


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

**УТВЕРЖДЕНО**

решением Ученого совета института (факультета)

от « 16 » 06 2020 г., протокол № 5/20

Председатель

*Васильев Н.А.*  
подпись, расшифровка подписи

« 16 » 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина	Теория случайных процессов
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Прикладной математики
Курс	3

Направление (специальность) 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль/специализация) Имитационное моделирование и анализ данных  
*полное наименование*

Форма обучения очная  
*очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)*

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » 09 20 20 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
Хрусталеv Сергей Александрович	ПМ	Доцент, к.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой
<i>Бутов А.А.</i> Подпись / <u>Бутов А.А.</u> / ФИО	<i>Бутов А.А.</i> Подпись / <u>Бутов А.А.</u> / ФИО
« 5 » 06 20 20 г.	« 5 » 06 20 20 г.

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

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Данная дисциплина знакомит студентов с классическими результатами теории случайных процессов.

**Целью** изучения дисциплины «Теория случайных процессов» является усвоение 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. Достижение этих целей обеспечивает выпускнику получение высшего профессионально профилированного образования и обладание перечисленными ниже общими и предметно-специализированными компетенциями. Они способствуют его социальной мобильности, устойчивости на рынке труда и успешной работе в избранной сфере деятельности.

Дисциплина закладывает фундаментальные математические знания необходимые для изучения других дисциплин профессионального направления.

**Задачами** дисциплины являются:


- 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:

Курс «Теория случайных процессов» (Б1.О.05) входит в Основную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» Основной Профессиональной Образовательной Программы и ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Данная дисциплина базируется на знаниях, умениях, навыках и компетенциях студента, полученных им в результате освоения предшествующих дисциплин – «Введение в математику», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Комбинаторика». Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении последующих дисциплин – «Дополнительные главы теории вероятностей», «Дополнительные главы математической статистики», «Дополнительные главы теории случайных процессов», «Теория массового обслуживания», «Пределные теоремы для семимартингалов» и «Теория случайных блужданий», а также для прохождения производственной практики (научно-исследовательская работа) и государственной итоговой аттестации.

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

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


Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 способность применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	В результате освоения дисциплины студент должен: Знать: основы теории случайных процессов. Уметь: применять методы теории случайных процессов при решении практических задач. Владеть: методами теории случайных процессов.
ОПК-2 способность использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	В результате освоения дисциплины студент должен: Знать: основы теории случайных процессов. Уметь: применять методы теории случайных процессов при решении практических задач. Владеть: методами теории случайных процессов.
ОПК-3 способность применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	В результате освоения дисциплины студент должен: Знать: основы теории случайных процессов. Уметь: применять методы теории случайных процессов при решении практических задач. Владеть: методами теории случайных процессов.

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 6

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

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u> )	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		6
1	2*	3*
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	108/108	108/108
Аудиторные занятия:	108/108	108/108
лекции	36/36	36/36
Семинары и практические занятия	72/72	72/72
лабораторные работы, практикумы		

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


Самостоятельная работа	72	72
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др.(не менее 2 видов)	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 36	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 36
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен	Экзамен
Всего часов по дисциплине	216	216

\* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.


#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля.) 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. Введение в теорию случайных процессов</b>							
<b>Тема 1.1.</b> Предмет и основные области применения теории случайных процессов.	10	1	4		1	4	устный опрос 1
<b>Раздел 2. Стохастическое исчисление на вероятностных пространствах с фильтрациями</b>							
<b>Тема 2.1.</b> Стохастический базис, моменты остановки, согласованные случайные процессы. Классификация моментов остановки.	12	2	4		1	4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа 2
<b>Тема 2.2.</b> Броуновское движение и винеровский процесс.	8	1	3		1	3	устный опрос, проверка решения задач 1
<b>Тема 2.3.</b>	12	2	4			4	устный

