

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

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра
вычислительных и
информационных технологий
(ВиИТ_ФМиИ)
наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра вычислительных
и информационных технологий
(ВиИТ_ФМиИ)

наименование кафедры

профессор, д.ф.-м.н. Шайдуров
В.В.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВОЛНОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ
ДЕФОРМИРУЕМЫХ СРЕД

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 Волновые движения деформируемых сред

Направление подготовки /
специальность 02.04.01 Математика и компьютерные науки
Магистерская программа 02.04.01.02
Вычислительная математика

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

020000 «КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ НАУКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Магистерская программа 02.04.01.02 Вычислительная математика

Программу
составили

д.ф.-м.н., профессор, Садовский В.М.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- ознакомление с общими методами математического описания процессов распространения волн напряжений и деформаций в упругих, вязкоупругих и упругопластических средах;
- формирование умений и навыков применения изученного материала к анализу волновых явлений.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины заключаются в

- формировании знаний о современных математических методах описания волновых движений; общих подходах к построению определяющих уравнений реологически сложных сред; общих закономерностях распространения, отражения и преломления волн в деформируемых средах.
- отработке умений применять изученный материал к решению задач механики волновых движений; использовать специальную литературу, справочники, математические энциклопедии.
- овладении практическими навыками самостоятельной работы при постановке динамических задач теории упругости и пластичности, при их решении.

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

ПК-5:Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	
Уровень 1	Текущие математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе
Уровень 1	Создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе
Уровень 1	Навыком программирования полученных моделей с учетом возможностей современных информационных технологий

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Волновые движения деформируемых сред» относится к циклу дисциплин по выбору вариативной части профессионального цикла учебного плана магистерской программы 02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование.

Дисциплина представляет собой раздел прикладной математики, интегрирующий многие курсы естественнонаучного содержания, которые изучаются студентами в бакалавриате.

При изучении дисциплины необходимо знать такие темы из алгебры, аналитической геометрии, дискретной математики, как системы линейных уравнений, векторное и евклидово пространства, матрицы и определители, квадратичные формы, линии и поверхности второго порядка. Из теоретической механики основные положения статики, кинематики и динамики. Из дифференциальных уравнений – уметь решать линейные и нелинейные дифференциальные уравнения, ставить краевые задачи, решать задачи Штурма–Лиувилля. Из курса уравнений математической физики: знать основные дифференциальные уравнения гиперболического, эллиптического и параболического типов. Уметь их исследовать и ставить для них классические задачи. Из теории функций комплексной переменной: аналитические функции, интегралы типа Коши, теория вычетов, уравнения Коши–Римана.

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
		2
Общая трудоемкость дисциплины	5 (180)	5 (180)
Контактная работа с преподавателем:	1,42 (51)	1,42 (51)
занятия лекционного типа	0,47 (17)	0,47 (17)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,94 (34)	0,94 (34)
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:	2,58 (93)	2,58 (93)
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	Общие сведения	6	12	0	14	
2	Модели механики деформируемых сред	4	8	0	29	
3	Волны в упругих и пластических средах	7	14	0	50	
Всего		17	34	0	93	

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	<p>Основы механики деформируемых сред. Напряжение. Деформация. Упругость. Пластичность. Ползучесть. Релаксация. Простейшие модели одноосного растяжения–сжатия. Состояние чистого сдвига. Простейшие математические модели. Удельная работа. Потенциальная (упругая) энергия. Пластическая диссипация.</p>	1	0	0
2	1	<p>Наследственная теория упругости. Модель Максвелла. Модель Кельвина–Фойхта. Описание ползучести, релаксации, диссипации в рамках этих моделей. Обобщенная модель вязкоупругой среды Больцмана. Ядро релаксации. Ядро ползучести. Определяющие уравнения Поинтинга–Томсона.</p>	1	0	0
3	1	<p>Преобразование Лапласа. Принцип соответствия Вольтера. Плоские упругие волны. Основные уравнения. Приведение системы к безразмерному виду. Инварианты Римана. Интегрирование уравнений для инвариантов. Задача распада разрыва.</p>	1	0	0

