

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ / О.В. Юсупова

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### Б1.В.01.05 «Стохастические краевые задачи реологии и надежность элементов конструкций»

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	01.04.02 Прикладная математика и информатика
<b>Направленность (профиль)</b>	Прикладная математика и информатика
<b>Квалификация</b>	Магистр
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2022
<b>Институт / факультет</b>	Институт автоматизации и информационных технологий
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Прикладная математика и информатика"
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Прикладная математика и информатика"
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	144 / 4
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Экзамен

## **Б1.В.01.05 «Стохастические краевые задачи реологии и надежность элементов конструкций»**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **01.04.02 Прикладная математика и информатика**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 13 от 10.01.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат физико-математических наук, доцент  
(должность, степень, ученое звание)

Н.Н Попов

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

Заведующий кафедрой

В.П. Радченко, доктор физико-математических наук, профессор

\_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, ученое звание)

**СОГЛАСОВАНО:**

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)

Я.Г Стельмах, кандидат педагогических наук

\_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной программы

В.П. Радченко, доктор физико-математических наук, профессор

\_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, ученое звание)

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	7
4.1 Содержание лекционных занятий .....	7
4.2 Содержание лабораторных занятий .....	9
4.3 Содержание практических занятий .....	9
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	10
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	12
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	13
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	14
9. Методические материалы .....	15
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	16

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	ПК-1.2 Знает современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	Знать современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики
		ПК-1.3 Умеет применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Уметь применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
	ПК-4 Способен использовать современные стохастические методы вычислений, строить статические модели и анализировать данные	ПК-4.1 Знает актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	Знать актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций
		ПК-4.2 Умеет подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	Уметь подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты
		ПК-4.3 Умеет подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	Уметь подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией

	ПК-5 Способен осуществлять проверку адекватности математических моделей, анализировать результаты математического моделирования профессиональных задач	ПК-5.1 Знает базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	Знать базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования
		ПК-5.2 Умеет организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Уметь организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений
	ПК-6 Способен использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	ПК-6.2 Знает методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	Знать методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок
		ПК-6.4 Владеет методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	Владеть методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **вариативная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
-----------------	---------------------------	------------------------------------	------------------------

ПК-1	Дробное исчисление в задачах математического моделирования динамических процессов; Инновационный маркетинг; Информационные технологии в научных исследованиях; Краевые задачи для уравнений в частных производных с разрывными коэффициентами; Мастерская инноваций (проектная мастерская); Современные проблемы менеджмента; Теория формальных языков и компиляции; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Мастерская инноваций (проектная мастерская); Математические методы прогнозирования; Модели и методы финансовой математики; Нелинейное моделирование деформируемых материалов и механических систем; Современные методы параметрической идентификации на основе разностных уравнений	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика
ПК-4	Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Математические методы прогнозирования; Модели и методы финансовой математики; Нелинейное моделирование деформируемых материалов и механических систем; Современные методы параметрической идентификации на основе разностных уравнений	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика
ПК-5	Дробное исчисление в задачах математического моделирования динамических процессов; Краевые задачи для уравнений в частных производных с разрывными коэффициентами; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Модели и методы финансовой математики; Нелинейное моделирование деформируемых материалов и механических систем	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика
ПК-6	Дробное исчисление в задачах математического моделирования динамических процессов; Краевые задачи для уравнений в частных производных с разрывными коэффициентами; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Математические методы прогнозирования; Модели и методы финансовой математики; Нелинейное моделирование деформируемых материалов и механических систем; Современные методы параметрической идентификации на основе разностных уравнений	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	3 семестр часов / часов в электронной форме
--------------------	---	---

<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b> в том числе:	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
<b>Внеаудиторная контактная работа, КСР</b>	4	4
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	81	81
выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых)	57	57
подготовка к практическим занятиям	16	16
подготовка к экзамену	8	8
<b>Контроль</b>	27	27
<b>Итого: час</b>	144	144
<b>Итого: з.е.</b>	4	4

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Дополнительные сведения по теории вероятностей	4	0	4	19	27
2	Стохастические уравнения ползучести	2	0	2	19	23
3	Методы решения стохастических краевых задач ползучести	6	0	6	22	34
4	Основы расчетов на надежность в условиях ползучести	4	0	4	21	29
	<b>КСР</b>	0	0	0	0	4
	<b>Контроль</b>	0	0	0	0	27
	<b>Итого</b>	16	0	16	81	144

