

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович  
Должность: Директор  
Дата подписания: 04.06.2024 09:34:00  
Уникальный программный ключ:  
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ  
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Утверждено:

на заседании кафедры высшей математики и  
физики  
протокол № 4 от 23.11.2023 г.  
Зав. кафедрой подписано ЭЦП / Чудинов В.В.

Согласовано:

Председатель УМК  
факультета физики и математики  
подписано ЭЦП / Бигаева Л.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
для очной формы обучения**

Прикладные задачи теории случайных процессов

*Обязательная часть*

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)  
09.04.03 *Прикладная информатика*

Направленность (профиль) подготовки  
Информационные системы

Квалификация  
Магистр

Разработчик (составитель) <u>Доцент, к. ф.-м.н., доцент</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	<u>подписано ЭЦП / Латыпов И.И.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	--

Для приема: 2024-2025 г.

Бирск 2023 г.

Составитель / составители: Латыпов И.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине .....	11
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине .....	11
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине .....	14
4.3. Рейтинг-план дисциплины .....	22
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	22
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	22
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины .....	23
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	23

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте (ОПК-1);	ОПК-1.1. Анализирует проблемы нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Знать математические модели теории случайных процессов, соответствующие реальным процессам; методы проведения численного имитационного эксперимента
		ОПК-1.2. Формулирует задачи исследования.	Умеет применять основы теории случайных процессов для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
		ОПК-1.3. Самостоятельно приобретает, развивает и применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Владеть навыками и опытом применения методов теории случайных процессов для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
	Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований (ОПК-4);	ОПК-4.1. Анализирует существующие научные принципы и методы исследований для решения задач в профессиональной деятельности	Знает принципы и методы теории случайных процессов
		ОПК-4.2. Оценивает новые научные принципы и методы исследований для решения задач в профессио-	Умеет применять научные принципы и методы теории случайных процессов для решения задач в профессио-

	нальной деятельности	нальной деятельности-- -
	ОПК-4.3. Применяет на практике новые научные принципы и методы исследования в профессиональной сфере	Владеет навыками применения научных принципов и методов теории случайных процессов для решения задач в профессиональной деятельности
Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами (ОПК-7);	ОПК-7.1. Обосновывает выбор методов научного исследования и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	Знать методы моделирования на основе теории случайных процессов
	ОПК-7.2. Использует математические модели и методы принятий решений в области проектирования и управления информационными системами	Умеет применять математические модели на основе теории случайных процессов для принятий решений в области проектирования и управления информационными
	ОПК-7.3. Использует методы научных исследований в области проектирования и управления информационными системами	Владеет навыками применения математических моделей на основе теории случайных процессов для принятий решений в области проектирования и управления информационными

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Прикладные задачи теории случайных процессов» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на   2   курсе в   3   семестре.

Цель изучения дисциплины: освоение понятийно-терминологического аппарата и методов, применяемых для описания реальных процессов и явлений на основе принципов и законов теории случайных процессов, формирование систематизированных знаний в этой области; формирование умений и навыков применения соответствующему случайному процессу математическую модель, проверки ее адекватности, проведения численного эксперимента, анализа результатов моделирования и принятия решения на основе полученных результатов.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ  
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Прикладные задачи теории случайных процессов» на 3 семестр  
очная  
форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	24.2
лекций	12
практических/ семинарских	0
лабораторных	12
контроль самостоятельной работы (КСР)	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	83.8
Учебных часов на подготовку к дифзачету (Контроль)	0

Форма контроля:

Дифзачет 3 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Лек	Лаб	ДЗ	СРС			
2 курс / 3 семестр								
1	Основы теории случайных процессов							
2	<p>Основные понятия теории случайных процессов</p> <p>Определение случайного процесса. Классификация случайных процессов. Законы распределения и основные характеристики случайных процессов. Математическое ожидание и дисперсия случайного процесса. Корреляционные функции случайного процесса. Характеристики производной случайного процесса. Характеристики интеграла случайного процесса.</p>	2			14	<p>Осн. лит-ра №№ 1,2,3</p> <p>Доп. лит-ра №№ 1,2</p>	Тестирование	Тестирование
3	<p>Потоки событий</p> <p>Потоки событий, их свойства и классификация. Поток Пальма. Свойства. Потоки Эрланга. Свойства. Предельная теорема</p>	2			14	<p>Осн. лит-ра №№ 1,2,3</p> <p>Доп. лит-ра №№ 1,2</p>	Лабораторная работа, Тестирование	Кейс-задания, Лабораторная работа



