

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН
02.00.00 «Компьютерные
и информационные науки»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Методы стохастического анализа телекоммуникаций

Рекомендуется для направления подготовки

02.04.02 — Фундаментальная информатика и информационные технологии
(указываются код и наименования направления(ий) подготовки (специальности (ей) и/или профилей (специализаций))

Направленность программы (профиль)

Управление инфокоммуникациями и интеллектуальные системы

Квалификация (степень) выпускника магистр

(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ОС ВО РУДН)

1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью освоения дисциплины является знание основополагающих понятий, результатов и методов теории случайных процессов, теории массового обслуживания и стохастической геометрии для их последующего применения к анализу телекоммуникаций. Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса: изучение основ теории случайных процессов, теории массового обслуживания и стохастической геометрии, навыки исследований систем массового обслуживания и анализа распределений расстояний между случайно расположенными точками в геометрических фигурах, знание формулировок и доказательств основных теорем курса.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Методы стохастического анализа телекоммуникаций» относится к *обязательной* части учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
	УК-1, УК-7	-	Математическая теория телетрафика, Модели ресурсных систем массового обслуживания, Построение и анализ моделей беспроводных сетей 5G/6G, Модели мультисервисных сетей, Показатели эффективности беспроводных сетей 5G/6G, Научно-исследовательская работа
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1	-	Математическая теория телетрафика, Модели ресурсных систем массового обслуживания, Построение и анализ моделей беспроводных сетей 5G/6G, Модели мультисервисных сетей, Показатели эффективности беспроводных сетей 5G/6G, Научно-исследовательская работа
Профессиональные компетенции (научно-исследовательская деятельность)			
	ПК-1	-	Математическая теория телетрафика, Модели ресурсных систем массового обслуживания, Построение и анализ моделей беспроводных сетей 5G/6G, Модели мультисервисных сетей, Показатели эффективности беспроводных сетей 5G/6G, Научно-исследовательская работа

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-7 Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных

ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий

ПК-1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1, УК-7, ОПК-1, ПК-1.

(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

- **УК-1.1** Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации
- **УК-1.2** Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности
- **УК-1.3** Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов

УК-7 Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных

- **УК-7.1** Знает принципы применения цифровых технологий для сбора, отбора и обобщения информации
- **УК-7.2** Умеет применять цифровые технологии для поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области фундаментальной информатики и информационных технологий
- **УК-7.3** Владеет навыками применения цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области фундаментальной информатики и информационных технологий

ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий

- **ОПК-1.1** Обладает фундаментальными знаниями в области математических и естественных наук, теории коммуникаций
- **ОПК-1.2** Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты
- **ОПК-1.3** Имеет практический опыт работы с решением математических задач и применяет его в профессиональной деятельности

ПК-1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

- **ПК-1.3** Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ математики и информатики, а также решать стандартные задачи собственной научно-исследовательской деятельности; умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей по тематике исследований в соответствии с выбранной методикой

Знать: концепции разделов дисциплины: основы теории случайных процессов, теории массового обслуживания и стохастической геометрии, основные законы теоретического исследования.

Уметь: использовать основные законы теоретического исследования; решать прикладные задачи по дисциплине «Методы стохастического анализа телекоммуникаций».

Владеть: понятийным аппаратом теорий случайных процессов, теории массового обслуживания и стохастической геометрии, методами исследований математических объектов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

№	Вид учебной работы	Всего часов	Семестр (модуль)
			Семестр 1, модуль 1
1.	Аудиторные занятия (всего)	54	54
	Лекции	18	18
	Практические занятия (ПЗ)	-	-
	Семинары (С)	36	36
	Лабораторные работы (ЛР)	-	-
2.	Самостоятельная работа студентов (ак. часов)	126	126
3.	Общая трудоемкость (ак. часов)	180	180
4.	Общая трудоемкость (зачетных единиц)	5	5

