

Структура и содержание УМКД

1. Аннотация

1.1. Учебная программа дисциплины «Основы теории массового обслуживания» ориентирована на подготовку бакалавров в области телекоммуникаций, которые должны обладать основополагающими знаниями и навыками, в частности, в теории массового обслуживания (теории очередей) и умением использовать их в телекоммуникационных системах и сетях.

1.2. Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с дисциплинами: построение телекоммуникационных сетей и систем, общая теория связи, теория связи с подвижными объектами, сети связи и системы коммутации и с последующими УМКД магистратуры.

1.3. Для прохождения дисциплины студент должен

- **знать** основы по курсам: математический анализ, высшая алгебра, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, теория построения телекоммуникационных сетей и систем, сети связи и системы коммутации.

- **уметь** применять отмеченные знания при решении соответствующих задач

- **владеть** навыками интегрального, дифференциального и матричного исчисления.

1.4. Дисциплины, изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины следующие - физика I, II, III, IV, математика I, II, III, IV, теория вероятностей и математическая статистика, сети связи и системы коммутации, основы построения телекоммуникационных сетей и систем.

2. Содержание

2.1. **Цель дисциплины** - изучение основных стандартных методов теории очередей, приобретение навыков в решении прикладных задач в моделях очередей, в анализе эталонных моделей и составлении моделей очередей, адекватных функционированию процессов в узлах телекоммуникационных сетей.

Задача - ознакомить студентов со стандартными методами теории очередей, привить студентам навыки производить оценки в области применимости методов очередей в телекоммуникационных системах и сетях, понимать тенденции развития.

2.2. После изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные стандартные методы теории очередей и существенные различия

эталонных моделей.

- **уметь** производить оценки в области применимости методов очередей и формулировать практические задачи телекоммуникационных систем в терминах моделей очередей.

- **иметь** понимание современных тенденций применения моделей очередей в телекоммуникационных системах.

- **владеть** навыками практического вычисления характеристик.

2.3. Трудоемкость дисциплины: в академических часах – 108, в кредитах - 3

2.3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	108
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	28
1.1.1. Лекции	14
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	14
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов	
1.1.2.2. Кейсы	
1.1.2.3. Деловые игры, тренинги	
1.1.2.4. Контрольные работы	
1.1.2.5. Решение задач	
1.1.3. Семинары	
1.1.4. Лабораторные работы	
1.1.5. Другие виды (указать)	
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	26
1.2.1. Подготовка к экзаменам	
1.2.2. Другие виды самостоятельной работы, в т.ч. (указать)	
1.2.2.1. Письменные домашние задания	
1.2.2.2. Курсовые работы	
1.2.2.3. Эссе и рефераты	
1.2.2.4. Другое (указать)	
1.3. Консультации	
1.4. Другие методы и формы занятий	
Итоговый контроль (экзамен, зачет, диф. зачет - указать)	Зачет 54

2.3.2. Распределение объема дисциплины по темам и видам учебной работы

2.3.3. Содержание разделов и тем дисциплины

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
<i>1</i>	2	3	4	5	6
Введение	1	1	-	-	-
Раздел 1. Основные понятия теории вероятностей	3	2	-	-	1
<i>Тема 1.1. События, случайные величины, функции распределения.</i>	2	1	-	-	1
<i>Тема 1.2. Моменты, характеристические функции и преобразования Лапласа, производящие функции.</i>	1	1	-	-	-
Раздел 2. Теория входящего потока.	3	2	-	-	1
<i>Тема 2.1. Потoki Пуассона, их суперпозиция и разрежение.</i>	1	1	-	-	-
<i>Тема 2.2. Процессы восстановления, рекуррентный поток.</i>	2	1	-	-	1
Раздел 3. Процессы гибели и размножения и применение в моделях очередей.	5	3	-	-	2
<i>Тема 3.1. Стационарные распределения процессов гибели и размножения.</i>	2	1	-	-	1
<i>Тема 3.2. Модель $M M 1^\infty$</i>	2	1	-	-	1
<i>Тема 3.3. Модель $M M ^\infty$</i>	1	1	-	-	-
Раздел 4. Другие Марковские модели очередей. Метод этапов Эрланга.	5	3	-	-	2
<i>Тема 4.1. Модель $M E_k 1^\infty$</i>	1	1	-	-	-
<i>Тема 4.2. Модель $E_k M 1^\infty$</i>	2	1	-	-	1
<i>Тема 4.3. Изучение возникающих функциональных уравнений</i>	2	1	-	-	1
Раздел 5. Немарковская модель $M G 1^\infty$	4	-	-	-	4
<i>Тема 5.1. Период занятости модели $M G 1^\infty$</i>	-	-	-	-	1
<i>Тема 5.2. Вложенные цепи Маркова в модели $M G 1^\infty$</i>	-	-	-	-	1
<i>Тема 5.3. Виртуальное время ожидания в модели $M G 1^\infty$</i>	-	-	-	-	1
<i>Тема 5.4. приоритетные модели</i>	-	-	-	-	1
Раздел 6. Модель $GI GI 1^\infty$	5	3	-	-	2
<i>Тема 6.1. Актуальные времена ожидания модели $GI GI 1^\infty$</i>	1	1	-	-	-
<i>Тема 6.2. Два стационарных времени ожидания модели $GI GI 1^\infty$</i>	2	1	-	-	1
<i>Тема 6.3. Характеризационные теоремы</i>	2	1	-	-	1
Раздел 7. Экстремальные задачи и статистическое моделирование	3	1	-	-	2
<i>Тема 7.1. Экстремальные задачи</i>	2	1	-	-	1
<i>Тема 7.2. Статистическое моделирование</i>	1	-	-	-	1
ИТОГО	28	14			14

