

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

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН
01.00.00 «Математика и механика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Теория случайных процессов

Рекомендуется для направления подготовки

01.04.02 — Прикладная математика и информатика

(указываются код и наименования направления(ий) подготовки (специальности (ей) и/или профилей (специализаций))

Направленность программы

Теория вероятностей и математическая статистика

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем))

Квалификация (степень) выпускника магистр

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

1. Цели и задачи дисциплины:

Целями освоения дисциплины является приобретение знаний и навыков построения и исследования математических моделей стохастических динамических систем, функционирующих в непрерывном и дискретном времени и применении их при моделировании реальных процессов и явлений.

Курс «Теория случайных процессов» является одним из основных курсов подготовки студентов для работы по специальности.

Цель курса - познакомить студентов с основными понятиями и методами математического моделирования динамических случайных явлений.

Курс базируется на знаниях студентов, полученных при изучении общих курсов математики и курса «Теория вероятностей».

Изучение дисциплины позволит студентам овладеть необходимыми знаниями и умениями для успешного использования методов моделирования динамических стохастических явлений.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 учебного плана, вариативная компонента.

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)
Общекультурные компетенции			
1	УК-1; УК-7	-	Математическая теория телетрафика Дополнительные главы теории массового обслуживания Прикладные стохастические модели Эконометрическое моделирование Сети массового обслуживания
Общепрофессиональные компетенции			
2	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4;	-	Математическая теория телетрафика Дополнительные главы теории массового обслуживания Прикладные стохастические модели Эконометрическое моделирование Сети массового обслуживания
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности - научно-исследовательская деятельность)			
3	ПК-1	-	Математическая теория телетрафика Дополнительные главы теории массового обслуживания Прикладные стохастические модели Эконометрическое моделирование Сети массового обслуживания

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1; УК-7; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1
(указываются 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 прикладной математики и информатики.
- **УК-7.3** Владеет навыками применения цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики.

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

- **ОПК-1.1** Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.
- **ОПК-1.2** Умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности.
- **ОПК-1.3** Владеет навыками осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.

ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.

- **ОПК-2.1** Способен совершенствовать и (или) разрабатывать новые математические методы для разработки и реализации алгоритмов решения задач (в том числе с использованием программных средств) в области профессиональной деятельности

ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.

- **ОПК-3.1** Способен модифицировать и (или) разрабатывать, анализировать и реализовывать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении.

ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности.

- **ОПК-4.1** Знает принципы сбора и анализа информации по проводимым исследованиям.

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

- **ПК-1.3** Умеет применять полученные знания в области прикладной 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.

В результате изучения дисциплины «Теория случайных процессов» студенты должны:

Знать:

- основные модели динамических стохастических явлений;
- методику построения математических моделей стохастических динамических явлений;
- условия устойчивости стохастических систем и существования предельных распределений состояний;
- способы вычисления стационарных характеристик динамических стохастических систем;
- методы вычисления нестационарных характеристик динамических стохастических систем;
- основные способы применения изученных моделей к решению задач надёжности сложного оборудования, исследования и управления уровнем хранилища, финансовой и страховой математики;
- методику компьютерного моделирования стохастических динамических явлений;

Уметь:

- строить модели динамических стохастических явлений;
- рассчитывать характеристики процессов;
- использовать стандартное математическое обеспечение для моделирования различных динамических стохастических явлений;
- интерпретировать результаты математического моделирования и применять их при решении практических задач;

Владеть:

- методами математического моделирования стохастических динамических явлений;
- навыками логического мышления, позволяющими грамотно пользоваться математическими моделями для описания реальных явлений с помощью математических моделей;
- алгоритмами и программными средствами решения задач моделирования стохастических динамических явлений.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

№	Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
			1 (модуль 1)
1.	Аудиторные занятия (всего)	36	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Прочие занятия	-	-
	<i>В том числе:</i>		

1.2.1	<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	18	18
1.2.2	<i>Семинары (С)</i>	-	-
1.2.3	<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-
2.	Самостоятельная работа студентов (ак. часов)	108	108
3.	Общая трудоемкость (ак. часов)	144	144
4.	Общая трудоемкость (зачетных единиц)	4	4