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Основы теории случайных процессов	Введение в случайные процессы. Марковский случайный процесс и его свойства. Марковский скачкообразный случайный процесс и его свойства.
2.	Основы теории массового обслуживания	Классическое описание системы массового обслуживания. Базовые модели массового обслуживания и методы их анализа (М/М/1, М/М/с/0, М/М/с/r)
3.	Основы стохастической геометрии	Точечные процессы. Пуассоновский точечный процесс и его свойства. Метод анализа распределений расстояний между случайными точками

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практические занятия и лабораторные работы		СРС	Контроль	Всего час.
			ПЗ/С	ЛР			
1.	Основы теории случайных процессов	6	12		32	8	58
2.	Основы теории массового обслуживания	6	12		32	8	58
3.	Основы стохастической геометрии	6	12		35	8	61
4.	Итоговый контроль					3	3
	Итого:	18	36		99	27	180

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	1	Системы конечномерных согласованных распределений	2
2	1	Конструктивное описание скачкообразного марковского процесса. Уравнения Колмогорова.	10
3.	2	Входной поток как случайный процесс. Стационарность, ординарность, отсутствие последействия	2
4.	2	Определение интенсивностей переходов, анализ уравнений Колмогорова, анализ стационарных вероятностей.	6
5.	2	Анализ вероятности потери заявок, распределения длины очереди, распределения времени ожидания.	4
6.	3	Пуассоновский точечный процесс. Распределение расстояния до n-го соседа.	4
7.	3	Метод определения распределений расстояний между случайно распределенными точками в фигурах	8

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийная учебная аудитория для проведения учебных занятий (в том числе для практического и лекционного типов занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации).

Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для выполнения обучающимися практических работ по дисциплине, для проведения обучающимися самостоятельной работы.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение

ОС Windows, MS Office, Microsoft Teams (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox

(лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement)

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- Сайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>
- ТУИС <http://esystem.pfur.ru/>

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кареев И.А. Лекции по теории случайных процессов: Учебно-методическое пособие. – Казань: Казанский университет, 2016. – 83 с.
2. Шоренко, И.Н. Основы теории массового обслуживания : учебно-методическое пособие / И.Н. Шоренко ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра высшей математики. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. - 53 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495120>

б) дополнительная литература:

1. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов: Учебное пособие. – М.: Наука, 1977. – 569 с.
2. Гнеденко, Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. - Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1966. - 432 с. - (Физико-математическая библиотека инженера). ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116245>
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: Учебник. – М.: Высшая школа, 2000. – 383 с.
4. Лекции по математической теории телеграфика : учебное пособие / Г.П. Башарин. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во РУДН, 2010. - 346 с. - ISBN 978-5-209-03058-4 http://lib.rudn.ru/MegaPro2/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=327699&idb=0
5. Теория массового обслуживания : Учебник для вузов / П.П. Бочаров, А.В. Печинкин; РУДН. - М. : Изд-во РУДН, 1995. - с. : ил. - ISBN 5-209-00796-0
6. Амбарцумян Р.В., Мекке Й., Штойян Д. Введение в стохастическую геометрию. – М.: Наука, 1989. – 400 с.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один модуль. В качестве итогового контроля знаний предусмотрен экзамен.

Для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов рекомендуется использовать вопросы и задания, подобные перечисленным ниже:

Типовые задачи для промежуточного контроля знаний:

1. Определить семейство конечномерных распределений случайного процесса.
2. Найти стационарное распределение марковского процесса при заданных переходных вероятностях.
3. Определить вероятность того, что за время t произойдет k событий пуассоновского потока.
4. Построить диаграмму интенсивностей переходов системы массового обслуживания.
5. Вывод и решение СУГБ и СУЛБ для 1-й модели Эрланга.
6. Вывод и решение СУГБ и СУЛБ для СМО М/М/1.
7. Вывод формулы для среднего числа заявок в очереди и среднего времени ожидания в СМО М/М/1.
8. Найти распределение расстояния от центра круга до равномерно распределенной точки в круге.

9. Найти распределение расстояния между двумя точками, равномерно распределенными в прямоугольнике.