Введение

Предмет дисциплины и её задачи. Структура курса, виды и методы подготовки и контроля. Рекомендуемая литература.

Раздел 1. Основные понятия теории вероятностей

Тема 1.1. События, случайные величины, функции распределения

Вероятностное пространство. Независимость событий. Условная вероятность. Формула полной вероятности. Функция распределения случайной величины её типы.

Тема 1.2. Моменты, характеристические функции, преобразование Лапласа, производящие функции

Определение среднего, дисперсии, их свойства. Моменты высоких порядков. Корреляция. Характеристическая функция и её свойства. Другие интегральные преобразования: преобразование Лапласа, производящая функция.

(А [2])

Раздел 2. Теория входящего потока

Тема 2.1. Потoki Пуассона, их суперпозиция и разрежение.

Простейший поток. Отсутствие последействия. Вывод вероятностей простейшего потока. Пуассоновские потоки: объединение независимых пуассоновских потоков; операция просеивания пуассоновского потока.

Тема 2.2. Процессы восстановления, рекуррентный поток.

Теория восстановления. Рекуррентный поток как процесс восстановления. Просеивание рекуррентного потока.

(А [1], [2])

Раздел 3. Процессы гибели и размножения и применения в моделях очередей

Тема 3.1. Стационарные распределения

Определение стандартного процесса гибели и размножения. Разностно-дифференциальные уравнения состояний процесса. Условия стационарности. Стационарные вероятности состояний.

(А [1], В [1])

Тема 3.2. Модель $M|M|n|\infty$

Применение процесса гибели и размножения к определению распределения длины очереди модели $M|M|n|\infty$. Стационарное время ожидания в модели $M|M|n|\infty$

(А [1], [2])

Тема 3.3. Модель $M|M|^\infty$

Применение стандартного процесса гибели и размножения к определению распределения числа занятых приборов модели $M|M|^\infty$. Период занятости модели $M|M|^\infty$.

(А [1], [2])

Раздел 4. Другие марковские модели очередей. Метод этапов Эрланга

Тема 4.1. Модель $M|E_k|I|^\infty$

Метод этапов Эрланга. Распределение длины очереди модели $M|E_k|I|^\infty$. Стационарное время ожидания и период занятости модели $M|E_k|I|^\infty$.

(А [2])

Тема 4.2. Модель $E_k|M|n|^\infty$

Сведение периода занятости к периоду занятости модели $E_k|M|I|^\infty$. Два стационарных времени ожидания модели $E_k|M|n|^\infty$. Их сравнение.

(А [2])

Тема 4.3. Изучение возникающих функциональных уравнений

Теорема Руше. Доказательство существования k корней уравнения $\zeta^k = \beta(a - a\zeta)$ в единичном круге.

(А [2])

Раздел 5. Немарковская модель $M|G|I|^\infty$

Тема 5.1. Период занятости модели $M|G|I|^\infty$

Приём введения дополнительного события. Вывод и решение функционального уравнения периода занятости модели $M|G|I|^\infty$. Вполне монотонные функции.

(А [2], В [2])

Тема 5.2 Вложенные цепи Маркова в модели $M|G|I|^\infty$.

Длина очереди в моменты завершения обслуживания в модели $M|G|I|^\infty$. Стационарные распределения актуального времени ожидания и длины очереди. Формула Поллячека-Хинчина. Формула Козна.

(В [2])

Тема 5.3. Виртуальное время ожидания в модели $M|G|I|^\infty$.

Уравнение Такача для виртуального времени ожидания в модели $M|G|1|\infty$. Распределение стационарного виртуального времени ожидания. Совпадение двух стационарных времен ожидания.

