




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**


«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
(подпись) Л.Г. Стаценко  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
« 28 » 06 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Механики и математического моделирования

  
(подпись) А.А. Бочарова  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
« 23 » 06 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теория случайных процессов»**

Направление подготовки – 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

магистерская программа «Системы радиосвязи и радиодоступа»

Форма подготовки (очная)

курс   1   семестр   1    
лекции  18  час.  
практические занятия  18  час.  
лабораторные работы        час.  
в том числе с использованием МАО лек. -    /пр.  14  /лаб.    час.  
всего часов аудиторной нагрузки  36  час.  
в том числе с использованием МАО  18  час.  
самостоятельная работа  72  час.  
в том числе на подготовку к экзамену  36  час.  
контрольные работы (количество)  
курсовая работа / курсовой проект        семестр  
зачет        -        семестр  
экзамен   1   семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Механики и математического моделирования, протокол № 10 от « 23 » июня 2017 г.

Заведующий кафедрой  
Составитель к.ф.-м.н., доцент А.А. Бочарова

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Master's degree in 11.04.02 «Infocommunication technologies and communication systems »**

**Study profile « Radio communication and radio access systems»**

**Course title: Theory of random processes**

**Basic part of Block, 3 credits**

**Instructor:** Ph.D., Professor Bocharova A.A.

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- apply the acquired knowledge to solve specific statistical probabilistic problems
- build and explore mathematical and mechanical models of technical systems, expertly applying the knowledge of random processes and the possibility of using modern computers and information technology
- analyze the results of calculations and to be able to present the results of scientific research

**Learning outcomes:**

PC-11 - willingness to present the results of research in the form of reports, abstracts, publications and public discussions; interpret and present the results of research, including in a foreign language, the willingness to make practical recommendations on the use of research results.

The purpose of the discipline: the formation of general cultural and general professional competencies that determine the readiness and ability of the master to use knowledge in the field of computational methods and the foundations of modeling in solving practical problems in the framework of industrial, design and research professional activities.

Objectives of the discipline:

- . mastering the basic concepts of the theory of random processes;
2. the ability to navigate the conditions and areas of applicability of probabilistic-statistical methods;

3. obtaining the skills of choosing suitable methods for processing statistical information;

4. obtaining skills of working with application packages for solving probabilistic and statistical problems.

**Main course literature:**

1. О. С. 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. — 5-7410-0415-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71890.html>

2. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48168>

3. Бородин, А.Н. Случайные процессы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Бородин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 640 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12935>

4. Лифшиц, М.А. Случайные процессы — от теории к практике [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Лифшиц. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/7172>

**Form of final knowledge control:** exam

## **Аннотация**

Дисциплина «Теория случайных процессов» разработана для студентов, обучающихся по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» программа «Системы радиосвязи и радиодоступа», является дисциплиной выбора базовой части блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана (Б1.В.ДБ.1). Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (18 часов), самостоятельная работа студентов (72 часа, в том числе 36 часов на экзамен). Дисциплина реализуется на 1 курсе. Форма контроля по дисциплине – экзамен.

Магистранты для изучения и понимания основных положений дисциплины «Теория случайных процессов», должны усвоить следующие фундаментальные дисциплины: Теория вероятностей и математическая статистика», «Математический анализ». Данный курс может предшествовать дисциплинам «Методы моделирования и оптимизации», «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем», «Преобразование и обработка звукового сигнала».

**Цель дисциплины:** формирование общекультурных и профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность магистра к использованию знаний в организации исследовательских и проектных работ.

