МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по инновационной деятельности

_____ Савельев К.В.

31.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
2.1.7.1(Ф) Стохастические краевые задачи реологии

(Индекс и наименование дисциплины)

Научная специальность	1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
Форма обучения	очная
Год начала подготовки	2023
Выпускающая кафедра	Прикладная математика и информатика
Кафедра-разработчик	Прикладная математика и информатика
Объем дисциплины, ч. / з.е.	72/2
Форма контроля (промежуточная аттестация)	зачет

Самара 2023 г.

2.1.7.1(Ф) «Стохастические краевые задачи реологии»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, к.ф-м.н., доцент — Попов Н.Н.
(должность, ученая степень, ученое звание) — (ФИО)

РПД рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой

Д. ф-м.н., профессор — Радченко В.П.
(ученая степень, ученое звание) — (ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины . . . . . .
2. Требования к результатам освоения дисциплины.. . . . . .
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы. . . . . ..
4. Структура и содержание дисциплины . . . . . .
   4.1. Структура дисциплины. . . . . .
   4.2. Содержание дисциплины . . . . . .
5. Образовательные технологии . . . . . .
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости
   и промежуточной аттестации . . . . . .
   6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля . . . .
   6.2. Состав фонда оценочных средств промежуточной аттестации. . . . . ..
7. Учебно-методическое и информационно-методическое обеспечение. . . . . ..
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»...
9. Материально-техническое обеспечение. . . . .

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование знаний, умений и навыков, необходимых для реализации преимущественно следующих видов деятельности: научной и научно-исследовательской, а также педагогической.

Задачи дисциплины: приобретение знаний: основ теории случайных функций и случайных полей, спектральной теории однородных случайных полей; основных методов решения стохастических нелинейных краевых задач; основных положений современной математической теории надежности элементов конструкций; методов моделирования стохастических систем при помощи дифференциальных уравнений.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться знания, умения и навыки, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности, в том числе для подготовки и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Таблица 1

Результат освоения дисциплины		
Код результата освоения	Планируемый результат освоения	Результаты обучения *(знать, уметь, владеть)*
ОР4	Сданы зачеты по освоенным дисциплинам, предусмотренным учебным планом и индивидуальным планом работы аспиранта.	*Знать:* научную проблематику в соответствующей области знаний, методы проведения исследований и разработок. *Уметь:* применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок. *Владеть:* современным математическим аппаратом, применяемым в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Стохастические краевые задачи реологии» является факультативной дисциплиной образовательного компонента учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Освоение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, сформированные в процессе обучения по образовательным программам магистратуры или специалитета.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются в ходе выполнения диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины «Стохастические краевые задачи реологии» составляет 2 зачетные единицы (ЗЕТ), 72 академических часа.

Распределение учебного времени, отведенного на дисциплину

Таблица 2

Вид учебной работы	Семестр, час.								Всего, зет / час.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:			**18**						**0,5/18**
Лекции (ЛЗ)			18						0,5/18
Практические занятия (ПЗ)			-						
Самостоятельная работа (всего), в том числе:			**54**						**1,5/54**
подготовка к лекционным занятиям			32						
подготовка к зачету			18						
промежуточная аттестация			4						
Форма промежуточной аттестации			зачет						
Итого:			**72**						**2/72**

Распределение учебного времени по разделам дисциплины

Таблица 3

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы			
		ЛЗ	**ПЗ**	**СРС**	**Всего часов**
1	Дополнительные сведения по теории вероятностей	2	-	12	14
2	Стохастические уравнения ползучести	6	-	14	20
3	Методы решения стохастических краевых задач ползучести	6	-	12	18
4	Основы расчетов на надежность в условиях ползучести	4	-	12	16
5	Зачет	-	-	4	4
6			-		
	Итого	**18**	**-**	**54**	**72**

4.2. Содержание дисциплины

Содержание лекционных занятий

Таблица 4

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции	Количество часов
3 семестр				
1	Дополнительные сведения по теории вероятностей	Случайные поля	Понятие о случайном поле. Способы задания случайных полей. Основные числовые характеристики случайных полей. Однородные случайные поля, их	2