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

Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито).							опрос, проверка решения задач 2
<b>Тема 2.4.</b> Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.	12	2	4		1	4	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Тема 2.5.</b> Диффузионные процессы и схема Калмана. Мартингальный вывод фильтра Калмана.	12	2	4		1	4	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Раздел 3. Стохастическое исчисление на вероятностных пространствах с фильтрациями</b>							
<b>Тема 3.1.</b> Винеровская мера.	8	1	3			3	устный опрос, проверка решения задач 1
<b>Тема 3.2.</b> Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер.	8	1	3			3	устный опрос, проверка решения задач 1
<b>Тема 3.3.</b> Теорема Гирсанова.	8	1	3			3	устный опрос 1
<b>Тема 3.4.</b> Отношение правдоподобия и задачи статистики. Конструирование алгоритмов для задач статистики.	12	2	4		1	4	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Раздел 4. Семимартингалы</b>							
<b>Тема 4.1.</b> Мартингалы и	12	2	4		1	4	устный опрос,

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

локальные мартингалы. Разложение мартингалов.							проверка решения задач 2
<b>Тема 4.2.</b> Основные мартингальные неравенства (Дуба, Дэвиса, Ленгляра-Реболledo)	10	2	3		1	3	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Тема 4.3.</b> Возрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.	10	2	3		1	3	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Тема 4.4.</b> Случайные меры. Целочисленные случайные меры. Пуассоновский процесс.	12	2	4			4	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Тема 4.5.</b> Представление семимартингалов.	10	1	4			4	устный опрос 1
<b>Раздел 5. Вероятностные меры на <math>D</math></b>							
<b>Тема 5.1.</b> Точечные процессы, мультивариантные процессы.	10	2	3			3	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Тема 5.2.</b> Семимартингалы и мера на $D$ .	10	2	3		1	3	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Раздел 6. Марковские процессы</b>							
<b>Тема 6.1.</b> Марковские процессы и марковские семейства. Различные формы марковского свойства.	10	2	3		1	3	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Тема 6.2.</b> Марковские	10	2	3			3	устный опрос,

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

процессы с непрерывным временем. Свойства траекторий.							проверка решения задач 2
<b>Тема 6.3.</b> Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.	10	2	3		1	3	устный опрос, проверка решения задач 2
<b>Тема 6.4.</b> Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.	10	2	3			3	устный опрос, проверка решения задач 2
Итого	216	36	72		12	72	36

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### *Раздел 1. Введение в теорию случайных процессов*

**Тема 1.1.** Предмет и основные области применения теории случайных процессов.

### *Раздел 2. Стохастическое исчисление на вероятностных пространствах с фильтрациями*

**Тема 2.1.** Стохастический базис, моменты остановки, согласованные случайные процессы. Классификация моментов остановки.

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

**Тема 2.3.** Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито).

**Тема 2.4.** Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.

**Тема 2.5.** Диффузионные процессы и схема Калмана. Мартингальный вывод фильтра Калмана.

### *Раздел 3. Стохастическое исчисление на вероятностных пространствах с фильтрациями*

**Тема 3.1.** Винеровская мера.

**Тема 3.2.** Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер.

**Тема 3.3.** Теорема Гирсанова.

**Тема 3.4.** Отношение правдоподобия и задачи статистики. Конструирование алгоритмов для задач статистики.

### *Раздел 4. Семимартингалы*


**Тема 4.1.** Мартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингалов.

**Тема 4.2.** Основные мартингальные неравенства (Дуба, Дэвиса, Ленгляра-Реболledo).

**Тема 4.3.** Возрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.

**Тема 4.4.** Случайные меры. Целочисленные случайные меры. Пуассоновский процесс.

**Тема 4.5.** Представление семимартингалов.

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

### ***Раздел 5. Вероятностные меры на $D$***

**Тема 5.1.** Точечные процессы, мультивариантные процессы.

**Тема 5.2.** Семимартингалы и мера на  $D$ .

### ***Раздел 6. Марковские процессы***

**Тема 6.1.** Марковские процессы и марковские семейства. Различные формы марковского свойства.

**Тема 6.2.** Марковские процессы с непрерывным временем. Свойства траекторий.

**Тема 6.3.** Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.

**Тема 6.4.** Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.

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

1. Стохастический базис, моменты остановки, согласованные случайные процессы. Классификация моментов остановки.
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.
10. Основные мартингальные неравенства (Дуба, Дэвиса, Ленгляра-Реболledo).
11. Возрастающие 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. Различные формы марковского свойства. Марковские процессы с непрерывным временем. Свойства траекторий.
17. Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.
18. Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.


