

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

29.05.2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.12 Стохастические модели в неоднородной теории упругости

**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](mailto:mail-ivan@amm.vsu.ru)

**7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ протокол №7 от 26.05.2023.

**8. Учебный год:** 2023 - 2024

**Семестр(ы):** 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

Развитие способностей разработки и применения новых методов математического моделирования в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности на примере

- изучения подходов к построению физической модели композиционного материала,
- знакомства с различными видами композитов,
- изучения вероятностной математической модели композиционного материала

*Задачи учебной дисциплины:*

Накапливание и систематизация знаний в области современных методов математического и алгоритмического моделирования:

- знакомство с одним из важнейших приложений аппарата стохастического анализа при построении модели композиционного материала
- демонстрация современного состояния научных достижений в области композиционных сред

*Обучающийся должен:*

- 1) знать классификацию математических моделей композитов;
- 2) владеть способами оценки эффективных характеристик и проводить сравнительный анализ полученного решения с аналогами
- 3) уметь анализировать задачу, разрабатывать и применять новые необходимые методы математического и алгоритмического моделирования для ее решения в процессе прогнозирования макроскопических свойства рассмотренных композитов.

**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
ОПК-2	Способен разрабатывать и применять новые методы математического моделирования в научно-исследовательской и опытно-	ОПК-2.1	Накапливает и систематизирует знания в области современных методов математического и алгоритмического моделирования	Знать: Классификацию математических моделей композитов и современные методы математического и алгоритмического моделирования их свойств  Уметь: Анализировать задачу оценки эффективных свойств композитов.

ОПК-4	конструкторской деятельности	ОПК-2.2	Анализирует задачу, разрабатывает и применяет новые необходимые методы математического и алгоритмического моделирования для ее решения.	Знать: основные методы анализа задач в области математического и алгоритмического моделирования  Уметь: разрабатывать и применять новые необходимые методы математического и алгоритмического моделирования
	Способен использовать и создавать эффективные программные средства для решения задач механики	ОПК-2.3	Проводит сравнительный анализ полученного решения с аналогами	Уметь: анализировать задачу, применять методы математического и алгоритмического моделирования  Владеть: Подходами к проведению сравнительного анализа полученного решения с аналогами оценки макроскопических характеристик
		ОПК-4.1	Накапливает и систематизирует знания в области современных информационных технологий, способен использовать программные средства для решения типовых задач	Уметь: систематизировать знания в области современных информационных технологий  Владеть: навыком использовать программные средства для решения типовых задач

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4/144**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) \_\_\_\_\_ экзамен**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			2	
Контактная работа		48	48	
В том числе:	лекции	16	16	
	практические	16	16	
	лабораторные	16	16	

Самостоятельная работа	60	60	
Контроль	36	36	
Промежуточная аттестация (для экзамена)			
Итого:	144	144	

### 13.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация
1	Классификация подходов к описанию неоднородности материалов	Упругие тела с непрерывной неоднородностью, кусочно-однородные, случайно-неоднородные.	СМНТУ course/view.php?id=6903
2	Статистические характеристики напряженно-деформированного состояния..	Случайное поле и его характеристики. Статистическое описание напряженного и деформированного состояния микроскопически неоднородного тела.	
3	Макроскопические характеристики микрон неоднородных материалов	. Эффективные характеристики многокомпонентных сред..	
4	Оценка эффективных постоянных с учетом внутренней геометрии	Учет моментов случайных тензорных полей третьего порядка	

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Классификация подходов к описанию неоднородности материалов	2	-	-	15	17
2	Статистические характеристики напряженно-деформированного состояния..	4	5	5	15	29
3	Макроскопические характеристики микрон неоднородных материалов	5	5	5	15	30
4	Оценка эффективных постоянных с учетом внутренней геометрии	5	6	6	15	32
Итого:		16	16	16	60	108

### 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 «Стохастические модели в неоднородной теории упругости» 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, домашними заданиями, в процессе собеседования, и выполнения 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	<b>Аннин, Б. Д.</b> 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: <a href="https://urait.ru/bcode/449349">https://urait.ru/bcode/449349</a>
2	<b>Емельянов, В. Н.</b> 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: <a href="https://urait.ru/bcode/453527">https://urait.ru/bcode/453527</a>
3	<b>Бажанов, В. Л.</b> 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: <a href="https://urait.ru/bcode/453913">https://urait.ru/bcode/453913</a>
4.	<b>Полилов, А. Н.</b> 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/104976">https://e.lanbook.com/book/104976</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	<b>Соломонов Ю.С.</b> Прикладные задачи механики композитных цилиндрических оболочек : учебное пособие / Ю. С. Соломонов, В. П. Георгиевский, А. Я. Недбай, В. А. Андрушин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 408 с. — ISBN 978-5-9221-1538-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/59696">https://e.lanbook.com/book/59696</a>
5	<b>Каледин В.О.</b> 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/59702">https://e.lanbook.com/book/59702</a>

