

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

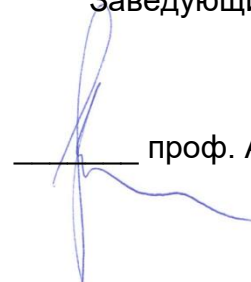
УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

16.06.2021г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 Математические модели механики композитов

- 1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:**
01.04.03 Механика и математическое моделирование
- 2. Профиль подготовки :** Прикладная механика и компьютерное моделирование
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** магистр
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Механики и компьютерного моделирования
- 6. Составители программы:**
Иванищева Ольга Ивановна к. ф. м. н., доцент, факультет ПММ, кафедра
МиКМ, E-mail-ivan@amm.vsu.ru
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ протокол №10 от 15.06.2021.
- 8. Учебный год:** 2021 - 2022 **Семестр(ы):** 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины: Целями освоения дисциплины являются: изучение современного состояния научных и расчетно-экспериментальных исследований по направлению механика композитов и их приложений в прикладных инженерных задачах.

Задачи учебной дисциплины: Задачей дисциплины является изучение вероятностного подхода к построению физической и математической моделей композиционного материала; знакомство с различными видами композитов; получение навыков постановки и решения задач математического моделирования с использованием программ 3-D твердотельного моделирования.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина входит в обязательную часть цикла профессиональных дисциплин (Б1). Для освоения дисциплины необходимы физика, механика сплошных сред, теория вероятностей и математическая статистика, теория упругости, математический анализ, дифференциальные уравнения, численные методы. Освоение дисциплины поможет при выполнении научных расчетов для диссертационной работы.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

| Код | Название компетенции | Код(ы) | Индикатор(ы) | Планируемые результаты обучения |
|-------|--|---------|---|--|
| ПКВ-5 | Способен руководить работами по составлению математических моделей для проведения расчетных работ с использованием современных инженерно-вычислительных комплексов | ПКВ-5.1 | Имеет представление об основных понятиях, разделах и задачах механики, методах математического моделирования, используемых в механике | Знать: Основные понятия задач механики композитов и методы математического моделирования их свойств |
| | | ПКВ-5.2 | Может разработать план проведения исследований в соответствующей предметной области; способен выбрать эффективные методы решения согласно поставленным прикладным задачам | Уметь: Разрабатывать стратегию проведения исследовательских работ, формировать планы их проведения и находить эффективные методы решения соответствующих прикладных задач по исследованию макроскопических свойств стохастически |
| | | ПКВ-5.3 | Имеет практический опыт руководства при проведении исследований в области механики деформируемых тел и сред | неоднородных материалов. Владеть: начальными навыками руководства при проведении исследований в области механики неоднородных деформируемых тел и сред |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) _____ экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы | | Трудоемкость | | |
|---|--------------|--------------|--------------|---|
| | | Всего | По семестрам | |
| | | | 3 | 4 |
| Контактная работа | | 24 | 24 | |
| В том числе: | лекции | 12 | 12 | |
| | практические | 12 | 12 | |
| | лабораторные | | | |
| Самостоятельная работа | | 48 | 48 | |
| Промежуточная аттестация (для экзамена) | | | | |
| Итого: | | 108 | 108 | |

13.1. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК | Раздел |
|-------|---|---|--|--------|
| 1 | Предельные напряжения в теле со стохастическими дефектами структуры. | Постановка задачи о разрушении пластины со стохастической системой трещин. Алгоритм построения функции распределения предельных нагрузок. Компьютерное моделирование функции распределения предельных напряжений. | МММК edu.vsu.ru/course/view.php?id=10858 | |
| 2 | .Математическое моделирование закона распределения предельных нагрузок в теле со стохастическими дефектами структуры. | Порядок построения закона распределения предельных нагрузок в теле со стохастической системой трещин. Пример одноосного нагружения. | МММК edu.vsu.ru/course/view.php?id=10858 | |
| 3 | Предельное состояние в теле с рассеянными трещинами ограниченной длины. | Построение кривых математических ожиданий разрушающих напряжений.. | МММК edu.vsu.ru/course/view.php?id=10858 | |
| 4 | Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии | Модель стохастически анизотропного материала. Метод статистического моделирования в оценке предельных характеристик . | МММК edu.vsu.ru/course/view.php?id=10858 | |

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Виды занятий (часов) | | | | |
|-------|---------------------------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|----|----|--|----|----|
| 1 | Предельные напряжения в теле со стохастическими дефектами структуры | 3 | 3 | | 12 | 18 |
| 2 | Математическое моделирование закона распределения предельных нагрузок в теле со стохастическими дефектами структуры. | 3 | 3 | | 12 | 18 |
| 3 | Предельное состояние в теле с рассеянными трещинами ограниченной длины. | 3 | 3 | | 12 | 18 |
| 4 | Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии | 3 | 3 | | 12 | 18 |
| | Итого: | 12 | 12 | | 48 | 72 |
| | | | | | | |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др)

Освоение дисциплины «Математические модели механики композитов» включает лекционные занятия, практические занятия и самостоятельную работу обучающихся. На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению теоретических основ механики композитов, ключевых принципов, базовых понятий, стандартов и методологий.

