

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**

**Прикладные стохастические модели**

### **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 «Прикладные стохастические модели» 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, курсов «Теория вероятностей» и «Теория случайных процессов».

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 части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 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)
<b>Общекультурные компетенции</b>			
1	УК-1; УК-7	Теория случайных процессов, Методы стохастического анализа телекоммуникаций, Моделирование беспроводных сетей, Математическая теория телетрафика, Дополнительные главы теории массового обслуживания	Эконометрическое моделирование, Сети массового обслуживания
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
2	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4;	Теория случайных процессов, Методы стохастического анализа телекоммуникаций, Моделирование беспроводных сетей, Математическая теория телетрафика, Дополнительные главы теории массового обслуживания	Эконометрическое моделирование, Сети массового обслуживания
<b>Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности - научно-исследовательская деятельность)</b>			
3	ПК-1	Теория случайных процессов,	Эконометрическое

	Методы стохастического анализа телекоммуникаций, Моделирование беспроводных сетей, Математическая теория телетрафика, Дополнительные главы теории массового обслуживания	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 «Прикладные стохастические модели» 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.	<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
	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.	<b>Самостоятельная работа студентов (ак. часов)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
3.	<b>Общая трудоемкость (ак. часов)</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
4.	<b>Общая трудоемкость (зачетных единиц)</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Название разделов (тем) дисциплины:	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
1.	Прикладные стохастические модели	Виды прикладных стохастических систем и сетей, описание и основные понятия.
2.	Методы марковизации	Системы массового обслуживания с непоказательными распределениями длительностей обслуживания или длительностей между моментами поступления требований. Метод фаз Эрланга. Метод вложенных марковский цепей. Методы введения дополнительных переменных.
3.	Стохастические сети	Замкнутые и разомкнутые сети. Теорема Джексона. Теорема Гордона-Ньюэлла. ВСМР теорема.
4.	Анализ чувствительности стохастических систем	Формулы Эрланга и теорема Севастьянова. Процессы надёжности и анализ чувствительности их характеристик к виду распределения времени восстановления.

### 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Конт роль	Всего час.
1.	Прикладные стохастические модели	2	2			6	1	11

2.	Методы марковизации	6	8			25	7	46
3.	Стохастические сети	4	4			15	4	27
4.	Анализ чувствительности стохастических систем	6	4			35	15	60
Итого		18	18			81	27	144

**6. Лабораторный практикум** Не предусмотрен.

**7. Практические занятия (семинары)**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	1	Виды стохастических систем. Основные системы массового обслуживания. Сети массового обслуживания.	2
2.	2	Метод фаз Эрланга. Распределение Эрланга. Описание системы при эрланговском распределении длительностей обслуживания. Система с потерями Энгсета.	2
3.	2	Метод вложенных цепей марковский цепей, его описание и суть. Исследование системы с пуассоновским входящим потоком и непоказательным распределением времени обслуживания с помощью метода вложенных цепей.	2
4.	2	Метод введения дополнительных переменных. Исследование дублированной системы с восстановлением методом дифференциальных уравнений.	2
5.	2	Метод введения дополнительных переменных. Исследование системы Эрлана методом интегро-дифференциальных уравнений.	2
6.	3	Разомкнутые сети массового обслуживания. Теорема Джексона. Определение стационарных вероятностей.	2
7.	3	Замкнутые сети массового обслуживания. Теорема Гордона Ньюэлла. Вычисление характеристик сети.	2
8.	4	Теорема ВСМР. Системы надежности и процесс надежности.	2
9.	4	Исследование асимптотической нечувствительности системы к виду распределения времени ремонта на примере дублированной восстанавливаемой системы.	2
<b>Итого</b>			<b>18</b>

**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**

1. ОС Windows, MS Office365 (корпоративная лицензия)
2. 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\_\_**

1. Сайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>
2. ТУИС <http://esystem.pfur.ru/>
3. 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.
4. Springer/Kluwer <http://www.springerlink.com>. Журналы и книги издательства Springer/Kluwer охватывают различные области знания и разбиты на предметные категории.
5. American Mathematical Society <http://www.ams.org/> Ресурс американского математического общества.
6. European Mathematical Society <http://www.euro-math-soc.eu/> Ресурс европейского математического общества.
7. Portal to Mathematics Publications <http://www.emis.de/projects/EULER/>
8. Каталог математических интернет ресурсов <http://www.mathtree.ru/>
9. Zentralblatt MATH (zbMATH) <https://zbmath.org>
10. Общероссийский математический портал [mathnet.ru](http://mathnet.ru)
11. Web of Science <http://www.isiknowledge.com>
12. 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](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**

**Прикладные стохастические модели**

(наименование дисциплины)

**01.04.02 “Прикладная математика и информатика”**

(код и наименование направления подготовки)