	<b>Носов, В. В.</b> Механика неоднородных материалов : учебное пособие / В. В. Носов, И. В. Матвиан. — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/167338">https://e.lanbook.com/book/167338</a>
--	--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
5	Электронно-библиотечная система «Консультант студента». - Режим доступа: <a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
6	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> .
	СМНТУ / О.И.Иванищева.– Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: <a href="http://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6903">edu.vsu.ru/course/view.php?id=6903</a>

## 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	<b>Аннин, Б. Д.</b> 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: <a href="https://urait.ru/bcode/449349">https://urait.ru/bcode/449349</a>
2.	<b>Носов, В. В.</b> Механика неоднородных материалов : учебное пособие / В. В. Носов, И. В. Матвиан. — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/167338">https://e.lanbook.com/book/167338</a>
3	<b>Свешников, Арам Арутюнович.</b> 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: <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> .
4	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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-155.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-155.pdf</a> >.
5	Иванищева О.И. Элементы статистического моделирования в задаче упругости со случайными параметрами [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. : О.И. Иванищева,

1

## **7. 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:** Учебная аудитория для проведения лекций: специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения). 394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, ауд. 10, 11, 12, 15, 20, 214, 216, 407П, 124 Учебная аудитория для проведения практических занятий и лабораторных работ: специализированная мебель, персональные компьютеры для индивидуальной работы. ОС Windows 8 (10), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice), ПО Pascal ABC NET, ПО Free Pascal

## **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.	Классификация подходов к описанию неоднородности материалов	ОПК-2	ОПК-2.1	Собеседование Реферат Тест №1
2.	Статистические характеристики напряженно-деформированного состояния..	ОПК-2	ОПК-2.1	Собеседование Тест №2
3	Макроскопические характеристики микронеоднородных материалов	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1 ОПК-4.1	Практикоориентированные задания/домашние задания Тест №3

4	Оценка эффективных постоянных с учетом внутренней геометрии	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1 ОПК-4.1	Собеседование по результатам выполнения практических и лабораторных работ
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, Тесты, Собеседование, Реферат

#### Практикоориентированные задания/домашние задания

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий из задачников и пособий из п. 16

Описание технологии проведения: Решение практикоориентированных заданий происходит в течение 1 часа 30 минут в учебной аудитории, для выполнения домашних заданий предусмотрены часы из СРС. Проверка правильности выполнения проводится путем проверки выполненных упражнений.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Знает классификацию математических моделей композитов и современные методы математического моделирования их свойств. Анализирует задачу оценки эффективных свойств композитов и умеет выбрать оптимальный набор параметров математической модели
Хорошо	Знает классификацию математических моделей композитов и современные методы математического моделирования их свойств. Анализирует задачу оценки эффективных свойств композитов и затрудняется в выборе оптимального сочетания параметров модели.
Удовлетворительно	Знаком с классификацией математических моделей композитов, но допускает ошибки при анализе оценки их эффективных свойств
Неудовлетворительно	Не владеет способами анализа эффективных свойств композита и современными математическими методами исследования его модели.

#### Тесты

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Описание технологии проведения: Средство контроля, организованное как решение задач на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

#### **Тест №1**

1. Суть энергетического метода оценки макрохарактеристик.
2. Полученные макрохарактеристики являются точными или приближенными?
3. Выходит или нет за рамки корреляционной теории энергетический подход к описанию макроскопических свойств композиционных материалов?



4. Какие предположения относительно случайных полей приняты при построении макрохарактеристик?

5. При каких условиях вычисление макроскопических постоянных в корреляционном приближении приводит к результатам, близким к действительным?

6. Может ли значение макроскопических постоянных в корреляционном приближении приводить к заведомо неверным результатам? Ответ обосновать.

7. Можно ли в рамках одноточечного приближения описать анизотропию композиционных материалов, связанную с ориентацией структурных элементов?

### Тест №2

1. Какой компонент композиции является матрицей?

2. Какие признаки характерны для композиционных конструкционных материалов?