Практические занятия предназначены для формирования умений и навыков, закрепленных компетенций по ОПОП. Они организовываются в виде работы над практико-ориентированными заданиями, домашние задания, собеседования, выполнение реферата.

Самостоятельная работа студентов включает в себя проработку учебного материала лекций, разбор заданий, подготовку реферата.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется подробно конспектировать лекционный материал, просматривать основную и дополнительную литературу по соответствующей теме, чтобы систематизировать изучаемый материал.

Промежуточная аттестация. В течение семестра обучающимся предлагается выполнить практикоориентированные, домашние задания. К промежуточной аттестации, проводимой на последнем занятии, представляется реферат.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения следует выполнять все указания преподавателя по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет,

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Аннин, Б. Д. Механика композитов : учебное пособие для вузов / Б. Д. Аннин, Е. В. Карпов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021 ; Новосибирск : РИЦ НГУ. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13166-6 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-4437-0532-3 (РИЦ НГУ). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/449349 |
| 2 | Емельянов, В. Н. Механика сплошной среды: теория напряжений и основные модели : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 162 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06619-7. — |

| | |
|----|--|
| | Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/453527 |
| 3 | Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 178 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04104-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/453913 |
| 4. | Полилов, А. Н. Биомеханика прочности волокнистых композитов / А. Н. Полилов, Н. А. Татусь. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. — 328 с. — ISBN 978-5-9221-1760-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/104976 |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 4 | Прикладные задачи механики композитных цилиндрических оболочек : учебное пособие / Ю. С. Соломонов, В. П. Георгиевский, А. Я. Недбай, В. А. Андриюшин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 408 с. — ISBN 978-5-9221-1538-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59696 |
| 5 | Моделирование статики и динамики оболочечных конструкций из композиционных материалов / В. О. Каледин, С. М. Аульченко, А. Б. Миткевич, Е. В. Решетникова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 196 с. — ISBN 978-5-9221-1529-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59702 |
| | Носов, В. В. Механика неоднородных материалов : учебное пособие / В. В. Носов, И. В. Матвиян. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 276 с. — ISBN 978-5-8114-2373-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167338 |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 5 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента». - Режим доступа: https://www.studentlibrary.ru/ |
| 6 | Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: http://www.lib.vsu.ru . |
| | МММК / О.И.Иванищева.— Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: edu.vsu.ru/course/view.php?id=10858 |

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (*учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.*)

Самостоятельная работа обучающегося должна включать подготовку к практическим занятиям, работа над рефератом, темы которого приведены в п.20, и подготовку к промежуточной аттестации.

Для обеспечения самостоятельной работы студентов в электронном курсе дисциплины на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» сформирован учебно-методический комплекс, который включает в себя: программу курса, учебные пособия и справочные материалы, методические указания по выполнению заданий. Студенты получают доступ к данным материалам на первом занятии по дисциплине.

Указанные в учебно-методическом комплексе учебные пособия и справочные материалы, приведены в таблице ниже:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Аннин, Б. Д. Механика композитов : учебное пособие для вузов / Б. Д. Аннин, Е. В. Карпов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021 ; Новосибирск : РИЦ НГУ. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13166-6 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-4437-0532-3 (РИЦ НГУ). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/449349 |

| | |
|----|--|
| 2 | Свешников, Арам Арутюнович. Прикладные методы теории случайных функций : учебное пособие / А.А. Свешников .— Изд. 3-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011 .— 463 с. : ил. — (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по математике) (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Библиогр.: с. 458-460 .— Предм. указ.: с. 461-463 URL: http://www.lib.vsu.ru . |
| 2 | Иванищева О.И. Статистическое моделирование в задачах механики неоднородных сплошных сред [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. Ч. 1. Стохастическая модель хрупкого разрушения / сост. : О.И. Иванищева, Ю.Н. Прибытков .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-118.pdf >. |
| 3. | Иванищева О.И. Статистическое моделирование в задачах механики неоднородных сплошных сред [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. Ч. 2. Введение в стохастические композиты / сост. О.И. Иванищева .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-155.pdf >. Иванищева О.И. Статистическое моделирование в задачах механики неоднородных сплошных сред. Часть 2. Введение в стохастические композиты. Учебно-методическое пособие для вузов. Издательский дом ВГУ. 2014 |
| 4. | Элементы статистического моделирования в задаче упругости со случайными параметрами [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. : О.И. Иванищева, Ю.Н. Прибытков .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-169.pdf >. |
| 5 | МММК / О.И. Иванищева.— Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: edu.vsu.ru/course/view.php?id=10858 |

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного материала, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам.