	для суммарного потока. Предельная теорема для редющего потока.							
4	Марковские процессы							
5	Марковские процессы  Марковские процессы. Граф состояний. Классификация состояний. Вероятности состояний. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и дискретным временем. Стационарное состояние для цепи Маркова. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Уравнения Колмогорова. Стационарный режим. Закон распределения.	2	2		15.8	Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра №№ 1,2	Тестирование, Лабораторная работа	Тестирование, Лабораторная работа
6	Дифференциальные уравнения для характеристик марковского процесса гибели и размножения  Дифференциальные уравнения для характеристик марковского процесса гибели и размножения без ограничения на число состояний и при ограниченном числе состояний. Стохастически зависимые случайные процессы гибели и размножения. Основные понятия и определения. Взаимное влияние характеристик двух случайных процессов гибели и размножения. Разложения случайных процессов гибели и размножения. Разложения целочисленных случайных процессов.	2	4		10	Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра №№ 1,2	Тестирование	Лабораторная работа

7	Стационарные случайные процессы  Стационарные случайные процессы. Эргодическое свойство стационарного случайного процесса. Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Преобразование стационарного с.п. стационарной линейной динамической системой.	2	2		14	Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра №№ 1,2	Лабораторная работа, Тестирование	Лабораторная работа
8	Системы массового обслуживания							
9	Сетевые системы массового обслуживания.  Сетевые системы массового обслуживания (СМО). Параметры и режимы функционирования. Характеристики сетевых СМО.	2	4		16	Осн. лит-ра №№ 1,2,3 Доп. лит-ра №№ 1,2	Тестирование	Лабораторная работа, Тестирование
10	Дифференцированный зачет			1	0.2			
Итого по 2 курсу 3 семестру		12	12	1	84			
Итого по дисциплине		12	12	1	84			

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте (ОПК-1);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Дифзачет)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-1.1. Анализирует проблемы нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Знать математические модели теории случайных процессов, соответствующие реальным процессам; методы проведения численного имитационного эксперимента	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
ОПК-1.2. Формулирует задачи исследования.	Умеет применять основы теории случайных процессов для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
ОПК-1.3. Самостоятельно приобретает, развивает и применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические	Владеть навыками и опытом применения методов теории случайных процессов для решения нестандартных задач, в том числе в новой	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте				
--	--	--	--	--	--

Код и формулировка компетенции: Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований (ОПК-4);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Дифзачет)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-4.1. Анализирует существующие научные принципы и методы исследований для решения задач в профессиональной деятельности	Знает принципы и методы теории случайных процессов	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
ОПК-4.2. Оценивает новые научные принципы и методы исследований для решения задач в профессиональной деятельности	Умеет применять научные принципы и методы теории случайных процессов для решения задач в профессиональной деятельности---	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
ОПК-4.3. Применяет на практике новые научные принципы и методы исследования в профессиональной сфере	Владет навыками применения научных принципов и методов теории случайных процессов для решения задач в профессиональной дея-	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

	тельности				
--	-----------	--	--	--	--

Код и формулировка компетенции: Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами (ОПК-7);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Дифзачет)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-7.1. Обосновывает выбор методов научного исследования и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	Знать методы моделирования на основе теории случайных процессов	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
ОПК-7.2. Использует математические модели и методы принятий решений в области проектирования и управления информационными системами	Умеет применять математические модели на основе теории случайных процессов для принятий решений в области проектирования и управления информационными системами	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
ОПК-7.3. Использует методы научных исследований в области проектирования и управления информационными системами	Владеет навыками применения математических моделей на основе теории случайных процессов для принятий решений в области проектирования и управления инфор-	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