3. Привести примеры матричных материалов.

4. На какие группы в зависимости от вида армирующего компонента могут быть разделены композиты?

5. Каков механизм упрочнения дисперсных материалов?

6. Можно ли утверждать, что дисперсно - упрочненные материалы имеют одинаковые свойства во всех направлениях, если упрочняющие дисперсные частицы имеют равноосную форму?

7. Какие функции в композите выполняет матрица?

### Тест №3

1. Как зависят свойства композитов от свойств волокон и матрицы и от способов армирования?

2. При каких предположениях возможно преобразование  $\langle \sigma_{jk}(x^{(1)}) \cdot \sigma_{\alpha\beta}(x^{(2)}) \rangle \rightarrow \langle \sigma_{jk}(x^{(1)}) \rangle \cdot \langle \sigma_{\alpha\beta}(x^{(2)}) \rangle$ ?

3. Чем обусловлена статистическая нелинейность закона Гука в случае стохастических свойств материала?

4. В чем заключается проблема замыкания, характерная для статистически нелинейных задач?

5. Какова степень различия результатов одноточечного приближения для материалов зернистой и однонаправленной волокнистой структуры?

6. Возможно ли с помощью одноточечного приближения описать анизотропию свойств композиционных материалов, связанную с ориентацией структурных элементов?

7. Как улавливает эффект анизотропии, корреляционное приближение?

**Указание.** Использовать учебно-методическое пособие Иванищева О.И. Статистическое моделирование в задачах механики неоднородных сплошных сред. Часть 2. Введение в стохастические композиты /О.И.Иванищева// учеб. пособие для вузов.- Воронеж, Издательский дом ВГУ, 2014.- 36 с.

### Тест №4

1. Возможно ли использование корреляционного приближения для расчета макроскопических коэффициентов теплопроводности зернистых и волокнистых материалов с произвольно большими флуктуациями свойств компонентов?

2. Каким образом возможно учесть анизотропию компонент в макроскопических характеристиках?

3. Моменты какого порядка учитываются в приведенном энергетическом методе оценки макрохарактеристик ?
4. Какой смысл имеет постоянная структурная характеристика в оценках границ макрохарактеристик)?
5. Какое свойство случайных полей позволяет выразить оценки макроскопических характеристик стохастических композитов через характеристики и концентрации компонентов?

**Указание.** Использовать учебно-методическое пособие Иванищева О.И. Статистическое моделирование в задачах механики неоднородных сплошных сред. Часть 2. Введение в стохастические композиты /О.И.Иванищева// учеб .пособие для вузов.- Воронеж, Издательский дом ВГУ ,2014.- 36 с.

### Реферат

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Темы рефератов (примерные)

Пористые материалы.

КМ в строительной отрасли.

Волокнистые КМ.

Зернистые КМ.

КМ в автомобилестроении

КМ в авиационной промышленности.

КМ в медицине

Слоистые композиционные материалы.

Текстурированные КМ.

Биокомпозиты.

Армированные КМ.

Достоинства и не достатки КМ

КМ в спортивной индустрии

КМ в машиностроении

КМ на металлической основе

Магнитные нанокомпозиты

Мезокомпозиты

Бумажно-слоистые пластики

Углепластики

Самозалечивающиеся композиты

КМ – диэлектрики

КМ на керамической основе

Самовосстанавливающиеся материалы и покрытия

Самоорганизующиеся регулярные структуры и системы

Структуры на основе графена

Реферат представляется в распечатанном виде.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Полное, подробное, логические верно построенное изложение по выбранной теме.
Хорошо	Полное, но не подробное, логические верно построенное изложение по выбранной теме.
Удовлетворительно	Неполное, логические верно построенное изложение по выбранной теме.
Неудовлетворительно	Отсутствие реферата по выбранной теме

## 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. Признаки и свойства композиционных материалов
2. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы
3. Волокнистые композиты
4. Компоненты волокнистых композитов
5. Классификация и основные особенности волокнистых композитов
6. Энергетический метод исследования макроскопических свойств стохастически неоднородных сред
7. Тензорное случайное поле
8. Определение границ макрохарактеристик стохастического композита
9. Порядок построения закона распределения предельных нагрузок
10. Оценка дисперсии упругих свойств двухкомпонентного композита
11. Оценка одноточечного момента случайного тензорного поля макрохарактеристик в случае его стохастической однородности и изотропии.
12. Определение границ макроскопического коэффициента теплопроводности
13. Постановка задачи об определении упругих макроскопических постоянных
14. Решение задачи в перемещениях
15. Корреляционное приближение в задаче о макроскопических постоянных
16. Модель стохастически анизотропного материала
17. Оценки флуктуаций упругих модулей двухкомпонентного материала
18. Теория, учитывающая одноточечные моменты высоких порядков
19. Теория условных моментных функций
20. Макроскопические модули материалов зернистой структуры
21. Макроскопические модули материалов слоистой структуры

