

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой

МикМ

проф. А.В. Ковалев  
22.03.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ФТД.02 Неодномерные 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 №5 от 22.03.2024
- 8. Учебный год:** 2027 - 2028                      **Семестр:** 7

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Целями освоения дисциплины являются: изучение фундаментальных понятий механики и их приложений к современным задачам.

**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	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	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
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Определяющая система уравнений упругопластического тела	Введение. Место моделирования среди естественных наук. Основные исторические сведения.
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	Лаборато	Самостоятел	Всего

			е	рные	ьяная работа	
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 «Неодномерные задачи механики сплошной среды», размещенный на платформе электронного университета ВГУ <https://edu.vsu.ru/enrol/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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574777">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574777</a> (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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232318">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232318</a> (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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69276">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69276</a> (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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232318">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232318</a> (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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457759">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457759</a> (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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75496">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75496</a> (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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576447">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576447</a> (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 <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
9	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/">https://biblioclub.lib.vsu.ru/</a>
10	Электронно-библиотечная система "Лань" <a href="https://lanbook.lib.vsu.ru/">https://lanbook.lib.vsu.ru/</a>
11	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" <a href="https://studmedlib.lib.vsu.ru/">https://studmedlib.lib.vsu.ru/</a>
12	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
13	Онлайн-курс, размещенный на LMS-платформе edu.vsu.ru: «Неодномерные задачи механики сплошной среды» <a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=11163">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=11163</a>

**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. <a href="https://lib.vsu.ru/cgi-bin/zgate?present+5006+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">https://lib.vsu.ru/cgi-bin/zgate?present+5006+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>
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/enrol/index.php?id=11163>

Используется программное обеспечение IntelliJ IDEA Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Scilab (свободное и/или бесплатное ПО), Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО), Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Notepad ++ (свободное и/или бесплатное ПО), Free Pascal (свободное и/или бесплатное ПО), Mozilla Firefox (16 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО), LibreOffice (свободное и/или бесплатное ПО), Notepad ++ (свободное и/или бесплатное ПО).

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебная аудитория: специализированная мебель, Компьютеры, Мультимедиа-проектор, Экран настенный для проектора, Аудио колонки  
IntelliJ IDEA Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Scilab (свободное и/или бесплатное ПО), Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО), Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Notepad ++ (свободное и/или бесплатное ПО), Free Pascal (свободное и/или бесплатное ПО), Mozilla Firefox (16 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО), LibreOffice (свободное и/или бесплатное ПО), Notepad ++ (свободное и/или бесплатное ПО).

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-6 способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	Знать: фундаментальные понятия дисциплины, быть знакомыми с современным состоянием дисциплины Уметь: формулировать и доказывать основные классические и современные результаты дисциплины	Определяющая система уравнений упругопластического тела. Метод возмущений (общие понятия)	Собеседование
	Владеть: навыками решения классических и современных задач	Метод возмущений	Практическая задача
<b>Промежуточная аттестация</b>			Комплект КИМ

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации:

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

1. Знания фундаментальных понятий дисциплины, знаком с современным состоянием дисциплины.
2. Умеет формулировать и доказывать основные классические и современные результаты дисциплины
3. Владеет навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования

Для оценивания результатов обучения на зачете используются оценки «зачтено», «незачтено».

При оценивании учитываются оценки, полученные обучающимися за выполнение лабораторных работ.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям, либо не полностью соответствует перечисленным критериям. Обучающийся дает полные, либо неполные, но достаточные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует полные, либо частичные систематизированные знания по предмету. Выполнены все лабораторные работы.	Пороговый уровень	Зачтено
Ответ обучающегося не соответствует двум или более перечисленным критериям. Демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в ответах на дополнительные вопросы. Выполнено менее половины лабораторных работ.	-	Незачтено

### 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 19.3.1 Перечень вопросов к зачету

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

##### Собеседование по вопросам к зачету

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

#### 19.3.2 Вопросы для собеседований

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.

##### 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.

#### 19.3.3 Практическая задача

Для упругопластической задачи теории идеальной пластичности с помощью метода малого параметра записать соотношения для определения напряженно-деформированного состояния.

##### Критерии оценки практической задачи

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Правильное решение задачи.
Хорошо	Правильное решение задачи, но есть некоторые ошибки.
Удовлетворительно	Неправильное решение задачи, но верно выбран ход решения.

Неудовлетворительно	Неправильное решение задачи, причем неверно выбран ход решения.
---------------------	---

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах практических работ. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.