мир, 1977. - 320 с - [http://books.alnam.ru/book\\_nw.php](http://books.alnam.ru/book_nw.php)

Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики - [https://e.lanbook.com/book/59325#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/59325#book_name)

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Дорошин А.В. Математическое моделирование в нелинейной динамике : учебное пособие - <http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=8971>

Алдошин Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний - <http://e.lanbook.com/view/book/4640/>

Багдоев А.Г. Ерофеев В.И. Шекоян А.В. Линейные и нелинейные волны в диспергирующих сплошных средах - <http://e.lanbook.com/view/book/2665/>

Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания, волны, структуры - <http://e.lanbook.com/view/book/2192/>

Колебания. Волны. Оптика. Колебания и волны. Ч.1/СаринаМ.П. - Новосиб.: НГТУ, 2013. - 100 с.: ISBN 978-5-7782-2355-4 - <http://znanium.com/bookread2.php?book=548309>

Скубов Д.Ю. Основы теории нелинейных колебаний - <http://e.lanbook.com/view/book/30203/>

Тимофеев А.Б.,.. Механические колебания и резонансы в организме человека - <http://e.lanbook.com/view/book/2337/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	На лекциях излагается основное содержание курса. Студенту рекомендуется готовиться к каждой предстоящей лекции по конспектам, учебным пособиям, указанным преподавателем, и, в случае необходимости, обращаясь к лектору за консультацией. Конспект служит как для повторения материала перед каждым практическим занятием, так и для подготовки к экзамену. Записи на лекции студент должен проверять и дополнять по учебнику.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Важной составной частью учебного процесса являются практические занятия. Практические занятия должны быть использованы студентом для усвоения методов и навыков в решении конкретных задач и для закрепления теоретического содержания курса. К очередному практическому занятию необходимо повторить соответствующий материал и решить домашние задачи. Задачи подбираются так, что при твёрдом усвоении теоретического материала, изложенного на лекции, их решения потребуют 1-1,5 часа.
самостоятельная работа	К лекциям и практическому занятию необходимо повторить соответствующий материал и решить домашние задачи. Задания подбираются таким образом, что при условии твёрдого усвоения теоретического материала, изложенного на лекции, для их решения требуется, в среднем, 1-2 часа. Студенту рекомендуется готовиться к каждой предстоящей лекции, лабораторному занятию по конспектам, учебным пособиям, указанным преподавателем, и, в случае необходимости, обращаясь к лектору за консультацией.
экзамен	Данное на лекциях и практических занятиях основное содержание курса необходимо самостоятельно проработать. Для экзамена студенту рекомендуется повторить материал, используя конспекты, учебные пособия, рекомендованную литературу и обращаясь за консультацией к преподавателю. Во время самостоятельных занятий своевременно повторно проработать вопросы, вынесенные на экзамен.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

  - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
  - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
  - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки "Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики".

*Приложение 2*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.06.02 Теория колебаний и волн

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. - М.: Физматлит, 2007. - 656 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/2167>

Николаенко В.Л. Механика - М: Новое знание, 2011. - 636 с., <http://e.lanbook.com/view/book/2911>

Покровский В.В. Механика. Методы решения задач: учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 253 с. <http://e.lanbook.com/view/book/8713/>

**Дополнительная литература:**

Теория и практика решения технических задач: Учебное пособие / А.В. Ревенков, Е.В. Резчикова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум, 2009. - 384 с

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=197698>

Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны: учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. П. Бобровского. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 256 с,  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=349952>

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.06.02 Теория колебаний и волн

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая  
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.