мационными				
------------	--	--	--	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-1.1. Анализирует проблемы нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Знать математические модели теории случайных процессов, соответствующие реальным процессам; методы проведения численного имитационного эксперимента	Тестирование
ОПК-1.2. Формулирует задачи исследования.	Умеет применять основы теории случайных процессов для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Кейс-задания, Лабораторная работа
ОПК-1.3. Самостоятельно приобретает, развивает и применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Владеть навыками и опытом применения методов теории случайных процессов для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Кейс-задания, Лабораторная работа
ОПК-4.1. Анализирует существующие научные принципы и методы исследований для решения задач в профессиональной деятельности	Знает принципы и методы теории случайных процессов	Тестирование
ОПК-4.2. Оценивает новые научные принципы и методы исследований для решения задач в профессиональной деятельности	Умеет применять научные принципы и методы теории случайных процессов для решения задач в профессиональной деятельности---	Кейс-задания, Лабораторная работа
ОПК-4.3. Применяет на практике новые научные принципы и методы исследования в про-	Владеет навыками применения научных принципов и методов теории случайных процессов	Кейс-задания, Лабораторная работа

фессииональной сфере	для решения задач в профессиональной деятельности	
ОПК-7.1. Обосновывает выбор методов научного исследования и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	Знать методы моделирования на основе теории случайных процессов	Тестирование
ОПК-7.2. Использует математические модели и методы принятий решений в области проектирования и управления информационными системами	Умеет применять математические модели на основе теории случайных процессов для принятий решений в области проектирования и управления информационными	Кейс-задания, Лабораторная работа
ОПК-7.3. Использует методы научных исследований в области проектирования и управления информационными системами	Владеет навыками применения математических моделей на основе теории случайных процессов для принятий решений в области проектирования и управления информационными	Кейс-задания, Лабораторная работа

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

Шкалы оценивания:

### Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Тест

Вопрос 1

Случайный процесс по сути можно рассматривать как

- : случайную функцию
- : дискретный или непрерывный
- : пространство состояний
- : функцию случая

Вопрос 2

Пространством состояний называется

- : процесс, имеющий последовательность моментов, состояний
- : случайный процесс с дискретным временем
- : моделирование процессов, происходящих в природе
- : множество всех возможных состояний, которые может принимать процесс

Вопрос 3

Каким может быть множество всех возможных состояний, которые принимает процесс?

- : Прерывным

- : Прерывным и конечным
- : Конечным или счетным
- : Случайным

#### Вопрос 4

Пространством состояний называется множество всех возможных состояний, которые может принимать процесс. Это множество может быть конечным или счетным, тогда говорят о

- : случайной функции
- : случайном процессе
- : непрерывном случайном процессе
- : дискретном случайном процессе

#### Вопрос 5

Если множество всех возможных состояний, которые может принимать процесс, является непрерывным, то говорят о

- : дискретном случайном процессе
- : непрерывном случайном процессе
- : случайном процессе
- : случайной функции

#### Вопрос 6

Если вероятность попадания процесса в какое-либо состояние на следующем шаге зависит только от текущего состояния процесса и не зависит ни от одного из состояний, достигнутых ранее, то случайный процесс называется

- : цепью Маркова
- : процессом с конечным пространством
- : дискретным
- : стационарным

#### Вопрос 7

Стационарная конечная цепь Маркова полностью определена, если

- : задана матрица переходных вероятностей, начальное состояние процесса и вероятность перехода состояния
- : задано конечное пространство состояний, начальный вектор вероятностей и матрица переходных вероятностей
- : задано начальное состояние процесса, матрица переходных вероятностей и конечное пространство состояний
- : задан начальный вектор вероятностей, матрица переходных вероятностей и начальное состояние процесса

#### Вопрос 8

Цепь Маркова называется эргодической, если

- : цепь не является циклической
- : задан начальный вектор вероятностей и матрица переходных вероятностей
- : это цепь, в которой каждое состояние может приниматься через определенные периодические интервалы
- : каждое состояние из пространства состояний  $N$  может быть достигнуто из любого другого состояния  $N$

#### Вопрос 9

Эргодические цепи бывают двух видов:

- : начальной и переходной



- : переходной и циклической
- : регулярной и начальной
- : циклической и регулярной

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

### Кейс-задания

Описание кейс-заданий: кейс-задание представляет собой ситуационную задачу, требующую осмысления, анализа, а затем решения. Решение кейс-задания должно быть аргументированным, содержать пояснения.