			спектральное разложение. Изотропные случайные поля. Представление многомерной корреляционной функции через функцию одной переменной	
2	Стохастические уравнения ползучести	Случайные поля тензора деформаций и напряжений	Стохастический характер деформаций пластичности и ползучести. Разброс экспериментальных данных для первичных кривых ползучести и пластичности. Неоднородность деформаций пластичности и ползучести на микро- и макроуровне. Статистический анализ деформаций ползучести при постоянном напряжении. Корреляционный анализ случайных полей деформаций ползучести и пластичности. Металлофизические аспекты формирования реологических деформаций. Анализ экспериментальных данных.	4
3	Стохастические уравнения ползучести	Построение стохастических уравнений ползучести	Основные подходы построения стохастических уравнений ползучести, экспериментальное обоснование гипотез. Идентификация случайных параметров и функций стохастических уравнений ползучести по опытным данным, проверка критериев согласия. Математическое моделирование деформаций ползучести при переменном силовом нагружении методом Монте-Карло в условиях одноосного и сложного напряжённых состояний. Адекватность стохастических моделей экспериментальным данным. Прогнозирование полосы разброса опытных данных по ползучести.	2
4	Методы решения стохастических краевых задач ползучести	Основные методы решения стохастических краевых задач	Постановка стохастических краевых задач ползучести. Основные методы решения нелинейных стохастических краевых задач: метод возмущений, метод малого параметра, метод спектральных представлений, Обобщение подходов В.В. Болотина и В.А. Ломакина.	2
5	Методы решения стохастических краевых задач ползучести	Одномерные стохастические краевые задачи ползучести	Решение одномерных стохастических краевых задач ползучести: стержневые системы, толстостенная труба, толстостенная сфера, пластина с круговым отверстием. Статистические характеристики случайных полей напряжений, скоростей деформаций и перемещений для элементов конструкций	2
6	Методы решения стохастических краевых задач ползучести	Плоские и пространственные стохастически	Решение плоских и пространственных стохастических краевых задач ползучести: растягиваемая пластина, полоса с концентратором.	2

		е краевые задачи ползучести	Статистический анализ случайных полей напряжений и скоростей деформаций. Исследование краевых эффектов. Исследование полей напряжений и скоростей деформаций вблизи границы стохастически неоднородного полупространства	
7	Основы расчетов на надежность в условиях ползучести	Методы оценки надежности	Общая постановка задачи теории надежности машин и конструкций. Элементарные модели отказов машин и конструкций. Кумулятивные модели. Модели пуассоновского типа. Модели марковского типа. Параметрические и катастрофические критерии отказа. Методы оценки надёжности элементов конструкций на основе решений стохастических краевых задач.	2
8	Основы расчетов на надежность в условиях ползучести	Оценка ресурса элемента конструкции.	Прогнозирование ресурса элемента конструкции. Прогнозирование на основе кумулятивных моделей. Прогнозирование на основе моделей пуассоновского типа. Распределение срока службы элементов конструкций, работающих с ограничением по деформации (напряжению). Вычисление вероятности безотказной работы элемента конструкции по критерию длительной прочности	2
			Итого за семестр:	**18**
			Итого:	**18**

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Содержание самостоятельной работы

Таблица 6

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы	Количество часов
3 семестр			
Дополнительные сведения по теории вероятностей	подготовка к практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Понятие о случайном поле. Способы задания случайных полей. Основные числовые характеристики случайных полей. Однородные случайные поля, их спектральное разложение. Изотропные случайные поля. Представление многомерной корреляционной функции через функцию одной переменной	12
Стохастические уравнения ползучести	подготовка к практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Стохастический характер деформаций пластичности и ползучести. Разброс экспериментальных данных для первичных кривых ползучести и пластичности. Неоднородность деформаций пластичности и ползучести на микро- и макроуровне. Статистический анализ деформаций ползучести при постоянном напряжении.	6

