

*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

Математическая теория телетрафика

Рекомендуется для направления подготовки

02.04.02 — Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) программы

Управление инфокоммуникациями и интеллектуальные системы

Квалификация (степень) выпускника магистр

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

1. Цели и задачи дисциплины

Целью данной дисциплины являются изучение подходов к управлению качеством обслуживания в сетях связи следующего поколения; рассмотрение вопросов качества в NGN на различных уровнях; знакомство с методами анализа и расчета показателей качества отдельных элементов сетей, а также сети в целом, в NGN; освоение и исследование точных и приближенных методов анализа качества обслуживания в сетях связи следующего поколения.

Задачей дисциплины является обучение студентов активному владению методами теории телетрафика, построению математических моделей сетей NGN и их фрагментов, формирование навыка применения вычислительных алгоритмов к анализу производительности сетей NGN для расчета характеристик сетей, важных с точки зрения управления качеством обслуживания в сетях связи следующего поколения.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Цикл, к которому относится дисциплина: Блок 1 «Дисциплины (модули)», обязательная часть.

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, УК7	Моделирование беспроводных сетей, Методы стохастического анализа телекоммуникаций	Модели ресурсных систем массового обслуживания, модуль «Научные исследования в области инфокоммуникаций»
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1	Моделирование беспроводных сетей, Методы стохастического анализа телекоммуникаций	Модели ресурсных систем массового обслуживания, модуль «Научные исследования в области инфокоммуникаций»
Профессиональные компетенции (научно-исследовательская деятельность)			
	ПК-1	Моделирование беспроводных сетей, Методы стохастического анализа телекоммуникаций	Модели ресурсных систем массового обслуживания, модуль «Научные исследования в области инфокоммуникаций»

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, 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 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.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные понятия и определения, относящиеся к концепции сетей связи следующего поколения; основные протоколы сетей связи следующего поколения;

требования международных стандартов к показателям качества на различных уровнях сети NGN; методы разработки и анализа моделей телекоммуникационных систем сложной структуры; численные методы расчета (приближенные и точные) характеристик сети

Уметь: строить модели отдельных функциональных элементов NGN, а также модели сети в целом; проводить исследование построенных моделей, получать их вероятностные характеристики, требующиеся для анализа показателей качества; использовать изученные методы и принципы при разработке моделей и анализе качества обслуживания для реально существующих сетей

Владеть: точными и приближенными методами исследования и анализа моделей сетей и систем телекоммуникаций

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

№	Вид учебной работы	Всего часов	Семестр (модуль)
			Семестр 2, модуль 3
1.	Контактные часы (всего)	54	54
	Лекции (Л)	18	18
	Практические занятия (ПЗ)	36	36
2.	Самостоятельная работа студентов (ак. часов)	90	90
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.	Классические моносервисные модели Эрланга и Энгсета.	Первая модель Эрланга, нагрузка и ее характеристики, модель Эрланга с ожиданием и блокировками, модель Энгсета, новая модель Энгсетовского типа.
2.	Мультисервисная модель Эрланга с явными потерями.	Мультисервисная модель Эрланга, стационарное распределение вероятностей, алгоритм расчета характеристик.
3.	Мультисервисные модели Энгсета с явными потерями.	Мультисервисная модель Энгсета, стационарное распределение вероятностей, алгоритм расчета характеристик.

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.	Классические	12	24		65	14	120

	моносервисные модели Эрланга и Энгсета.						
2.	Мультисервисная модель Эрланга с явными потерями.	4	8		19	6	40
3.	Мультисервисные модели Энгсета с явными потерями.	2	4		15	7	20
	Итого:	18	36		99	27	180

6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено.

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1	1	Первая модель Эрланга	6
2	1	Нагрузка и ее характеристики	4
3	1	Модель Эрланга с ожиданием и блокировками	6
4	1	Модель Энгсета	8
5	2	Мультисервисная модель Эрланга, равновесное распределение вероятностей	8
6	3	Две мультисервисные модели Энгсета	4

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийная учебная аудитория или учебная аудитория с возможностью использования проектора и компьютерной техники для лекционных занятий. Учебная аудитория с меловой или маркерной доской для проведения практических занятий, консультаций, промежуточного контроля знаний. Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для проведения обучающимися самостоятельной работы во внеаудиторные часы, проведения компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение

ОС Windows, MS Office (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).