### **Задачи дисциплины:**

1. овладение основными понятиями теории случайных процессов;
2. умение ориентироваться в условиях и областях применимости вероятностно-статистических методов;
3. получение навыков выбора подходящих методов обработки статистической информации;
4. получение навыков работы с пакетами прикладных программ для решения вероятностных и статистических задач.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-11 обладает готовностью представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений; интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	Знает	Основные методы теории случайных процессов, необходимые для проведения научных исследований и решения вероятностно-статистических задач в профессиональной области
	Умеет	Применить методы теории случайных процессов при обработке статистической информации, полученной в результате научных исследований и представить результаты в форме отчета, публикации
	Владеет	навыками применения методов теории случайных процессов при решении вероятностно-статистических задач, возникающих в научно - исследовательской деятельности и обработки статистической информации для публичного представления результатов исследования и выработки практических рекомендаций

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория случайных процессов» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: «групповая консультация», лекция объяснение, рейтинговый метод.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 ЧАС.)**

### **Тема 1. Вероятностные и временные характеристики случайного процесса (2 час.)**

Примеры случайных функций. Определение случайной функции, определение случайного процесса дискретного и непрерывного по времени и

состояниям. Функция распределения случайного процесса: одномерная, двумерная, n-мерная. Закон распределения дискретного случайного процесса, плотность распределения непрерывного случайного процесса. Временные характеристики случайного процесса: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, нормированная корреляционная функция, взаимная корреляционная функция. Свойства временных характеристик.

## **Тема 2. Преобразования случайного процесса (2час.)**

Линейные и нелинейные преобразования случайного процесса. Линейные однородные и неоднородные преобразования случайного процесса. Преобразования математического ожидания и корреляционной функции при линейном однородном и неоднородном преобразовании. Математическое ожидание, корреляционная функция и взаимная корреляционная функция производной случайного процесса. Математическое ожидание, корреляционная функция и взаимная корреляционная функция интеграла от случайного процесса.

## **Тема 3. Стационарные случайные процессы (2час.)**

Определение стационарной случайной функции в широком смысле и в узком смысле. Свойства корреляционной функции стационарного случайного процесса. Нормированная корреляционная функция стационарного случайного процесса. Стационарно связанные случайные процессы. Корреляционная функция производной стационарного случайного процесса. Взаимная корреляционная функция стационарного случайного процесса и его производной. Корреляционная функция интеграла от стационарного случайного процесса. Определение характеристик эргодических стационарных случайных функций из опыта.

## **МОДУЛЬ 2. Марковские случайные процессы.(4 часа)**

### **Тема 1. Дискретные цепи Маркова (2/2 час.)**

Понятия потока событий, стационарного, ординарного потока, потока без последствий, простейшего потока, пуассоновского потока, потока Пальма, потока Эрланга, Марковского процесса. Классификация состояний. Вероятности состояний. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и дискретным временем (цепи Маркова). Стационарный режим для цепи Маркова.

## **Тема 2. Непрерывные цепи Маркова (2/2час.)**

Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем. Уравнения Колмогорова. Однородные Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Стационарный режим, уравнения для предельных вероятностей.

## **МОДУЛЬ 3. Теория массового обслуживания.(4 часа)**

### **Тема 1. Система массового обслуживания и её характеристики (2 час.)**

Понятия системы массового обслуживания, канала обслуживания. Вида систем массового обслуживания: с отказами, с очередью ограниченной и неограниченной, ограниченной по времени ожидания в очереди, системы с приоритетом. Законы распределения потока заявок, времени обслуживания, потока обслуживаний. Характеристики эффективности работы системы массового обслуживания: среднее число заявок, обслуживаемое в единицу времени; относительная пропускная способность системы; вероятность отказа; среднее число заявок в системе; среднее число заявок в очереди; среднее время пребывания заявки в системе; среднее время пребывания заявки в очереди; среднее число занятых каналов. Формулы Литтла для открытой системы массового обслуживания. Процесс гибели и размножения. Предельные вероятности состояний процесса гибели и размножения.

### **Тема 2. Основные виды систем массового обслуживания и их характеристики (1час.)**

Формулы финальных состояний и характеристик эффективности работы для различных видов систем массового обслуживания: простейшая



СМО с отказами, простейшая одноканальная СМО с неограниченной очередью, простейшая одноканальная СМО с ограничением по длине очереди, простейшая многоканальная СМО с неограниченной очередью, простейшая многоканальная СМО с ограничением по длине очереди, многоканальная СМО с отказами при простейшем потоке заявок и произвольном времени обслуживания, одноканальная СМО с неограниченной очередью при простейшем потоке заявок и произвольном времени обслуживания, одноканальная СМО при произвольном потоке заявок и произвольном времени обслуживания.

### **Тема 3. Моделирование случайных величин и случайных процессов (1 час.)**

Случайные числа. Разыгрывание дискретной случайной величины. Разыгрывание непрерывной случайной величины. Метод обратных функций. Метод суперпозиции. Приближенное разыгрывание нормальной случайной величины. Моделирование случайных функций.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 часов)**

**Практические занятия (18 часов из них 14 часов с использованием методов активного обучения – групповая консультация)**

### **Занятие 1. Вероятностные и временные характеристики случайного процесса (2 час)**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Нахождение вероятностных и временных характеристик случайных процессов.
3. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

### **Занятие 2. Преобразования случайного процесса (2 час)**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Нахождение вероятностных и временных характеристик преобразованных случайных процессов.
3. Представление и защита выполненных заданий по теме 1, модуль 1.

### **Занятие 3. Стационарные случайные процессы (2 час)**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Нахождение вероятностных и временных характеристик стационарных случайных процессов.
3. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме 2-3, модуль 1.

### **Занятие 4. Дискретные цепи Маркова (2 час).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Нахождение матрицы вероятностей перехода цепи Маркова, вероятностей состояний после первого, второго шага, предельных вероятностей состояний.
3. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме 1, модуль 2.

### **Занятие 5. Непрерывные цепи Маркова (2 час).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Нахождение функций вероятностей состояний непрерывной цепи Маркова, предельных вероятностей состояний цепи Маркова.
3. Представление и защита выполненных заданий по теме 2, модуль 2.

### **Занятие 6. Системы массового обслуживания (2 часа).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Выводы формул для вычисления характеристик эффективности работы системы массового обслуживания.
3. Представление и защита выполненных заданий по теме 1, модуль 3.

### **Занятие 7. Основные виды систем массового обслуживания (2 час).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Решение задач на вычисление характеристик эффективности работы системы массового обслуживания.
3. Представление и защита выполненных заданий по теме 2, модуль 3.

**Занятие 8. Моделирование случайных величин и случайных процессов (2 час).**

1. Краткие теоретические сведения.
2. Моделирование случайных величин и случайных процессов.
3. Представление и защита выполненных заданий по теме 3, модуль 3.

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной аудитории ДВФУ.

**III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория случайных процессов» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

**IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№	Контролируем	Коды и этапы формирования	Оценочные средства
---	--------------	---------------------------	--------------------

п/п	ые разделы / темы дисциплины	компетенций		текущий контроль	промежуточная аттестация
		ПК-11	Знает основные методы теории случайных процессов, необходимые для проведения научных исследований и решения вероятностно-статистических задач в профессиональной области	1-12 недели. Собеседование (УО-1) ИДЗ 1-2(ПР-12)	Вопросы к экзамену 1-9
	Умеет применить методы теории случайных процессов при обработке статистической информации, полученной в результате научных исследований и представить результаты в форме отчета, публикации				
	Владеет навыками применения методов теории случайных процессов при решении вероятностно-статистических задач, возникающих в научно - исследовательской деятельности и обработки статистической информации для публичного представления результатов исследования и выработки практических рекомендаций				
2	Темы 5-6 Уравнения математической физики. Моделирование электромагнитных полей средствами пакета PDEtools Matlab.	ПК-11	Знает основные методы теории случайных процессов, необходимые для проведения научных исследований и решения вероятностно-статистических задач в профессиональной области	13-18 недели. Собеседование (УО-1) ИДЗ 3(ПР-12)	Вопросы к экзамену 10-19
	Умеет применить методы теории случайных процессов при обработке статистической информации, полученной в результате научных исследований и представить результаты в форме отчета, публикации				
	Владеет навыками применения методов теории случайных процессов при решении вероятностно-статистических задач, возникающих в научно -				

			исследовательской деятельности и обработки статистической информации для публичного представления результатов исследования и выработки практических рекомендаций		
--	--	--	--	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. 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. — 5-7410-0415-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71890.html>
2. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48168>
3. Бородин, А.Н. Случайные процессы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Бородин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 640 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12935>

4. Лифшиц, М.А. Случайные процессы — от теории к практике [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Лифшиц. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/7172>

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Хрущева, И.В. Основы математической статистики и теории случайных процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Хрущева, В.И. Щербаков, Д.С. Леванова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/426>

2. Хрущева, И.В. Основы математической статистики и теории случайных процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Хрущева, В.И. Щербаков, Д.С. Леванова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/426>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. [www.edulib.ru](http://www.edulib.ru) – сайт Центральной библиотеки образовательных ресурсов.

2. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

3. <http://www.auditorium.ru> – сайт «Российское образование».

4. <http://www.rating.fio.ru> – сайт Федерации Интернет-образования.

5. <http://www.netlibrary.com> – Сетевая библиотека.

6. <http://www.rsl.ru> – Российская Государственная библиотека.

7. <http://pts-russia.com/products/mathcad/learning-and-download.html> -

курсы и материалы по системе MathCad.

### **Перечень информационных технологий и программного**

## **обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д).
2. MathCAD
3. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.
4. Материалы курса, размещенные в LMS BlackBoard.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

Научная электронная библиотека eLIBRARY.

Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

Электронно-библиотечная система «IPRbooks».

Электронно-библиотечная система «Znanium»

Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины отводится 36 часов аудиторных занятий и 72 часа самостоятельной работы. План-график самостоятельной работы размещен в Приложении 1.

**Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса.** На лекционных и практических занятиях преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть

лекцию или соответствующее пособие, просмотреть методические указания с разобранными примерами.

При выполнении задания на практическом занятии следует выполнить задание «по образцу», предложенному преподавателем и сформулировать вопросы. Затем выполнить индивидуальное задание. Самостоятельную работу можно выполнять как на аудиторном занятии, так и самостоятельно во внеаудиторное время. После выполнения задания, студент защищает его преподавателю в назначенное время.

**Рекомендации по работе с литературой.** Теоретический и практический материал курса изложен в учебниках и пособиях из списка основной и дополнительной литературы.

**Рекомендации по подготовке к экзамену.** Успешная подготовка к экзамену включает работу на практических занятиях в течение семестра, выполнение всех заданий преподавателя и подготовку теоретического материала. При подготовке к экзамену необходимо освоить теорию: разобрать основные темы. К экзамену допускаются студенты, сдавшие и защитившие все предлагаемые преподавателем для самостоятельной работы расчетно-графические задания.



## Приложение 1 к рабочей программе учебной дисциплины



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

по дисциплине «Теория случайных процессов»

Направление подготовки – 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
магистерская программа «Системы радиосвязи и радиодоступа»

Форма подготовки (очная)

Владивосток

2017

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	5 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по темам модуля1	6	УО-1
2	10 неделя семестра	Решение заданий по темам модуля 1-2	16	ПР-12
3	15 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по темам 4-5	6	УО-1
4	18 неделя семестра	Решение заданий по темам модуля 3	8	ПР-12
6	18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	36	Экзамен
<b>Итого</b>			<b>72 час.</b>	

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

#### Индивидуальные задания

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы. Преподаватель дает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе. Выдача индивидуальных расчетно-графических заданий производится в зависимости от проходимой тематики курса и определяется преподавателем. Далее приводятся образцы заданий и их решения.

**Индивидуальное задание 1 по теме «Случайные функции и их характеристики».**

**Задание.** ИДЗ 1 (модуль 1, тема 1, 2) Решение задач на нахождение характеристик случайных процессов.

**Индивидуальное задание 2 по теме «Марковские случайные процессы».**

**Задание .** (модуль 2, тема 1, 2). Решение задач на нахождение вероятностей состояний дискретных и непрерывных цепей Маркова.

## **Индивидуальное задание 3 по теме «Теория массового обслуживания».**

**Задание 1.** (модуль 3, тема 2, 3). Решение задач на вычисление характеристик эффективности работы системы массового обслуживания. Решение задач на моделирование случайного процесса и нахождение его характеристик

### **Устные опросы**

Устные опросы осуществляются преподавателем по завершению изучения каждого раздела. Вопросы и задания приведены в приложении 2. Для подготовки используется основная и дополнительная литература по дисциплине «Теория случайных процессов». Вопросы, возникающие в процессе подготовки, студент может задать преподавателю на занятиях и консультациях.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде расчетно-графической работы по каждому изучаемому разделу. Решение предложенного преподавателем задания должно быть проведено указанными методами с помощью вычислительных пакетов и сопровождаться графиками, иллюстрирующими результаты исследований.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает расчетно-графические индивидуальные задания по каждому изучаемому разделу, которые должны быть защищены у преподавателя, а также подготовку к устным опросам. Выполнение и защита расчетно-графических работ обязательны для сдачи экзамена, при этом на экзамен выносятся только теоретические вопросы. Критерии оценки каждого вида работы приведены в приложении 2.

## **Приложение 2 к рабочей программе учебной дисциплины**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Теория случайных процессов»**

**Направление подготовки – 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

**магистерская программа «Системы радиосвязи и радиодоступа»**

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток**

**2017**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-11 способностью к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию	Знает	основные методы теории случайных процессов, необходимые для проведения научных исследований и решения вероятностно-статистических задач в профессиональной области
	Умеет	применить методы теории случайных процессов при обработке статистической информации, полученной в результате научных исследований и представить результаты в форме отчета, публикации
	Владеет	навыками применения методов теории случайных процессов при решении вероятностно-статистических задач, возникающих в научно - исследовательской деятельности и обработки статистической информации для публичного представления результатов исследования и выработки практических рекомендаций

### Перечень используемых оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы модуля 1-2 Случайные функции и их характеристики. Марковские случайные процессы	ПК-11	<p>Знает основные методы теории случайных процессов, необходимые для проведения научных исследований и решения вероятностно-статистических задач в профессиональной области</p> <p>Умеет применить методы теории случайных процессов при обработке статистической информации, полученной в результате научных исследований и представить результаты в форме отчета, публикации</p> <p>Владеет навыками применения методов теории случайных процессов при решении вероятностно-статистических задач, возникающих в научно -</p>	1-12 недели. Собеседование (УО-1) ИДЗ 1-2(ПР-12)	Вопросы к экзамену 1-9

			исследовательской деятельности и обработки статистической информации для публичного представления результатов исследования и выработки практических рекомендаций		
2	Темы модуль 3 Системы массового обслуживания	ПК-11	Знает основные методы теории случайных процессов, необходимые для проведения научных исследований и решения вероятностно-статистических задач в профессиональной области	13-18 недели. Собеседование (УО-1) ИДЗ 3(ПР-12)	Вопросы к экзамену 10-19
			Умеет применить методы теории случайных процессов при обработке статистической информации, полученной в результате научных исследований и представить результаты в форме отчета, публикации Владеет навыками применения методов теории случайных процессов при решении вероятностно-статистических задач, возникающих в научно - исследовательской деятельности и обработки статистической информации для публичного представления результатов исследования и выработки практических рекомендаций		

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-11 обладает готовностью представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов,	Знает	Знает основные методы прикладной математики, необходимые для проведения научных исследований и решения	Знание основ современных вычислительных методов; основных пакетов прикладных программ, позволяющих интерпретировать и представлять	способность перечислить основные методы прикладной математики, позволяющие интерпретировать и представлять результаты научных

публикаций и публичных обсуждений; интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практически рекомендации по использованию результатов научных исследований		прикладных задач в профессиональной области	результаты научных исследований	исследований
	Умеет	Умеет применить методы прикладной математики при проведении научных исследований в профессиональной области и представить результаты в форме отчета, публикации	Умение применять основные математические методы и средства компьютерной математики к решению исследовательских задач; использовать современные информационные технологии и вычислительные пакеты для представления результатов научных исследований	способность применять математические методы и средства компьютерной математики к решению исследовательских задач; использовать современные информационные технологии, вычислительные пакеты для представления результатов научных исследований
	Владеет	Владеет навыками решения прикладных математических задач, возникающих в научно-исследовательской деятельности; навыками публичного представления результатов исследования и выработки практических рекомендаций	Владение навыками решения прикладных математических задач и представления результатов научных исследований; уверенное владение навыками работы в пакетах прикладных программ.	способность эффективно использовать современные пакеты прикладных программ в научных исследованиях для представления результатов работы и выработки практических рекомендаций; способность предложить наглядную форму отчётов.

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания  
результатов освоения дисциплины**

**Перечень типовых экзаменационных вопросов**

1. Основные понятия теории случайных процессов (Определение

случайного процесса. Классификация случайных процессов. Законы распределения и основные характеристики случайных процессов).

2. Потоки событий, их свойства и классификация (потоки Пальма, потоки Эрланга и их свойства).

3. Марковские процессы с дискретными состояниями (Граф состояний. Классификация состояний. Вероятности состояний)

4. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и дискретным временем (цепи Маркова). Стационарный режим для цепи Маркова.

5. Марковские процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Уравнения Колмогорова.

6. Однородные марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Стационарный режим, уравнения для предельных вероятностей.

7. Закон распределения и числовые характеристики времени однократного пребывания марковского процесса с непрерывным временем и дискретными состояниями в произвольном подмножестве состояний.

8. Марковские процессы гибели и размножения с непрерывным временем (граф состояний, условия существования стационарного режима, предельные вероятности состояний).

9. Закон распределения и числовые характеристики времени нахождения процесса гибели и размножения в произвольном подмножестве состояний.

10. Основные характеристики случайных функций (Математическое ожидание, дисперсия функции, корреляционная функция случайного процесса, нормированная корреляционная функция, взаимная корреляционная функция, нормированная взаимная корреляционная функция).

11. Характеристики суммы случайных функций. Производная случайной функции и ее характеристики. Интеграл от случайной функции и



его характеристики. Комплексные случайные величины и комплексные случайные функции.

12. Стационарные случайные функции. Свойства корреляционной функции стационарного случайного процесса. Нормированная корреляционная функция стационарного случайного процесса.

13. Стационарно связанные случайные процессы. Корреляционная функция производной стационарного случайного процесса. Взаимная корреляционная функция стационарного случайного процесса и его производной. Корреляционная функция интеграла от стационарного случайного процесса.

14. Определение характеристик эргодических стационарных случайных функций из опыта.

15. Представление стационарной случайной функции в виде гармонических колебаний со случайными амплитудами и случайными фазами. Дискретный спектр стационарной случайной функции.

16. Непрерывный спектр стационарной случайной функции. Спектральная плотность. Нормированная спектральная плотность. Взаимная спектральная плотность стационарных и стационарно связанных случайных функций. Дельта-функция. Стационарный белый шум.

17. Преобразование стационарной случайной функции стационарной линейной динамической системой.

18. Разыгрывание дискретной случайной величины. Разыгрывание непрерывной случайной величины. Метод обратных функций. Метод суперпозиции.

19. Приближенное разыгрывание нормальной случайной величины. Моделирование случайных функций.

### **Перечень типовых экзаменационных задач**

При условии выполнения и защиты всех индивидуальных заданий по изучаемым разделам задачи на экзамен не выносятся.

## Образец экзаменационного билета

1. (теоретический вопрос) Основные понятия теории случайных процессов (Определение случайного процесса. Классификация случайных процессов. Законы распределения и основные характеристики случайных процессов).

2. (теоретический вопрос) Непрерывный спектр стационарной случайной функции. Спектральная плотность. Нормированная спектральная плотность. Взаимная спектральная плотность стационарных и стационарно связанных случайных функций. Дельта-функция. Стационарный белый шум.

### Принцип составления экзаменационного билета

Первый вопрос является теоретическим и предназначен для оценивания порогового и продвинутого уровня освоения дисциплины. Второй вопрос предназначен для оценки высокого уровня освоения дисциплины.

### Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине

#### «Специальные главы прикладной математики»

Баллы (рейтинговая оценка)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил учебный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретические основы случайных процессов, свободно справляется с представлением результатов, умеет применять знания в области случайных процессов и систем массового обслуживания при проведении научных исследований.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает теоретические основы вероятностно-статистических методов, грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками применения прикладных программ к решению статистических и вероятностных задач.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил

		деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ по заданиям, предложенным преподавателем.
0-60	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания, связанные с применением вероятностно-статистических методов. Оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

#### **Вопросы для собеседований по дисциплине «Дополнительные главы математики»**

##### **Занятия 1-5**

1. 1. Основные понятия теории случайных процессов (Определение случайного процесса. Классификация случайных процессов. Законы распределения и основные характеристики случайных процессов).
2. Потоки событий, их свойства и классификация (потоки Пальма, потоки Эрланга и их свойства).
3. Марковские процессы с дискретными состояниями (Граф состояний. Классификация состояний. Вероятности состояний)
4. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и дискретным временем (цепи Маркова). Стационарный режим для цепи Маркова.
5. Марковские процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Уравнения Колмогорова.
6. Однородные марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Стационарный режим, уравнения для предельных вероятностей.

7. Закон распределения и числовые характеристики времени однократного пребывания марковского процесса с непрерывным временем и дискретными состояниями в произвольном подмножестве состояний.

8. Марковские процессы гибели и размножения с непрерывным временем (граф состояний, условия существования стационарного режима, предельные вероятности состояний).

### **Занятия 6-9**

9. Закон распределения и числовые характеристики времени нахождения процесса гибели и размножения в произвольном подмножестве состояний.

10. Основные характеристики случайных функций (Математическое ожидание, дисперсия функции, корреляционная функция случайного процесса, нормированная корреляционная функция, взаимная корреляционная функция, нормированная взаимная корреляционная функция).

11. Характеристики суммы случайных функций. Производная случайной функции и ее характеристики. Интеграл от случайной функции и его характеристики. Комплексные случайные величины и комплексные случайные функции.

12. Стационарные случайные функции. Свойства корреляционной функции стационарного случайного процесса. Нормированная корреляционная функция стационарного случайного процесса.

13. Стационарно связанные случайные процессы. Корреляционная функция производной стационарного случайного процесса. Взаимная корреляционная функция стационарного случайного процесса и его производной. Корреляционная функция интеграла от стационарного случайного процесса.

14. Определение характеристик эргодических стационарных случайных функций из опыта.

15. Представление стационарной случайной функции в виде гармонических колебаний со случайными амплитудами и случайными фазами. Дискретный спектр стационарной случайной функции.

16. Непрерывный спектр стационарной случайной функции. Спектральная плотность. Нормированная спектральная плотность. Взаимная спектральная плотность стационарных и стационарно связанных случайных функций. Дельта-функция. Стационарный белый шум.

17. Преобразование стационарной случайной функции стационарной линейной динамической системой.

18. Разыгрывание дискретной случайной величины. Разыгрывание непрерывной случайной величины. Метод обратных функций. Метод суперпозиции.

19. Приближенное разыгрывание нормальной случайной величины. Моделирование случайных функций.

#### **Критерии оценки:**

✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если 100-85 баллов выставляется студенту, если его ответ показывает прочные знания теоретических основ вычислительной математики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение обосновать применение определенных вычислительных методов с точки зрения их погрешности, использовать для решения возможности пакета Mathcad.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий прочные знания теоретических основ вычислительной математики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; демонстрирует владение терминологическим аппаратом; умение обосновать

применение определенных вычислительных методов с точки их погрешности для решения математических задач, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 балл выставляется студенту, если его ответ, свидетельствующий, в основном, о знании основных положений теоретических основ вычислительной математики, демонстрирует недостаточную глубину и полноту раскрытия темы; недостаточное владение возможностями вычислительного пакета Mathcad, недостаточно свободное владение монологической речью, нарушения логичности и последовательности ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий незнание основных положений теоретических основ вычислительной математики, отличается неглубоким раскрытием темы; незнанием основных возможностей применения вычислительного пакета Mathcad; слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.