

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е. А. Турилова

17 февраля 2023 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Математические модели теории эластодинамики

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## 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): старший преподаватель, б/с Осипов Е.А. (кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта, отделение прикладной математики и информатики), Evgenij.Osipov@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-4	Способен применять методы и принципы построения физических и математических моделей, их применимости к конкретным процессам и явлениям
ПК-6	Способность применять знания естественно-математического цикла, а также практический опыт при проведении научных исследований

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Знать основы математической физики и прикладной математики, методы и принципы построения физических и математических моделей, возможности их применимости к конкретным процессам и явлениям, математические зависимости, позволяющие составлять математические модели исследуемой области.

Знать основы дисциплин естественнонаучного и математического цикла, средства и методы получения новых научных знаний, способы и методы анализа и обобщения полученных научных данных, современные информационные технологии.

Должен уметь:

Уметь применять методы и принципы физического и математического моделирования, с использованием методов системного подхода, проводить компьютерное моделирование и расчеты с использованием специализированного ПО.

Уметь применять знания естественно-научного и математического цикла, а также практический опыт при проведении научных исследований, получать и обрабатывать информацию из различных источников, вести самостоятельно или в составе группы научный поиск, используя специальные средства и методы получения новых знаний, обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательских работ.

Должен владеть:

Владеть основами математической физики и прикладной математики, опытом разработки математических и физических моделей, с использованием методов системного подхода, опытом компьютерного моделирования и расчетов с использованием специализированного ПО.

Владеть опытом применения знаний естественно-научного и математического цикла, опытом анализа и обобщения научной информации, опытом научного поиска и проведения научных исследований, используя современные информационные технологии.

### 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 01.03.04 "Прикладная математика (Прикладная математика)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 6 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 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-тельная 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. Основные уравнения теории эластодинамики	6	0	0	0	0	9	0	9
2.	Тема 2. Математические модели теории эластодинамики	6	0	0	0	0	18	0	18
3.	Тема 3. Методы решения задач теории эластодинамики	6	0	0	0	0	9	0	9
	Итого		0	0	0	0	36	0	36

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Основные уравнения теории эластодинамики**

Динамические процессы и их классификация. Система уравнений теории упругости в двумерном и трехмерном пространстве. Стационарные и нестационарные процессы. Понятие упругой волны. Упругие волны в изотропной среде. Поверхностные упругие волны. Волны Рэлея, Лява, Стоунли. Условия на стыке сред: непрерывность смещений и напряжений.

**Тема 2. Математические модели теории эластодинамики**

Задача Коши в полуплоскости. Граничные задачи для упругой полуплоскости. Отражение упругой волны от границы полуплоскости. Дефекты на границе упругой полуплоскости. Задача о скачке на прямой. Дифракция упругой волны на трещине. Ортогональность систем собственных волн плоского и полуоткрытого упругого волновода. Полнота системы собственных волн плоского упругого волновода

**Тема 3. Методы решения задач теории эластодинамики**

Задача Коши в полуплоскости. Граничные задачи для упругой полуплоскости. Отражение упругой волны от границы полуплоскости. Дефекты на границе упругой полуплоскости. Собственные колебания двух сопряженных полос. Собственные колебания полуоткрытого упругого волновода. Задача дифракции упругой волны на неоднородности в плоском упругом волноводе. Задача сопряжения полуоткрытых упругих волноводов. Приближение волноводных мод

**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 №14-55-99бин/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

### 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)

Механика сплошных сред - <http://znanium.com/bookread.php?book=412940>

Распространение упругих волн - <http://bookinist.net/books/bookid-2240.html>

Учебник по физике - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2239](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2239)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Содержание лабораторных работ посвящено изучению основ теории упругости. Рассматриваются принципы программирования для задач теории упругости, обработки массивов и файлов, использования структурированных типов данных, подпрограмм с особенностями передачи в них параметров. Приводятся различные приемы программирования, в том числе использование указателей и ссылок, динамически распределяемой памяти. Все работы ориентированы на применения структурного подхода и модульности, представлены принципы работы с библиотечными ресурсами. В каждой лабораторной работе приводится пример выполнения типового задания с учетом предъявляемых требований. Необходимо изучить теорию по заданной теме, только после этого приступать к лабораторным заданиям. Реализация данной дисциплины предполагает как очное, так и дистанционное форму обучения.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Содержание самостоятельных работ посвящено изучению основ алгоритмизации вычислительных процессов, используемых в задачах теории упругости. Рассматриваются принципы программирования разветвляющихся и циклических вычислительных процессов, обработки массивов и файлов, использования структурированных типов данных, подпрограмм с особенностями передачи в них параметров. Приводятся различные приемы программирования, в том числе использование указателей и ссылок, динамически распределяемой памяти. Все работы ориентированы на применения структурного подхода и модульности, представлены принципы работы с библиотечными ресурсами.
зачет	Проверка теоретических знаний производится в виде опроса по любым вопросам, входящим в программу первого семестра и теоретический минимум. Вопрос, как правило, формулируется в виде просьбы написать на листе бумаги короткий ответ, иллюстрирующий то или иное понятие из теории упругости. Обычно задается от двух до пяти вопросов. Студенты, не сдавшие теоретическую часть, автоматически не допускаются к выполнению практической части зачета.

**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.

**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 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "Прикладная математика".



Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.02 Математические модели теории эластодинамики

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

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

**Основная литература:**

1. Варданян, Г. С. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности : учебник / Г.С. Варданян, В.И. Андреев, Н.М. Атаров, А.А. Горшков ; под ред. Г.С. Варданяна, Н.М. Атарова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 512 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/3068. - ISBN 978-5-16-009587-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1941755> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 19-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 420 с. - ISBN 978-5-507-45369-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/329834> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Кузнецов, С. И. Физика. Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика : учебное пособие / С. И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2020. - 248 с. - ISBN 978-5-9558-0317-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1084382> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Кингсеп, А. С. Основы физики. Курс общей физики : учебник : в 2 томах / А. С. Кингсеп, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 1 : Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика - 2007. - 704 с. - ISBN 978-5-9221-0753-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2200> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Элементарный учебник физики : учебное пособие : в 3 томах / под редакцией Г. С. Ландсберга. - 15-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 - Том 3 : Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика - 2021. - 664 с. - ISBN 978-5-9221-1591-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185693> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Применение преобразования Фурье в моделировании электромеханических систем : учебное пособие / А. А. Лезов, А. А. Лезова, И. Е. Лезова, Н. И. Ускова. - Санкт-Петербург : ГУАП, 2022. - 84 с. - ISBN 978-5-8088-1788-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/341039> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.



*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.ДВ.07.02 Математические модели теории эластодинамики*

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

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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.