

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Базовая кафедра
математического моделирования
и процессов управления**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Базовая кафедра математического
моделирования и процессов
управления**

наименование кафедры

Андреев В.К.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
ДИСКРЕТНЫЕ МОДЕЛИ
ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО
ТЕЛА**

Дисциплина	<u>Б1.В.ДВ.02.01.03 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ</u> <u>Дискретные модели деформируемого твердого тела</u>
Направление подготовки / специальность	<u>01.04.02 Прикладная математика и информатика Магистерская программа</u> <u>01 04 02 01 Математическое моделирование</u>
Направленность (профиль)	_____
Форма обучения	<u>очная</u>
Год набора	<u>2020</u>

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

010000 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Магистерская программа 01.04.02.01 Математическое моделирование

Программу д.ф.-м.н., профессор, И.О. Богульский
составили

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Поднять подготовку студентов магистратуры до уровня, сравнимого с аспирантами и соискателями степени PhD зарубежных вузов, тем самым заложить основы для подготовки элитных специалистов в области математики, механики и математического моделирования.

Показать и научить студентов магистратуры практическому применению методов современного численного анализа на практике.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В процессе изучения дисциплины магистранты должны усвоить разделы современного численного анализа, научиться использовать метод конечных элементов для решения многочисленных задач механики, физики.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-1:Способен разрабатывать и исследовать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых исследований	
Уровень 1	концептуальные и теоретические модели классических проблем и задач; современные тенденции и направления в научных исследованиях
Уровень 1	анализировать новые возникающие проблемы и находить пути их решения; исследовать и разрабатывать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых научных исследований
Уровень 1	современными математическими и информационными методами работы; инструментальными средствами по тематике проводимых научно-исследовательских проектов

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Перечень основных дисциплин и их разделов (тем), усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины:

- непрерывные математические модели;
- современные компьютерные технологии;
- дискретные и математические модели.

Данная дисциплина используется при выполнении магистерских

диссертаций.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	1,58 (57)	1,58 (57)
занятия лекционного типа	0,53 (19)	0,53 (19)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1,06 (38)	1,06 (38)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1,42 (51)	1,42 (51)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Вводная лекция	2	0	0	10	
2	Основы метода конечных элементов	9	14	0	10	
3	Дискретные модели теории упругости	4	8	0	10	
4	Дискретные модели теории пластичности	2	8	0	10	
5	Дискретные модели в нелинейной механике сплошных сред	2	8	0	11	
Всего		19	38	0	51	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	Краткий исторический очерк развития средств вычислительной техники и вычислительных методов в нашей стране и за рубежом. Возможность математического моделирования некоторых задач в реальном времени. Связь данной дисциплины с другими. Цели и задачи курса.	2	0	0
2	2	Одномерная дифференциальная задача. Вариационная постановка. Линейная аппроксимация. Базисные функции. Условия минимума. Двумерная задача теплопроводности. Вариационная постановка. Линейная аппроксимация. Треугольные элементы.	2	0	0
3	2	Учет массовых сил и естественных краевых условий. Блок схема программы. Симметрия матрицы жесткости. Автоматическое построение сеток. Перенумерация узлов. Метод множителей Лагранжа. Конденсация. Глобальная система уравнений. Обобщение на случай элементов высокого порядка.	2	0	0

4	2	Допустимость конечных элементов. Точность, устойчивость и сходимость при численном решении. Ошибка МКЭ. Согласованность элементов. Тесты. Классификация конечных элементов. Четырехузловые лагранжевы элементы. Эрмитовы прямоугольные элементы. Семейство лагранжевых и эрмитовых элементов.	2	0	0
5	2	Сирендипово семейство конечных элементов. Трехмерные конечные элементы. Тетраэдры и кубы. Изопараметрическое семейство конечных элементов. Функции формы. Выбор элементов.	3	0	0
6	3	Вариационная постановка. Плоское деформированное и плоское напряженное состояние. Конечно элементная формулировка задачи. Линейная аппроксимация. Пакет прикладных программ.	2	0	0
7	3	Особенности итерационных методов решения уравнений МКЭ и анализ результатов.	2	0	0

8	4	Вариационная постановка упругопластической задачи . Модель теории пластического течения Прандтля-Рейса. Метод начальных приближений. Итерационный численный метод решения.	2	0	0
9	5	Нелинейная теория упругости. Глобальные функции формы. Конечно элементная формулировка с использованием потенциальной энергии. Численное решение нелинейных уравнений.	2	0	0
Всего			10	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Основные понятия МКЭ. Вариационная формулировка. Программирование. Граничные условия. Семейство эрмитовых элементов. Сходимость метода. Классификация элементов. Изопараметрические конечные элементы. Методы решения уравнений МКЭ.	14	0	0
2	3	Вариационная формулировка. Плоская задача теории упругости. Трехмерная постановка задачи с линейной аппроксимацией.	8	0	0

3	4	Модель упруго-пластического течения Прандтля-Рейса. Итерационный метод решения. Анализ эффективности методов решения.	8	0	0
4	5	Теория упругости при конечных деформациях. Численные методы решения нелинейных уравнений. МКЭ в задачах термовязкоупругости.	8	0	0
Всего			28	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Блинов А. Н.	Механика деформированного твердого тела. Теория пластичности и ползучести: учеб.-метод. пособие [для аудит. и самостоят. работы для студентов напр. 010400.62 «Прикладная математика и информатика»]	Красноярск: СФУ, 2012

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л1.1	Богульский И. О.	Элементы теории упругости, пластичности и наследственной механики: учеб. пособие	Красноярск: СФУ, 2011
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Норри Д. Х., Фриз де Ж., Марчук Г. И.	Введение в метод конечных элементов: перевод с английского	Москва: Мир, 1981
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Блинов А. Н.	Механика деформированного твердого тела. Теория пластичности и ползучести: учеб.-метод. пособие [для аудит. и самостоят. работы для студентов напр. 010400.62 «Прикладная математика и информатика»]	Красноярск: СФУ, 2012

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Введение в механику деформируемого твёрдого тела	https://www.coursera.org/learn/mekhanika-tvordogo-tela
----	--	---

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Формой контроля по дисциплине является экзамен. Экзамен проводится в устной форме. Студенту предлагается билет, состоящий из двух теоретических вопросов. Список вопросов приведен в фонде оценочных средств. При недостаточно полном ответе студенту могут быть заданы дополнительные вопросы.

Теоретическая подготовка студентов предполагает, наряду с чтением лекций, использование учебников и учебных пособий по приведенному списку литературы. Лекции дополняются практическими занятиями, на которых студенты учатся решать задачи и применять лекционный материал. В целом каждое практическое занятие соответствует определенной лекции. Практические занятия проводятся с целью освоения теоретического материала и создания навыков решения задач по соответствующим разделам. Для подготовки к занятиям студенты должны повторить пройденный теоретический материал, желательно иметь при себе конспект лекций.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает самостоятельное изучение теоретического материала

В итоговой оценке 60% дает текущая работа в семестре и 40% итоговая работа за семестр.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Методика проведения занятий предусматривает использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), обеспеченных соответствующим программным обеспечением.
-------	--

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Учебная и научная литература по курсу. Компьютерные демонстрации, связанные с программой курса, технические возможности для их просмотра. Наличие компьютерных программ общего назначения.
9.2.2	Операционные системы: семейства Windows.

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория должна быть оборудована современным видеопроекционным оборудованием для презентаций, вычислительной техникой, а также иметь интерактивную доску или доску для письма маркерами.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, в зависимости от нозологий, осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.