Описание технологии проведения. Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Экзамен проводится на основе КИМ, составленных на основе вопросов для подготовки к экзамену.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Знает классификацию математических моделей композитов и современные методы математического моделирования их свойств. Анализирует задачу оценки эффективных свойств композитов и умеет выбрать оптимальный набор параметров математической модели
Хорошо	Знает классификацию математических моделей композитов и современные методы математического моделирования их свойств. Анализирует задачу оценки эффективных свойств композитов и затрудняется в выборе оптимального сочетания параметров модели.

Удовлетворительно	Знаком с классификацией математических моделей композитов , но допускает ошибки при анализе оценки их эффективных свойств
Неудовлетворительно	Не владеет способами анализа эффективных свойств композита и современными математическими методами исследования его модели .

### 20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ:

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

ЗАДАНИЕ 1. Чем обусловлена случайная структура реальных композиционных материалов?

- А) армированием сферическими включениями и круглыми волокнами при плотной упаковке  
**Б) неправильной формой армирующих элементов и их случайным расположением**

ЗАДАНИЕ 2. Близкой к регулярной может быть структура материалов

- А) армированных сферическими включениями и круглыми волокнами при плотной упаковке**  
 Б) с неправильной формой армирующих элементов и их случайным расположением

ЗАДАНИЕ 3. Согласно какому свойству случайных полей усреднение по объему совпадает со статистическим осреднением?

- А) анизотропия  
**Б) эргодическое свойство**

ЗАДАНИЕ 4. Каким свойством обладают моменты первых двух порядков для статистически однородного случайного поля?

- А) одноточечные моменты не являются постоянными, двухточечные моменты зависят от координат каждой точки  
**Б) одноточечные моменты постоянны, а двухточечные моменты зависят только от разности координат двух точек**

ЗАДАНИЕ 5. Как оценивается масштаб корреляции?

- А) характерными расстояниями, на которых сохраняются корреляционные связи**  
 Б) координатой точки, в которой корреляционная функция максимальна

ЗАДАНИЕ 6. Понятие масштаба корреляции

- А) свойство корреляционной функции, которое не зависит от размеров неоднородности материала  
**Б) такое расстояние между точками, при котором двухточечный корреляционный момент переходит в произведение моментов первого порядка**

ЗАДАНИЕ 7. Тензор макроскопических модулей упругости микронеоднородного тела в общем случае устанавливает связь

- А) между средними по объему тензорами полей напряжений и деформаций**  
 Б) между тензорами полей напряжений и деформаций

ЗАДАНИЕ 8. В каком случае случайные поля напряжений и деформаций в статистически однородном теле обладают свойством эргодичности?

- А) при воздействии на статистически однородное тело однородных нагрузок**  
 Б) при воздействии однородных нагрузок на тело, упругие свойства которого не обладают свойством статистической однородности

ЗАДАНИЕ 9. Как задаются эффективные характеристики неоднородной упругой среды с эргодическими свойствами полей напряжений и деформаций?

- А) эффективный тензор упругих модулей определяет связь между тензорами полей напряжений и деформаций  
**Б) эффективный тензор упругих модулей связывает математические ожидания полей напряжений и деформаций**

ЗАДАНИЕ 10. Для статистически однородных деформаций  $\epsilon_{ij}$  перемещения  $u_i$  в точке  $x_i$  представляются в виде  $u_i = \langle \epsilon_{ij} \rangle x_j + u_i^0$ . Что здесь обозначают угловые скобки и  $u_i^0$ ?

**А) угловые скобки обозначают операцию математического ожидания,  $u^0_i$  флуктуацию перемещения  $u_i$**

Б)  $u^0_i$  перемещения  $u_i$  в начале координат, угловые скобки обозначают операцию математического ожидания

ЗАДАНИЕ 11. Почему флуктуацию  $u^0_i$  случайных перемещений  $u_i = \langle \varepsilon_{ij} \rangle x_j + u^0_i$  на бесконечности в теле со случайной неоднородностью можно положить равной нулю?