– 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/>

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

- 1 Управление качеством и вероятностные модели функционирования сетей связи следующего поколения [Текст/электронный ресурс] : Учебное пособие / Г.П. Башарин, Ю.В. Гайдамака. - М. : Изд-во РУДН, 2008. - 157 с. : ил. - (Приоритетный национальный проект "Образование": Комплекс экспортоориентированных инновационных образовательных программ по приоритетным направлениям науки и технологий). - Приложение: CD ROM (Электр.ресурс). - 60.33. - Режим доступа: http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=287757&idb=0
 - 2 Лекции по математической теории телетрафика [Текст/электронный ресурс] : Учебное пособие / Г.П. Башарин. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во РУДН, 2010. - 346 с. - ISBN 978-5-209-03058-4 : 199.45. Режим доступа: http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=327699&idb=0
- б) дополнительная литература
- 1 Мультипликативные решения конечных цепей Маркова [Текст] : Монография / В.А. Наумов, К.Е. Самуйлов, Ю.В. Гайдамака. - М. : Изд-во РУДН, 2015. - 159 с. : ил. - ISBN 978-5-209-06342-1 : 93.76. Режим доступа: http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=445040&idb=0
 - 2 Современные концепции управления инфокоммуникациями [Текст/электронный ресурс] : Учебно-методический комплекс / К.Е. Самуйлов, Д.С. Кулябов. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2013. - 234 с. - ISBN 978-5-209-05013-1 : 283.69. Режим доступа: http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403188&idb=0
 - 3 Мультисервисные сети связи [Текст/электронный ресурс] : Учебно-методический комплекс / К.Е. Самуйлов, П.О. Абаев. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2013. - 363 с. - ISBN 978-5-209-05014-8 : 389.82. Режим доступа: http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403183&idb=0
 - 4 Модели для анализа качества обслуживания в сетях связи следующего поколения [Текст/электронный ресурс] : Учебное пособие / Г.П. Башарин, Ю.В. Гайдамака; РУДН; Г.П.Башарин и др. - М. : Изд-во РУДН, 2008. - 137 с. : ил. - (Приоритетный национальный проект "Образование": Комплекс экспортоориентированных инновационных образовательных программ по приоритетным направлениям науки и технологий). - Приложение: CD ROM (Электр.ресурс). - 53.51. Режим доступа: http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=287777&idb=0
 - 5 Основы телетрафика мультисервисных сетей : Монография / С.Н. Степанов. - М. : Эко-Трендз, 2010. - 392 с. : ил. - ISBN 978-5-88405-092-1 : 0.00.
 - 6 Бочаров П.П., Печинкин А.В. Теория массового обслуживания: Учебник. М.: Изд-во РУДН, 1995. – 529 с., ил.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Курс включает в себя 4 домашних работы. В курсе предусмотрено два промежуточных контроля знаний и итоговая аттестация.

Промежуточный контроль знаний № 1 осуществляется в виде выполнения письменного контрольной работы №1, включающего 1 задачу вычислительно-алгоритмического характера на применение модели открытой однородной экспоненциальной сети массового обслуживания.

Промежуточный контроль знаний № 2 осуществляется в виде выполнения письменного контрольной работы № 2, включающего задачи аналитического и вычислительно-алгоритмического характера на применение модели замкнутой однородной экспоненциальной сети массового обслуживания, модели буферной памяти узла коммутации пакетов, модели разделения пропускной способности ретранслятора системы спутниковой связи, теории координатно-выпуклых стратегий доступа.

Итоговая аттестация осуществляется в виде тестирования, включающего вопросы по разделам №1-3 курса.

11.1 Структура практических занятий

Практическое занятие подразумевает совместную работу студента и преподавателя в учебной аудитории или средствами дистанционного обучения, направленную на выработку у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

11.2. Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студентов по дисциплине состоит из повторного чтения материалов лекций и рекомендуемой литературы, осуществляемая без прямой помощи преподавателя, для достижения конкретного результата, а именно, готовности к работе на практическом занятии, подготовке с промежуточной или итоговой аттестации.