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

Данный вид работы не предусмотрен УП.

## **8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

Выполнение рефератов не предусмотрено УП. Примерная тематика контрольных и курсовых работ представлена ниже.



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

### ***Примерная тематика контрольных работ***

1. Основные понятия ТСП: стохастический базис, моменты остановки, согласованные случайные процессы. Классификация моментов остановки, их свойства.
2. Основные свойства случайных процессов. Конечномерные распределения случайных процессов.
3. Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций. Формула Ито.
4. Мартингалы и локальные мартингалы. Основные свойства.
5. Возрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.
6. Семимартингалы и мера на  $D$ .
7. Марковские процессы и их свойства.


### ***Примерная тематика курсовых работ\****

1. Темы в направлении моделирования биологических объектов.
2. Темы в области исследования систем массового обслуживания.
3. Темы в области предельных теорем для случайных процессов.
4. Темы в области оценивания параметров и идентификации объектов.
5. Темы в области случайных блужданий (теория и применения).
6. Темы в области распознавания образов.

*\*Все темы определяются и корректируются в ходе личной беседы с научным руководителем.*

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)**

1. Стохастический базис, процесс с одним скачком в минимальном представлении.
2. Пуассоновский процесс, точечные процессы.
3. Винеровский процесс (эквивалентные определения, свойства).
4. Полная вариация, квадратичная вариация функций и процессов.
5. Определения мартингала (теорема об остановленном мартингале).
6. Теорема Дуба-Мейера.
7. Понятие семимартингала. Каноническое представление.
8. Стохастический интеграл Ито.
9. Формула Ито.
10. Процесс Орнштейна-Уленбека.
11. Процесс Долеан-Дэд.
12. Процессы Ито, диффузионного типа, диффузионные процессы.
13. Стохастическое линейное дифференциальное уравнение.
14. Теорема о компенсаторе процесса с одним скачком.
15. Решение линейных диффузионных уравнений.


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

16. Теорема Гирсанова.


## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
<b>Тема 1.1.</b> Предмет и основные области применения теории случайных процессов.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос
<b>Тема 2.1.</b> Стохастический базис, моменты остановки, согласованные случайные процессы. Классификация моментов остановки.	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос проверка решения задач
<b>Тема 2.2.</b> Броуновское движение и винеровский процесс.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос проверка решения задач
<b>Тема 2.3.</b> Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито).	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос проверка решения задач
<b>Тема 2.4.</b> Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос
<b>Тема 2.5.</b> Диффузионные процессы и схема Калмана.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос

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

Мартингальный вывод фильтра Калмана.			
<b>Тема 3.1.</b> Винеровская мера.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос
<b>Тема 3.2.</b> Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос
<b>Тема 3.3.</b> Теорема Гирсанова.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос
<b>Тема 3.4.</b> Отношение правдоподобия и задачи статистики. Конструирование алгоритмов для задач статистики.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос проверка решения задач
<b>Тема 4.1.</b> Мартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингалов.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос проверка решения задач
<b>Тема 4.2.</b> Основные мартингальные неравенства (Дуба, Дэвиса, Ленгляра-Реболledo)	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос проверка решения задач
<b>Тема 4.3.</b> Возрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос проверка решения задач
<b>Тема 4.4.</b> Случайные меры. Целочисленные случайные меры. Пуассоновский процесс.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос
<b>Тема 4.5.</b> Представление семимартингалов.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос
<b>Тема 5.1.</b> Точечные процессы, мультивариантные процессы.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос

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

<b>Тема 5.2.</b> Семимартингалы и мера на D.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос
<b>Тема 6.1.</b> Марковские процессы и марковские семейства. Различные формы марковского свойства.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос проверка решения задач
<b>Тема 6.2.</b> Марковские процессы с непрерывным временем. Свойства траекторий.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос
<b>Тема 6.3.</b> Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос проверка решения задач
<b>Тема 6.4.</b> Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	3	устный опрос проверка решения задач

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная

1. Карлин, С. Основы теории случайных процессов / С. Карлин; пер. с англ. В.В. Калашникова; под ред. И. Н. Коваленко. - М. : Мир, 1971.
2. Тарасов, В.Н. Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева. – Электрон. текстовые данные. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. – 283 с. – ISBN 5-7410-0415-6. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/71890.html>
3. Вентцель Елена Сергеевна. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Вентцель Елена Сергеевна, Л. А. Овчаров. - Москва : Наука, 1991.

#### дополнительная

1. Липцер Р. Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Липцер Роберт Шевичевич, А. Н. Ширяев. - Москва : Наука, 1974.
2. Миллер Б. М. Теория случайных процессов в примерах и задачах / Миллер Борис Михайлович, А. Р. Панков; под ред. А. И. Кибзуна. - Москва : Физматлит, 2007.
3. Каштанов, В. А. Случайные процессы : учебник и практикум для прикладного

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

бакалавриата / В. А. Каштанов, Н. Ю. Энатская. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 156 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-04482-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/437567>

4. Зубков А.М. Сборник задач по теории вероятностей : учебное пособие для вузов / А.М. Зубков, Б.А. Севастьянов, В.П. Чистяков. – 2-е изд, испр. и доп. – М. : Наука, 1989.

#### учебно-методическая

1. Бутов А. А. Теория вероятностей : для направлений бакалавриата ФМиИТ: учеб.-метод. пособие / Бутов Александр Александрович; УлГУ, ФМиИТ. - Ульяновск : УлГУ, 2014.
2. Бутов А.А., Волков М.А., Коваленко А.А., Раводин К.О. Относительная компактность и слабая сходимость процессов : учеб. пособие / А. А. Бутов [и др.]; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2012. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/216/butov8.pdf>
3. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 48 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/1043/Butov.1.pdf>
4. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/823/Butov2.pdf>
5. Бутов, А. А. Фильтр Калмана в дискретном времени : метод. пособие / А. А. Бутов. - Ульяновск : УлГУ, 1996.-URL <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/212/butov3.pdf>
6. Бутов, А. А. Элементы теории случайных процессов : метод. пособие / А. А. Бутов. - Ульяновск : УлГУ, 1996.-URL <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/214/butov5.pdf>
7. Бутов, А. А. Элементы стохастического исчисления : метод. пособие / А. А. Бутов. - Ульяновск : УлГУ, 1996.- URL <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/213/butov4.pdf>
8. Бутов, А.А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория случайных процессов» / Бутов А.А., Гаврилова М.С., Хрусталева С.А. – Ульяновск: УлГУ, 2019. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/4560>

Согласовано:

Г.И. Сидорова и.б.у.л.г.у.

Должность сотрудника научной библиотеки

Полина И. Ю. 27

ФИО

подпись

дата

#### б) Программное обеспечение

OS Microsoft Windows, Microsoft Office 2016


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

##### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2020]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2020]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2020]. – URL:

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

[http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch\\_kit/x2019-128.html](http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2020]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2020]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

### **3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebsco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

### **6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**

6.1. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.


### **7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

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

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

Согласовано:

зам. нач. УИТИ | Ключева В.В. | [подпись]  
 Должность сотрудника УИТИ | ФИО | подпись | дата

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

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

## 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	 подпись	зав. кафедрой	Бутов А.А.
		должность	ФИО
Разработчик	 подпись	доцент	Гаврилова М.С.
		должность	ФИО
Разработчик	 подпись	доцент	Хрусталеv С.А.
		должность	ФИО