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале. Применяются разные типы лекций (вводная, обзорная, информационная, проблемная).

Информационные технологии для реализации учебной дисциплины:

- технологии синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателя посредством служб (сервисов) по пересылке и получению электронных сообщений, в том числе, по сети Интернет а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.;

- сервис электронной почты для оперативной связи преподавателя и студентов.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

| | |
|--|--|
| Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
| Учебная аудитория для проведения лекций: специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование | 394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I |

| | |
|---|--|
| (проектор, экран, средства звуковоспроизведения). Учебная аудитория для проведения практических занятий: специализированная мебель, персональные компьютеры для индивидуальной работы с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование (проектор, экран). ОС Mac, ПО Xcode, Android studio | |
|---|--|

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

| Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины: № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|--|-------------------|-------------------------------------|--|
| 1. | Предельные напряжения в теле со стохастическими дефектами структуры | ПКВ-5 | ПКВ-5.1 | Собеседование |
| 2. | Математическое моделирование закона распределения предельных нагрузок в теле со стохастическими дефектами структуры. | ПКВ-5 | ПКВ-5.1 | Собеседование |
| 3 | Предельное состояние в теле с рассеянными трещинами ограниченной длины. | ПКВ-5 | ПКВ-5.1,2 | Практикоориентированные задания/домашние задания |
| 4 | Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии | ПКВ-5 | ПКВ-5.1,2 | Реферат |
| Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен | | Перечень вопросов | | |

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 | Правильное решение задачи. Получены основные характеристики критических нагрузок для тела со стохастическими дефектами |
| Хорошо | Правильное решение задачи. Получены основные характеристики критических нагрузок ,но есть некоторые ошибки. |
| Удовлетворительно | Неправильное решение задачи, но верно выбран метод решения. |
| Неудовлетворительно | Неправильное решение задачи, причем неверно выбран метод решения |

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: *Собеседование по экзаменационным билетам*

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Вопросы к экзамену

1. Стохастическая модель материала
2. Определение разрушающих нагрузок
3. Схема определения разрушающих нагрузок при заданном нагружении
4. Постановка задачи о разрушении пластины со стохастической системой трещин
5. Алгоритм построения функции распределения предельных нагрузок
6. Порядок выполнения численного эксперимента по анализу функции распределения предельных напряжений
7. Компьютерное моделирование закона распределения предельных напряжений в пластине со стохастической системой трещин. Постановка задачи.
8. Порядок построения закона распределения предельных нагрузок
9. Способ выбора параметров и целей моделирования в задаче оценки закона распределения стохастических предельных нагрузок
10. Моделирование предельных нагрузок в случае одноосного нагружения
11. Компьютерное моделирование предельного состояния в пластине с рассеянными трещинами ограниченной длины.
12. Построение кривых средних разрушающих напряжений и их анализ
13. Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии
14. Модель стохастически анизотропного материала
15. Метод статистического моделирования в оценке предельных характеристик
16. Анализ плотности распределения предельной нагрузки для материала со стохастической текстурой
17. Основные понятия механики разрушения
18. Аналитическая механика разрушения
19. Стохастические модели разрушения и масштабный эффект прочности

Экзамен проводится на основе КИМ, составленных на основе вопросов для под-готовки к экзамену.

| Оценка | Критерии оценок |
|---------|--|
| Отлично | Знание основных соотношений механики разрушения тела со стохастическими дефектами, умение строить и анализировать законы распределения |

| | |
|---------------------|---|
| | предельных нагрузок на основе компьютерного моделирования. |
| Хорошо | Знание основных соотношений механики разрушения тела со стохастическими дефектами, умение строить законы распределения предельных нагрузок на основе компьютерного моделирования без навыков анализа результатов |
| Удовлетворительно | Знание основных соотношений механики разрушения тела со стохастическими дефектами, представление о порядке построения предельных характеристик |
| Неудовлетворительно | Не твердое знание основных соотношений механики разрушения тела со стохастическими дефектами. Неумение разработки правильного порядка построения предельных нагрузок. Неумение анализировать результаты моделирования |