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Основные понятия теории случайных процессов. Конструктивно заданные процессы. Теорема Колмогорова.	Определение случайного процесса (с.п.) - случайной функции. Классификация случайного процесса. Примеры конструктивно заданных случайных процессов. Свойства конечномерных распределений, теорема Колмогорова. Математическое ожидание с.п., начальные и центральные моменты с.п., корреляционная функция с.п., нормированная корреляционная функция с.п.
2.	Процессы восстановления и примеры их применения	Определения – простой процесс восстановления, процесс восстановления с запаздыванием, стационарный процесс восстановления. Распределение числа восстановлений. Производящая функция числа восстановлений. Функция восстановления. Основные предельные теоремы для процессов восстановления. Примеры применения процессов восстановления.
3	Марковские процессы и примеры их применения	Определение марковского свойства и марковского процесса. Переходные вероятности и их свойства. Теорема о восстановлении Марковского процесса по его переходным вероятностям. Понятие стандартного Марковского процесса и его интенсивностей перехода. Формулируется и доказывается теорема Колмогорова о восстановлении стандартного марковского процесса по его интенсивностям переходов. Процессы размножения и гибели и их применение в задачах надежности и теории массового обслуживания.
4	Полумарковские процессы и их применение	Понятие полумарковского процесса и свойства полумарковской матрицы. Предельные и эргодические теоремы для полумарковских процессов. Примеры применения полумарковских процессов.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семи н	СРС	Контр оль	Все -го час.
1.	Основные понятия теории случайных процессов. Конструктивно заданные процессы. Теорема Колмогорова.	2	2			7	1	12
2.	Процессы восстановления и примеры их применения	2	6			17	3	28
3.	Марковские процессы и примеры их применения	4	4			17	3	28
4.	Полумарковские процессы и их применение	10	6			40	20	76
Итого		18	18			81	27	144

6. Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
1.	1	Основные понятия теории случайных процессов. Конструктивно заданные процессы. Теорема Колмогорова. Процессы восстановления и примеры их применения	2
2.	2	Цепи Маркова с общим пространством состояний. Примеры: ЦМ на конечном пространстве состояний	2
3.	2	Имитационное моделирование процессов восстановления	2
4.	2	Имитационное моделирование процессов восстановления	2
5.	3	Марковские процессы и примеры их применения	2
6.	3	Марковские процессы и примеры их применения	2
7.	4	Полумарковские процессы и их применение	2
8.	4	Полумарковские процессы и их применение	2
9.	4	Имитационное моделирование полумарковских процессов	2
Итого:			18

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийная учебная аудитория для проведения лекционных занятий, аудитория с меловой или маркерной доской для проведения занятий практического (семинарского) типа, промежуточной аттестации, консультаций. Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для

выполнения обучающимися практических занятий по дисциплине (при необходимости), для проведения обучающимися самостоятельной работы и компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение

- ОС Windows, MS Office365 (корпоративная лицензия)
- ОС Linux, офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0), ПО для просмотра pdf (например, evince (лицензия GPL-2+ CC-BY-SA-3.0))

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

- Сайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>
- ТУИС <http://esystem.pfur.ru/>
 - Science Direct <http://www.sciencedirect.com> Описание: Ресурс содержит коллекцию научной, технической полнотекстовой и библиографической информации. База данных мультидисциплинарного характера включает научные журналы по точным и техническим наукам.
 - Springer/Kluwer <http://www.springerlink.com>. Журналы и книги издательства Springer/Kluwer охватывают различные области знания и разбиты на предметные категории.
 - American Mathematical Society <http://www.ams.org/> Ресурс американского математического общества.
 - European Mathematical Society <http://www.euro-math-soc.eu/> Ресурс европейского математического общества.
 - Portal to Mathematics Publications <http://www.emis.de/projects/EULER/>
 - Каталог математических интернет ресурсов <http://www.mathtree.ru/>
 - Zentralblatt MATH (zbMATH) <https://zbmath.org>
 - Общероссийский математический портал mathnet.ru
 - Web of Science <http://www.isiknowledge.com>
 - Ресурсы Института научной информации по общественным наукам Российской академии наук (ИНИОН РАН) <http://elibrary.ru>.