Типовые вопросы для итогового контроля знаний:

1. Связь определения случайной величины и случайного процесса.
2. Определение системы согласованных конечномерных распределений.
3. Возвратные состояния, достижимые состояния, существенные и несущественные состояния. Замкнутые классы сообщающихся состояний.
4. Формулировка теоремы Колмогорова.
5. Конструктивное описание скачкообразного марковского процесса.
6. Марковский процесс с непрерывным временем и дискретным множеством состояний. Начальное распределение, матрица переходных вероятностей, свойства.
7. Уравнения Колмогорова-Чепмена.
8. Формулировка теоремы о предельном поведении переходных вероятностей однородного марковского процесса. Интенсивности перехода и выхода.
9. Построение ядра марковского процесса.
10. Определение полумарковского процесса.
11. Пуассоновский поток событий и его свойства.
12. Классификация Башарина-Кендала систем массового обслуживания.
13. Система уравнений глобального и локального баланса.
14. Анализ СМО типа М/М/1. Стационарное распределение и характеристики.
15. Анализ СМО типа М/М/с без ожидания. Стационарное распределение и характеристики. Рекуррентная формула Эрланга.
16. Анализ СМО типа М/М/с с ожиданием. Стационарное распределение и характеристики.
17. Биномиальный точечный процесс и его свойства.
18. Пуассоновский точечный процесс и его свойства. Связь с биномиальным процессом.
19. Многомерный пуассоновский точечный процесс и его связь с одномерным.
20. Теорема Крофтона.
21. Метод анализа распределений расстояний между случайно распределенными точками в геометрических фигурах.
22. Минимальные и максимальные расстояния между случайными точками в геометрической фигуре.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

ФОС по дисциплине представлен в приложении к данной программе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчик:

Доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей



Сопин Э.С.

Руководитель программы

Заведующий кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей, проф.



К.Е. Самуйлов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Методы стохастического анализа телекоммуникаций

(наименование дисциплины)

02.04.02 — Фундаментальная информатика и информационные
технологии

(код и наименование направления подготовки)

«Управление инфокоммуникациями и интеллектуальные системы»

(наименование профиля подготовки)

Магистр

Квалификация (степень) выпускника

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Методы стохастического анализа телекоммуникаций

Направление: 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства		Баллы темы	Баллы раздела
			Текущий контроль	Итоговый контроль		
			Контрольная работа	Экзамен		
УК-1, УК-7, ОПК-1	Основы теории случайных процессов	Введение в случайные процессы.	2	3	5	29
		Марковский случайный процесс и его свойства	7	3	10	
		Марковский скачкообразный случайный процесс и его свойства	11	3	14	
УК-1, УК-7, ОПК-1	Основы теории массового обслуживания	Классическое описание системы массового обслуживания	7	3	10	35
		Базовые модели массового обслуживания и методы их анализа	23	2	25	
УК-1, УК-7, ОПК-1, ПК-1	Основы стохастической геометрии	Точечные процессы.	8	2	10	36
		Пуассоновский точечный процесс и его свойства.	9	2	11	
		Метод анализа распределений расстояний между случайными точками	13	2	15	
		ИТОГО:	80	20	100	100

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
УК-1, УК-7, ОПК-1, ПК-1 (в соответствии с ОС ВО РУДН):

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

- **УК-1.1** Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации
- **УК-1.2** Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности
- **УК-1.3** Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов

УК-7 Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных

- **УК-7.1** Знает принципы применения цифровых технологий для сбора, отбора и обобщения информации
- **УК-7.2** Умеет применять цифровые технологии для поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области фундаментальной информатики и информационных технологий
- **УК-7.3** Владеет навыками применения цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области фундаментальной информатики и информационных технологий

ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий

- **ОПК-1.1** Обладает фундаментальными знаниями в области математических и естественных наук, теории коммуникаций
- **ОПК-1.2** Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты
- **ОПК-1.3** Имеет практический опыт работы с решением математических задач и применяет его в профессиональной деятельности

ПК-1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

- **ПК-1.3** Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ математики и информатики, а также решать стандартные задачи собственной научно-исследовательской деятельности; умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей по тематике исследований в соответствии с выбранной методикой

Балльно-рейтинговая система

Максимальное число баллов, набранных в семестре – 100.

Раздел	Тема	Формы контроля уровня освоения ООП		Баллы темы	Баллы раздела
		Контрольная работа	Итог. контроль		
Основы теории случайных процессов	Введение в случайные процессы.	2	3	5	30
	Марковский случайный процесс и его свойства	6	4	10	
	Марковский скачкообразный случайный процесс и его свойства	12	3	15	
Основы теории массового обслуживания	Классическое описание системы массового обслуживания	7	2	9	34
	Базовые модели массового обслуживания и методы их анализа	23	2	25	
Основы стохастической геометрии	Точечные процессы.	8	2	10	36
	Пуассоновский точечный процесс и его свойства.	9	2	11	
	Метод анализа распределений расстояний между случайными точками	13	2	15	
	Итого:	80	20	100	100

Таблица соответствия баллов и оценок

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50		FX
0 - 30	2	F
51-100	Зачет	Passed

Правила применения БРС.

1. Раздел (тема) учебной дисциплины считаются освоенными, если студент набрал более 50 % от возможного числа баллов по этому разделу (теме).
2. Студент не может быть аттестован по дисциплине, если он не освоил все темы и разделы дисциплины, указанные в сводной оценочной таблице дисциплины.
3. По решению преподавателя и с согласия студентов, не освоивших отдельные разделы (темы) изучаемой дисциплины, в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам. При этом студентам за данную работу засчитывается минимально возможный положительный балл (51 % от максимального балла).
4. При выполнении студентом дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля полученные им баллы засчитываются за конкретные темы. Итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов, установленного по данным темам (в соответствии с приказом Ректора № 564 от 20.06.2013). По решению преподавателя предыдущие баллы, полученные студентом по учебным заданиям, могут быть аннулированы.
5. График проведения письменных контрольных работ формируется в соответствии с календарным планом курса.
6. Разрешается переписывать контрольную работу (пересдать контрольный тест), если по ней получено менее половины планируемых баллов, при этом по усмотрению преподавателя аннулируются ранее полученные по этой контрольной работе баллы.
7. Использование источников (в том числе конспектов лекций и лабораторных занятий) во время выполнения письменной контрольной работы (контрольного теста) возможно только с разрешения преподавателя.
8. Время, которое отводится студенту на выполнение письменной работы (контрольного теста), устанавливается преподавателем. По завершение отведенного времени студент должен сдать работу преподавателю (закончить тестирование), вне зависимости от того, завершена она или нет.
9. При выставлении баллов за посещение занятий учитывается наличие собственного лекционного материала и активная работа студента на занятиях.
10. Отсрочка в переписывании контрольных работ и сдаче домашнего задания считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки. В этом случае выполнение контрольных мероприятий осуществляется после выздоровления студента в срок, назначенный преподавателем.
11. Студент допускается к итоговой контрольной работе с любым количеством баллов.
12. Если в итоге за семестр студент получил менее 51 балла, то студенту разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов в рамках пересдачи. Добор баллов осуществляется путем повторного одноразового выполнения предусмотренных контрольных мероприятий, при этом по усмотрению преподавателя аннулируются соответствующие предыдущие результаты.
13. Итоговая контроль знаний оценивается из 20 баллов независимо от оценки, полученной в семестре. Форма проведения — тестирование или письменная контрольная работа в течение 2 академических часов.