4	1	<p>Модельное уравнение Хопфа. Общее решение. Коллапс. Ударная волна. Волна разрежения. Метод характеристик. Задача Римана. Распространение и отражение плоских волн. Принцип суперпозиции. Волны напряжений от действия П-образного импульса.</p>	1	0	0
5	1	<p>Вычисление резонансных частот для упругого слоя заданной толщины. Бегущие волны. Монохроматические волны. Частота. Волновое число. Фазовая скорость. Дисперсия.</p>	1	0	0
6	1	<p>Примеры построения дисперсионных уравнений для различных моделей (упругие волны в стержне с учетом поперечной инерции, плоские волны в среде Максвелла и Кельвина–Фойхта). Задача о прохождении плоской волны через границу раздела двух упругих сред. Акустический импеданс. Коэффициент отражения. Коэффициент прохождения.</p>	1	0	0

7	2	<p>Эквивалентные определения тензора. Формулы преобразования ковариантных и контравариантных компонент. Операции над тензорами. Примеры тензоров. Метрический тензор. Тензор дисторсии. Тензоры напряжений и деформации. Тензор поворота. Инварианты тензоров.</p>	1	0	0
8	2	<p>Закон Гука для пространственного состояния среды. Модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль объемного сжатия, параметры Ламе. Принцип отвердевания. Дифференциальные уравнения движения. Система уравнений Ламе.</p>	1	0	0
9	2	<p>Представление поля перемещений в виде суперпозиции потенциального и соленоидального полей. Уравнения продольных и поперечных волн в безграничной среде. Симметрическая форма уравнений динамической теории упругости.</p>	1	0	0

10	2	Теория упругопластического течения. Приведение основных соотношений к вариационному неравенству. Соотношения сильного разрыва. Упругие и пластические ударные волны. Контактные разрывы.	1	0	0
11	3	Пространственное волновое уравнение. Функционально-инвариантные решения Смирнова–Соболева. Задача об отражении продольной волны от свободной границы полупространства.	2	0	0
12	3	Задача об отражении поперечной волны. Случай полного внутреннего отражения поперечной волны.	1	0	0
13	3	Поверхностные волны Рэлея и Лява. Сферические и цилиндрические упругие волны.	2	0	0
14	3	Распространение упругих волн в неоднородных средах. Лучевой метод. Волны в плоскостой среде в приближении геометрической оптики.	1	0	0
15	3	Плоские пластические волны. Волны нагружения и разгрузки. Сферические и цилиндрические волны в пластической среде.	1	0	0
Итого			17	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

			Объем в акад. часах		
--	--	--	---------------------	--	--

			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Основы механики деформируемых сред. Напряжение. Деформация. Упругость. Пластичность. Ползучесть. Релаксация. Простейшие модели одноосного растяжения–сжатия.	1	0	0
2	1	Состояние чистого сдвига. Простейшие математические модели. Удельная работа. Потенциальная (упругая) энергия. Пластическая диссипация.	1	0	0
3	1	Наследственная теория упругости. Модель Максвелла. Модель Кельвина–Фойхта. Описание ползучести, релаксации, диссипации в рамках этих моделей.	1	0	0
4	1	Обобщенная модель вязкоупругой среды Больцмана. Ядро релаксации. Ядро ползучести. Определяющие уравнения Поинтинга–Томсона.	1	0	0
5	1	Преобразование Лапласа. Принцип соответствия Вольтера.	1	0	0
6	1	Плоские упругие волны. Основные уравнения. Приведение системы к безразмерному виду. Инварианты Римана. Интегрирование уравнений для инвариантов. Задача распада разрыва.	1	0	0
7	1	Модельное уравнение Хопфа. Общее решение. Коллапс. Ударная волна. Волна разрежения.	1	0	0

8	1	Метод характеристик. Задача Римана. Распространение и отражение плоских волн. Принцип суперпозиции. Волны напряжений от действия П-образного импульса.	1	0	0
9	1	Вычисление резонансных частот для упругого слоя заданной толщины.	1	0	0
10	1	Бегущие волны. Монохроматические волны. Частота. Волновое число. Фазовая скорость. Дисперсия.	1	0	0
11	1	Примеры построения дисперсионных уравнений для различных моделей (упругие волны в стержне с учетом поперечной инерции, плоские волны в среде Максвелла и Кельвина–Фойхта).	1	0	0
12	1	Задача о прохождении плоской волны через границу раздела двух упругих сред. Акустический импеданс. Коэффициент отражения. Коэффициент прохождения.	1	0	0
13	2	Эквивалентные определения тензора. Формулы преобразования ковариантных и контравариантных компонент. Операции над тензорами. Примеры тензоров. Метрический тензор. Тензор дисторсии.	1	0	0
14	2	Тензоры напряжений и деформации. Тензор поворота. Инварианты тензоров.	1	0	0