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. В.В. Рыков. Прикладные стохастические модели. Учебное пособие. – М.: Недра. 2016. – 303 с. : ил.. – ISBN 978-5-8365-0474-8
2. Теория случайных процессов : конспекты лекций / В.В. Рыков. - М. : Изд-во РУДН, 2009. - 233 с. : ил. - ISBN 978-5-209-03067-6
3. Теория случайных процессов. Диффузионные процессы и процессы с независимыми приращениями : конспект лекций / В.В. Рыков. - М. : Изд-во РУДН, 2010. - 107 с. http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=350309&idb=0

б) дополнительная литература

1. Булинский, А.В. Теория случайных процессов / А.В. Булинский, А.Н. Ширяев. - Москва : Физматлит, 2005. - 403 с. - ISBN 978-5-9221-0335-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68121>
2. Курс теории случайных процессов : Учебное пособие для вузов / А.Д. Вентцель. - 2-е изд., доп. - М. : Наука, 1996. - 400 с. : ил. - ISBN 5-02-013948-3
3. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика : Учебник для вузов / Ю.А. Розанов. - 2-е изд., доп. - М. : Наука, 1989. - 312 с. : ил. - ISBN 5-02-

013952-1

4. Теория вероятностей : Учебное пособие / А.А. Боровков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1986. - 431 с. : ил.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр (один модуль продолжительностью 9 недель). В течение семестра (модуля) проводятся лекционные и практические занятия, домашние задания и контрольные мероприятия. В качестве итогового контроля знаний предусмотрен экзамен.

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.

Разработчики:

Профессор кафедры прикладной информатики
и теории вероятностей



В.В. Рыков

Заведующий кафедрой
прикладной информатики
и теории вероятностей, проф.



К.Е. Самуйлов

Руководитель программы
профессор
кафедры прикладной информатики
и теории вероятностей, проф.



Л.А. Севастьянов

*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

Теория случайных процессов

(наименование дисциплины)

01.04.02 “Прикладная математика и информатика”

(код и наименование направления подготовки)

Магистр

Квалификация (степень) выпускника

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Теория случайных процессов

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)		Баллы темы	Баллы раздела
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация		
			Выполнение ЛР	Экзамен		
УК – 1 УК – 7 ОПК – 1 ОПК – 2 ОПК – 3 ОПК – 4 ПК – 1	Основные понятия теории случайных процессов. Конструктивные заданные процессы. Теорема Колмогорова.	<p>Определение случайного процесса (с.п.) - случайной функции.</p> <p>Классификация случайного процесса.</p> <p>Примеры конструктивно заданных случайных процессов.</p> <p>Свойства конечномерных распределений, теорема Колмогорова.</p> <p>Математическое ожидание с.п., начальные и центральные моменты с.п., корреляционная функция с.п., нормированная корреляционная функция с.п.</p>	10	7,5	17,5	17,5
УК – 1 УК – 7 ОПК – 1 ОПК – 2 ОПК – 3 ОПК – 4 ПК – 1	Процессы восстановления и примеры их применения	<p>Определения – простой процесс восстановления, процесс восстановления с запаздыванием, стационарный процесс восстановления. Распределение числа восстановлений.</p> <p>Производящая функция числа восстановлений.</p>	20	7,5	27,5	27,5

		Функция восстановления. Основные предельные теоремы для процессов восстановления. Примеры применения процессов восстановления.				
УК – 1 УК – 7 ОПК – 1 ОПК – 2 ОПК – 3 ОПК – 4 ПК – 1	Марковские процессы и примеры их применения	Определение марковского свойства и марковского процесса. Переходные вероятности и их свойства. Теорема о восстановлении Марковского процесса по его переходным вероятностям. Понятие стандартного Марковского процесса и его интенсивностей перехода. Формулируется и доказывается теорема Колмогорова о восстановлении стандартного марковского процесса по его интенсивностям переходов. Процессы размножения и гибели и их применение в задачах надежности и теории массового обслуживания.	10	7,5	17,5	17,5
УК – 1 УК – 7 ОПК – 1 ОПК – 2 ОПК – 3 ОПК – 4 ПК – 1	Полумарковские процессы и их применение	Понятие полумарковского процесса и свойства полумарковской матрицы. Предельные и эргодические теоремы для полумарковских процессов. Примеры применения полумарковских процессов.	30	7,5	37,5	37,5
ИТОГО:			70	30	100	100

