

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

18.05.2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.02 Неоднородные задачи механики сплошной среды

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:** 01.03.03 Механика и математическое моделирование
- 2. Профиль подготовки:** математическое моделирование и компьютерный инжиниринг
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Механики и компьютерного моделирования
- 6. Составители программы:**
Ковалев Алексей Викторович, доктор физ.-мат. наук, профессор, факультет ПММ, кафедра МиКМ.
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ протокол № 8 15.04.2022
- 8. Учебный год:** 2025 - 2026 **Семестр:** 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: дальнейшее изучение фундаментальных понятий механики и их приложений к современным задачам.

Задачи учебной дисциплины: ознакомить с основными аналитическими приближенными методами решения задач, описывающих сложные процессы и явления.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к факультативам.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способен применять методы и средства экспериментальных исследований отдельных элементов конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов	ПК-6.1	Имеет представление об основных методах проведения экспериментальных исследований процессов деформирования, прочности элементов конструкций, выполненных из современных материалов, методики обработки полученных результатов	Знать: фундаментальные понятия дисциплины, быть знакомыми с современным состоянием дисциплины Уметь: формулировать и доказывать основные классические и современные результаты дисциплины Владеть: навыками решения классических и современных задач

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 1/36.

Форма промежуточной аттестации: зачет

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		7
Аудиторные занятия	16	16
в том числе: лекции	16	16
практические	0	0
лабораторные.	0	0
Самостоятельная работа	20	20
Форма промежуточной аттестации	зачет	зачет
Итого:	36	36

13.1 Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Определяющая система уравнений	Введение. Место моделирования среди естественных наук. Основные исторические сведения.

	упругопластического тела	
1.2	Метод возмущений (общие понятия)	Определяющая система уравнений упругопластического тела в цилиндрических координатах.
1.3	Метод возмущений (общие понятия)	Случай плоской деформации.
1.4	Метод возмущений (общие понятия)	Линеаризация граничных условий, условий сопряжения
1.5	Метод возмущений	Определение напряжений, радиуса упругопластической границы.
1.6	Метод возмущений	Определение перемещений и деформаций

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практически е	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Определяющая система уравнений упругопластического тела	4			5	9
2.	Метод возмущений (общие понятия)	6			6	12
3.	Метод возмущений	6			9	15
	Итого:	16			20	36

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студентам, изучающим дисциплину, рекомендуется проведение самостоятельной работы с конспектами лекций, презентационным материалом, методическими указаниями, литературой.

Для организации самостоятельной работы или проведения занятий с использованием дистанционных образовательных технологий и электронного обучения разработан ЗУМК «Неоднородные задачи механики сплошной среды», размещенный на платформе электронного университета ВГУ <https://edu.vsu.ru/enroll/index.php?id=11163>

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Киселев, С. П. Механика сплошных сред : учебное пособие : [16+] / С. П. Киселев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 256 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574777 (дата обращения: 09.11.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3340-9. – Текст : электронный.
2	Ханефт, А. В. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Ханефт. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. – Часть 2. Теория упругости. – 104 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232318 (дата обращения: 09.11.2021). – ISBN 978-5-8353-1134-7. – Текст : электронный.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Черняк, В. Г. Механика сплошных сред : учебное пособие / В. Г. Черняк, П. Е. Суетин. – Москва : Физматлит, 2006. – 352 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69276 (дата обращения: 10.11.2021). – ISBN 5-9221-0714-3. – Текст : электронный.

4	Ханефт, А. В. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Ханефт. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. – Часть 2. Теория упругости. – 104 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232318 (дата обращения: 10.11.2021). – ISBN 978-5-8353-1134-7. – Текст : электронный.
5	Теоретическая механика. Механика сплошных сред : учебное пособие / авт.-сост. Л. М. Кульгина ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. – 193 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457759 (дата обращения: 10.11.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
6	Волны в сплошных средах : учебное пособие / А. Г. Горшков, А. Л. Медведский, Л. Н. Рабинский, Д. В. Тарлаковский. – Москва : Физматлит, 2011. – 468 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75496 (дата обращения: 10.11.2021). – ISBN 978-5-9221-0338-1. – Текст : электронный.
7	Орлова, Н. Б. Сборник тестовых заданий по механике : учебное пособие : [16+] / Н. Б. Орлова, И. Б. Формусатик ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 63 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576447 (дата обращения: 10.11.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3334-8. – Текст : электронный.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
8	Электронная библиотека ВГУ www.lib.vsu.ru
9	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" https://biblioclub.lib.vsu.ru/
10	Электронно-библиотечная система "Лань" https://lanbook.lib.vsu.ru/
11	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" https://studmedlib.lib.vsu.ru/
12	Онлайн-курс, размещенный на LMS-платформе edu.vsu.ru: «Неодномерные задачи механики сплошной среды» https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=11163

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1.	Введение в МСС : Методические указания к решению задач по курсу "Механика Сплошной Среды" / А.Н. Спорыхин, Ю.М. Мяснянкин, А.С. Чеботарев. — Воронеж, 2002. — 23 с. https://lib.vsu.ru/cgi-bin/zgate?present+5006+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus
2.	Онлайн-курс, размещенный на LMS-платформе edu.vsu.ru: «Неодномерные задачи механики сплошной среды»

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

Дисциплина реализуется с использованием дистанционных образовательных технологий. По дисциплине разработан Неодномерные задачи механики сплошной среды», размещенный на платформе электронного университета ВГУ <https://edu.vsu.ru/enroll/index.php?id=11163>

Программное обеспечение: ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Chrome, Яндекс.Браузер, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория должна быть оборудована учебной мебелью,

компьютером, мультимедийным оборудованием (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), допускается переносное оборудование.