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:

профессор кафедры прикладной информатики и теории вероятностей



Ю.В. Гайдамака

Руководитель программы

Заведующий кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей



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

Математическая теория телетрафика
(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 Математическая теория телетрафика
название

Направление: 02.04.02 — Фундаментальная информатика и информационные технологии
шифр название

Код контр. компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)			Баллы темы	Баллы раздела	
			Аудиторная работа		Опрос			Итог. контроль (тест)
			Выполнение домашних заданий	Пром. контроль (контрольная работа)				
УК-1,7, ОПК-1, ПК-1	Классические моносервисные модели Эрланга и Энгсета	Модель Эрланга с потерями	10	15	10	10	50	50
		Нагрузка и ее характеристики						
		Модель Эрланга с ожиданием и блокировками Модель Энгсета	10					
	Мультисервисная модель Эрланга с явными потерями	Мультисервисная модель Эрланга, стационарное распределение вероятностей	10	15	10	10	50	50
		Алгоритм расчета характеристик мультисервисной модели Эрланга						
	Мультисервисные модели Энгсета с явными потерями	Мультисервисные модели Энгсет-1, Энгсет-2, стационарное распределение вероятностей Алгоритм расчета характеристик мультисервисной модели Энгсета	10					
Итого:			40	30	10	20	100	100

- **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 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 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 оценки уровня знаний

Сводная оценочная таблица дисциплины

Раздел	Тема	Формы контроля уровня освоения ООП				Баллы темы	Баллы раздела
		ДЗ	Пром. контроль (контрольная работа)	Опрос	Итог. контроль (тест)		
Классические моносервисные модели Эрланга и Энгсета	Первая модель Эрланга	10	15	5	10	50	50
	Нагрузка и ее характеристики						
	Модель Эрланга с ожиданием и блокировками	10					
	Модель Энгсета						
Мультисервисная модель Эрланга с явными потерями	Мультисервисная модель Эрланга, стационарное распределение вероятностей	10	15	5	10	50	50
	алгоритм расчета характеристик						
Мультисервисные модели Энгсета с явными потерями	Мультисервисная модель Энгсета 1, Энгсета-2, стационарное распределение вероятностей	10					
	Алгоритм расчета характеристик мультисервисной модели Энгсета						
	Итого:	40	30	10	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	2	FX
0 - 30		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 (модуля) могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам.
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.
5. График проведения контрольных мероприятий (письменных контрольных работ, проверочных тестов и т.п.) формируется в соответствии с календарным планом курса.
6. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
7. Разрешается передача контрольного мероприятия (переписать контрольную работу, передать контрольный тест и т.п.), если за него получено менее половины планируемых баллов, при этом по усмотрению преподавателя аннулируются ранее полученные по этому контрольному мероприятию баллы.
8. Использование источников (в том числе конспектов лекций, семинарских и практических занятий), а также различного вида устройств (телефонов, планшетов, компьютеров и т.п.) во время выполнения контрольного мероприятия (контрольной работы, контрольного теста и т.п.) возможно только с разрешения преподавателя.
9. Время, которое отводится студенту на выполнение письменной работы (контрольного теста), устанавливается преподавателем. По завершению отведенного времени студент должен сдать работу преподавателю (закончить тестирование), вне зависимости от того, завершена она или нет.
10. Отсрочка в передаче контрольных мероприятий дисциплины 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, набранном в семестре.
12. Если в итоге за семестр студент получил неудовлетворительную оценку (0-50 баллов), то ему разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов. Добор баллов осуществляется путем повторного однократного выполнения предусмотренных контрольных мероприятий, при этом по усмотрению преподавателя аннулируются соответствующие предыдущие результаты. Ликвидация задолженностей проводится в согласованные с деканатом сроки в соответствии с действующими локальными нормативными актами

Примерный перечень оценочных средств

п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i>Аудиторная работа</i>			
1.	Опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	База тестовых заданий
3.	Контрольная работа	Средство контроля, организованное как аудиторное занятие, на котором обучающимся необходимо самостоятельно продемонстрировать усвоение учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
<i>Самостоятельная работа</i>			
1.	Выполнение домашнего задания	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр (модуль). В дисциплине предусмотрены лекции, домашние задания, контрольные мероприятия, тест. В конце семестра проводится итоговый контроль знаний.

Оценивание результатов освоения дисциплины производится в соответствии с балльно-рейтинговой системой. Итоговый контроль по дисциплине проводится в форме тестирования.