**ЗАДАНИЕ 1.** Найти математическое ожидание  $mX(t)$ , корреляционную функцию  $KX(t_1, t_2)$ , дисперсию  $DX(t)$  случайного процесса  $X(t)$ .  $U, V$  – некоррелированные случайные величины.

- 1.1.  $X(t) = t^2 U + V \cos t - \sin t$ .  $U N(3; 2)$ ,  $V E(0.5)$ .
- 1.2.  $X(t) = t U - 3e^{-3t} V + \cos t$ .  $U R(0; 6)$ ,  $V B(10; 0.5)$ .
- 1.3.  $X(t) = e^t U - V \cos t + 3$ .  $U P(0.2)$ ,  $V R(-2; 2)$ .
- 1.4.  $X(t) = U \sin t - V t + t^5$ .  $U N(1; 2)$ ,  $V P(2)$ .
- 1.5.  $X(t) = t^3 U - V \cos t - 2$ .  $U R(-1; 3)$ ,  $V E(0.4)$ .
- 1.6.  $X(t) = 3 U \sin t - e^{3t} V + \cos t$ .  $U E(0.25)$ ,  $V R(2; 4)$ .
- 1.7.  $X(t) = 3 + U \sin 2t - 4t V$ .  $U B(10; 0.3)$ ,  $V P(3)$ .
- 1.8.  $X(t) = U \cos 3t - V \sin t - t$ .  $U R(-3; 1)$ ,  $V N(-1; 0.5)$ .
- 1.9.  $X(t) = t^2 U - V \cos t + t^2$ .  $U E(0.1)$ ,  $V B(20; 0.2)$ .

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения кейс-заданий

Описание методики оценивания: при оценке решения кейс-задания наибольшее внимание должно быть уделено тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны ли определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, использованы ли аргументированные доказательства, опыт деятельности, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высок уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

**Критерии оценки (в баллах)** (должны строго соответствовать рейтинг плану по макс. и мин. колич. баллов и только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):

- **2** балла выставляется студенту, если задание грамотно проанализировано, установлены причинно-следственные связи, демонстрируются умения работать с источниками информации, владение навыками практической деятельности, найдено оптимальное решение кейс-задание;
- **1** балл выставляется студенту, если задание проанализировано поверхностно, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируются слабые умения работать с источниками инфор-

мации, неуверенное владение навыками практической деятельности, найдено решение кейс-задания, но имеет значительные недочеты;

- 0 баллов выставляется студенту, если задание не проанализировано, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируется отсутствие умения работать с источниками информации, не сформированы навыки практической деятельности, решение кейс-задания не найдено.

## Лабораторная работа

### Лабораторная работа № 1

*Тема:* Моделирование систем с одним прибором и очередью

*Цель работы:* освоение принципов моделирования процессов функционирования систем, получение и закрепление навыков построения имитационных моделей.

Методические рекомендации к лабораторной работе

Ознакомьтесь с системами массового обслуживания и их характеристиками. Изучите основы дискретно-событийного моделирования СМО. Проверьте моделирование одноканальных СМО, ознакомьтесь с основными характеристиками работы одноканальной СМО. Освойте среду моделирования GPSS/W. Изучите принципы построения имитационных программ. Ознакомьтесь с правилами записи программы. Ознакомьтесь с объектами и типами операторов GPSS/W. Изучите операторы GPSS/W (прил. 6): GENERATE – внесение транзактов в модель; TERMINATE – удаление транзактов из модели; SEIZE и RELEASE – элементы, отображающие одноканальные устройства; ADVANCE – реализация задержки во времени; QUEUE и DEPART – сбор статистики при ожидании. Ознакомьтесь со стандартной статистикой по очередям.

Лабораторная работа 1. Для каждого варианта: Найти математическое ожидание  $m_Y(t)$ , корреляционную функцию  $K_Y(t_1, t_2)$ , дисперсию  $D_Y(t)$ , нормированную корреляционную функцию  $\rho_Y(t_1, t_2)$  случайного процесса  $Y(t) = X'(t)$ , не дифференцируя  $X(t)$ . Найти взаимную корреляционную функцию  $K_{XY}(t_1, t_2)$  и нормированную взаимную корреляционную функцию  $\rho_{XY}(t_1, t_2)$ .  $U$  – случайная величина.

