

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.04.01 Вычислительная механика деформируемых
сред

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

02.03.01.31 Математическое и компьютерное моделирование

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

д.ф.-м.н., профессор, Садовский В.М.

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основными понятиями и базовыми положениями механики деформируемого твердого тела, а также формирование у них умений и навыков применения изученного материала к разработке математических моделей деформируемых сред, построению на их основе точных аналитических и численных решений, описывающих напряженно–деформированное состояние элементов конструкций и моделирующих технологические процессы формовки и прокатки, связанные с формоизменением материалов под действием механических воздействий.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности в качестве специалиста по применению математических методов исследования задач механики деформируемых сред.

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-1: Способен применять в научно-исследовательской деятельности базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	
ПК-1.1: Применяет теоретические и практические знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий при проведении исследований в конкретной области профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none">- базовый математический аппарат связанный с прикладной математикой и информатикой;- синтаксис и семантику алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня;- современные информационные технологии, информационные системы и ресурсы в области профессиональной деятельности.- анализировать информационные источники (сайты, форумы, периодические издания);- решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин прикладной математики, информатики и естественных наук;- понимать и применять на практике информационные технологии для решения задач прикладной математики;- реализовывать алгоритмы для решения прикладных задач, используя базовые языки программирования высокого уровня.- технологиями приобретения, использования и обновления профессиональных знаний;

	- навыками разработки, проектирования и тестирования программного обеспечения;
ПК-2: Способен использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	
ПК-2.1: Применяет знания современных методов разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования при решении конкретных задач	<ul style="list-style-type: none"> - типовые алгоритмы решения основных задач математического моделирования; - основные понятия, принципы и методологию информатики и теории программирования; <p>реализовывать алгоритмы для решения прикладных задач, используя базовые языки программирования высокого уровня.</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки, проектирования и тестирования программного обеспечения;
ПК-2.2: Разрабатывает и реализовывает алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	<ul style="list-style-type: none"> - синтаксис и семантику алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня; - основные пакеты прикладных программ предназначенных для моделирования. работать в средах программирования с использованием графических библиотек; - навыками работы в пакетах прикладных программ моделирования. - навыками разработки и тестирования алгоритмов, разработанных с применением базовых языков программирования.
ПК-3: Способен создавать и исследовать математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	
ПК-3.1: Выписывает математические постановки классических моделей, применяемых в естественных науках, промышленности и бизнесе	<ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, факты, концепции, принципы теории естественных наук, математики и информатики; - основные понятия и методы математического моделирования; <p>адаптировать задачи из различных областей науки и практики для представления их в терминах дисциплины с использованием современного математического аппарата;</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с учебной литературой по основным естественно научным и математически дисциплинам; - базовыми знаниями естественных наук, математики и информатики, связанными с прикладной математикой и информатикой;

ПК-3.2: Исследует и анализирует математические модели, применяемые в естественных науках, промышленности и бизнесе	основные понятия и методы математического моделирования; - разрабатывать и анализировать модели функционирования объектов и процессов; - разрабатывать математические и информационные
	модели и алгоритмы для решения прикладных задач; навыками интерпретации результатов проведенного исследования при решении поставленных задач;
ПК-3.3: Применяет языки программирования и пакеты прикладных программ для проведения математического моделирования при помощи компьютерной техники	современные информационные технологии, информационные системы и ресурсы в области профессиональной деятельности; адаптировать задачи из различных областей науки и практики для представления их в терминах дисциплины с использованием современного математического аппарата и информационных технологий; - навыками разработки алгоритмов для решения поставленных научных и практических задач профессиональной деятельности; - навыками применения информационно технологий для задач профессиональной деятельности;

1.4 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)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	0,5 (18)	
Самостоятельная работа обучающихся:	0,5 (18)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Основы теории упругости									
	1. Обобщенный закон Гука. Плотность энергии деформации. Изотропные и анизотропные среды. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига и модуль объемного сжатия.	1							
	2. Система уравнений упругой однородной изотропной среды. Краевые условия. Уравнения Ламе. Принцип Сен-Венана. Вариационные принципы Лагранжа и Кастильяно.	1							
	3. Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Обобщенное плоское напряженное состояние.	1							
	4. Простейший вариант метода конечных элементов в плоской задаче. Компьютерные системы для инженерных расчетов.	2							
	5. Формулы Колосова–Мусхелишвили.	1							

