

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНС РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

Первый
проректор-проректор
по учебной работе
Н. Н. Сухих
августа 2017 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория случайных процессов

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
Математическое и программное обеспечение систем управления

Квалификация выпускника:
бакалавр

Форма обучения:
очная

Санкт-Петербург
2017

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория случайных процессов» является формирование у обучающихся знаний об основных задачах теории случайных процессов и приобретение ими навыков и умений по применению методов их решения в ходе профессиональной деятельности.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование у обучающихся знаний об основах теории случайных процессов, а также о методах их исследования;
- приобретение обучающимися умений использовать методы построения и исследования математической модели, допускающей строгое определение случайного процесса;
- овладение обучающимися навыками применения аппарата теории случайных процессов.

Дисциплина «Теория случайных процессов» обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория случайных процессов» относится к Базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

Дисциплина «Теория случайных процессов» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дополнительные главы математического анализа».

Дисциплина «Теория случайных процессов» является обеспечивающей для дисциплин: «Исследование операций», «Математическое моделирование».

Дисциплина «Теория случайных процессов» изучается в 5 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Теория случайных процессов» направлен на формирование следующих компетенций.

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)	Знать: - классификацию случайных процессов и их числовые характеристики; Уметь: - корректно применять методы исследования случайных процессов;

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - - навыками интерпретации результатов, полученных в ходе решения задач методами теории случайных процессов;
<p>Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы математического аппарата, используемого при исследовании случайных процессов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать с программным обеспечением, необходимым для решения вероятностно-статистических задач; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - - основными методами исследования и примерами нестандартных подходов исследования случайных процессов;
<p>Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов (ПК-10)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы теории случайных процессов, цепи Маркова; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строить адекватные теоретико-вероятностные и статистические модели реальных процессов и явлений и проводить их математический анализ; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками вычисления точечных оценок параметров и построения доверительных интервалов для математического ожидания генеральной совокупности;
<p>Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методику статистической обработки экспериментальных данных методами теории случайных процессов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать типичные задачи и формулировать прикладные задачи в терминах теории случайных процессов; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умением самостоятельно расширять знания и проводить анализ задач;

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	56	56
лекции	28	28
практические занятия	28	28
семинары	–	–
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	–	–
Самостоятельная работа студента	25	25
Промежуточная аттестация	27	27

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции					
		ОПК-1	ПК-9	ПК-10	ПК-12	Образовательные технологии	Оценочные средства
Тема 1. Основные понятия теории случайных процессов.	13	+	+	+	+	Л, ВК СРС, ПЗ	ПАР
Тема 2. Потoki событий.	8	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР
Тема 3. Корреляционная теория случайных процессов.	22	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР
Тема 4. Стационарные процессы.	22	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР
Тема 5. Случайные последовательности. Марковские процессы	16	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции					
		ОПК-1	ПК-9	ПК-10	ПК-12	Образовательные технологии	Оценочные средства
Всего по дисциплине	81						
Промежуточная аттестация	27						
Итого по дисциплине	108						

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, ПАР – письменная аудиторная работа.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Основные понятия теории случайных процессов.	4	4	-	-	5	-	13
Тема 2. Потoki событий.	2	2	-	-	4	-	8
Тема 3. Корреляционная теория случайных процессов.	8	8	-	-	6	-	22
Тема 4. Стационарные процессы.	8	8	-	-	6	-	22
Тема 5. Случайные последовательности. Марковские процессы	6	6			4		16
Всего по дисциплине	28	28	-	-	25	-	81
Промежуточная аттестация							27
Итого по дисциплине							108

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа (проект).

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия теории случайных процессов.

Определение случайного процесса. Сечение и реализация. Задание случайного процесса. Классификация случайных процессов. Характеристики случайного процесса. Характеристики случайного векторного процесса.

Тема 2. Потоки событий

Основные понятия о потоках событий. Поток Эрланга.

Тема 3. Корреляционная теория случайных процессов

Задачи, решаемые корреляционной теорией. Моменты первых двух порядков случайных процессов. Предел в среднем квадратическом случайного процесса. Непрерывность случайного процесса. Производная случайного процесса. Интеграл от случайного процесса. Линейные преобразования случайных процессов. Некоторые нелинейные преобразования случайных процессов.