Балльно-рейтинговая система оценки уровня знаний

Сводная оценочная таблица дисциплины

Раздел	Тема	Формы контроля уровня освоения ООП		Баллы темы	Баллы раздела
		Выполнение ЛР	Итоговый контроль		
Основные понятия теории случайных процессов. Конструктивно заданные процессы. Теорема Колмогорова.	Определение случайного процесса (с.п.) - случайной функции. Классификация случайного процесса. Примеры конструктивно заданных случайных процессов. Свойства конечномерных распределений, теорема Колмогорова. Математическое ожидание с.п., начальные и центральные моменты с.п., корреляционная функция с.п., нормированная корреляционная функция с.п.	10	7,5	17,5	17,5
Процессы восстановления и примеры их применения	Определения – простой процесс восстановления, процесс восстановления с запаздыванием, стационарный процесс восстановления. Распределение числа восстановлений. Производящая функция числа восстановлений. Функция восстановления. Основные предельные теоремы для процессов восстановления. Примеры применения процессов восстановления.	20	7,5	27,5	27,5
Марковские процессы и примеры их применения	Определение марковского свойства и марковского процесса. Переходные вероятности и их свойства. Теорема о восстановлении Марковского процесса по его переходным вероятностям. Понятие стандартного Марковского процесса и его интенсивностей перехода. Формулируется и доказывается теорема Колмогорова о	10	7,5	17,5	17,5

	восстановлении стандартного марковского процесса по его интенсивностям переходов. Процессы размножения и гибели и их применение в задачах надежности и теории массового обслуживания.				
Полумарковские процессы и их применение	Понятие полумарковского процесса и свойства полумарковской матрицы. Предельные и эргодические теоремы для полумарковских процессов. Примеры применения полумарковских процессов.	30	7,5	37,5	37,5
	Итого:	70	30	100	100

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 мероприятий текущего контроля успеваемости формируется в соответствии с календарным планом курса. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
6. Время, которое отводится студенту на выполнение мероприятий текущего контроля успеваемости, устанавливается преподавателем. По завершении отведенного времени студент должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.
7. Использование источников (в том числе конспектов лекций и практических работ) во время выполнения контрольных мероприятий возможно только с разрешения преподавателя.
8. Отсрочка в прохождении мероприятий текущего контроля успеваемости считается уважительной только в случае болезни студента, что

подтверждается наличием у него медицинской справки, заверенной круглой печатью в поликлинике № 25, предоставляемой преподавателю не позднее двух недель после выздоровления. В этом случае выполнение контрольных мероприятий осуществляется после выздоровления студента в срок, назначенный преподавателем. В противном случае, отсутствие студента на контрольном мероприятии признается не уважительным.

9. Студент допускается к итоговому контролю знаний с любым количеством баллов, набранных в семестре.
10. Итоговая контроль знаний оценивается из 30 баллов независимо от числа баллов за семестр.
11. Если в итоге за семестр студент получил менее 51 балла, то студенту разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов путем повторного однократного выполнения предусмотренных контрольных мероприятий, при этом по усмотрению преподавателя аннулируются соответствующие предыдущие результаты. Ликвидация задолженностей проводится в период обучения по согласованию с деканатом.

Примерный перечень оценочных средств

п/ п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i>Аудиторная работа</i>			
1	Посещение практических занятий (семинаров)	Система практических заданий, направленных на формирование практических навыков у обучающихся	Фонд практических заданий
2	Экзамен	Оценка работы студента в течение семестра выставляется по сумме набранных баллов за практические работы, домашние задания и итоговое задание. Для учащихся, которые набрали от 31 до 50 баллов, проводится экзамен, в рамках которого за ответы на вопросы билетов учащиеся могут набрать недостающее до зачета (51) число баллов.	Примеры заданий/вопросов, пример экзаменационного билета

Предлагаются к выполнению 2 практические работы (20, 30 в сумме 50 баллов). Отчеты по практическим работам выполняются студентом самостоятельно, на практическом занятии студент может получить консультацию и методические указания от преподавателя.