Для самостоятельной работы необходимы компьютерные классы, помещения, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет.

Программное обеспечение: ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Chrome, Яндекс.Браузер, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Определяющая система уравнений упругопластического тела	ПК-5	ПК-5.1	Собеседование
2.	Метод возмущений (общие понятия)	ПК-5	ПК-5.1	Собеседование
3	Метод возмущений	ПК-5	ПК-5.1	Практическая задача
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				<i>Перечень вопросов</i>

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практикоориентированные задания/домашние задания

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий из задачников и пособий из п.16

Проводится путем проверки выполненных упражнений

Оценка	Критерии оценок
Отлично	ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;
Хорошо	ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;
Удовлетворительно	ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении

	практических задач;
Неудовлетворительно	ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям

Собеседование

Собеседование проводится по вопросам по темам/разделам дисциплины

Примерные вопросы для собеседования

1. Основные понятия. Сплошная среда. Однородная среда. Изотропные и анизотропные тела. Кинематическое описание сплошной среды.
2. Основные понятия. Внешние силы. Принцип Сен-Венана.
3. Основные понятия. Внутренние силы.
4. Основные понятия. Простейшие примеры однородных напряженных состояний.
5. Основные понятия. Упругость.
6. Основные понятия. Пластичность.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при ответе на поставленный вопрос;
Хорошо	ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при ответе на поставленный вопрос;
Удовлетворительно	ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при ответе на поставленный вопрос;
Неудовлетворительно	ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по вопросам к зачету

2. Определяющая система уравнений упругого тела.
3. Определяющая система уравнений пластического тела.
4. Метод возмущений. Линеаризация граничных условий и условий сопряжения.
5. Метод возмущений. Линеаризация уравнений равновесия, соотношений Коши, закона Гука.
6. Метод возмущений. Линеаризация уравнений равновесия, соотношений Коши, закона Гука.
7. Построение решений при условии текучести Мизеса. Линеаризация условия пластичности Мизеса.
8. Построение решений при условии текучести Треска. Линеаризация условия пластичности Треска.
9. Разрывные решения. Растяжение полосы, ослабленной вырезами.
10. Кручение призматических стержней. Основные уравнения.
11. Песчаная аналогия.

12. Исследование напряженного состояния.
13. Разрывные решения.
14. Деформированное состояние при кручении.

Критерии оценки по собеседованию

Оценка	Критерии оценок
Зачтено	Знание основных соотношений и понятий механики сплошной среды. Полные и точные ответы на дополнительные вопросы.
Незачтено	Ошибочные, фрагментарные знания основных соотношений и понятий механики сплошной среды. Допущены грубые ошибки в ответах на дополнительные вопросы.

20.3 Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).

ПК-6

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1. Что такое устойчивость в механике?

- a) Способность системы оставаться в равновесии**
- b) Способность системы выдерживать динамическую нагрузку
- c) Сопротивление системы воздействиям внешней среды
- d) Способность системы противостоять деформациям

2. Какой принцип используется при исследовании устойчивости?

- a) Вариационный принцип**
- b) Принцип наименьшего действия
- c) Принцип инерции
- d) Принцип относительности

3. Какие методы используются для решения задачи об устойчивости?

- a) Методы Ритца и Тимошенко
- b) Методы Эйлера и Лагранжа
- c) Методы Бубнова-Галеркина и Шенли
- d) Все перечисленные методы**

4. Какой критерий используется для определения устойчивости деформируемых тел?

- a) Энергетический критерий**

- b) Критерий Лагранжа-Дирихле
- c) Вариационный критерий
- d) Критерий динамической устойчивости

5. Какая концепция используется при изучении упругопластического продольного изгиба?

- a) Классическая концепция
- b) Современная концепция Шенли**
- c) Концепция динамического подхода
- d) Концепция упругости Вигнера

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 1. Что характерно для равновесного состояния системы?
- 2. Что следует из теоремы Лагранжа-Дирихле?
- 3. Какое уравнение является исходным в методе конечных разностей?

ПК-5.1 Накапливает и систематизирует знания о методах расчетных исследований напряженно-деформированного состояния тел (стержни, пластины, оболочки), прочности; основах компьютерного инжиниринга и виртуального моделирования проблем механики сплошных сред

1. Какие уравнения используются для описания равновесия трехмерных тел?

- a) Уравнения Максвелла
- b) Уравнения Навье-Стокса
- c) Уравнения Эйлера
- d) Уравнения Навье-Ламе**

2. Какие уравнения состояния используются для сложных сред?

- a) Упругие уравнения состояния
- b) Вязкоупругие уравнения состояния
- c) Пластические уравнения состояния
- d) Все перечисленные уравнения состояния**

3. Какие принципы учитываются в постановке задачи об устойчивости трехмерных деформируемых тел?

- a) Принцип сохранения массы и импульса
- b) Принцип сохранения энергии и момента
- c) Принцип виртуальной работы и уравнения равновесия**
- d) Все перечисленные принципы

4. Какие соотношения используются в линеаризированных моделях?

- a) Соотношения Гука**
- b) Соотношения Коши
- c) Соотношения Гиббса
- d) Соотношения Максвелла

5. Какие задачи рассматриваются при неупругих деформациях?

- a) Задачи о пластичности
- b) Задачи о вязкости
- c) Задачи о вязкоупругости
- d) Все перечисленные задачи**

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 1. Понятие устойчивости. Критической нагрузки.
- 2. Подходы к исследованию устойчивости.

Описание технологии проведения. Проводится в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ». Большая часть вопросов проверяется автоматически, проверки преподавателем с ручным оцениванием требуют только вопросы с кратким текстовым ответом или представленные в форме эссе

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно;
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно.