



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

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента электроники,  
телекоммуникации и приборостроения

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

**Теория случайных процессов**  
**Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
**Системы радиосвязи и радиодоступа**  
**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 1

лекции 18 час

практические занятия 18

лабораторные работы не предусмотрены

в том числе с использованием МАО лек. -0 / пр. -14 / лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО 14 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 54 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет \_\_\_\_\_ не предусмотрен

экзамен 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22.09.2017 № 958

Рабочая программа обсуждена на заседании отделения Машиностроения, морской техники и транспорта Инженерного департамента протокол № 5 от «28» января 2021 г.

Заведующий отделением ММТиТ ИД М.В. Грибиниченко

Составитель: к.ф.-м.н., доцент А.А. Бочарова

Владивосток

2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

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

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

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

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

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

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

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

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

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

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

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ освоения дисциплины «Теория случайных процессов»:

Цель: формирование профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность магистра формулировать и решать с помощью современных вычислительных пакетов прикладные математические задачи, возникающие в рамках производственной и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование навыков применения вероятностно-статистических методов на примере вычислительного пакета РТС Mathcad Prime к решению прикладных задач, являющихся составной частью научных исследований и инженерных расчетов в профессиональной области;
- формирование навыков применения основных понятий теории случайных процессов и выбора подходящих методов обработки статистической информации в профессиональной деятельности;
- выработка навыков самостоятельного освоения новых вероятностно-статистических методов для решения прикладных инженерных задач в профессиональной деятельности.

Для успешного изучения дисциплины «Теория случайных процессов» обучающиеся должны усвоить следующие дисциплины и разделы фундаментальных наук «Математика», «Физика», «Теория вероятностей и статистика», «Информатика».

Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, состоят в формировании следующих профессиональных компетенций выпускников и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-1. Формулирует цели и задачи проектирования радиоэлектронного устройства или системы	ПК -1.1 Формулирует цели и задачи проектирования радиоэлектронного устройства или системы
		ПК -1.2 Разрабатывает техническое задание на проектирование, включающее общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы, качественные показатели,

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		конструктивные и эксплуатационные требования и другие исходные данные, необходимые для проектирования
		ПК -1.3 Разрабатывает и анализирует варианты создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1. Формулирует цели и задачи проектирования радиоэлектронного устройства или системы	Знает основные понятия теории случайных процессов и статистических методов расчета и проектирования радиоэлектронных устройств или систем
	Умеет использовать вероятностно-статистические методы теории случайных процессов при проектировании радиоэлектронных устройств или систем
	Владеет способностью осваивать и применять вероятностно-статистические методы теории случайных процессов для проектирования радиоэлектронных устройств или систем
ПК -1.2 Разрабатывает техническое задание на проектирование, включающее общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы, качественные показатели, конструктивные и эксплуатационные требования и другие исходные данные, необходимые для проектирования	Знает основы вероятностно-статистических методов теории случайных процессов, описывающих общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы с целью улучшения их качественных, конструктивных и эксплуатационных показателей, необходимых для проектирования
	Умеет использовать знание вероятностно-статистических методов теории случайных процессов, описывающих общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы с целью улучшения их качественных, конструктивных и эксплуатационных показателей, необходимых для проектирования
	Владеет способностью осваивать и применять вероятностно-статистические методы теории случайных процессов, позволяющие моделировать характеристики радиоэлектронных устройств или систем с целью улучшения их качественных, конструктивных и эксплуатационных показателей, необходимых для проектирования
ПК -1.3 Разрабатывает и анализирует варианты создания радиоэлектронного устройства или	Знает основные вероятностно-статистические методы теории случайных процессов, позволяющие разрабатывать и анализировать варианты создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
радиоэлектронной системы	системы
	Умеет применять вероятностно-статистические методы теории случайных процессов для моделирования и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы
	Владеет способностью осваивать современные вероятностно-статистические методы теории случайных процессов для разработки и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 академических часов). (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Математические основы обработки сигналов.	1	10		10	-	54	54	УО-1; ПР-12;
2	Раздел 2. Цифровая обработка сигналов.	1	8		8				
	Итого:		18		18	-	54	54	

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Лекционные занятия (18 час.)**

### **Раздел 1. Случайные процессы.**

#### **Тема 1. Вероятностные и временные характеристики случайного процесса (4 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.

### **Раздел 2. Марковские случайные процессы.**

#### **Тема 4. Дискретные цепи Маркова (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 5. Непрерывные цепи Маркова (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.**

#### **Тема 6. Система массового обслуживания и её характеристики (2 час.)**

Понятия системы массового обслуживания, канала обслуживания. Виды 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 7. Основные виды систем массового обслуживания и их характеристики (2 час.)**

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 8. Моделирование случайных величин и случайных процессов (2 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 И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Практические занятия (18 часов/14 часов)**

### **Занятие 1. Вероятностные и временные характеристики случайного процесса (4 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 занятия проводятся в специализированной аудитории ДВФУ, практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием лицензионного ПО Mathcad Prime.

### **Задания для самостоятельной работы**

Все задания выполняются с использованием вычислительной системы Mathcad Prime.

**РГР № 1 по теме «Случайные функции и их характеристики».**

**Задание.** (раздел 1, тема 1, 2)

Решение задач на нахождение характеристик случайных процессов.

**РГР № 2 по теме «Марковские случайные процессы».**

**Задание.** (раздел 2, тема 1, 2).

Решение задач на нахождение вероятностей состояний дискретных и непрерывных цепей Маркова.

**РГР № 3 по теме «Теория массового обслуживания».**

**Задание.** (раздел 3, тема 2, 3).

Решение задач на вычисление характеристик эффективности работы системы массового обслуживания.

Решение задач на моделирование случайного процесса и нахождение его характеристик

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория случайных процессов» 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.

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-4 неделя семестра	Решение заданий по теме 1-2 РГР № 1	6	ПР-12
2	4-7 неделя семестра	Решение заданий по теме 3 РГР № 1	8	ПР-12
3	8 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по темам 1-4	8	УО-1
4	8-12 неделя семестра	Решение заданий по теме 4 РГР № 2	8	ПР-12
5	13-15 неделя семестра	Решение заданий по теме 5 РГР № 2	8	ПР-12
6	16-17 неделя семестра	Решение заданий по теме 6 РГР № 3	8	ПР-12
7	17 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по темам занятий 5-8	8	УО-1
8	18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	54	зачет
<b>Итого</b>			<b>108 час.</b>	

## **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

### **Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы**

На изучение дисциплины отводится 36 часов аудиторных занятий и 54 часа самостоятельной работы, 54 часа на контроль. Следует изучить график выполнения самостоятельной работы и правильно её организовать. Обратит внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

### **Рекомендации по работе с литературой.**

Теоретический и практический материал курса разъяснён в учебниках и учебных пособиях из списка основной и дополнительной литературы, а также в материалах учебно-методического комплекса, представленного в системе BlackBoard. Для выполнения самостоятельной работы студент может изучить теорию в соответствующем учебном пособии, просмотреть практикум с разобранными примерами.

Для самостоятельной работы по курсу «Теория случайных процессов» рекомендуется использовать рекомендуемые учебные пособия или дополнительные материалы, предложенные преподавателем.

Самостоятельную работу можно выполнять как на аудиторном занятии, так и самостоятельно во внеаудиторное время. При этом результат необходимо отправить преподавателю на проверку.

Задание считается сданным, если студент защитил его, т.е. ответил на все предложенные преподавателем вопросы.

### **Рекомендации по выполнению плана-графика и подготовке к зачету.**

В начале семестра преподаватель подготавливает рейтинг-план освоения дисциплины и знакомит студентов с оцениваемыми пунктами. Успешное выполнение рейтинг-плана (получение зачета) включает посещаемость, работу на практических занятиях в течение семестра, выполнение всех заданий (РГР № 1-3)

**Рекомендации по выполнению плана-графика в условиях смешанного обучения.** В условиях смешанного обучения в электронной образовательной среде Teams выставляются необходимые учебные материалы, план занятий, вводятся задания с кратким описанием, записи лекционных занятий. Выполненные задания по темам студенты должны загрузить в формате pdf в систему Teams в канале своей команды.

## самостоятельной работы и критерии оценки.

Все предложенные задания РГЗ № 1-3 выполняются в вычислительном пакете PTC Mathcad Prime. Выполненные задания должны содержать:

- исходные данные,
- краткие теоретические сведения и пояснения выполняемых расчетов в виде текстовых блоков,
- результаты расчетов, графики, сравнение и выводы.

При выполнении рекомендуется следовать примерам, указанным преподавателем и использовать информацию из справочного центра PTC Mathcad Prime 5.0.0.0 <http://support.ptc.com/help/mathcad/ru/>

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знание теоретических основ и методов прикладной математики, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении аспектов работы, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

## IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I.	ПК-1.1. Формулирует цели и задачи проектирования радиоэлектронного устройства или системы	Знает математические основы методов расчета и проектирования радиоэлектронных устройств или систем	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к экзамену 1-14 РГР №1
			Умеет использовать вычислительные методы прикладной математики при проектировании радиоэлектронных устройств или систем	УО-1 собеседование / устный опрос	
			Владеет способностью	ПР-12 Расчетно-	

			осваивать и применять новые системы компьютерной математики для проектирования радиоэлектронных устройств или систем	графическая работа	
Раздел 2	ПК -1.2 Разрабатывает техническое задание на проектирование, включающее общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы, качественные показатели, конструктивные и эксплуатационные требования и другие исходные данные, необходимые для проектирования	Знает основы специальных математических методов, описывающих общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы с целью улучшения их качественных, конструктивных и эксплуатационных показателей, необходимых для проектирования	УО-1 собеседование / устный опрос		
		Умеет использовать знание специальных математических методов, описывающих общие характеристики радиоэлектронного устройства или системы с целью улучшения их качественных, конструктивных и эксплуатационных показателей, необходимых для проектирования	ПП-12 Расчетно- графическая работа	вопросы к экзамену 1-14 РГР №2	
		Владеет способностью осваивать и применять современные программные комплексы, позволяющие моделировать характеристики радиоэлектронных устройств или систем с целью улучшения их качественных, конструктивных и эксплуатационных	ПП-12 Расчетно- графическая работа		
Раздел 3.		показателей, необходимых для проектирования			

			Знает основные математические методы, позволяющие разрабатывать и анализировать варианты создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы	УО-1 собеседование / устный опрос	
		ПК -1.3 Разрабатывает и анализирует варианты создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы	Умеет применять вычислительные системы компьютерной математики для моделирования и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы	ПР-12 Расчетно- графическая работа	вопросы к экзамену 1-14 РГР №3
			Владеет способностью осваивать современные системы компьютерного моделирования для разработки и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

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. 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>

3. 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

1. Методы вычислений в пакете MathCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Бедарев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2013. — 169 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-68893&theme=FEFU>

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>

### 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. PTC MathCAD Prime.
2. Программное обеспечение электронного ресурса сайт ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

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»

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Справочный центр PTC Mathcad Prime 5.0.0.0  
<http://support.ptc.com/help/mathcad/ru/>

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

### **Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.**

Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

**Лекционные занятия** ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале и заложить научные и методологические основы для дальнейшей

самостоятельной работы. На лекционных занятиях преподаватель дает обзор основных положений теории и практических методов для решения рассматриваемых задач. При этом рекомендуется литература и указываются ссылки на предлагаемые материалы..

**Практические занятия** акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений. На практических занятиях преподаватель кратко объясняет теоретические вопросы, относящиеся к теме занятия и дает пояснения по ходу выполнения заданий. На практическом занятии все выполняют задание «по образцу», предложенному преподавателем и сформулируют вопросы. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Затем следует выполнить индивидуальное задание по вариантам, которые размещаются в группе. Если полученных в аудитории знаний и навыков окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть соответствующее учебное пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является **самостоятельная работа** по дисциплине. В ходе этой работы студенты должны овладеть практическими навыками работы по решению задач прикладной математики в вычислительной системе РТС Mathcad Prime. Для этих целей следует изучать основы теории, выполнять предложенные преподавателем работы и самостоятельные задания.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к зачету.** К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины и посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### **Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е826.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30)</p> <p>Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная. Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox 20 шт.</p>	<p>PTC Mathcad Prime</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. Е каб. Е 826.</p> <p>Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 20 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)</p>	<p>PTC Mathcad Prime</p>

Для освоения дисциплины требуется наличие компьютерного класса со специализированным лицензионным ПО PTC Mathcad Prime.

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Специальные вопросы прикладной математики» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Расчетно-графическая работа (ПР-12)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенной теме.

### **Письменные работы**

Расчетно-графическая работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теория случайных процессов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (1-й, осенний семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 2 вопроса. Один из вопросов относится к теоретическим основам теории случайных процессов, второй относится к практическим навыкам применения вероятностно-статистических методов в системе Mathcad.

### **Методические указания по сдаче экзамена**

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению директора отделения допускается привлечение в помощь

ведущему преподавателю других преподавателей.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Политехнического института (школы), директор отделения имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена – устная, утверждается на заседании отделения по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 30 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Политехнического института (школы), руководителя ОПОП или директора отделения), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на экзамен с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В зачетную книжку студента вносится только запись «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», запись «неудовлетворительно» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

### **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 расчетно-графических 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.

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

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, расчетно-графические работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях,

своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Теория случайных процессов»

Баллы (рейтингово й оценки)	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 теории случайных процессов, свободно справляется с, вопросами и умеет применять знания системы компьютерной математики Mathcad для применения статистических методов, правильно обосновывает полученное решение и оценивает его погрешность.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает основы теории случайных процессов, 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 вычислительного пакета Mathcad и средств вычислительной системы Matlab.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала по теории случайных процессов, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ с помощью вычислительного пакета Mathcad
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, связанные с применением вычислительного пакета Mathcad. Оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

### Тематика расчетно-графических работ

РГР № 1 по теме «Случайные функции и их характеристики».

РГР № 2 по теме «Марковские случайные процессы».

РГР № 3 по теме «Теория массового обслуживания».

## Критерии оценки расчетно-графических работ

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент выполнил расчетно-графическую работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы, демонстрирует прочные знания теоретических основ прикладной математики и практическое умение использовать вычислительные системы, умеет обосновать применение определенных вычислительных методов с точки их погрешности для решения математических задач. Допускается одна - две неточности в ответе.
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет обнаруживающий знание основных разделов прикладной математики, отличается незнанием основных возможностей применения вычислительного пакета Mathcad; отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа. Расчетно-графическая работа не выполнена.