Темы практических работ:

Практическая работа №1. Имитационное моделирование процессов восстановления;

Практическая работа №2. Имитационное моделирование полумарковских процессов.

Методические указания и шкала оценок.

Порядок выполнения практической работы заключается в следующем:

3. Ознакомиться с разделами методических указаний к данной работе.
4. Выполнить задания.
5. Составить отчёт.

Отчёт должен содержать следующие разделы:

1. титульный лист;
2. формулировку цели работы;
3. описание результатов выполнения задания:
 - листинги программ;
 - результаты выполнения программ (снимок экрана);
4. Для каждого действия, производимого в командной строке, в отчет следует включить:
 - краткое описание действия;
 - вводимая команда или команды и результаты их выполнения;
5. выводы, согласованные с целью работы.

Критерии оценки по дисциплине

Оценивается полнота выполнения работы, оформление результатов расчетов и оценки производительности. Также оцениваются ответы на вопросы преподавателя по исходному тексту программы.

Шкала оценок

95-100 баллов:

- полное выполнение практических работ;
- высокий уровень культуры исполнения практических работ;
- активное участие в мероприятиях, предусмотренных программой дисциплины;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать поставленные задачи;
- полная самостоятельность и творческий подход при изложении материала по программе дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины и преподавателем.

86- 94 баллов:

- полное выполнение практических работ;
- высокий уровень культуры исполнения практических работ;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- хорошее владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать поставленные задачи в нестандартных производственных ситуациях;
- усвоение основной и дополнительной литературы, нормативных и законодательных актов, рекомендованных программой дисциплины и преподавателем.

69-85 баллов:

- частичное выполнение практических работ;
- хороший уровень культуры исполнения практических работ;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- усвоение основной литературы;

51-68 баллов:

- частичное выполнение практических работ;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам

- программы дисциплины;
- удовлетворительное владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
 - способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
 - удовлетворительное усвоение основной литературы;

31 - 50 баллов – НЕ ЗАЧТЕНО:

- частичное выполнение практических работ;
- недостаточно полный объем навыков и компетенции в рамках программы дисциплины;
- неумение использовать в практической деятельности научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными стилистическими и логическими ошибками;
- слабое владение программным обеспечением по разделам программы дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) производственных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

0-30 баллов – НЕ ЗАЧТЕНО:

- отсутствие умений, навыков, знаний и компетенции в рамках программы дисциплины;
- невыполнение практических заданий; отказ от ответа по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.

Комплект экзаменационных билетов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Способы задания случайных процессов. Примеры
2. Полумарковский процесс. Определение. Полумарковская матрица

Составитель

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Приведите приме непосредственно заданного случайного процесса
2. Полумарковская матрица и ее свойства

Составитель

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Конечномерные распределения и их свойства
2. Теорема Колмогорова для полумарковских процессов

Составитель

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

1. Теорема Колмогорова о задании случайного процесса (формулировка), её смысл и значение в теории случайных процессов
2. Вложенная Марковская цепь полумарковского процесса и ее свойства.

Составитель

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5

1. Процесс восстановления. Определение. Распределение числа восстановлений.
2. Вложенная полумарковская цепь, ее переходные вероятности и связь с полумарковской матрицей

Составитель В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6

1. Закон больших чисел для процессов восстановления
2. Классификация состояний полумарковских процессов

Составитель В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7

1. Центральная предельная теорема для процессов восстановления
2. Устойчивые полумарковские процессы

Составитель В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8

1. Функция и уравнение восстановления
2. Равномерно регулярные полумарковские процессы

Составитель В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9

1. Теоремы восстановления
2. Одномерные распределения полумарковского процесса

Составитель	В.В. Рыков
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №10

1. Возраст элемента в процессе восстановления. Предельное распределение
2. Процессы гибели и размножения. Определение. Уравнения для вероятностей состояний