**4.1 Содержание лекционных занятий**

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>3 семестр</b>				

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 спектральное разложение. Изотропные случайные поля. Представление многомерной корреляционной функции через функцию одной переменной	2
2	Дополнительные сведения по теории вероятностей	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.	2
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 сложно-го 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 стохастические краевые задачи ползучести	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	2
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 ката-строфические 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
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>16</b>

## 4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

## 4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>3 семестр</b>				
1	Дополнительные сведения по теории вероятностей	Случайные поля	Понятие о случайном поле. Законы распределения и основные характеристики случайных полей.. Вычисление математического ожидания, дисперсии и корреляционной функции случайных полей. 2	2

2	Дополнительные сведения по теории вероятностей	Однородные случайные поля.	Однородные случайные поля. Вычисление спектральной плотности и корреляционной функции. Выражение многомерной корреляционной функции изотропного случайного поля через функцию одной переменной.	2
3	Стохастические уравнения ползучести	Построение стохастических уравнений ползучести	Стохастические уравнения ползучести. Корреляционный анализ одномерных полей деформаций ползучести. Построение стохастических уравнений ползучести по опытным данным.	2
4	Методы решения стохастических краевых задач ползучести	Одномерные стохастические краевые задачи ползучести	Решение одномерных стохастических задач ползучести. Решение стохастической краевой задачи для толстостенной трубы. Решение стохастической краевой задачи для пластины с круговым отверстием. Статистический анализ случайных полей напряжений и деформаций.	2
5	Методы решения стохастических краевых задач ползучести	Плоские и пространственные стохастические краевые задачи ползучести	Решение двумерных и пространственных стохастических задач ползучести. Вычисление основных статистических характеристик случайных полей напряжений и деформаций.	2
6	Методы решения стохастических краевых задач ползучести	Решение стохастических задач ползучести с учетом третьей стадии	Методы решения стохастических краевых задач с учётом факторов повреждённости и стадии разупрочнения материала. Решение при одноосном и равномерном растяжении.	2
7	Основы расчетов на надежность в условиях ползучести	Методы оценки надежности	Методы оценки надёжности элементов конструкций на основе решений стохастических краевых задач. Оценки надежности по теории выбросов на основе куммулятивной модели и модели пуассоновского типа	2
8	Основы расчетов на надежность в условиях ползучести	Оценка ресурса элемента конструкции	Оценка надежности элементов конструкций. Аналитические методы оценки надежности стержневых элементов конструкций по деформационному критерию и длительной прочности. Прогнозирование остаточного ресурса стержневых элементов	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>16</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>3 семестр</b>			

Дополнительные сведения по теории вероятностей	Подготовка к практическим занятиям, выполнение домашних заданий (решение задач и упражнений), подготовка к экзамену	Случайные поля. 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. Проработка нового материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе.	19
Стохастические уравнения ползучести	Подготовка к практическим занятиям, выполнение домашних заданий (решение задач и упражнений), подготовка к экзамену	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. 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. Прогнозирование полосы разброса опытных данных по ползучести. Проработка нового материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе.	19

Методы решения стохастических краевых задач ползучести	Подготовка к практическим занятиям, выполнение домашних заданий (решение задач и упражнений), подготовка к экзамену	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. 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. Решение двумерных стохастических краевых задач ползучести: растягиваемая пластина, полоса с концентратором. Статистический анализ случайных полей напряжений и скоростей деформаций. Исследование краевых эффектов. Решение пространственных стохастических задач ползучести. Решение стохастической задачи ползучести с учетом и без учета упругой деформации. Исследование полей напряжений и скоростей деформаций вблизи границы стохастически неоднородного полупространства. Проработка нового материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе.	22
Основы расчетов на надежность в условиях ползучести	Подготовка к практическим занятиям, выполнение домашних заданий (решение задач и упражнений), подготовка к экзамену	Методы оценки надёжности элементов конструкций на основе решений стохастических краевых задач. Оценки надёжности по теории выбросов на основе куммулятивной модели и модели пуассоновского типа. Оценка надёжности элементов конструкций. Аналитические методы оценки надёжности стержневых элементов конструкций по деформационному критерию и длительной прочности. Прогнозирование остаточного ресурса стержневых элементов	21
<b>Итого за семестр:</b>			<b>81</b>
<b>Итого:</b>			<b>81</b>