**Магистр**

Квалификация (степень) выпускника

**1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине  
Прикладные стохастические модели**

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 / ДЗ	Экзамен		
УК – 1 УК – 7 ОПК – 1 ОПК – 2 ОПК – 3 ОПК – 4 ПК – 1	Прикладные стохастические модели	Виды стохастических систем. Основные системы массового обслуживания. Сети массового обслуживания.	5	7,5	17,5	17,5
УК – 1 УК – 7 ОПК – 1 ОПК – 2 ОПК – 3 ОПК – 4 ПК – 1	Методы марковизации	Метод фаз Эрланга. Распределение Эрланга. Описание системы при эрланговском распределении длительностей обслуживания. Система с потерями Энгсета. Метод вложенных цепей марковский цепей, его описание и суть. Исследование системы с пуассоновским входящим потоком и непоказательным распределением времени обслуживания с помощью метода вложенных цепей. Метод введения дополнительных переменных. Исследование дублированной системы с восстановлением методом	15	7,5	22,5	22,5

		дифференциальных уравнений. Исследование системы Эрлана методом интегро-дифференциальных уравнений				
УК – 1 УК – 7 ОПК – 1 ОПК – 2 ОПК – 3 ОПК – 4 ПК – 1	Стохастические сети	Разомкнутые сети массового обслуживания. Теорема Джексона. Определение стационарных вероятностей. Замкнутые сети массового обслуживания. Теорема Гордона Ньюэлла. Вычисление характеристик сети.	10	7,5	17,5	17,5
УК – 1 УК – 7 ОПК – 1 ОПК – 2 ОПК – 3 ОПК – 4 ПК – 1	Анализ чувствительности стохастических систем	Теорема ВСМР. Системы надежности и процесс надежности. Исследование асимптотической нечувствительности системы к виду распределения времени ремонта на примере дублированной восстанавливаемой системы.	40	7,5	47,5	47,5
<b>ИТОГО:</b>			<b>70</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

# Балльно-рейтинговая система оценки уровня знаний

## Сводная оценочная таблица дисциплины

Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)		Баллы темы	Баллы раздела
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация		
		Выполнение ПЗ/ ДЗ	Экзамен		
Прикладные стохастические модели	Виды стохастических систем. Основные системы массового обслуживания. Сети массового обслуживания.	5	7,5	17,5	17,5
Методы марковизации	Метод фаз Эрланга. Распределение Эрланга. Описание системы при эрланговском распределении длительностей обслуживания. Система с потерями Энгсета. Метод вложенных цепей марковский цепей, его описание и суть. Исследование системы с пуассоновским входящим потоком и непоказательным распределением времени обслуживания с помощью метода вложенных цепей. Метод введения дополнительных переменных. Исследование дублированной системы с восстановлением методом дифференциальных уравнений. Исследование системы Эрлана методом интегро-дифференциальных уравнений	15	7,5	22,5	22,5

Стохастические сети	Разомкнутые сети массового обслуживания. Теорема Джексона. Определение стационарных вероятностей. Замкнутые сети массового обслуживания. Теорема Гордона Ньюэлла. Вычисление характеристик сети.	10	7,5	17,5	17,5
Анализ чувствительности стохастических систем	Теорема ВСМР. Системы надежности и процесс надежности. Исследование асимптотической нечувствительности системы к виду распределения времени ремонта на примере дублированной восстанавливаемой системы.	40	7,5	47,5	47,5
	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 завершение

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 контрольная работа 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><b>Аудиторная работа</b></i>			
1	Практические работы	Система практических заданий, направленных на формирование практических навыков у обучающихся	Фонд практических заданий
2	Экзамен	Оценка работы студента в течение семестра (года, всего срока обучения и др.) и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач.	Примеры заданий/вопросов, пример экзаменационного билета
<i><b>Самостоятельная работа</b></i>			
1	Выполнение домашних заданий	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Комплект разноуровневых задач и заданий

Предлагается к выполнению практическая работа (40 баллов). Отчет по работе выполняется студентом самостоятельно, на занятии студент может получить консультацию и методические указания от преподавателя.

Тема практической работы: «Моделирование стохастических систем с помощью теоремы ВСМР».

**Методические указания и шкала оценок.**

**Порядок выполнения практической работы заключается в следующем:**

1. Ознакомиться с разделами методических указаний к данной работе.
2. Выполнить задания.
3. 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 домашней работы, правильность результатов и оформление результатов расчетов. Также оцениваются ответы на вопросы преподавателя по ходу решения задач.

### Шкала оценок

#### *95-100 баллов:*

- полное выполнение домашних работ;
- высокий уровень культуры исполнения домашних 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 домашних работ;
- высокий уровень культуры исполнения домашних 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 домашних работ;
- хороший уровень культуры исполнения домашних 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 домашних 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 домашних 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 домашних заданий; отказ от ответа по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.