Составитель	В.В. Рыков
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №11

1. Остаточное время жизни элемента в процессе восстановления. Предельное распределение
2. Процесс и матрица марковского восстановления. Определение. Свойства

Составитель	В.В. Рыков
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №12

1. Скачкообразные марковские процессы. Определение.
2. Уравнение марковского восстановления и его решение

Составитель	В.В. Рыков
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №13

1. Матрица переходов марковского процесса и ее свойства
2. Предельная теорема для полумарковского процесса

Составитель

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №14

1. Уравнение Колмогорова-Чепмена для марковских процессов
2. Эргодическая теорема для полумарковских процессов. Приведите пример её применения

Составитель

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №15

1. Связь стационарных вероятностей полумарковского процесса по времени и вложенной марковской цепи
2. Закон больших чисел, Приведите три примера его применения

Составитель

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №16

1. Центральная предельная теорема и примеры её применения
2. Эргодическая теорема для полумарковских процессов

Составитель

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №17

1. Стандартные марковские процессы. Определение. Интенсивности переходов
2. Система Эрланга М/М/п. Вероятность потери требования

Составитель

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Комплект заданий для итогового контроля знаний

Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме письменного экзамена.

Примерный перечень вопросов итогового контроля знаний:

- Случайные блуждания и их основные свойства.
- Процессы восстановления (простой, общий, стационарный). Определение и применения.
- Пуассоновский процесс. Свойства.
- Функция восстановления, плотность восстановления, уравнения восстановления.
- Предельные теоремы для процессов восстановления.
- Процессы, связанные с процессом восстановления. Возраст и остаточное время жизни.
- Процессы накопления
- Скачкообразные Марковские процессы, определение, примеры.
- Матрица вероятностей переходов и ее свойства. Теорема Колмогорова для Марковских процессов.
- Процессы рождения и гибели и их применения.
- Полумарковский процесс (ПМП), Определение.
- Полумарковская матрица и её свойства.
- Построение ПМП по его полумарковской матрице.
- Устойчивые и равномерно регулярные ПМП.
- Предельная теорема для ПМП и её применения.
- Эргодическая теорема для ПМП и её применения.
- Полурегенерирующие процессы (ПРП). Определение.
- Распределение ПРП.
- Применение ПРП в ТМО.

Критерии оценки итогового контроля знаний

Итоговый контроль знаний оценивается в соответствии с БРС и паспортом ФОС. Проверяется правильность ответов на вопросы.

Комплект разноуровневых задач (заданий)

по дисциплине Теория случайных процессов
(наименование дисциплины)

1. Задания репродуктивного уровня

В качестве заданий репродуктивного уровня предлагаются вопросы для самопроверки и обсуждения по темам лекций.

Раздел «Основные понятия теории случайных процессов. Конструктивно заданные процессы. Теорема Колмогорова»

- Чем занимается теория случайных процессов?
- Приведите собственные примеры элементарных событий при наблюдении за случайными процессами.
- Дайте определения: случайной функции, случайной последовательности, комплексной случайной функции, случайной меры, случайного поля.
- Что такое реализация случайной функции и траектория случайного процесса и чем они отличаются?
- Что значит конструктивно построить случайную функцию?
- Сформулируйте теорему Колмогорова.
- Дайте определение гауссовского случайного процесса.

Раздел «Процессы восстановления и примеры их применения»

- Дайте определение процесса восстановления. Какая разница между простым, общим и стационарным процессами восстановления?
- Нарисуйте траектории типичного процесса восстановления.
- Какой процесс восстановления называется пуассоновским?
- Дайте определение дискретного процесса восстановления.
- Дайте определение функции и плотности восстановления процесса восстановления.
- Как связана функция восстановления с распределением интервала между восстановлениями?
- Укажите связь между функциями восстановления простого, общего и стационарного процессов восстановления.
- Приведите уравнение для функции восстановления простого, общего и стационарного процессов восстановления.
- Сформулируйте теорему о существовании и единственности решения уравнения восстановления.
- Как ведет себя среднее число восстановлений при неограниченном росте временного интервала?
- Сформулируйте узловую теорему восстановления.