Тема 4. Стационарные процессы

Стационарные процессы в узком смысле. Свойства стационарных процессов. Стационарные процессы в широком смысле. Непрерывность стационарного процесса. Производная стационарного процесса. Интеграл от стационарного процесса. Корреляционная функция связи стационарного процесса и его производных. Задачи о выбросах стационарного нормального процесса за данный уровень.

Тема 5. Случайные последовательности. Марковские процессы.

Безусловные вероятности состояний цепи Маркова. Уравнения Колмогорова – Чепмена. Дискретные цепи Маркова. Однородные дискретные цепи Маркова. Эргодическое свойство однородной дискретной цепи Маркова. Процесс Пуассона. Процесс размножения и гибели. Система дифференциальных уравнений Колмогорова для однородной цепи Маркова с непрерывным временем.

5.4 Практические занятия (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Определение случайного процесса. Сечение и реализация. Задание случайного процесса.	2
	Практическое занятие 2 Характеристики случайного процесса. Характеристики случайного векторного процесса.	2
2	Практическое занятие 3. Основные понятия о потоках событий. Поток Эрланга.	2
3	Практическое занятие 4. Задачи, решаемые корреляционной теорией. Моменты первых двух порядков случайных процессов. Предел в среднем квадратическом случайного процесса.	2
	Практическое занятие 5. Непрерывность случайно-	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (часы)
	го процесса. Производная случайного процесса. Интеграл от случайного процесса.	
	Практическое занятие 6-7. Линейные преобразования случайных процессов. Некоторые нелинейные преобразования случайных процессов.	4
4	Практическое занятие 8-9. Применение свойств стационарных процессов. Непрерывность стационарного процесса. Производная стационарного процесса. Интеграл от стационарного процесса.	4
	Практическое занятие 10-11. Корреляционная функция связи стационарного процесса и его производных. Задачи о выбросах стационарного нормального процесса за данный уровень.	4
5	Практическое занятие 12. Нахождение безусловных вероятностей состояний цепи Маркова. Уравнения Колмогорова – Чепмена.	2
	Практическое занятие 13. Дискретные цепи Маркова. Однородные дискретные цепи Маркова. Эргодическое свойство однородной дискретной цепи Маркова.	2
	Практическое занятие 14. Процесс Пуассона. Процесс размножения и гибели. Система дифференциальных уравнений Колмогорова для однородной цепи Маркова с непрерывным временем.	2
Итого по дисциплине		28

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
1	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2,3,5]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	5
2	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2, 4-8].	4

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	
3	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1,3, 5-8]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	6
4	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2,4]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	6
5	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2,4]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	4
Итого по дисциплине		25

5.7 Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. 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/71720>— Загл. с экрана.

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>— Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

3. Круглов, В. М. **Случайные процессы в 2 ч. Часть 2. Основы стохастического анализа: учебник для академического бакалавриата** / В. М. Круглов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 280 с. — (Серия: Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-02086-1. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/204F4A8A-C6D3-4CF8-9C6D-409066EA533A

4. Попов, А. М. **Теория вероятностей: учеб. пособие для прикладного бакалавриата** / А. М. Попов, В. Н. Сотников. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 215 с. — (Серия: Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-9916-

9791-0. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/3A32FB62-CCBC-4D3D-BA4A-6EB286069305

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

5. **Портал Математика** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://math.ru/>, свободный (дата обращения: 27.07.2017)

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

6. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 27.07.2017)

7. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 27.07.2017)

8. **Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://biblio-online.ru>, свободный (дата обращения: 27.07.2017)

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры № 8 (ауд.: 800, 801, 803, 804) с доступом в Интернет, переносной проектор.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

Лицензионное программное обеспечение: MicrosoftOffice.

8 Образовательные и информационные технологии

Дисциплина «Теория случайных процессов» предполагает использование следующих образовательных технологий: входной контроль, лекции, практические занятия и самостоятельная работа студента.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется по вопросам из обеспечивающих дисциплин (п. 2).

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу.

Практическое занятие обеспечивает связь теории и практики, содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера.

Самостоятельная работа студента проявляется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также собственные познавательные-мыслительные действия без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, а также подготовку к письменным аудиторным работам.

В рамках изучения дисциплины «Теория случайных процессов» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду MicrosoftOffice.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств дисциплины «Теория случайных процессов» представляет собой комплекс методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения данной дисциплины. В свою очередь, задачами использования фонда оценочных средств являются осуществление как текущего контроля успеваемости студентов, так и промежуточной аттестации в форме экзамена.

Фонд оценочных средств дисциплины «Теория случайных процессов» для текущего контроля успеваемости включает письменную аудиторную работу.

Письменная аудиторная работа предназначена для проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 5 семестре. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Экзамен предполагает устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение задачи.

9.1. Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Контактные виды занятий				
Тема 1				
Лекция №1	1	2	1-14	
Практическое занятие №1	2,5	3	1-14	
Лекция №2	1	2	1-14	
Практическое занятие №2	2,5	3	1-14	
Тема 2				
Лекция №3	1	2	1-14	
Практическое занятие №3	2,5	3	1-14	
Тема 3				
Лекция №4	1	2	1-14	
Практическое занятие №4	2	3	1-14	
Лекция №5	1	2	1-14	
Практическое занятие №5	2	3	1-14	
Лекция №6	1	2	1-14	
Практическое занятие №6	2	3	1-14	
Лекция №7	1	2	1-14	
Практическое занятие №7	2	3	1-14	
Тема 4				
Лекция №8	1	2	1-14	
Практическое занятие №8	2	3	1-14	
Лекция №9	1	2	1-14	
Практическое занятие №9	2	3	1-14	
Лекция №10	1	2	1-14	
Практическое занятие №10	2	3	1-14	
Лекция №11	1	2	1-14	
Практическое занятие №11	2	3	1-14	
Тема 5				
Лекция №12	1	2	1-14	
Практическое занятие №12	2,5	3	1-14	
Лекция №13	1	2	1-14	
Практическое занятие №13	2,5	3	1-14	
Лекция №14	1	2	1-14	
Практическое занятие №14	2,5	3	1-14	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Экзамен	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				
Научные публикации по темам дисциплины		10		
Участие в конференциях по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премияльных баллов		20		
Всего по дисциплине для рейтинга		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку для экзамена				
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Посещение обучающимся лекционного занятия с ведением конспекта оценивается в 1 балл. Участие в обсуждениях, возникших в ходе лекции – до 0,5 баллов.

Посещение обучающимся практических занятий №1-3,12-14с ведением конспекта оценивается в 2,5 балла; практических занятий №4-11 – в 2 балла. Выполнение письменной аудиторной работы от 0,5 (ПЗ №1-3, 12-14) до 1 (ПЗ №4-11) балла.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

В учебном плане курсовых работ (проектов) не предусмотрено.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. Сформулируйте классическое определение вероятности. В чем ограниченность этого определения? В чем различие между вероятностью и относительной частотой?

2. Когда применяют геометрическое определение вероятности? Почему в этих случаях нельзя пользоваться классическим определением?

3. Дайте определение суммы событий. Приведите примеры: суммы двух несовместных событий; суммы двух совместных событий.
4. Сформулируйте и докажите теорему о сложении вероятностей несовместных событий.
5. Дайте определение произведения событий. Приведите примеры: произведения двух независимых событий; произведения двух зависимых событий.
6. Что такое условная вероятность?
7. Сформулируйте теорему об умножении вероятностей для двух событий (общий случай). Какую форму принимает эта теорема в случае, когда события независимы?
8. Приведите формулу полной вероятности.
9. Приведите формулы Байеса.
10. Что такое схема Бернулли?
11. В каких случаях применяются: формула Бернулли; теорема Пуассона; теорема Муавра-Лапласа?
12. Функции нескольких переменных, ее предел и непрерывность.
13. Частные производные функции нескольких переменных.
14. Полный дифференциал функции нескольких переменных, его применение.
15. Производная и полный дифференциал сложной функции.
16. Дифференцирование неявных функции,
17. Производная по направлению.
18. Градиент функции нескольких переменных.
19. Мера области, определение интеграла по области, теорема существования, частные случаи интеграла по области.
20. Основные свойства интегралов по области.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)</i>		
Знать: - классификацию случайных процессов и их числовые характеристики;	1 этап формирования	- называет основные классы случайных процессов;
	2 этап формирования	- определяет эффективность применения конкретного метода теории случайных процессов для решения поставленной задачи;
Уметь: - корректно применять ме-	1 этап формирования	- перечисляет математические методы, используемые в теории слу-

Критерий	Этапы формирования	Показатель
тоды исследования случайных процессов;		чайных процессов;
	2 этап формирования	- интерпретирует результаты решения задачи, полученные методами теории случайных процессов;
Владеть: - навыками интерпретации результатов, полученных в ходе решения задач методами теории случайных процессов;	1 этап формирования	- описывает постановку задачи терминами теории случайных процессов;
	2 этап формирования	- формулирует результаты, полученные в ходе решения научно-исследовательской задачи с помощью терминов теории случайных процессов;
<i>Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)</i>		
Знать: - основы математического аппарата, используемого при исследовании случайных процессов.	1 этап формирования	- называет методы точечного и интервального оценивания параметров;
	2 этап формирования	- исследует стохастические модели динамических систем, моделирующих объекты и процессы;
Уметь: - работать с программным обеспечением, необходимым для решения вероятностно-статистических задач;	1 этап формирования	- проводит простейшие вычисления вероятностно-статистических характеристик с использованием соответствующего программного продукта.
	2 этап формирования	- строит стохастические модели в математическом пакете при решении научно-исследовательских задач;
Владеть: - основными методами исследования и примерами нестандартных подходов исследования случайных процессов;	1 этап формирования	- описывает направление развития и области применения методов теории случайных процессов;
	2 этап формирования	- применяет современные методы компьютерной реализации вероятностных и статистических моделей к решению научно-исследовательских задач;

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов (ПК-10)</i>		
Знать: - основы теории случайных процессов, цепи Маркова;	1 этап формирования	- описывает основные классы случайных процессов и их характеристики;
	2 этап формирования	- определяет состояние цепи Маркова;
Уметь: - строить адекватные теоретико-вероятностные и статистические модели реальных процессов и явлений и проводить их математический анализ;	1 этап формирования	- называет теоретические основы оценивания параметров и проверки гипотез;
	2 этап формирования	- моделирует непрерывные и дискретные случайные величины;
Владеть: - навыками вычисления точечных оценок параметров и построения доверительных интервалов для математического ожидания генеральной совокупности;	1 этап формирования	- перечисляет методы точечного и интервального оценивания параметров;
	2 этап формирования	- рассчитывает параметры пуассоновского процесса;
<i>Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12)</i>		
Знать: - методику статистической обработки экспериментальных данных методами теории случайных процессов;	1 этап формирования	- оценивает построенные в ходе решения задачи графики и определяет числовые характеристики случайных величин;
	2 этап формирования	- сводит решение простейших стохастических уравнений к решению детерминированных уравнений в частных производных;
Уметь: - решать типичные задачи и формулировать прикладные задачи в терминах	1 этап формирования	- описывает методику статистической обработки экспериментальных данных, методами теории случайных процессов;

Критерий	Этапы формирования	Показатель
теории случайных процессов;	2 этап формирования	- выбирает данные из научной или учебной литературы, необходимые для решения поставленной задачи методами теории случайных процессов;
Владеть: - умением самостоятельно расширять знания и проводить анализ задач;	1 этап формирования	- выбирает информационные источники для самостоятельного поиска информации по конкретной задаче;
	2 этап формирования	- изучает самостоятельно дополнительные главы теории случайных процессов;

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за экзамен – 30. Минимальное количество баллов за экзамен – 15 баллов.
2. При наборе менее 15 баллов – экзамен не сдан по причине недостаточного уровня знаний.
3. Экзаменационная оценка выставляется как сумма набранных баллов за ответы на вопросы билета и за решение задачи.
4. Ответы на вопросы билета оцениваются следующим образом:
 - *1 балл*: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;
 - *2 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;
 - *3 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
 - *4 балла*: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом студентом продемонстрировано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
 - *5 баллов*: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
 - *6 баллов*: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

- 7 баллов: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
 - 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
 - 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
 - 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.
2. Решение задачи оценивается следующим образом:
- 10 баллов: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;
 - 9 баллов: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;
 - 8 баллов: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;
 - 7 баллов: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;
 - 6 баллов: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
 - 5 баллов: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
 - 4 балла: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 3 балла: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 2 балла: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Типовые задания для письменной аудиторной работы.

1. Найти спектральную плотность стационарной случайной функции $X(t)$, если ее корреляционная функция имеет вид

$$1. k_x(\tau) = \begin{cases} 1 - |\tau|, & |\tau| \leq 1, \\ 0, & |\tau| > 1. \end{cases}$$

$$2. k_x(\tau) = e^{-|\tau|}.$$

$$3. k_x(\tau) = \begin{cases} 1 - 0,2|\tau|, & |\tau| \leq 5, \\ 0, & |\tau| > 5. \end{cases}$$

$$4. k_x(\tau) = e^{-2|\tau|}.$$

$$5. k_x(\tau) = \begin{cases} 1 - 0,5|\tau|, & |\tau| \leq 2, \\ 0, & |\tau| > 2. \end{cases}$$

$$6. k_x(\tau) = e^{-0,3|\tau|}.$$

$$7. k_x(\tau) = \begin{cases} 1 - 0,25|\tau|, & |\tau| \leq 4, \\ 0, & |\tau| > 4. \end{cases}$$

$$8. k_x(\tau) = e^{-0,2|\tau|}.$$

$$9. k_x(\tau) = \begin{cases} 1 - 2|\tau|, & |\tau| \leq \frac{1}{2}, \\ 0, & |\tau| > \frac{1}{2}. \end{cases}$$

$$10. k_x(\tau) = e^{-0,5|\tau|}.$$

2. На вход линейной стационарной динамической системы, описываемой данным дифференциальным уравнением, подается стационарная случайная функция $X(t)$ с математическим ожиданием m_x и корреляционной функцией $k_x(\tau)$. Найти: а) математическое ожидание;

б) дисперсию случайной функции $Y(t)$ на выходе системы в установившемся режиме.

11. $Y'(t) + 3Y(t) = X'(t) + 4X(t)$,	$m_x = 6$,	$k_x(\tau) = 5e^{-2 \tau }$.
12. $3Y'(t) + Y(t) = 4X'(t) + X(t)$,	$m_x = 5$,	$k_x(\tau) = 6e^{-2 \tau }$.
13. $Y'(t) + 2Y(t) = 5X'(t) + 6X(t)$,	$m_x = 5$,	$k_x(\tau) = e^{- \tau }$.
14. $3Y'(t) + 5Y(t) = X'(t) + X(t)$,	$m_x = 2$,	$k_x(\tau) = 2e^{-3 \tau }$.
15. $2Y'(t) + Y(t) = X'(t) + 3X(t)$,	$m_x = 4$,	$k_x(\tau) = 3e^{- \tau }$.
16. $Y'(t) + 3Y(t) = 3X'(t) + X(t)$,	$m_x = 9$,	$k_x(\tau) = 5e^{-3 \tau }$.
17. $4Y'(t) + 3Y(t) = X'(t) + 2X(t)$,	$m_x = 3$,	$k_x(\tau) = e^{-5 \tau }$.
18. $Y'(t) + 3Y(t) = 3X'(t) + X(t)$,	$m_x = 12$,	$k_x(\tau) = e^{-2 \tau }$.
19. $2Y'(t) + 3Y(t) = X'(t) + 5X(t)$,	$m_x = 3$,	$k_x(\tau) = 2e^{-5 \tau }$.
20. $Y'(t) + 4Y(t) = 3X'(t) + 2X(t)$,	$m_x = 8$,	$k_x(\tau) = 3e^{-2 \tau }$.