### 5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
-------	----------------------------	--

Основная литература		
1	Введение в математическое моделирование : учеб. пособие / под ред. П. В. Трусова.- М., Логос, 2014.- 439 с.	Электронный ресурс
2	Надежность технических систем и техногенный риск; Новосибирский государственный технический университет, 2016.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  91726">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  91726</a>	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	Васильев, В.З. Пространственные задачи прикладной теории упругости / В. З. Васильев ; ред. А. С. Яновский.- М., Транспорт, 1993.- 366 с.	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ ([elib.samgtu.ru](http://elib.samgtu.ru)) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Яндекс Браузер (для чтения pdf-файлов)	Яндекс (Отечественный)	Свободно распространяемое

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	<a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
2	Scopus - база данных рефератов и цитирования	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
3	SpringerLink - химия и материаловедение, компьютерные науки, биологические науки, бизнес и экономика, экология, инженерия, гуманитарные и социологические науки, математика и статистика, медицина, физика и астрономия, архитектура и дизайн.	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
4	Журналы издательства Taylor and Francis	<a href="http://taylorandfrancisgroup.com/">http://taylorandfrancisgroup.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа

5	Журналы издательства Cambridge University Press (CUP)	<a href="http://www.cambridge.org/">http://www.cambridge.org/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
6	eLIBRARY.ru	<a href="http://www.eLIBRARY.ru/">http://www.eLIBRARY.ru/</a>	Российские базы данных ограниченного доступа
7	ВИНИТИ – Всероссийский Институт научной и технической информации		Российские базы данных ограниченного доступа
8	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru.	<a href="http://www.mathnet.ru">http://www.mathnet.ru</a>	Ресурсы открытого доступа
9	Электронная библиотека трудов сотрудников СамГТУ	<a href="http://lib.samgtu.ru">http://lib.samgtu.ru</a>	Ресурсы открытого доступа

## **8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **Лекционные занятия**

аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер) доской, рабочими местами для магистров и преподавателя

### **Практические занятия**

аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер), доской, рабочими местами для магистров и преподавателя

### **Самостоятельная работа**

рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде (компьютерные аудитории выпускающей кафедры «Прикладная математика и информатика» 510, 512, 317 (8 корпус) с установленным лицензионным программным и антивирусом лаборатории Касперского; ресурсы информационно-вычислительных центров университета; ресурсы научно-технической библиотеки СамГТУ.

## 9. Методические материалы

### Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

### Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и

индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

## Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

## **10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины  
Б1.В.01.05 «Стохастические краевые задачи  
реологии и надежность элементов конструкций»

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине**

**Б1.В.01.05 «Стохастические краевые задачи реологии и надежность элементов конструкций»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	01.04.02 Прикладная математика и информатика
<b>Направленность (профиль)</b>	Прикладная математика и информатика
<b>Квалификация</b>	Магистр
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2022
<b>Институт / факультет</b>	Институт автоматизации и информационных технологий
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Прикладная математика и информатика"
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Прикладная математика и информатика"
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	144 / 4
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Экзамен

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной  
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	ПК-1.2 Знает современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	Знать современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики
		ПК-1.3 Умеет применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Уметь применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
	ПК-4 Способен использовать современные стохастические методы вычислений, строить статические модели и анализировать данные	ПК-4.1 Знает актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	Знать актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций
		ПК-4.2 Умеет подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	Уметь подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты
		ПК-4.3 Умеет подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	Уметь подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией

	ПК-5 Способен осуществлять проверку адекватности математических моделей, анализировать результаты математического моделирования профессиональных задач	ПК-5.1 Знает базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	Знать базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования
		ПК-5.2 Умеет организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Уметь организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений
	ПК-6 Способен использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	ПК-6.2 Знает методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	Знать методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок
		ПК-6.4 Владеет методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	Владеть методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики

### Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
<b>Дополнительные сведения по теории вероятностей</b>				
ПК-1.2 Знает современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	<b>Знать</b> современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

ПК-1.3 Умеет применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<b>Уметь</b> применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-4.1 Знает актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	<b>Знать</b> актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-4.2 Умеет подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	<b>Уметь</b> подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-4.3 Умеет подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	<b>Уметь</b> подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-5.1 Знает базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	<b>Знать</b> базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

ПК-5.2 Умеет организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	<b>Уметь</b> организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-6.2 Знает методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	<b>Знать</b> методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-6.4 Владеет методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	<b>Владеть</b> методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	домашние задания устный опрос	Да	Нет
<b>Стохастические уравнения ползучести</b>				
ПК-1.2 Знает современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	<b>Знать</b> современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.3 Умеет применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<b>Уметь</b> применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-4.1 Знает актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	<b>Знать</b> актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