Комплект контрольных работ

Контрольная работа №1

Дисциплина: Методы стохастического анализа телекоммуникаций

(от 0 до 50 баллов)

1. **(10 баллов)** Пусть случайный процесс (СП) $X(\omega, t) | (x+y)^n = \sum_{k=0}^n C_n^k x^k y^{n-k}$ задан на вероятностном пространстве (Ω, A, P) , где: $\Omega = \{1, 2\}$, A – множество всех подмножеств множества \otimes , P приписывает вероятности, равные $1/2$, множествам $\{1\}$ и $\{2\}$. Пусть множество значений параметра t есть отрезок $[0, 1]$ и $X(\omega, t) = \omega t$
 $(x+y)^n = \sum_{k=0}^n C_n^k x^k y^{n-k}$. Найти реализации СП $X(\omega, t) | (x+y)^n = \sum_{k=0}^n C_n^k x^k y^{n-k}$ и его семейство конечномерных распределений.
2. **(25 баллов)** Рассматривается система массового обслуживания (СМО) с ожиданием, $n=4$ приборами и ограничением на длину очереди. Число мест в очереди $m=3$. Поток заявок, поступающих в СМО, пуассоновский с интенсивностью $\lambda=6$ [1/час]. Среднее время обслуживания заявки равно $b=40$ [мин]. Время обслуживания распределено по экспоненциальному закону. Определить:
 1. среднее число заявок в системе;
 2. вероятность сброса заявки;
 3. вероятность того, что заявка попадет на обслуживание без ожидания;
 4. вероятность того, что в системе не более двух заявок.
3. **(15 баллов)** Марковский случайный процесс и его свойства.

Номер задания	Критерий оценки контрольной работы №1	Баллы
1	Решение доведено до конца, верно и обосновано. Арифметические ошибки отсутствуют.	10
	Решение доведено до конца, верно и обосновано. Допущена незначительная арифметическая ошибка.	9
	Получена реализация СП, но семейство конечномерных распределений не найдено или найдено неверно	5
	Решение не верно, либо приведено неверное обоснование.	0
2	Получено стационарное распределение системы. По всем пунктам получен верный обоснованный ответ.	25
	Получено стационарное распределение системы. По трем пунктам получен верный обоснованный ответ.	20
	Получено стационарное распределение системы. По двум пунктам получен верный обоснованный ответ.	15
	Получено стационарное распределение системы. По одному пункту получен верный обоснованный ответ.	10
	Получено стационарное распределение системы.	5
	Решение не верно	0
3	Дано верное определение и свойства. Все свойства обоснованы	15
	Дано верное определение и свойства. Свойства не обоснованы	10
	Дано только определение.	3
	Дано неверное определение и свойства.	0
	Решение не верно, либо приведено неверное обоснование.	0
Итого: 50 баллов		

Контрольная работа №2

Дисциплина: Методы стохастического анализа телекоммуникаций

(От 0 до 30 баллов)

- 1 (10 баллов) Найти распределение расстояния от центра круга радиуса 5 до равномерно распределенной точки в круге.
- 2 (10 баллов) Найти распределение расстояния между двумя точками, равномерно распределенными в прямоугольнике со сторонами $a=7$ и $b=4$.
- 3 (10 баллов) Пуассоновский точечный процесс и его свойства.

Номер задания	Критерий оценки контрольной работы №2	Баллы
1	Решение доведено до конца, верно и обосновано. Арифметические ошибки отсутствуют.	10
	Решение доведено до конца и обосновано. Допущена несущественная арифметическая ошибка.	9
	Верно составлен интеграл, однако вычисление интеграла неверно.	5
	Решение не верно, либо приведено неверное обосновано.	0
2	Решение доведено до конца, верно и обосновано. Арифметические ошибки отсутствуют.	10
	Решение доведено до конца и обосновано. Допущена несущественная арифметическая ошибка.	9
	Верно составлен интеграл, однако вычисление интеграла неверно.	5
	Решение не верно, либо приведено неверное обосновано.	0
3	Дано верное определение и свойства. Все свойства обоснованы	10
	Дано верное определение и свойства. Свойства не обоснованы	7
	Дано только определение.	3
	Дано неверное определение и свойства.	0
Итого: 30 баллов		

Комплект экзаменационных билетов

Дисциплина: Методы стохастического анализа телекоммуникаций

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Связь определения случайной величины и случайного процесса.
2. Классификация Башарина-Кендала систем массового обслуживания.