Критерии оценки по дисциплине

95-100 баллов:

- полное и своевременное выполнение на высоком уровне *домашних заданий, успешное прохождение контрольных мероприятий, сдача тестирования с максимальным числом баллов*, предусмотренных программой курса;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов 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 балла:

- полное и своевременное выполнение на хорошем уровне *домашних заданий, успешное прохождение контрольных мероприятий, сдача тестирования с числом баллов, больше половины максимального возможного числа*, предусмотренных программой курса;
- 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:

- своевременное выполнение на хорошем уровне *домашних заданий, успешное прохождение контрольных мероприятий, сдача тестирования с числом баллов, больше половины максимального возможного числа*, хороший уровень культуры исполнения контрольных 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:

- выполнение на удовлетворительном уровне *домашних заданий, успешное прохождение контрольных мероприятий*, прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;

- 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:

- не выполнение, несвоевременное выполнение или выполнение на неудовлетворительном уровне лабораторных работ, домашних заданий, не прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- 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 лабораторных работ, домашних заданий, не прохождение контрольных мероприятий;
- отказ от ответов по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.

Комплект заданий для промежуточного контроля знаний

Промежуточный контроль знаний проводится в форме контрольной работы по всем темам и разделам дисциплины.

Примерный вариант промежуточного контроля знаний:

Задача №1 (Первая модель Эрланга, 5 баллов). АТС имеет 4 линии связи. На станцию поступает простейший поток заявок с интенсивностью 1 вызов в минуту. Вызов, поступивший в момент, когда все линии заняты, получает отказ. Средняя продолжительность разговора 0,5 минуты.

1. определить пространство состояний и построить граф интенсивностей переходов;
2. найти вероятность p_1 и p_0 числа занятых линий;
3. используя рекуррентную формулу, найти $E(\rho, \nu-1)$ и $E(\rho, \nu+1)$.

Задача №2 (Вторая модель Эрланга, 5 баллов). В двухканальную СМО поступают заявки с интенсивностью 2 заявки в час. Поток обслуживания имеет интенсивность 3 заявки в час. Потоки поступления заявок и обслуживания - простейшие. Ожидать обслуживания в системе могут не более трех заявок. Определить следующие показатели:

1. определить пространство состояний и построить граф интенсивностей переходов;
2. найти вероятность того, что все приборы свободны;
3. среднее число заявок, находящихся в очереди;
4. среднее время ожидания начала обслуживания (выразить в минутах);

Задача №3 (модель Энгсета, 5 баллов).

Имеется 4 телефона, соединённых с офисной АТС двумя каналами. Каждый телефон используется 4 раза в час, при этом длительность разговора экспоненциально распределена со средним 3 минуты. Вычислить:

1. вероятность блокировки и коэффициент использования канала для СМО с потерями; среднее время ожидания и коэффициент использования для СМО с ожиданием.

Задача №4. В ЛВС имеется 20 серверов, функционирующих в режиме разделения времени, и 600 рабочих станций. С каждой рабочей станции 4 раза в час (*мужской вариант*)/ 1 раз в час (*женский вариант*) на серверы приходит задача. Длительности решения задач экспоненциально распределены со средним 12 минут. Вычислить вероятность того, что задаче придётся ожидать в очереди ($=P\{w>0\}$), и среднее время ожидания.

Комментарии к решению: для расчета можно использовать программный код, находящийся в файле «#3_MTT.ipynb» - язык программирования Python. Рекомендуется использовать онлайн-среду JupyterLab по ссылке: <https://hub.gke2.mybinder.org/user/jupyterlab-jupyterlab-demomjffzkc4/lab/workspaces/autotree/demo>. Ответ должен быть представлен в виде отчета – скриншот решения, загруженный в ТУИС с описанием переменных и формул, а также полученного ответа.