15	2	Закон Гука для пространственного состояния среды. Модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль объемного сжатия, параметры Ламе.	1	0	0
16	2	Принцип отвердевания. Дифференциальные уравнения движения. Система уравнений Ламе.	1	0	0
17	2	Представление поля перемещений в виде суперпозиции потенциального и соленоидального полей. Уравнения продольных и поперечных волн в безграничной среде.	1	0	0
18	2	Симметрическая форма уравнений динамической теории упругости.	1	0	0
19	2	Теория упругопластического течения. Приведение основных соотношений к вариационному неравенству.	1	0	0
20	2	Соотношения сильного разрыва. Упругие и пластические ударные волны. Контактные разрывы.	1	0	0
21	3	Пространственное волновое уравнение. Функционально-инвариантные решения Смирнова–Соболева.	2	0	0
22	3	Задача об отражении продольной волны от свободной границы полупространства.	2	0	0
23	3	Задача об отражении поперечной волны.	1	0	0
24	3	Случай полного внутреннего отражения поперечной волны.	1	0	0

25	3	Поверхностные волны Рэлея и Лява.	2	0	0
26	3	Сферические и цилиндрические упругие волны.	2	0	0
27	3	Распространение упругих волн в неоднородных средах. Лучевой метод.	1	0	0
28	3	Волны в плоскостной среде в приближении геометрической оптики.	1	0	0
29	3	Плоские пластические волны. Волны нагружения и разгрузки.	1	0	0
30	3	Сферические и цилиндрические волны в пластической среде.	1	0	0
Итого			24	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
Итого					

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

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Садовский В.В.	Волновые движения деформируемых сред: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование, 02.04.01.02 Вычислительная математика]	Красноярск: СФУ, 2018

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	Бреховских Л. М., Годин О. А., Чепурин Ю. А., Гончаров В. В., Селиванов В. Г.	Акустика неоднородных сред: Т. 1. Основы теории отражения и распространения звука: в 2-х томах	Москва: Наука, 2007
Л1.2	Седов Л. И.	Механика сплошной среды: Т. 2: [в 2 томах]	Москва: Наука, 1994
Л1.3	Бреховских Л. М., Годин О. А.	Акустика неоднородных сред: Том 2. Звуковые поля в слоистых и трехмерно-неоднородных средах: в 2-х томах	Москва: Наука, 2009
Л1.4	Мейз Д. Э.	Теория и задачи механики сплошных сред	Москва: Мир, 1974
Л1.5	Седов Л. И.	Механика сплошной среды: Т. 1: [в 2 томах]	Москва: Наука, 1994
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Клаербоут Д. Ф.	Теоретические основы обработки геофизической информации с приложением к разведке нефти: перевод с английского	Москва: Недра, 1981
Л2.2	Петрашень Г. И.	Распространение волновых полей сигнального типа в упругих сейсмических средах: учебник	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет [СПбГУ], 2000
Л2.3	Шемякин Е. И.	Динамические задачи теории упругости и пластичности: [курс лекций]	Новосибирск: Новосибирский университет [НГУ], 1968
Л2.4	Ватульян А. О.	Обратные задачи в механике деформируемого твердого тела	Москва: Физматлит, 2007
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Садовский В.В.	Волновые движения деформируемых сред: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...02.04.01.01 Математическое и компьютерное моделирование, 02.04.01.02 Вычислительная математика]	Красноярск: СФУ, 2018

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

Э1	Википедия — свободная энциклопедия	http://www.wikipedia.org/
Э2	Большая советская энциклопедия	http://www.bse.sci-lib.com/

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Занятия лекционного типа, в том числе с использованием компьютерных презентаций. Практические занятия с разбором решений задач у доски. Индивидуальный прием выполненных домашних заданий. Разбор наиболее сложных домашних заданий на практических занятиях. Как один из видов самостоятельной работы – посещение приглашенных лекций, тематика которых соответствует тематике данного курса.

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.

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

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо

знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на связанные вопросы.

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

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Использование программного обеспечения не предусмотрено.
-------	--

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Использование информационных справочных систем не предусмотрено.
-------	--

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

Лекционная аудитория.