ПК-4.2 Умеет подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	<b>Уметь</b> подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-4.3 Умеет подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	<b>Уметь</b> подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-5.1 Знает базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	<b>Знать</b> базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-5.2 Умеет организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	<b>Уметь</b> организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-6.2 Знает методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	<b>Знать</b> методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-6.4 Владеет методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	<b>Владеть</b> методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	домашние задания устный опрос	Да	Нет
<b>Методы решения стохастических краевых задач ползучести</b>				

ПК-1.2 Знает современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	<b>Знать</b> современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.3 Умеет применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<b>Уметь</b> применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-4.1 Знает актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	<b>Знать</b> актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-4.2 Умеет подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	<b>Уметь</b> подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-4.3 Умеет подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	<b>Уметь</b> подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	домашние задания устный опрос	Да	Нет

ПК-5.1 Знает базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	<b>Знать</b> базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-5.2 Умеет организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	<b>Уметь</b> организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	домашние задания устный опрос	Да	Нет
ПК-6.2 Знает методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	<b>Знать</b> методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	домашние задания устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-6.4 Владеет методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	<b>Владеть</b> методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	домашние задания устный опрос	Да	Нет
<b>Основы расчетов на надежность в условиях ползучести</b>				
ПК-1.2 Знает современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	<b>Знать</b> современный математический аппарат, применяемый в исследовательской и прикладной деятельности при решении задач прикладной математики и информатики	Домашние задания	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.3 Умеет применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<b>Уметь</b> применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок, методы анализа результатов исследований и разработок, а также оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Домашние задания	Да	Нет

ПК-4.1 Знает актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	<b>Знать</b> актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные, правила получения доступа к различным источникам статистической информации, правила подготовки докладов и проведения презентаций	Домашние задания	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-4.2 Умеет подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	<b>Уметь</b> подготавливать элементы статистической методологии, производить экспериментальные статистические расчеты	Домашние задания	Да	Нет
ПК-4.3 Умеет подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	<b>Уметь</b> подбирать, анализировать и обобщать информацию, содержащуюся в научно-технической литературе, в том числе на английском языке, работать с различными источниками статистической информации, готовить доклады и презентации, связанные со статистической методологией	Домашние задания	Да	Нет
ПК-5.1 Знает базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	<b>Знать</b> базовые и методологические основы для проверки адекватности математических моделей, методы качественного и количественного анализа результатов математического моделирования	Домашние задания	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-5.2 Умеет организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	<b>Уметь</b> организовать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Домашние задания	Да	Нет

ПК-6.2 Знает методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	<b>Знать</b> методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	Домашние задания	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-6.4 Владеет методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	<b>Владеть</b> методикой получения аналитических решений в области прикладной математики и информатики	Домашние задания	Да	Нет

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для  
оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения  
образовательной программы.**

**Формы текущего контроля успеваемости**

**УСТНЫЙ ОПРОС**

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 неоднородной 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 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

### Задачи для самостоятельного решения, для зачета

1. Рассматривая неслучайную функцию времени  $\varphi(t)$  как частный вид случайной функции  $X(t) = \varphi(t)$ , найти ее характеристики: математическое ожидание  $m_x(t)$ , дисперсию  $D_x(t)$  и корреляционную функцию  $K_x(t, t')$ . Является ли случайная функция  $X(t)$  стационарной?

О т в е т.  $m_x(t) = \varphi(t)$ ;  $D_x(t) = 0$ ;  $K_x(t, t') = 0$ .

В общем случае случайная функция  $X(t)$  нестационарна, так как при  $\varphi(t) \neq const$  имеем  $m_x(t) \neq const$ .

2. Случайная функция  $X(t)$  в каждом сечении представляет собой непрерывную случайную величину с одномерной плотностью распределения  $f(x, t)$ . Написать выражения для математического ожидания  $m_x(t)$  и дисперсии  $D_x(t)$  случайной функции  $X(t)$ .

О т в е т.  $m_x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x, t) dx$ ;  $D_x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} [x - m_x(t)]^2 f(x, t) dx$ .

3. Случайная функция  $X(t)$  задана в виде  $X(t) = Vt + b$ , где  $V$  – случайная величина, распределенная по нормальному закону с параметрами  $m_v, \sigma_v$ ;  $b$  – неслучайная величина. Найти одномерную плотность распределения  $f(x, t)$  сечения случайной функции  $X(t)$  и ее характеристики:  $m_x(t), D_x(t), K_x(t, t')$ .