		Корреляционный анализ случайных полей деформаций ползучести и пластичности. Металлофизические аспекты формирования реологических деформаций. Анализ экспериментальных данных.	
Стохастические уравнения ползучести	подготовка к практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Основные подходы построения стохастических уравнений ползучести, экспериментальное обоснование гипотез. Идентификация случайных параметров и функций стохастических уравнений ползучести по опытным данным, проверка критериев согласия. Математическое моделирование деформаций ползучести при переменном силовом нагружении методом Монте-Карло в условиях одноосного и сложного напряжённых состояний. Адекватность стохастических моделей экспериментальным данным. Прогнозирование полосы разброса опытных данных по ползучести.	8
Методы решения стохастических краевых задач ползучести	подготовка к практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Постановка стохастических краевых задач ползучести. Основные методы решения нелинейных стохастических краевых задач: метод возмущений, метод малого параметра, метод спектральных представлений, Обобщение подходов В.В. Болотина и В.А. Ломакина.	4
Методы решения стохастических краевых задач ползучести	подготовка к практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Решение одномерных стохастических краевых задач ползучести: стержневые системы, толстостенная труба, толстостенная сфера, пластина с круговым отверстием. Статистические характеристики случайных полей напряжений, скоростей деформаций и перемещений для элементов конструкций	4
Методы решения стохастических краевых задач ползучести	подготовка к практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Решение плоских и пространственных стохастических краевых задач ползучести: растягиваемая пластина, полоса с концентратором. Статистический анализ случайных полей напряжений и скоростей деформаций. Исследование краевых эффектов. Исследование полей напряжений и скоростей деформаций вблизи границы стохастически неоднородного полупространства	4
Основы расчетов на надежность в условиях ползучести	подготовка к практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Общая постановка задачи теории надежности машин и конструкций. Элементарные модели отказов машин и конструкций. Кумулятивные модели. Модели пуассоновского типа. Модели марковского типа. Параметрические и	6

		катастрофические критерии отказа. Методы оценки надёжности элементов конструкций на основе решений стохастических краевых задач.	
Основы расчетов на надежность в условиях ползучести	подготовка к практическим занятиям, выполнение соответствующих заданий	Прогнозирование ресурса элемента конструкции. Прогнозирование на основе кумулятивных моделей. Прогнозирование на основе моделей пуассоновского типа Распределение срока службы элементов конструкций, работающих с ограничением по деформации (напряжению). Вычисление вероятности безотказной работы элемента конструкции по критерию длительной прочности	6
	Зачет		4
		Итого за семестр:	**54**
		Итого:	**54**

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология процесса обучения по дисциплине «Стохастические краевые задачи реологии» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

а) аудиторные занятия (лекционные занятия);

б) самостоятельная работа аспирантов;

в) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;

г) зачет.

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

– самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;

– поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Перечень оценочных средств текущего контроля

Текущий контроль успеваемости аспирантов по дисциплине ведется в ходе аудиторных занятий по результатам выполнения практических заданий и собеседования на консультациях с преподавателем.

6.2. Состав фонда оценочных средств промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине осуществляется в форме зачета в периоды промежуточной аттестации по результатам семестра.

Оценочные средства включают в себя вопросы к зачету.

Вопросы к зачету:

1. Случайные поля. Способы задания случайных полей. Основные характеристики.
2. Однородные случайные поля. Корреляционная функция. Спектральное представление однородного случайного поля.
3. Изотропные случайные поля. Представление двумерной и трехмерной корреляционной функции через функцию одной переменной.
4. Стохастический характер деформаций пластичности и ползучести. Статистический анализ деформаций ползучести при постоянном напряжении.
5. Корреляционный анализ одномерных полей деформаций ползучести и пластичности.
6. Основные подходы построения стохастических уравнений ползучести, экспериментальное обоснование гипотез.
7. Идентификация случайных параметров и функций стохастических уравнений ползучести по опытным данным.
8. Построение и линеаризация стохастической одномерной модели ползучести
9. Математическое моделирование деформаций ползучести при переменном силовом нагружении методом Монте-Карло в условиях одноосного напряжённого состояния.
10. Математическое моделирование деформаций ползучести при переменном силовом нагружении методом Монте-Карло в условиях сложного напряжённого состояния.
11. Постановка стохастической краевой задачи механики деформируемого твердого тела.
12. Решения нелинейных стохастических краевых задач методом возмущений, методом малого параметра.
13. Решения нелинейных стохастических краевых задач методом спектральных представлений (дискретный и непрерывный случай)
14. Решение одномерной стохастической краевой задачи ползучести для стержневых систем.
15. Решение одномерной стохастической краевой задач ползучести для толстостенной трубы.
16. Стохастический анализ полей напряжений и скоростей деформаций для толстостенной трубы
17. Решение одномерной стохастической краевой задач ползучести для пластины с круговым отверстием
18. Стохастический анализ полей напряжений и скоростей деформаций для пластины с круговым отверстием
19. Решение плоской стохастической краевой задачи ползучести для пластины
20. Решение плоской стохастической краевой задачи ползучести для полосы с концентратором.
21. Решения плоской стохастической краевой задачи с учётом факторов повреждённости и стадии разупрочнения материала.
22. Исследование краевых эффектов вблизи границы стохастически неоднородной полуплоскости.
23. Исследование краевых эффектов при растяжении стохастически неоднородой полосы.
24. Решение двумерной стохастической краевой задач ползучести для толстостенной трубы.
25. Решение пространственной стохастической задачи ползучести.
26. Исследование полей напряжений и скоростей деформаций вблизи границы стохастически неоднородного полупространства
27. Общая постановка задачи теории надежности машин и конструкций.
28. Элементарные модели отказов машин и конструкций.
29. Кумулятивные модели. Модели пуассоновского типа.
30. Модели марковского типа. Параметрические и катастрофические критерии отказа.
31. Методы оценки надёжности элементов конструкций на основе решений стохастических краевых задач.
32. Распределение срока службы стержневых элементов элементов конструкций, работающих с ограничением по деформации (напряжению).
33. Вычисление вероятности безотказной работы стержневых элемента конструкции по критерию длительной прочности
34. Оценки надежности распределенных элементов конструкций по теории выбросов на