# Комплект экзаменационных билетов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Теорема о приведённом потоке в разомкнутых СеМО
2. Описание стохастических моделей

**Составитель**

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Основные методы марковизации и различия между ними
2. Теорема Севастьянова, алгоритм доказательства

**Составитель**

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Метод фаз Эрланга, алгоритм и сущность метода
2. Теорема ВСМР (без доказательства)

**Составитель**

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

1. Определение стационарных вероятностей в замкнутых СеМО
2. Формулы Эрланга и их нечувствительность к виду распределения времени обслуживания

**Составитель**

В.В. Рыков

Заведующий кафедрой

К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5

1. Описание замкнутой СеМО, примеры их применения
2. Методы введения дополнительных переменных

**Составитель** В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6

1. Теорема о многомерном распределении вероятностей состояний в разомкнутой СеМО
2. Теорема о распределении Эрланга

**Составитель** В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7

1. Алгоритм вычисления нормирующего множителя для вычисления стационарного распределения вероятностей состояния замкнутой СеМО
2. Марковская вложенная цепь, определение и свойства

**Составитель** \_\_\_\_\_ В.В. Рыков

**Составитель** В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8

1. Описание разомкнутой СеМО, примеры их применения
2. Основные этапы применения метода вложенный марковских цепей

**Составитель** В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9

1. Стационарное распределение состояний замкнутых СеМО
2. Метод дифференциальных уравнений для метода дополнительных переменных

**Составитель** В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №10

1. Теорема о связи предельных вероятностей и вложенным моментам
2. Процесс надежности, основные характеристики

**Составитель** В.В. Рыков

Заведующий кафедрой К.Е. Самуйлов

Дисциплина Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №11

1. Метод интегро-дифференциальных уравнений для метода дополнительных переменных
2. Теорема Коваленко о нечувствительности характеристик системы

**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:

- Основные методы марковизации.
- Метод фаз Эрланга, описание и суть.
- Исследование системы  $\langle M_n | E_2 | 1, 0 \rangle$  с помощью метода фаз Эрланга.
- Метод вложенных марковских цепей.
- Теорема о связи предельных вероятностей процесса по непрерывному времени и вложенным моментам.
- Сущность метода дополнительных переменных, метод дифференциальных уравнений.
- Метод интегро-дифференциальных уравнений.
- Теорема Джексона для разомкнутых СМО.
- Замкнутые СМО и теорема Гордона Ньюэлла.
- Теорема Севастьянова и суть её доказательства.

## 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 Прикладные стохастические модели  
(наименование дисциплины)

## 1. Задания репродуктивного уровня

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

### Раздел «Прикладные стохастические модели»

- Назовите виды стохастических систем.
- Приведите примеры стохастических систем из реальной жизни.
- Приведите общее описание стохастических моделей.
- Какие модели относятся к классу марковских?

### Раздел «Методы марковизации»

- Сформулируйте суть метода фаз Эрланга.
- Выпишите функцию распределения Эрланга и дайте её интерпретацию.
- Опишите метод вложенных марковских цепей.
- Сформулируйте теорему о связи предельных вероятностей процесса по непрерывному времени и вложенным моментам, если между ними процесс ведет себя как процесс чистой гибели или чистого размножения.
- В чем состоит сущность метода введения дополнительных переменных?
- Приведите основные этапы применения метода введения дополнительных переменных.
- В чем разница между методом дифференциальных уравнений и методом интегро-дифференциальных уравнений?

### Раздел «Стохастические сети»

- Сформулируйте теорему о выходящем потоке системы с показательным временем поступления заявок и экспоненциальным временем обслуживания.
- Нарисуйте граф переходов разомкнутой СеМО.
- Дайте определение приведенного потока разомкнутой СеМО.
- Сформулируйте теорему о приведенном потоке разомкнутой СеМО.
- Приведите описание замкнутой СеМО.
- Приведите примеры применения замкнутых СеМО.

### Раздел «Анализ чувствительности стохастических систем»

- Дайте определение понятия чувствительности системы.
- Сформулируйте теорему Севастьянова и выпишите формулы Эрланга.
- Опишите доказательство теоремы Севастьянова.
- Приведите формулировку теоремы ВСМР.
- Что такое система надежности?

- Что такое процесс надежности?
- Опишите методы анализа чувствительности системы к виду распределения времени её восстановления.

## **2. Задания реконструктивного уровня**

В качестве заданий реконструктивного уровня предполагается практическое задание.

**Практическая работа №1.** Моделирование стохастических систем с помощью теоремы ВСМР.

Задание:

- Требуется программно реализовать алгоритм дискретно-событийного имитационного моделирования стохастической сети и исследовать её с помощью программных средств.
- Вычислить характеристики сети аналитически с помощью терем Джексона и Гордона Ньюэлла. Проверить сходимость результатов двух методов.
- Провести анализ чувствительности сети к виду функции распределения времени её ремонта.

### **Методические указания и шкала оценок.**

Порядок выполнения практической работы заключается в следующем:

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

Отчёт должен содержать следующие элементы:

1. Титульный лист
2. Формулировка задания
3. Описание выполняемых в соответствии с заданием действий, подтвержденных скриншотами.
4. 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.