Раздел «Марковские процессы и примеры их применения»

- Дайте определение марковского процесса.
- Что значит однородный марковский процесс и каково его определение?

- Что называется переходной вероятностью марковского процесса и каковы ее свойства?
- Выпишите уравнения Колмогорова-Чепмена для переходных вероятностей марковского процесса.
- Дайте определение интенсивностей переходов марковского процесса. Приведите свойства интенсивностей переходов марковского процесса.
- Дайте определение стандартного марковского процесса. Поясните, что представляет собой не стандартный марковский процесс.
- Выпишите дифференциальные уравнения Колмогорова для переходных вероятностей стандартного марковского процесса.
- Дайте определение неразложимого марковского процесса.
- Дайте определение мгновенного, устойчивого и поглощающего состояний марковского процесса.
- Сформулируйте теорему о существовании и единственности решений дифференциальных уравнений Колмогорова для переходных вероятностей устойчивых марковских процессов.
- Что такое граф переходов стандартного марковского процесса?
- Дайте определение времени достижения процессом некоторого состояния или множества состояний.
- Дайте определение времени пребывания процесса в некотором множестве состояний.
- Что называется инвариантным распределением марковского процесса?
- Сформулируйте предельную теорему для переходных вероятностей марковского процесса.
- Сформулируйте эргодическую теорему для положительно возвратного марковского процесса.
- Дайте определение процесса рождения и гибели.
- Приведите выражения для инвариантных вероятностей процесса рождения и гибели.

Раздел «Полумарковские процессы и их применение»

- Дайте определение полумарковского процесса (ПМП).
- Что называется полумарковской матрицей и каковы ее свойства?
- Дайте определение вложенной в ПМП марковской цепи и вложенной полумарковской цепи.
- Дайте определение мгновенного, устойчивого и поглощающего состояний ПМП.
- Дайте определение устойчивого ПМП. Приведите критерий устойчивости ПМП.
- Приведите уравнение для переходных вероятностей ПМП.

2. Задания реконструктивного уровня

В качестве заданий реконструктивного уровня предполагаются практические задания.

Практическая работа №1. Имитационное моделирование процессов восстановления

Задание:

- Требуется программно реализовать алгоритм дискретно-событийного имитационного моделирования процесса восстановления и исследовать его с помощью программных средств.
- Проверить процесс на выполнение закона больших чисел и центральной предельной теоремы.
- Провести оценку достоверности полученных результатов с помощью статистических критериев.
- Осуществить распознавание процесса восстановления по одной траектории: его функции распределения, математического ожидания и дисперсии.
- Провести оценку параметров предполагаемого распределения процесса восстановления.
- Осуществить проверку предполагаемых распределений с помощью статистических критериев.

Практическая работа №2. Имитационное моделирование полумарковских процессов

Задание:

- Требуется программно реализовать алгоритм дискретно-событийного имитационного моделирования полумарковского процесса восстановления и исследовать его с помощью программных средств.
- Проверить предельную теорему для полумарковских процессов с помощью статистики.
- По заданной матрице интенсивностей переходов полумарковского процесса найти предельные вероятности.
- Проверить предельную теорему для полумарковских процессов с помощью статистики.
- Вычислить время пребывания процесса в каждом состоянии, переходные вероятности, среднее время между возвращениями в каждое состояние
- Сравнить теоретические значения со статистическими, полученными с помощью построенной имитационной модели.

Методические указания и шкала оценок.

Порядок выполнения практической работы заключается в следующем:

- Ознакомиться с разделами методических указаний к практической работе.
- Выполнить задания.
- Составить отчёт.

Отчёт должен содержать следующие элементы:

- Титульный лист
- Формулировка задания
- Описание выполняемых в соответствии с заданием действий, подтвержденных скриншотами.
- Выводы по проделанной работе.

Критерии оценки выполнения домашних заданий и заданий по практическим работам

Оценивается полнота выполнения работы, оформление результатов, полнота ответов на контрольные вопросы, если это предусмотрено заданием.