Перечень типовых вопросов к экзамену для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1. Дайте определение случайного процесса; случайной функции; реализации случайной функции.
2. Приведите примеры случайных процессов четырех различных видов.
3. Что такое сечение случайной функции?
4. Перечислите характеристики случайных функций.
5. Что называется корреляционной (автокорреляционной) функцией случайной функции? Что она характеризует?
6. Что такое центрированные и нормированные характеристики случайной функции?
7. Какие случайные функции называются элементарными?
8. В чем заключается идея метода канонических разложений случайных функций?
9. Когда применяются интегральные канонические представления?
10. Сформулируйте правило линейного преобразования канонического разложения случайной функции.
11. Дайте определения характеристик комплексной случайной величины. Как их вычислить по характеристикам мнимой и действительной части?
12. Какой случайный процесс называется стационарным? Каким свойствами обладает автокорреляционная функция стационарного случайного процесса?
13. Что такое спектр дисперсий случайной функции?
14. Когда пользуются нормированной спектральной плотностью стационарной случайной функции?
15. Что называется частотной характеристикой линейной системы?
16. Сформулируйте правило преобразования стационарной случайной функции стационарной линейной системой.

17. В чем состоит эргодическое свойство стационарных случайных функций? Почему для определения характеристик такой функции достаточно одной реализации?

Типовые задачи для промежуточной аттестации:

Задача 1

Задана матрица $\Lambda = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$ интенсивностей переходов непрерывной

цепи Маркова. Составить размеченный граф состояний, соответствующий матрице Λ ; составить систему дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний; найти предельное распределение вероятностей.

Задача 2

Задана матрица $P = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,4 \\ 0,7 & 0,3 \end{pmatrix}$ вероятностей перехода дискретной цепи

Маркова из i -го в j -ое состояние за один шаг ($i, j = 1, 2$). Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент $t = 0$ определяется вектором $\bar{q} = (0,2; 0,8)$.

Найти:

1. Матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага;
2. распределение вероятностей по состояниям в момент $t = 2$;
3. вероятность того, что в момент $t = 1$ состоянием цепи будет $i = 2$;
4. стационарное распределение.

Задача 3

Задана матрица $\Lambda = \begin{pmatrix} -6 & 2 & 4 \\ 1 & -3 & 2 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$ интенсивностей переходов непрерыв-

ной цепи Маркова. Составить размеченный граф состояний, соответствующий матрице Λ ; составить систему дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний; найти предельное распределение вероятностей.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами учебных занятий по дисциплине «Теория случайных процессов» являются лекции, практические занятия. Виды учебных занятий определяются рабочей программой дисциплины.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплине «Теория случайных процессов». Они должны давать систематизированные основы на-

учных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных, проблемных вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Лекции должны носить, как правило, проблемный характер. Основным методом в лекции выступает устное изложение лектором учебного материала.

Практическим занятиям предшествует лекции и целенаправленная самостоятельная подготовка студентов, поэтому темы практических занятий и практических заданий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины.

В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся его цель и задачи и обращает внимание обучающихся на наиболее сложные вопросы, относящиеся к изучаемой теме.

Самостоятельная работа студента является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирования навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях. Самостоятельная работа подразумевает выполнение учебных заданий, в том числе и индивидуальных получаемых студентом после каждого занятия.

При изучении тем дисциплины «Теория случайных процессов» обучающимся необходимо: ознакомиться с изложенным теоретическим материалом; акцентировать внимание на основных понятиях каждой конкретной темы; пройти тестирование (входной и текущий контроль); выполнить задания на самостоятельную работу; подготовиться к сдаче промежуточной аттестации в виде экзамена с использованием конспекта лекций.

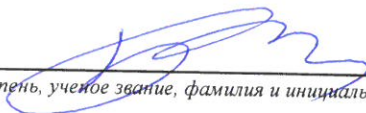
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №16 Прикладной математики

« 14 » января 2016 года, протокол № 6.

Разработчики

д. ф.-м. н., профессор


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Береславский Э. Н.

Заведующий кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

к.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Далингер Я.М.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Далингер Я.М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 20 » января 2016 года, протокол № 3.

С изменениями и дополнениями от « 30 » августа 2017 года, протокол № 10 (в соответствии с Приказом от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»).