

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета факультета математики,  
информационных и авиационных технологий  
от «21» мая 2024 г., протокол № 5/24

Председатель \_\_\_\_\_ / М.А. Волков  
«21» мая 2024 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>Теория случайных процессов</b>
Факультет	Факультет математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Кафедра прикладной математики
Курс	3 - очная форма обучения

Направление (специальность): 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация): Имитационное моделирование и анализ данных

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01.09.2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	КАФЕДРА	Должность, ученая степень, звание
Хрусталёв Сергей Александрович	Кафедра прикладной математики	Доцент, Кандидат физико-математических наук

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины:

Изучение фундаментальных понятий теории случайных процессов и приобретение навыков использования понятийного аппарата и технических приемов теории случайных процессов при построении математических и компьютерных моделей реальных закономерностей и процессов.

### Задачи освоения дисциплины:

изучение стохастического исчисления на вероятностных пространствах с фильтрациями (стохастический базис, моменты остановки, винеровский процесс, интеграл Ито, стохастические дифференциальные уравнения);

моделирование случайных процессов;

знакомство с вероятностными мерами на пространстве непрерывных функций  $C$ ;

изучение широкого класса случайных процессов - семимартингалов (мартингалы, разложение Дуба-Мейера, случайные меры),

вероятностные меры на пространстве  $D$  (пуассоновский процесс, точечные процессы, мультивариантные процессы);

изучение вопросов слабой сходимости вероятностных мер;

знакомство с основами теории марковских процессов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория случайных процессов» относится к числу дисциплин блока Б1.О, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

В процессе изучения дисциплины формируются компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Языки и методы программирования, Теория игр и исследование операций, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Основы Data Science и машинное обучение, Теория чисел, Дополнительные главы математической статистики, Дополнительные главы математического анализа, Дифференциальные уравнения, Информатика и программирование, Алгебра и геометрия, Теория вероятностей, Математический анализ, Численные методы, Теория риска, Функциональный анализ, Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление, Математические методы прогнозирования, Методы имитационного компьютерного моделирования, Управляемые стохастические системы данных, Базы данных, Python для анализа данных.



### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	<p><b>знать:</b> теорию слабой сходимости вероятностных мер на метрических пространствах</p> <p><b>уметь:</b> применять методы доказательства сходимости семимартингалов, оценивать их свойства</p> <p><b>владеть:</b> навыками решения задач оценки сходимости семимартингалов к стохастическим процессам</p>
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b> основы теории случайных процессов</p> <p><b>уметь:</b> применять методы теории случайных процессов при решении практических задач</p> <p><b>владеть:</b> методами теории случайных процессов</p>
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	<p><b>знать:</b> теорию сходимости случайных процессов с независимыми приращениями к семимартингалам</p> <p><b>уметь:</b> применять методы доказательства сходимости случайных процессов с независимыми приращениями, оценивать их свойства</p> <p><b>владеть:</b> навыками решения задач оценки сходимости случайных процессов с независимыми приращениями к стохастическим процессам</p>
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b> основные понятия и методы математического моделирования в терминах случайных процессов</p> <p><b>уметь:</b> применять принципы и методы теории математического моделирования для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем; разрабатывать новые методы математического моделирования объектов и явлений; анализировать, получать знания с помощью самостоятельной работы с печатными источниками, применять полученные теоретические знания при решении практических задач, строить простейшие модели в различных областях знаний; демонстрировать способность и готовность: умение работать самостоятельно, самостоятельно расширять свои математические знания и проводить математический анализ прикладных инженерных задач</p> <p><b>владеть:</b> способностью к участию в работах по моделированию физических, социально-экономических процессов и</p>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
	систем; комплексным исследованием научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования; способностью производить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описание выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 6 ЗЕТ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 216 часов

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u> )	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		5
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	108	108
Аудиторные занятия:	108	108
Лекции	36	36
Семинары и практические занятия	72	72
Лабораторные работы, практикумы	-	-
Самостоятельная работа	72	72
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирование	Тестирование
Курсовая работа	Курсовая работа	Курсовая работа
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36)	Экзамен
Всего часов по дисциплине	216	216

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Основные понятия и утверждения теории случайных процессов</b>							
Тема 1.1. Базовые определения теории случайных процессов	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.2. Броуновское движение и винеровский процесс.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.3. Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито)	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.4. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.5. Диффузионные процессы и схема Калмана.	10	2	4	0	0	4	Тестирование

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 1.6. Винеровская мера. Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.7. Теорема Гирсанова.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.8. Отношение правдоподобия и задачи статистики.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.9. Мартингалы и локальные мартингалы · Разложение мартингалов в мартингалы и локальные мартингалы · Разложение мартингалов.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.10. Основные мартингальные неравенства	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.11. Возрастающие	10	2	4	0	0	4	Тестирование