О т в е т.  $f(x, t)$  - нормальный закон с параметрами  $m_v t + b$ ;  $|t| \sigma_v$ .

$$f(x, t) = \frac{1}{|t| \sigma_v \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{[x - (m_v t + b)]^2}{2t^2 \sigma_v^2}\right);$$

$$m_x(t) = m_v t + b; \quad D_x(t) = t^2 \sigma_v^2; \quad K_x(t, t') = \sigma_v^2 t t'.$$

4. Задана случайная функция

$$X(t) = V_1 e^{-\alpha_1 t} + V_2 e^{-\alpha_2 t}$$

где  $V_1$  и  $V_2$  - некоррелированные случайные величины с характеристиками :  
 $m_{V_1} = m_{V_2} = 0$ ,  $D_{V_1}, D_{V_2}$ . Найти характеристики случайной функции  $X(t)$ .

Ответ.

$$m_x(t) = 0; \quad K_x(t, t') = D_{V_1} e^{-\alpha_1(t+t')} + D_{V_2} e^{-\alpha_2(t+t')}$$

$$D_x(t) = D_{V_1} e^{-2\alpha_1 t} + D_{V_2} e^{-2\alpha_2 t}$$

5. Случайная функция  $X(t)$  задана своим каноническим разложением

$$X(t) = \sum_{i=1}^n V_i e^{-\alpha_i t} + a$$

где  $V_i$  - центрированные случайные величины с дисперсиями  $D_{V_i}$  ( $i=1, 2, \dots, n$ );  
 $M[V_i, V_j] = 0$  при  $i \neq j$ ;  $a$  - не случайная величина. Найти характеристики случайной функции  $X(t)$ .

О т в е т.

$$m_x(t) = a; \quad K_x(t, t') = \sum_{i=1}^n D_{V_i} e^{-\alpha_i(t+t')}$$

$$D_x(t) = \sum_{i=1}^n D_{V_i} e^{-2\alpha_i t}$$

6. Случайная функция  $X(t)$  задана каноническим разложением

$$X(t) = t + V_1 \cos \omega t + V_2 \sin \omega t,$$

где  $V_1$  и  $V_2$  - некоррелированные случайные величины с математическими ожиданиями, равными нулю, и с дисперсиями  $D_1 = D_2 = 2$ . Определить, является ли стационарной случайная функция  $X(t)$ .

О т в е т.

$$m_x(t) = t; \quad K_x(t, t') = 2(\cos \omega t \cos \omega t' + \sin \omega t \sin \omega t') = 2 \cos \omega(t - t')$$

Случайная функция  $X(t)$  нестационарна, но центрированная случайная функция  $\overset{\circ}{X}(t)$  стационарна.

7. Имеются две некоррелированные случайные функции  $X(t), Y(t)$  с характеристиками

$$m_x(t) = t^2; \quad K_x(t, t') = e^{\alpha_1(t+t')}$$

$$m_y(t) = 1; \quad K_y(t, t') = e^{\alpha_2(t-t')}$$

Найти характеристики случайной функции  $Z(t) = X(t) + tY(t) + t^2$ . Решить ту же задачу, если случайные функции  $X(t), Y(t)$  коррелированы и их взаимная корреляционная функция  $R_{xy}(t, t') = a e^{-\alpha|t-t'|}$

О т в е т. В случае, если  $R_{xy}(t, t') = 0$ ,

$$m_z = m_x(t) + tm_y(t) + t^2 = 2t^2 + t;$$

$$K_z(t, t') = K_x(t, t') + tt'K_y(t, t') = e^{\alpha_1(t+t')} + tt'e^{\alpha_2(t-t')^2}.$$

В случае, когда  $R_{xy}(t, t') = \alpha \exp(-\alpha|t-t'|)$ ,  $m_2(t)$  не меняется;

$$K_z(t, t') = K_x(t, t') + tt'K_y(t, t') + tR_{xy}(t, t') + tR_{xy}(t', t) = e^{\alpha_1(t+t')} + tt'e^{\alpha_1(t-t')} + a(t+t')e^{-\alpha|t-t'|}.$$

8. Найти математическое ожидание и корреляционную функцию суммы двух некоррелированных случайных функций  $X(t), Y(t)$  с характеристиками

$$m_x(t) = t; \quad K_x(t, t') = tt';$$

$$m_y(t) = -t; \quad K_y(t, t') = tt'e^{\alpha(t+t')}.$$

О т в е т.  $m_z(t) = m_x(t) + m_y(t) = 0$ ;  $K_z(t, t') = K_x(t, t') + K_y(t, t') = tt'[1 + e^{\alpha(t+t')}]$ .