Составитель	Э.С. Сопин
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Определение системы согласованных конечномерных распределений.
2. Система уравнений глобального и локального баланса.

Составитель	Э.С. Сопин
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Возвратные состояния, достижимые состояния, существенные и несущественные состояния. Замкнутые классы сообщающихся состояний.
2. Анализ СМО типа М/М/1. Стационарное распределение и характеристики.

Составитель	Э.С. Сопин
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Формулировка теоремы Колмогорова.
2. Анализ СМО типа М/М/с без ожидания. Стационарное распределение и характеристики. Рекуррентная формула Эрланга.

Составитель	Э.С. Сопин
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

- 1 Конструктивное описание скачкообразного марковского процесса.
- 2 Анализ СМО типа М/М/с с ожиданием. Стационарное распределение и характеристики.

Составитель

Э.С. Сопин

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

- 1 Марковский процесс с непрерывным временем и дискретным множеством состояний. Начальное распределение, матрица переходных вероятностей, свойства.
- 2 Биномиальный точечный процесс и его свойства.

Составитель

Э.С. Сопин

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Уравнения Колмогорова-Чепмена.
2. Пуассоновский точечный процесс и его свойства. Связь с биномиальным процессом.

Составитель

Э.С. Сопин

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Формулировка теоремы о предельном поведении переходных вероятностей однородного марковского процесса. Интенсивности перехода и выхода.
2. Многомерный пуассоновский точечный процесс и его связь с одномерным.

Составитель

Э.С. Сопин

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Построение ядра марковского процесса.
2. Теорема Крофтона.

Составитель

Э.С. Сопин

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

1. Определение полумарковского процесса.
2. Метод анализа распределений расстояний между случайно распределенными точками в геометрических фигурах.

Составитель

Э.С. Сопин

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1. Пуассоновский поток событий и его свойства.
2. Минимальные и максимальные расстояния между случайными точками в геометрической фигуре.

Составитель

Э.С. Сопин

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Критерии оценки:

(в соответствии с действующей нормативной базой)

Вопрос 1 – 10 баллов за правильный ответ;

Вопрос 2 – 10 баллов за правильный ответ.

Вопросы к экзамену

Дисциплина: Методы стохастического анализа телекоммуникаций

1. Связь определения случайной величины и случайного процесса.
2. Определение системы согласованных конечномерных распределений.
3. Возвратные состояния, достижимые состояния, существенные и несущественные состояния. Замкнутые классы сообщающихся состояний.
4. Формулировка теоремы Колмогорова.
5. Конструктивное описание скачкообразного марковского процесса.
6. Марковский процесс с непрерывным временем и дискретным множеством состояний. Начальное распределение, матрица переходных вероятностей, свойства.
7. Уравнения Колмогорова-Чепмена.
8. Формулировка теоремы о предельном поведении переходных вероятностей однородного марковского процесса. Интенсивности перехода и выхода.
9. Построение ядра марковского процесса.
10. Определение полумарковского процесса.
11. Пуассоновский поток событий и его свойства.
12. Классификация Башарина-Кендала систем массового обслуживания.
13. Система уравнений глобального и локального баланса.
14. Анализ СМО типа М/М/1. Стационарное распределение и характеристики.
15. Анализ СМО типа М/М/с без ожидания. Стационарное распределение и характеристики. Рекуррентная формула Эрланга.
16. Анализ СМО типа М/М/с с ожиданием. Стационарное распределение и характеристики.
17. Биномиальный точечный процесс и его свойства.
18. Пуассоновский точечный процесс и его свойства. Связь с биномиальным процессом.
19. Многомерный пуассоновский точечный процесс и его связь с одномерным.
20. Теорема Крофтона.
21. Метод анализа распределений расстояний между случайно распределенными точками в геометрических фигурах.
22. Минимальные и максимальные расстояния между случайными точками в геометрической фигурах.