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
17 февраля 2023 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

# Программа дисциплины

Дополнительные главы теории 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: 2023

**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



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Якушев Р.С. (Кафедра теоретической механики, отделение механики), Rinat.Yaqushev@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.07.02 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 8 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 - 50 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 32 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 58 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 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 | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Лекции, всего | Лекции в эл. форме | Практические занятия, всего | Практические в эл. форме | Лабораторные работы, всего | Лабораторные в эл. форме | |
| 1. | Тема 1. Фурье-анализ импульса. Фурье-анализ бегущих волновых пакетов. Связанные волны. Нормальный и аномальный эффект Доплера. | 8 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 2. | Тема 2. Динамические системы, описываемые конечной системой дифференциальных уравнений. Консервативные и диссипативные системы. | 8 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 3. | Тема 3. Приближенные методы исследования нелинейных систем. Метод усреднения. Асимптотические методы малого параметра. | 8 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 4. | Тема 4. Хаос. Хаотические колебания. Аттрактор Лоренца. Реакция Белоусова-Жаботинского. Сечение Пуанкаре. Характерные признаки хаоса. | 8 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 4. | Тема 4. Гамильтоновы системы. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Движение в центральном поле. Фазовый портрет гамильтоновых систем. | 8 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 5. | Тема 5. Динамические системы с непрерывным и дискретным временем. Дискретные эволюционные модели. Отображение Пуанкаре. Треугольное отображение. Математические характеристики хаоса. | 8 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 6. | Тема 6. Сценарии перехода к хаосу: через удвоение периода, через перемежаемость, по сценарию Рюэля-Такенса. | 8 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 7. | Тема 7. Примеры и определение фрактала. Фрактальность пространственных форм. Размерность Хаусдорфа-Безиковича. Самоподобие как фундаментальное свойство природы. | 8 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 8. | Тема 8. Самоорганизация в нелинейных системах. Две тенденции динамики - от беспорядка к порядку и обратно. | 8 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| | Итого | | 18 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 58 |

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

**Тема 1. Фурье-анализ импульса. Фурье-анализ бегущих волновых пакетов. Связанные волны. Нормальный и аномальный эффект Доплера.**

Разложение Фурье волны с произвольной зависимостью от времени. Условия разложения Фурье волновой функции. Интегралы Фурье. Фурье-анализ импульса. Фурье-анализ бегущих волновых пакетов. Связанные волны. Эксперимент Катлера. Волны движущегося источника. Зависимость цвета света от частоты. Спектральные линии излучения звезд. Отклонения спектральных картин в разные половины года. Эффект увеличения частоты при движении в сторону источника.

**Тема 2. Динамические системы, описываемые конечной системой дифференциальных уравнений. Консервативные и диссипативные системы.**

Консервативные динамические системы с конечной степенью свободы. Класс консервативных динамических систем, уравнения движения которых интегрируются в квадратурах. Уравнения движения диссипативной системы с конечным числом степеней свободы. Учет демпфирования, диссипативные системы с полной и неполной диссипацией. Случаи полного разделения системы уравнений на независимые уравнения.

**Тема 3. Приближенные методы исследования нелинейных систем. Метод усреднения. Асимптотические методы малого параметра.**

Приближенные методы исследования нелинейных систем. Метод усреднения. Асимптотические методы малого параметра. Метод растянутых параметров. Метод Линдштедта - Пуанкаре. Переходные кривые для уравнения Матье. Метод перенормировки. Уравнение Дюффинга. Модель слабо нелинейной устойчивости. Ограничения метода растянутых координат.

**Тема 4. Хаос. Хаотические колебания. Аттрактор Лоренца. Реакция Белоусова-Жаботинского. Сечение Пуанкаре. Характерные признаки хаоса.**

Модели хаоса. Хаотические колебания. Колебания с изменяющимися частотой, амплитудой и фазой колебаний. Неустойчивость по Ляпунову. Аттрактор Лоренца. Построение математической модели реакции Белоусова-Жаботинского. Построение фазового портрета колебаний и его анализ для выбора оптимального сечения. Сечение Пуанкаре.

**Тема 4. Гамильтоновы системы. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Движение в центральном поле. Фазовый портрет гамильтоновых систем.**

Понятия автономности и неавтономности динамических систем. Переменные и функции Гамильтона, используемые при описании поведения динамических систем. Понятие обобщенной силы. Система уравнений Гамильтона. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Движение в центральном поле сил. Фазовый портрет Гамильтоновых систем.

**Тема 5. Динамические системы с непрерывным и дискретным временем. Дискретные эволюционные модели. Отображение Пуанкаре. Треугольное отображение. Математические характеристики хаоса.**

Динамические системы с непрерывным и дискретным временем. Дискретные эволюционные модели. Особые точки динамических систем и их представление на фазовой плоскости. Пример применения отображения Пуанкаре. Индексы Пуанкаре.Треугольное отображение, циклы кратной длины и базовые утверждения в треугольном отображении. Математические характеристики хаоса.

**Тема 6. Сценарии перехода к хаосу: через удвоение периода, через перемежаемость, по сценарию Рюэля-Такенса.**

Возможные пути потери устойчивости регулярных движений и возникновения хаоса. Отображение Фейгельбаума. Бифуркация циклов в отображении Фейгельбаума. Сверхустойчивые циклы. Стохастические колебания. Понятие детерминированного хаоса. Сценарии перехода к хаосу: через удвоение периода, через перемежаемость, по сценарию Рюэля-Такенса.

**Тема 7. Примеры и определение фрактала. Фрактальность пространственных форм. Размерность Хаусдорфа-Безиковича. Самоподобие как фундаментальное свойство природы.**

Самоподобие как фундаментальное свойство природы Примеры и определение фрактала. Фрактальные множества. Фрактальность пространственных форм. Кривые Коха, ковер Серпинского. Длина береговой линии. Топологическая размерность. Размерность Хаусдорфа-Безиковича. Двумерные точечные отображения. Фрактальная структура аттрактора Хенона.

**Тема 8. Самоорганизация в нелинейных системах. Две тенденции динамики - от беспорядка к порядку и обратно.**

Самоорганизация в нелинейных системах. Синергетика. Новые типы упорядочивания, отвечающие коллективным степеням свободы. Понятие автоволновой процесс. Две тенденции динамики - от беспорядка к порядку и обратно. Эффект Бенара. Реакция Белоусова-Жаботинского. Спиральные волны.Уравнение Свифта-Хоэнберга и его обобщение.

## 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

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

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

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

## 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".



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

*Приложение 2*
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*
*Б1.В.ДВ.07.02 Дополнительные главы теории 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: 2023

**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.07.02 Дополнительные главы теории 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: 2023

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.