

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  
Проф. Д. А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Механика сплошной среды

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## 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. (доцент) Бахтиева Л.У. (Кафедра прикладной математики, отделение прикладной математики и информатики), Lyalya.Bakhtieva@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
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-3	способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение
ОПК-4	способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики
ПК-1	способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК-2	способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач
ПК-5	способностью управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта
ПК-6	способностью организовывать процессы корпоративного обучения на основе технологий и развития корпоративных баз знаний
ПК-7	способностью разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия изучаемой дисциплины

Должен уметь:

ориентироваться в способах построения математических моделей

Должен владеть:

теоретическими знаниями о численных методах решения краевых задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять на практике приобретенные навыки численного решения краевых задач

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 "Прикладная математика и информатика (Математическое моделирование)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 - 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 - 72 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия, константы и переменные теории упругости	1	0	0	2	4
2.	Тема 2. Дифференциальные уравнения равновесия	1	0	0	2	4
3.	Тема 3. Основные уравнения теории упругости и способы их решения	1	0	0	2	4
4.	Тема 4. Плоская задача в полярных координатах	1	0	0	2	4
5.	Тема 5. Изгиб прямоугольных пластин	1	0	0	2	4
6.	Тема 6. Изгиб круглых пластин	1	0	0	2	4
7.	Тема 7. Вариационные методы решения задач теории упругости	1	0	0	2	4
8.	Тема 8. Знакомство с основными возможностями системы Matlab	1	0	0	2	4
9.	Тема 9. Программирование в системе Matlab	1	0	0	2	4
10.	Тема 10. Работа с матрицами	1	0	0	2	4
11.	Тема 11. Численное дифференцирование и интегрирование	1	0	0	2	4
12.	Тема 12. Использование прикладных пакетов	1	0	0	2	4
13.	Тема 13. Графика в системе Matlab. Графический интерфейс	1	0	0	2	4
14.	Тема 14. Численные методы решения дифференциальных уравнений	1	0	0	2	4
15.	Тема 15. Решение задач теории упругости с помощью системы Matlab	1	0	0	8	16
	Итого		0	0	36	72

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Основные понятия, константы и переменные теории упругости

Модель идеально упругого тела. Напряжения

##### Тема 2. Дифференциальные уравнения равновесия

Деформации и перемещения в упругом теле, уравнения неразрывности деформаций.

Обобщенный закон Гука

### **Тема 3. Основные уравнения теории упругости и способы их решения**

Плоская задача теории упругости и ее решение в напряжениях. Примеры решения некоторых задач

### **Тема 4. Плоская задача в полярных координатах**

Примеры решения некоторых задач

### **Тема 5. Изгиб прямоугольных пластин**

Решение задачи изгиба пластины методом коллокаций и методом наименьших квадратов

### **Тема 6. Изгиб круглых пластин**

Расчет гибких круглых пластин

### **Тема 7. Вариационные методы решения задач теории упругости**

Расчет пластины на изгиб методом Бубнова-Галеркина

### **Тема 8. Знакомство с основными возможностями системы Matlab**

Работа в режиме прямых вычислений. Вычисление корней полинома и нулей функции

### **Тема 9. Программирование в системе Matlab**

Работа с файлами

### **Тема 10. Работа с матрицами**

Системы алгебраических уравнений. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений: метод последовательных приближений, метод упругих решений

### **Тема 11. Численное дифференцирование и интегрирование**

Вычисление производных высших порядков и кратных интегралов в системе Матлаб

### **Тема 12. Использование прикладных пакетов**

Использование прикладных пакетов PDE Toolbox, Spline Toolbox

### **Тема 13. Графика в системе Matlab. Графический интерфейс**

Графика в системе Matlab. Разработка GUI для просмотра созданных графических файлов

### **Тема 14. Численные методы решения дифференциальных уравнений**

Численные методы решения дифференциальных уравнений

### **Тема 15. Решение задач теории упругости с помощью системы Matlab**

Решение задачи изгиба пластины под действием статической и динамической поперечной нагрузки. Метод графического анализа

## **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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

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

## **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)**

Компьютерное моделирование - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=650](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=650)

Математические модели теории упругости - <http://znanium.com/bookread.php?book=390023>

Математическое программирование - <http://znanium.com/bookread.php?book=415097>

Самостоятельные работы - [http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_64\\_2012\\_000089.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_64_2012_000089.pdf)

Сопrotвление материалов - <http://znanium.com/bookread.php?book=448729>

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

При подготовке к выполнению письменных работ обучающемуся рекомендуется повторить весь теоретический материал по соответствующим темам с выявлением ключевых теоретических аспектов и проблем, проработкой дополнительного материала по темам. Лучшему пониманию теоретического материала дисциплины будет способствовать разбор деталей определений, вывода и доказательств утверждений, выявление взаимосвязей между определениями, утверждениями и свойствами объектов, изучаемых в дисциплине. Важным аспектом по освоению дисциплины является планомерное выполнение всех основных и дополнительных заданий преподавателя. Для подготовки к промежуточному контролю обучающемуся рекомендуется составить план процесса подготовки, включающей изучение, повторение, систематизацию, логическую обработку материала, анализ полученной информацией с выявлением возможных следствий и неявных свойств объектов, составлением списка возможных дополнительных вопросов и заданий, подготовку к выполнению практических задач по темам дисциплины.

## **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 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе "Математическое моделирование".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.1 Механика сплошной среды

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

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Основная литература:**

1. Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: учебное пособие: [для студентов вузов, обучающихся по специальностям Математика, Информатика, Физика] / С. В. Поршнев. ?Издание 2-е, исправленное. ?Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011.-736 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=448729>
2. Варданян Г. С. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности: Уч. / В.И.Андреев и др.; Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М.Атарова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 638 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=390023>
3. Волосухин В. А. Сопротивление материалов: Учебник / В.А. Волосухин, В.Б. Логвинов, С.И. Евтушенко. - 5-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 543 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=415097>
4. Балдин К. В. Математическое программирование [Электронный ресурс] : Учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев; Под общ. ред. д.э.н., проф. К. В. Балдина. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2013. - 220 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=415097>

**Дополнительная литература:**

1. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10 томах - Т. 7: Теория упругости / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц .- Издание 4-е, исправленное и дополненное .- Москва : Наука, 1987 .- 248 с.
2. Тимошенко С.П. Теория упругости. - М. : Наука, 1975 .- 575 с.
3. Бахтиева Л.У. Самостоятельные работы по специальному курсу "Математические модели теории упругости" [Текст: электронный ресурс]: методическое пособие / Л. У. Бахтиева; Казан. федер. ун-т. - Электронные данные (1 файл: 0,74 Мб). ?Б.м.: Б.и., Б.г.. ?Загл. с экрана. -Режим доступа: открытый .  
-URL:[http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_64\\_2012\\_000089.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_64_2012_000089.pdf)



Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.1 Механика сплошной среды

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

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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.