6. Полуобратный метод Сен–Венана. Растяжение и изгиб. Задача кручения. Аналогия Прандтля. Численное решение задачи кручения методом погружения области.	1							
7. Одномерные линейные задачи динамической теории упругости. Метод конечных разностей. Метод Годунова	2							
8. Двумерные линейные задачи динамической теории упругости. Плоская и осесимметричная задачи. Уравнения в цилиндрической системе координат. Численные методы решения.	1							
9. Линейная термоупругость. Соотношения Дюамеля–Неймана. Закон теплопроводности Фурье. Метод Галеркина.	1							
10. Построение точных решений, применение численных методов в задачах теории упругости			5					
11. Изучение теоретического курса (ТО)							2	
12. Домашние задания							2	
2. Основы теории пластичности								
1. Условие (критерий) текучести. Критерий текучести Треска (теория максимального касательного напряжения). Предел текучести на сдвиг и растяжение.	2							
2. Деформационная теория пластичности. Параметр Генки. Теория пластического течения. Уравнения Прандтля–Рейсса. Плоская задача теории пластичности. Линии скольжения и их свойства. Уравнения Генки. Телеграфное уравнение.	2							

3. Теория упругопластического упрочнения. Изотропное и трансляционное упрочнения. Уравнения плоской задачи теории пластичности.	2							
4. Теория предельного равновесия. Статическая теорема. Кинематическая теорема. Примеры оценок предельной нагрузки.	2							
5. Построение точных решений, применение численных методов в задачах теории пластичности			5					
6. Изучение теоретического курса (ТО)							3	
7. Домашние задания							3	
3. Элементы теории ползучести								
1. Теория наследственности. Ползучесть и релаксация. Диаграммы ползучести и кривые релаксации. Реологический метод. Модель Максвелла. Модель Кельвина–Фойхта.	2							
2. Модель Больцмана. Ядро релаксации и ядро ползучести. Принцип соответствия Вольтера.	2							
3. Вариационный принцип теории вязкоупругости. Минимальные принципы в перемещениях и напряжениях. Вычислительные методы, основанные на вариационных принципах (вариационно–разностный метод, метод конечных элементов).	2							
4. Построение точных решений, применение численных методов в задачах теории ползучести			5					
5. Изучение теоретического курса (ТО)							2	
6. Домашние задания							2	
4. Основы механики разрушения								

1. Связь механики разрушения с физикой твердого тела. Дефекты кристаллической структуры: вакансии, примесные атомы, краевые и винтовые дислокации. Классификация разрушений.	1								
2. Механика хрупкого разрушения. Задачи теории упругости для тела с трещиной. Коэффициенты интенсивности напряжений. Численное определение коэффициентов интенсивности.	2								
3. Критерий Гриффитса. Интенсивность высвобождения энергии упругой деформации. Удельная работа разрушения. Энергетический критерий хрупкого разрушения.	1								
4. Формулировка критерия разрушения в терминах инвариантного интеграла Райса–Черепанова. Оценка степени роста напряжений в вершине трещины для нелинейной диаграммы деформирования. Методы вычисления J–интеграла.	2								
5. Модель линейной пластической зоны. Приближенный учет пластических деформаций в вершине трещины. Критерий предельного раскрытия трещины.	1								
6. Разрушение при циклических и динамических нагрузках. Усталостное разрушение в условиях циклического нагружения. Кривая Велера. Уравнение Париса и его обобщение. Численное решение.	2								
7. Вязкое разрушение. Разрушение при ползучести. Теория накопления повреждений. Методы численного интегрирования.	2								
8. Построение точных решений, применение численных методов в задачах механики разрушений			3						

9. Изучение теоретического курса (ТО)							2	
10. Домашние задания							2	
Всего	36		18				18	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Седов Л. И. Механика сплошной среды: Т. 2: [в 2 томах](Москва: Наука).
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Теоретическая физика: Т. 7. Теория упругости: в 10 томах : учебное пособие для физических специальностей университетов(Москва: Международная академическая издательская компания [МАИК] "Наука").
3. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры: монография(Москва: Физматлит).
4. Мейз Д. Э. Теория и задачи механики сплошных сред(Москва: Мир).
5. Победря Б. Е., Георгиевский Д. В. Основы механики сплошной среды: курс лекций(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
6. Седов Л. И. Механика сплошной среды: Т. 1: [в 2 томах](Москва: Наука).
7. Работнов Ю. Н. Введение в механику разрушения(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
8. Садовская О. В., Садовский В. М. Математическое моделирование в задачах механики сыпучих сред: монография(Москва: Физматлит).
9. Новацкий В., Победри Б. Е. Теория упругости: монография(Москва: Мир).
10. Садовский В. М., Андреев В. К. Методы решения вариационных задач механики: учебное пособие(Новосибирск: Сибирское отделение РАН).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Delphi (Pascal);
2. Visual C (C++);
3. Matlab;
4. Abaqus;

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Не предусмотрено.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

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

Лекционная аудитория, компьютерный класс с установленным программным обеспечением (п.9.1), доступ к корпоративной сети и сети интернет.