1.  $X(t) = t^2 - U e^{-3t}$ ,  $U \in N(2; 0.7)$ .
2.  $X(t) = -Ut^2 - \sin t$ ,  $U \in \square(10; 0.5)$ .
3.  $X(t) = U t - 4t^2$ ,  $U \in R(3; 6)$ .
4.  $X(t) = U t^3 - \sin t$ ,  $U \in P(4)$ .
5.  $X(t) = U \cos 3t - 3$ ,  $U \in P(5)$ .
6.  $X(t) = -U e^{-2t} - t$ ,  $U \in P(2)$ .
7.  $X(t) = 3t^2 + U e^{-2t}$ ,  $U \in E(0.2)$ .
8.  $X(t) = U \sin t + t$ ,  $U \in N(1; 2)$ .
9.  $X(t) = 5t^2 - U \sin t$ .  $U \in \square(10; 0.1)$ .
10.  $X(t) = -U t^3 - \cos t$ ,  $U \in R(-1; 3)$ .
11.  $X(t) = U t^2 + \cos t$ .  $U \in R(-2; 2)$ .
12.  $X(t) = U e^{-3t} + \cos t$ ,  $U \in E(0.25)$ .

Лабораторная работа 2. В одноканальную СМО типа М/М/1 с интенсивностью поступают заявки, интенсивность обслуживания которых равна . Рассчитать характеристики функционирования системы: а) нагрузку и загрузку; б) средние значения времен ожидания и пребывания заявок в системе; в) средние значения длины очереди и числа заявок в системе.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3,5	2,4	1,5	0,8	3	4,5	4	9	20	30
	7	4	2	1	2	5	3	10	15	40

## Методические материалы, определяющие процедуру оценивания лабораторных работ

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение ставится на основании знания теоретического материала по теме лабораторной работы, умений и навыков применения знаний на практике, , анализировать результаты лабораторной работы.

### Критерии оценки (в баллах):

- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы, применения знания на практике, анализа результатов лабораторной работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;

- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, имеются пробелы в знании применяемых методик исследования; демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки применения знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты лабораторной работы, формулировать выводы, проследивать причинно-следственные связи;

- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, проследивать причинно-следственные связи;

- **0-2** балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, проследивать причинно-следственные связи.

### Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 2 курс / 3 семестр

1. Определение случайного процесса. Классификация случайных процессов. Примеры.
2. Законы распределения и основные характеристики случайных процессов.
3. Математическое ожидание и дисперсия случайного процесса
4. Корреляционные функции случайного процесса
5. Характеристики производной случайного процесса
6. Характеристики интеграла случайного процесса
7. Потoki событий, их свойства и классификация.
8. Поток Пальма. Свойства.
9. Потoki Эрланга. Свойства.
10. Предельная теорема для суммарного потока.
11. Предельная теорема для редеющего потока.
12. Марковские процессы. Граф состояний. Классификация состояний. Вероятности состояний.
13. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и дискретным временем.
14. Стационарное состояние для цепи Маркова.

15. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.
16. Уравнения Колмогорова. Пример.
17. Однородные марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.
18. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Стационарный режим.
19. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Закон распределения.
20. Марковские случайные процессы гибели и размножения с непрерывным временем. Граф состояний. Вероятность состояний.
21. Закон распределения и числовые характеристики времени нахождения процесса гибели и размножения в произвольном подмножестве состояний.
22. Случайные процесс восстановления. Метод псевдосостояний.
23. Дифференциальные уравнения для характеристик марковского процесса гибели и размножения без ограничения на число состояний.
24. Дифференциальные уравнения для характеристик марковского процесса гибели и размножения при ограниченном числе состояний.
25. Стохастически зависимые случайные процессы гибели и размножения. Основные понятия и определения.
26. Взаимное влияние характеристик двух случайных процессов гибели и размножения.
27. Разложения случайных процессов гибели и размножения.
28. Разложения целочисленных случайных процессов
29. Динамика изменения математического ожидания, дисперсии и корреляционных функций отдельных составляющих (однородное разложение случайных процессов гибели и размножения). Метод динамики средних.
30. Динамика изменения математического ожидания, дисперсии и корреляционных функций отдельных составляющих (однородное разложение целочисленных случайных процессов гибели и размножения). Метод динамики моментов.
31. Стационарные случайные процессы.
32. Эргодическое свойство стационарного случайного процесса.
33. Спектральное разложение стационарного случайного процесса.
34. Преобразование стационарного с.п. стационарной линейной динамической системой.
35. Определение случайного процесса. Классификация случайных процессов. Примеры.
36. Законы распределения и основные характеристики случайных процессов.
37. Математическое ожидание и дисперсия случайного процесса
38. Корреляционные функции случайного процесса
39. Характеристики производной случайного процесса
40. Характеристики интеграла случайного процесса
41. Потоки событий, их свойства и классификация.
42. Поток Пальма. Свойства.
43. Потоки Эрланга. Свойства.
44. Предельная теорема для суммарного потока.
45. Предельная теорема для редеющего потока.
46. Марковские процессы. Граф состояний. Классификация состояний. Вероятности состояний.
47. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и дискретным временем.
48. Стационарное состояние для цепи Маркова.
49. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.
50. Уравнения Колмогорова. Пример.
51. Однородные марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.
52. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Стационарный режим.

53. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Закон распределения.
54. Марковские случайные процессы гибели и размножения с непрерывным временем. Граф состояний. Вероятность состояний.
55. Закон распределения и числовые характеристики времени нахождения процесса гибели и размножения в произвольном подмножестве состояний.
56. Случайные процесс восстановления. Метод псевдосостояний.
57. Дифференциальные уравнения для характеристик марковского процесса гибели и размножения без ограничения на число состояний.
58. Дифференциальные уравнения для характеристик марковского процесса гибели и размножения при ограниченном числе состояний.
59. Стохастически зависимые случайные процессы гибели и размножения. Основные понятия и определения.
60. Взаимное влияние характеристик двух случайных процессов гибели и размножения.
61. Разложения случайных процессов гибели и размножения.
62. Разложения целочисленных случайных процессов
63. Динамика изменения математического ожидания, дисперсии и корреляционных функций отдельных составляющих (однородное разложение случайных процессов гибели и размножения). Метод динамики средних.
64. Динамика изменения математического ожидания, дисперсии и корреляционных функций отдельных составляющих (однородное разложение целочисленных случайных процессов гибели и размножения). Метод динамики моментов.
65. Стационарные случайные процессы.
66. Эргодическое свойство стационарного случайного процесса.
67. Спектральное разложение стационарного случайного процесса.
68. Преобразование стационарного с.п. стационарной линейной динамической системой.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания дифзачета

I. Студенту ставится оценка отлично, если он набрал от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов, в соответствии с рейтинг-планом). Это означает, что все виды работ (какие есть по плану: практические, лабораторные работы, контрольные работы и т.д.) выполнены:

- сданы в указанный преподавателем срок;
- выполнены с малым числом замечаний;
- замечания устранены в указанный преподавателем срок;

II. Студент получает оценку хорошо, если он набрал от 60 до 79 баллов. Это означает, что все виды работ (какие есть по плану: практические, лабораторные работы, контрольные работы и т.д.) выполнены:

- сданы в указанный преподавателем срок;
- выполнены со средним числом замечаний;
- замечания устранены в указанный преподавателем срок;

III. Студент получает оценку удовлетворительно, если он набрал от 45 до 59 баллов. Это означает, что

1. Все виды работ, или какие-либо из перечисленных (какие есть по плану: практические, лабораторные работы, контрольные работы и т.д.):

- не выполнены в сроки, указанные преподавателем;
- выполнены с большим числом замечаний;
- замечания не устранены в указанный преподавателем срок и вплоть до зачёта;

2. Если студент успевает устранить замечания во время проведения зачёта, то он получает оценку «удовлетворительно».