Критерии оценки промежуточного контроля знаний

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

Комплект заданий для домашнего задания

1. Мультисервисный Эрланг. Вычислить по рекуррентному алгоритму $q(v)$, $UTIL$, вероятности блокировок $\pi(k)$ для $K = 2$, $V = 6$, $1 b = 1$, $2 b = 2$, $1 \rho = 3$, $2 \rho = 2$.
2. Рассматривается случайный поток данных, поступающих с интенсивностью 6 пакетов в секунду. Длины пакетов имеют геометрическое распределение со средним 1200 бит. Пакеты передаются по двум каналам с быстродействием 4800 бит/с каждый. Рассчитать размер накопителя, необходимый для того, чтобы вероятность блокировки передачи пакета не превышала 10^{-3} , 10^{-5} .
3. Доказать тождество $\frac{\rho}{v}(1 - E_v(\rho)) = \frac{E_v(\rho)}{E_{v-1}(\rho)}$. Вычислить значения левой и правой частей при $\frac{\rho}{v} = 1(0.1)2$. Обдумать физический смысл полученных результатов.

Критерии оценки домашнего задания

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

Комплект заданий для итогового контроля знаний

Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме теста.

Пример вопросов итогового контроля знаний:

1. В обозначении второй модели Эрланга $M|M|v|r$ на третьем месте стоит символ "v", обозначающий
Выберите один ответ:
 - a. количество мест ожидания перед обслуживанием
 - b. дисциплину обслуживания
 - c. Марковский входящий поток
 - d. размер очереди
 - e. количество обслуживающих приборов
2. Система уравнений локального баланса (СУЛБ)
Выберите один ответ:
 - a. система уравнений с участием искомого равновесного распределения и матрицей интенсивностей переходов.
 - b. система уравнений, полученных сложением уравнений СУГБ.
 - c. системы, в которые в случайные моменты времени поступают заявки на обслуживание, при этом поступившие заявки обслуживаются с помощью имеющихся в распоряжении системы каналов обслуживания.
 - d. все неверно
 - e. это измеримая функция, заданная на каком-либо вероятностном пространстве.
3. Математическая модель системы обслуживания полnodоступных включений по системе с ожиданием (2-ая формула Эрланга) предполагает, что дисциплина обслуживания с ожиданием, вызовы из очереди обслуживаются
Выберите один ответ:
 - a. в случайном порядке
 - b. в порядке их поступления
 - c. в обратном порядке
 - d. с приоритетами

Критерии оценки итогового тестирования

Итоговое тестирование оценивается в соответствии с БРС и паспортом ФОС. Проверяется правильность ответов на вопросы.

Перечень вопросов для опроса

1. Вывод и решение СУР для модели Эрланга (модель с явными потерями).
2. Распределение Эрланга и случай $V \rightarrow \infty$.
3. Вычисление $EV(\rho)$
4. Из вероятности потерь во второй модели Эрланга (модель с ожиданием и блокировками) получить вероятность потерь для первой модели Эрланга.
5. Какие из макрохарактеристик (BBX) моносервисной первой модели Эрланга можно использовать для оценки качества обслуживания и производительности (загрузки) пучка каналов.
6. Какие параметры нагрузки у мультисервисных моделей Эрланга и Энгсета-1, 2?
7. Вывод и решение СУР для модели Эрланга с ожиданием и блокировками. Основные характеристики. Какие из макрохарактеристик (BBX) моносервисной второй модели Эрланга можно использовать для оценки качества обслуживания и производительности (загрузки) пучка каналов.
8. Какие из макрохарактеристик (BBX) моносервисной модели Энгсета можно использовать для оценки качества обслуживания и производительности (загрузки) пучка каналов.
9. Вывести первое распределение Эрланга из распределения Энгсета с помощью предельного перехода. Модель Энгсета. Вывод и решение СУР для модели Энгсета, при $N > V$.
10. Из распределения для мультисервисного Эрланга получить первое распределение для моносервисного Эрланга.
11. Какие из макрохарактеристик (BBX) мультисервисной модели Эрланга можно использовать для оценки качества обслуживания и производительности (загрузки) пучка каналов.
12. Вероятность потерь и другие макрохарактеристики мультисервисного Эрланга. Рекуррентный алгоритм их вычисления.
13. Мультисервисная модель Энгсета 1. Основные понятия и параметры модели ШЦЛ с конечным числом N источников нагрузки
14. Формулировка и идея доказательства теоремы о мультипликативности равновесного распределения. Какие из макрохарактеристик (BBX) моносервисной модели Энгсета-1 можно использовать для оценки качества обслуживания и производительности (загрузки) пучка каналов.
15. Какие из макрохарактеристик (BBX) моносервисной модели Энгсета-2 можно использовать для оценки качества обслуживания и производительности (загрузки) пучка каналов.