основе куммулятивной модели и модели пуассоновского типа

35. Прогнозирование остаточного ресурса стержневых элементов.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Перечень учебно-методического обеспечения

Таблица 7

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ
1.	Введение в математическое моделирование [Текст] : учеб. пособие / под ред. П. В. Трусова. - М. : Логос, 2014. - 439 с.	НТБ СамГТУ
2.	Гуськов А.В. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: учебник/ Гуськов А.В., Милевский К.Е.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 425 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45116 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	НТБ СамГТУ
3.	Васильев В.З. Основы и некоторые специальные задачи теории упругости [Электронный ресурс]: монография/ Васильев В.З.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012.— 216 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16234 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	НТБ СамГТУ
4.	Корреляционный анализ [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ/ — Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 23 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16007 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	НТБ СамГТУ

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

Доступ аспирантов к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

Доступ к информационным интернет ресурсам открытого типа осуществляется с любого компьютера, имеющего выход в Интернет.

Таблица 8

№ п/п	Адрес сайта	Тип дополнительного информационного ресурса
1.	https://diss.rsl.ru/?ysclid=lwqcxiycoy507635417 Электронная библиотека диссертаций РГБ (доступ с компьютеров, установленных в научно-библиографическом отделе НТБ СамГТУ)	Российские базы данных ограниченного доступа
2.	http://www.viniti.ru/ ВИНИТИ (доступ с компьютеров университета)	Российские базы данных ограниченного доступа
3.	https://rospatent.gov.ru/ru РОСПАТЕНТ (доступ с компьютеров университета)	Российские базы данных ограниченного доступа
4.	https://elibrary.ru/defaultx.asp? eLIBRARY.RU (доступ с компьютеров университета)	Российские базы данных ограниченного доступа
5.	https://www.sciencedirect.com/ ScienceDirect (Elsevier) (доступ с компьютеров университета)	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
6.	https://www.scopus.com/standard/marketing.uri Scopus (доступ с компьютеров университета)	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
7.	http://e.lanbook.com/ ЭБС издательства «Лань» (доступ с компьютеров университета)	Российские базы данных ограниченного доступа

8.	https://elib.samgtu.ru/?ysclid=lwqd9w2w4z327670825 Электронная библиотека трудов сотрудников СамГТУ (доступ с любого компьютера)	Российские базы данных ограниченного доступа

Перечень программного обеспечения

Таблица 9

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1.	Microsoft Windows 7 Professional операционная система	Microsoft	Лицензия
2.	Microsoft Office 2010 Open License Academic	Microsoft	Лицензия
3.	Astra Linux Common Edition (Орёл)	ООО «РусБИТех-Астра»	Свободно распространяемое
4.	LibreOffice	входит в состав Astra Linux Common Edition (Орёл)	Свободно распространяемое

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия: аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации). Аудитория №501/8, оснащенная доской и мультимедийным оборудованием. Учебно-наглядные пособия: комплект электронных презентаций/слайдов.

Самостоятельная работа: помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ: читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 34, 35, Главный корпус библиотеки).