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.							
Тема 1.12. Случайные меры.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.13. Представление семимартингалов.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.14. Точечные процессы, мультивариантные процессы.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.15. Семимартингалы и мера на D.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.16. Марковские процессы и марковские семейства.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.17. Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.	10	2	4	0	0	4	Тестирование
Тема 1.18. Результаты Колмогорова. Прямое и обратное	10	2	4	0	0	4	Тестирование

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
уравнения.							
<b>Итого подлежит изучению</b>	180	36	72	0	0	72	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Основные понятия и утверждения теории случайных процессов

#### Тема 1.1. Базовые определения теории случайных процессов

Стохастический базис, моменты остановки, согласованные случайные процессы. Классификация моментов остановки.

#### Тема 1.2. Броуновское движение и винеровский процесс.

Базовые определения и свойства броуновского движения и винеровского процесса.

#### Тема 1.3. Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито)

Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито)

#### Тема 1.4. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.

Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.

#### Тема 1.5. Диффузионные процессы и схема Калмана.

Диффузионные процессы и схема Калмана.

#### Тема 1.6. Винеровская мера. Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер.

Винеровская мера. Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер.

#### Тема 1.7. Теорема Гирсанова.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Теорема Гирсанова.

### **Тема 1.8. Отношение правдоподобия и задачи статистики.**

Отношение правдоподобия и задачи статистики. Конструирование алгоритмов для задач статистики

### **Тема 1.9. Мартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингаломартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингалов.**

Мартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингаломартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингалов.

### **Тема 1.10. Основные мартингальные неравенства**

Основные мартингальные неравенства (Дуба, Дэвиса, Ленгляра-Реболledo)

### **Тема 1.11. Возрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.**

Возрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.

### **Тема 1.12. Случайные меры.**

Случайные меры. Целочисленные случайные меры. Пуассоновский процесс.

### **Тема 1.13. Представление семимартингалов.**

Каноническое представление семимартингалов.

### **Тема 1.14. Точечные процессы, мультивариантные процессы.**

Точечные процессы, мультивариантные процессы.

### **Тема 1.15. Семимартингалы и мера на $\mathcal{D}$ .**

Семимартингалы и мера на  $\mathcal{D}$ .

### **Тема 1.16. Марковские процессы и марковские семейства.**

Марковские процессы и марковские семейства. Различные формы марковского свойства. Марковские процессы с непрерывным временем. Свойства траекторий.

### **Тема 1.17. Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.**

Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

## **Тема 1.18. Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.**

Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.

### **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**Тема 1.1. Базовые определения теории случайных процессов**

**Тема 2.2. Броуновское движение и винеровский процесс.**

**Тема 3.3. Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито)**

**Тема 4.4. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.**

**Тема 5.5. Диффузионные процессы и схема Калмана.**

**Тема 6.6. Винеровская мера. Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер.**

**Тема 7.7. Теорема Гирсанова.**

**Тема 8.8. Отношение правдоподобия и задачи статистики.**

**Тема 9.9. Мартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингаломартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингалов.**

**Тема 10.10. Основные мартингальные неравенства**

**Тема 11.11. Возрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.**

**Тема 12.12. Случайные меры.**

**Тема 13.13. Представление семимартингалов.**

**Тема 14.14. Точечные процессы, мультивариантные процессы.**

**Тема 15.15. Семимартингалы и мера на  $D$ .**

**Тема 16.16. Марковские процессы и марковские семейства.**

**Тема 17.17. Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.**

**Тема 18.18. Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.**

### **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

Данный вид работы не предусмотрен УП.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

## 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

### Темы курсовой работы

- Тема 1. Моделирования биологических объектов в терминах случайных процессов.
- Тема 2. Исследования систем массового обслуживания
- Тема 3. Анализ предельных теорем для случайных процессов.
- Тема 4. Оценивания параметров случайных процессов и идентификации объектов.
- Тема 5. Распознавания образов методами теории случайных процессов
- Тема 6. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Стохастический базис, моменты останковки, согласованные случайные процессы. Классификация моментов останковки
2. Броуновское движение и винеровский процесс.
3. Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито).
4. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.
5. Диффузионные процессы и схема Калмана
6. Винеровская мера. Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер
7. Теорема Гирсанова.
8. Отношение правдоподобия и задачи статистики. Конструирование алгоритмов для задач статистики.
9. Мартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингалов мартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингалов
10. Основные мартингальные неравенства (Дуба, Дэвиса, Ленгляра-Реболledo).
11. озрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.
12. Случайные меры. Целочисленные случайные меры. Пуассоновский процесс.
13. Представление семимартингалов.
14. Точечные процессы, мультивариантные процессы
15. Семимартингалы и мера на  $D$ .
16. Марковские процессы и марковские семейства.
17. Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.
18. Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

*Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).*

*По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица*

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
<b>Раздел 1. Основные понятия и утверждения теории случайных процессов</b>			
Тема 1.1. Базовые определения теории случайных процессов	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.2. Броуновское движение и винеровский процесс.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.3. Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито)	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.4. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.5. Диффузионные процессы и схема Калмана.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.6. Винеровская мера. Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.7. Теорема Гирсанова.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.8. Отношение правдоподобия и задачи статистики.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.9. Мартингалы и	Проработка учебного материала с	4	Вопросы к экзамену,

<b>Название разделов и тем</b>	<b>Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).</b>	<b>Объем в часах</b>	<b>Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)</b>
локальные мартингалы. Разложение мартингалов локальные мартингалы. Разложение мартингалов.	использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.		Тестирование
Тема 1.10. Основные мартингаловые неравенства	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.11. Возрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.12. Случайные меры.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.13. Представление семимартингалов.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.14. Точечные процессы, мультивариантные процессы.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.15. Семимартингалы и мера на $D$ .	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.16. Марковские процессы и марковские семейства.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.17. Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Тема 1.18. Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	4	Вопросы к экзамену, Тестирование

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы основная

1. Круглов Виктор Макарович. Случайные процессы в 2 ч. Часть 1. Основы общей теории : Учебник для вузов / В.М. Круглов. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 276 с. - (Высшее образование). - <https://urait.ru/bcode/469743>. - <https://urait.ru/book/cover/366D4CA0-2EF8-4265-A604-DA95491899F0>. - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-01748-9 : 829.00. / .— ISBN 0\_277682

2. Круглов Виктор Макарович. Случайные процессы в 2 ч. Часть 2. Основы стохастического анализа : Учебник для вузов / В.М. Круглов. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 280 с. - (Высшее образование). - <https://urait.ru/bcode/470809>. - <https://urait.ru/book/cover/E5031FB8-244C-4709-B60A-4B3BCDA77529>. - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-02086-1 : 839.00. / .— ISBN 0\_300259

3. Каштанов Виктор Алексеевич. Случайные процессы : Учебник и практикум Для прикладного бакалавриата / В.А. Каштанов, Н.Ю. Энатская ; Каштанов В. А., Энатская Н. Ю. - Москва : Юрайт, 2019. - 156 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/437567> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-04482-9 : 349.00. / .— ISBN 0\_272342

### дополнительная

1. Карлин С. Основы теории случайных процессов / С. Карлин ; пер. с англ. В. В. Калашникова; под ред. И. Н. Коваленко. - Москва : Мир, 1971. - 536 с. - ISBN (в пер.). / .— ISBN 1\_158127

2. Миллер Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах : учебное пособие / Б.М. Миллер, А.Р. Панков ; Миллер Б.М.; Панков А.Р. - Москва : Физматлит, 2007. - 320 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102063.html>. - Режим доступа: ЭБС "Консультант студента"; по подписке. - ISBN 978-5-9221-0206-3. / .— ISBN 0\_239152

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

## учебно-методическая

1. Бутов Александр Александрович. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов ; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - Загл. с экрана. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 488 КБ). - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/1043>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0\_34466.
2. Бутов А. А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учебное пособие. Ч. 2 : Случайное блуждание, винеровский процесс, стохастический интеграл, диффузионные процессы / А. А. Бутов ; Ульян. гос. ун-т, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2021. - 39 с. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/11213>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0\_310414.
3. Бутов А. А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория случайных процессов» по направлению бакалавриата 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» по специальности 10.05.01 «Компьютерная безопасность» / А. А. Бутов, М. С. Гаврилова, С. А. Хрусталева ; УлГУ, Фак. математики, информ. и авиац. технологий. - 2019. - Загл. с экрана. - Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 490 КБ). - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/4560>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0\_38178.

### б) Программное обеспечение

- Операционная система "Альт образование"
- Офисный пакет "Мой офис"
- Python IDLE
- Visual studio code- Python IDLE
- Visual studio code- Контур.Толк

### в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

#### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

**3. eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций (*выбрать необходимое*)

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для представления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе:

- Мультимедийное оборудование: компьютер/ноутбук, экран, проектор/телевизор
- Компьютерная техника

### **13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик	Доцент Кандидат физико-математических наук	Хрусталёв Сергей Александрович
	Должность, ученая степень, звание	ФИО