9. Имеется комплексная случайная функция  $Z(t) = X(t) + iY(t)$ , где  $i$  - мнимая единица;  $X(t), Y(t)$  - некоррелированные случайные функции с характеристиками

$$m_x(t) = t^2; \quad K_x(t, t') = e^{-\alpha_1(t-t')^2};$$

$$m_y(t) = 1; \quad K_y(t, t') = e^{2\alpha_2(t+t')}.$$

Найти характеристики случайной функции  $Z(t)$ :  $m_z(t), K_z(t, t'), D_z(t)$ .

О т в е т.  $m_z(t) = t^2 + i$ ;  $K_z(t, t') = e^{-\alpha_1(t-t')^2} + e^{-2\alpha_2(t+t')}$ ;  $D_z(t) = K_z(t, t') = 1 + e^{4\alpha_2 t}$ .

10. Случайная функция  $X(t)$  имеет характеристики  $m_x(t) = 1, K_x(t, t') = e^{\alpha(t+t')}$ .

$$Y(t) = t \frac{d}{dt} X(t) + 1$$

Найти характеристики случайной функции  $Y(t)$ . Определить, являются ли стационарными случайные функции  $X(t)$  и  $Y(t)$ .

О т в е т..

$$m_y(t) = t \frac{d}{dt} m_x(t) + 1 = 1;$$

$$K_y(t, t') = tt' \frac{\partial^2}{\partial t \partial t'} K_x(t, t') = tt' \alpha^2 e^{\alpha(t+t')}.$$

Ни одна из случайных функций  $X(t), Y(t)$  не является стационарной.

### Формы промежуточной аттестации

#### Примерный перечень вопросов к экзамену

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 неоднородной 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 надёжности 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 конструкций, работающих с ограничением по деформации (напряжению).
33. Вычисление вероятности безотказной работы стержневых элемента конструкции по критерию длительной прочности
34. Оценки надёжности распределенных элементов конструкций по теории выбросов на основе куммулятивной модели и модели пуассоновского типа

35. Прогнозирование остаточного ресурса стержневых элементов

Примерная структура билета



САМАРСКИЙ  
ПОЛИТЕХ  
Опорный университет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Стохастические краевые задачи реологии и надежность элементов конструкций».

1. Случайные поля. Способы задания случайных полей. Основные характеристики.
2. . Решение плоской стохастической краевой задачи ползучести для пластины
3. Имеется стационарная случайная функция  $X(t)$  с корреляционной функцией

$$k_x(\tau) = \frac{\sin \tau}{\tau}. \text{ Найти корреляционную функцию, дисперсию и спектральную плотность ее}$$

$$\text{производной : } Y(t) = \frac{dX(t)}{dt}.$$

4. Вычислить дисперсий случайного поля напряжений в условиях ползучести:  
при одноосном растяжении ( $\sigma_{11}^0 = \sigma^0$ ,  $\sigma_{12} = \sigma_{22}^0 = 0$ );

Для направления (010402 Прикладная математика и информатика).

Семестр 3

Составитель:

Попов Н.Н.

Заведующий кафедрой

Радченко В.П.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

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

При проведении экзамена могут быть учтены результаты освоения дисциплины за семестр.

### Минимальное и максимальное (общее) количество баллов за 3 семестр

Вид работы (контрольные точки)		Минимальное количество баллов, необходимое для выставления оценки "Удовлетворительно"	Максимальное количество баллов	Вес, %
1.	Опрос, выполненное домашнее задание	6 баллов	10 баллов	25
2.	Опрос, выполненное домашнее задание	6 баллов	10 баллов	25
3.	Опрос, выполненное домашнее задание	6 баллов	10 баллов	25
4.	Опрос	3 баллов	5 баллов	25
<b>ИТОГО</b>		<b>12</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

### Домашняя работа работа

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом. Максимальное количество баллов за одну КТ по домашним работам - 5 баллов.

### Опрос

Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное в виде опроса обучающихся. Максимальное количество баллов за одну КТ по опросам - 5 баллов.

### Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины на промежуточной аттестации

Шкала оценивания

**«Отлично»** – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 95% более (в соответствии с картами компетенций ОП): студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

**«Хорошо»** – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций на 75% и более (в соответствии с картами компетенций ОП): обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

**«Удовлетворительно»** – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОП): обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

**«Неудовлетворительно»** – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций менее чем 59% (в соответствии с картами компетенций ОП): при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.