IV. Студент получает оценку не зачтено - неудовлетворительно, если он набрал менее 45 баллов. Это означает, что, все виды учебных работ, или какие-либо из перечисленных (какие есть по плану: практические, лабораторные работы, контрольные работы и т.д.):

– не выполнены в сроки, указанные преподавателем, и/или не выполнены к моменту сдачи зачёта;  
 – выполнены с огромным числом замечаний, и замечания не устранены .  
 Перевод оценки из 110-балльной в четырехбалльную в соответствии с рейтинг-планом производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература

1. Булинский, А.В. Теория случайных процессов / А.В. Булинский, А.Н. Ширяев. - Москва : Физматлит, 2005. - 403 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68121>
2. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. - Москва : Физматлит, 2007. - 318 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76563>
3. Шоренко, И.Н. Основы теории массового обслуживания : учебно-методическое пособие / И.Н. Шоренко ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра высшей математики. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. - 53 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495120>.

#### Дополнительная литература

1. Гихман, И.И. Теория случайных процессов / И.И. Гихман, А.В. Скороход ; ред. М.П. Ершов. - Москва : Наука, 1973г - 664 с. - (Теория вероятностей и математическая статистика). <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=446145>
2. Кравченко, П.П. Моделирование вычислительных систем обработки запросов на языке GPSS WORLD: учебное пособие по курсу "Архитектура вычислительных систем" / П.П. Кравченко, Е.В. Стулин, Н.Ш. Хусаинов ; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. - Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2016. - 84 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493201>

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bashedu.ru/>.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rsl.ru/>.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/>.
7. Национальная платформа открытого образования proed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npoed.ru/>.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.bashkortostan.ru/>.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

### Программное обеспечение

1. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия [https://www.google.com/intl/ru\\_ALL/chrome/privacy/eula\\_text.html](https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html)
2. Браузер Яндекс - Бесплатная лицензия [https://yandex.ru/legal/browser\\_agreement/index.html](https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html)
3. Математический пакет Scilab - Бесплатная лицензия <https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software>
4. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия <https://pascal-abc.ru>, <http://pascalabc.net>
5. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия <http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html>
6. Office Professional Plus - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159-ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
7. Windows - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
8. Файловый менеджер DoubleCommander - Бесплатная лицензия <https://sourceforge.net/projects/doublecmd/>
9. Система дистанционного обучения Moodle - Бесплатная лицензия <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 222(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютеры в сборе, проектор, учебная мебель, экран для про-

		<p>екторов.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Office Professional Plus</li> <li>2. Windows</li> <li>3. Файловый менеджер DoubleCommander</li> </ol>
Аудитория 231(ФМ)	Лекционная, Для курсового проектирования, Для консультаций, Для контроля и аттестации, Для лабораторных занятий	<p>Интерактивная доска со встроенным проектором, коммутатор, компьютеры в сборе, учебная мебель.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Office Professional Plus</li> <li>2. Браузер Google Chrome</li> <li>3. Браузер Яндекс</li> </ol>
Аудитория 301 Читальный зал (электронный каталог)(ФМ)	Для самостоятельной работы	<p>Компьютеры в сборе, принтер, сканер, учебная мебель, учебно-методические материалы.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Браузер Google Chrome</li> <li>2. Office Professional Plus</li> <li>3. Windows</li> </ol>
Аудитория 302(ФМ)	Лекционная, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Интерактивная доска, проектор, учебная мебель.
Аудитория 307(ФМ)	Лекционная, Для консультаций, Для контроля и аттестации	<p>нетбук, учебная мебель, экран.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Office Professional Plus</li> <li>2. Windows</li> <li>3. Браузер Google Chrome</li> </ol>
Аудитория 311(ФМ)	Лекционная, Для курсового проектирования, Для консультаций, Для контроля и аттестации, Для лабораторных занятий, Для практических занятий	<p>Доска маркерная, компьютеры в сборе, мультимедийный проектор, экран настенный.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Браузер Google Chrome</li> <li>2. Браузер Яндекс</li> <li>3. Математический пакет Scalib</li> <li>4. Pascalabc, PascalA□C.NET</li> <li>5. Математический пакет Maxima</li> <li>6. Office Professional Plus</li> </ol>
Аудитория 313(ФМ)	Лекционная, Для консультаций, Для контроля и аттестации, Для лабораторных занятий, Для практических занятий	<p>Интерактивная доска, компьютеры в комплекте, проектор, экран.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Office Professional Plus</li> <li>2. Система дистанционного обучения Moodle</li> <li>3. Математический пакет</li> </ol>



Scalib

4. Математический пакет  
Maxima
5. Браузер Яндекс
6. Браузер Google Chrome