А) Потому, что  $\langle \varepsilon_{ij} \rangle$  на бесконечности равно нулю

**Б) Потому что регулярная часть перемещений  $\langle \varepsilon_{ij} \rangle x_j$  на бесконечности неограниченно возрастает**

ЗАДАНИЕ 12. Какое свойство случайного тензорного поля модулей упругости стохастического композита позволяет выразить математическое ожидание и дисперсию этого поля через упругие модули компонент композиции и их концентрации?

**А) Свойство эргодичности, которое позволяет заменить статистическое осреднение осреднением по объему**

Б) Нормальный закон распределения случайных компонентов тензора модулей упругости.

ЗАДАНИЕ 13. Какой композит можно считать изотропным в макромасштабе?

**А) композит, представляющий матрицу с короткими включениями, углы ориентации и длины которых представлены случайными равномерно распределенными величинами?**

Б) композит, представляющий матрицу с длинными однонаправленными волокнами, диаметры которых описываются равномерно распределенной случайной величиной.

ЗАДАНИЕ 14. При каких условиях вычисление макроскопических постоянных стохастического композита в корреляционном приближении приводит к результатам, близким к действительным?

**А) если материал микронеоднородный**

Б) флуктуации компонентов случайного тензора упругости материала сколь угодно велики.

ЗАДАНИЕ 15. Может или нет значение макроскопических постоянных стохастического композита в корреляционном приближении приводить к заведомо неверным результатам?

А) никогда не приводит к заведомо неверным результатам.

**Б) может, если значения упругих характеристик компонентов композиции отличаются значительно и моментами порядка выше второго пренебрегать нельзя.**

ЗАДАНИЕ 16. Какие функции в композите выполняет матрица?

**А) выполняет формообразующую роль, а также обеспечивает передачу и перераспределение внешних воздействий на все элементы структуры композиционного материала.**

Б) обеспечивает целостность материала

ЗАДАНИЕ 17. Чем, в значительной степени, определяются физико-механические свойства стохастических композитов?

А) только свойствами компонентов композиции

**Б) не только свойствами компонент, но и характером образованной ими структуры наполнения (армирования)**

ЗАДАНИЕ 18. На каких особенностях изделий из композиционных материалов основано широкое использование теории эффективных свойств в качестве одного из подходов в механике композитов?

**А) Размеры изделий из композиционных материалов обычно значительно (на несколько порядков) превосходят размеры, характерные для их компонентов (размеры дискретных элементов, толщина прослоек матрицы между элементами армирования). Существенное изменение внешних нагрузок также происходит на расстояниях, значительно превышающих эти размеры.**

Б) представление об их неоднородности

ЗАДАНИЕ 19. В теории эффективных характеристик неоднородных материалов

А) структурно-неоднородный материал отождествляется с неоднородной средой,

**Б) структурно-неоднородный материал отождествляется с однородной (гомогенной) средой, обладающей некоторыми приведенными физико-механическими свойствами, которые называют макроскопическими или эффективными.**

ЗАДАНИЕ 20. В чем состоит удобство применения теории эффективных характеристик в неоднородных средах?

**А) Такой подход позволяет использовать при расчете изделий и конструкций из структурно-неоднородных материалов математический аппарат механики однородного деформируемого твердого тела.**

Б) Такой подход позволяет рассчитывать изделия с существенной неоднородностью

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

ЗАДАНИЕ 1. Какой компонент композиции является матрицей?

ЗАДАНИЕ 2. Какие признаки характерны для композиционных конструкционных материалов?

ЗАДАНИЕ 3. Привести примеры матричных материалов.

ЗАДАНИЕ 4. На какие группы в зависимости от вида армирующего компонента могут быть разделены композиты?

ЗАДАНИЕ 5. Каков механизм упрочнения дисперсных материалов?

ЗАДАНИЕ 6. Чем обусловлена статистическая нелинейность закона Гука в случае стохастических свойств материала?

ЗАДАНИЕ 7. В чем заключается проблема замыкания, характерная для статистически нелинейных задач?

ЗАДАНИЕ 8. Какова степень различия результатов одноточечного приближения для материалов зернистой и однонаправленной волокнистой структуры?

ЗАДАНИЕ 9. Возможно ли с помощью одноточечного приближения описать анизотропию свойств композиционных материалов, связанную с ориентацией структурных элементов?

ЗАДАНИЕ 10. Как улавливает эффект анизотропии, корреляционное приближение?

Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины.

---