(В [2])

Тема 5.4. Приоритетные модели

Обсуждение приоритетных дисциплин обслуживания и их применение в узлах Интернет сетей. Критерии эффективности. Оптимизация в классе относительных приоритетов.

(А [2], В [2], [3])

Раздел 6. Модель $G|G|1|\infty$

Тема 6.1. Актуальные времена ожидания в модели $G|G|1|\infty$

Ключевое уравнение модели $G|G|1|\infty$. Существование предельных времен ожидания. Формула Линдли. Информация о поведении характеристик модели.

(А [3])

Тема 6.2. Характеризационные теоремы

Два стационарных (актуального и виртуального) времени ожидания в модели $G|G|1|\infty$. Характеризационная теорема об их совпадении. Формула Такача. Формула Хука.

(А [3])

Раздел 7. Экстремальные задачи. Статистическое моделирование

Тема 7.1. Экстремальные задачи

Типы экстремальных задач с моментными ограничениями в моделях очередей. Способы их решения на классе всех функций распределения времен обслуживания в модели $M|G|1|\infty$.

(В [1])

Тема 7.2. Статистическое моделирование

Ознакомление с принципами статистического моделирования систем массового обслуживания.

(А [2])

2.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника

ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский) университет

- Проектор
- Слайдоскоп

2.5. Распределение весов по модулям и формам контроля

Формы контролей	Весы форм текущих контролей в результирующих оценках текущих контролей			Весы форм промежуточных контролей в оценках промежуточных контролей			Весы оценок промежуточных контролей и результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей			Весы итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточных контролей	Весы результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля	
	M1 ¹	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3			
Контрольная работа					1.0							
Тест												
Курсовая работа												
Лабораторные работы												
Устный опрос		1										
Реферат												
Эссе												
Семинары												
Решение задач												
Весы результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей								0.4				
Весы оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей								0.6				
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей											-	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей											1.0	
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей												
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля												0.3
Экзамен/зачет (оценка итогового контроля)												(Зачет) 0.7
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

¹ Учебный Модуль

3. Теоретический блок

Рекомендуемая литература

а) Базовые учебники

1. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Наука, 1987.
2. Матвеев В.Ф., Ушаков В.Г. Системы массового обслуживания. – М.: МГУ, 1984.
3. Даниелян Э.А., Симонян А.Р. Введение в теорию очередей. Часть I. – Ереван: РАУ, 2005.
4. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. – М.: Наука, 1976.

б) Основная литература:

1. Саати Т. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Сов.Радио, 1965.
2. Гнеденко Б.В., Даниелян Э.А. и др. Приоритетные системы обслуживания. . – М.: МГУ, 1973.
3. Клейнрок Л. Очереди в вычислительных системах. – М.: Мир, 1979.

в) Дополнительная литература:

1. Крейн М.Г. Нудельман А.А. Проблема моментов Маркова и экстремальные задачи. – М.: Наука, 1972.

4. Перечень вопросов итогового контроля

1. Простейший поток, его уравнения и их решение.
2. Объединение пуассоновских потоков. Операция просеивания пуассоновского потока.
3. Процессы гибели и размножения. Разностно-дифференциальные уравнения. Стационарные вероятности состояний.
4. Рекуррентный поток. Производящая функция числа вызовов.
5. Операция просеивания рекуррентного потока.
6. Длина очереди в модели $M|M|n|^\infty$.
7. Время ожидания в модели $M|M|n|^\infty$.
8. Число занятых приборов в модели $M|M|^\infty$
9. Метод этапов Эрланга. Распределение длины очереди модели $M|E_k|1|^\infty$.
10. Время ожидания и период занятости модели $M|E_k|1|^\infty$.
11. Период занятости модели $E_k|M|n|^\infty$.
12. Два стационарных времени ожидания модели $E_k|M|n|^\infty$.
13. Уравнение периода занятости модели $M|G|1|^\infty$. Его решение.
14. Анализ длины очереди модели $M|G|1|^\infty$ методом вложенных цепей.
15. Актуальное время ожидания модели $M|G|1|^\infty$.

16. Формула Поллячека-Хинчина. Формула Козна.
17. Уравнение Такача для времен ожидания модели $M|G|1|\infty$.
18. Стационарное виртуальное время ожидания модели $M|G|1|\infty$.
19. Приоритетные модели в узлах Интернет сетей.
20. Оптимизация в классе относительных приоритетов.
21. Основное уравнение модели $GI|GI|1|\infty$. Его решение.
22. Предельное распределение времени ожидания в модели $GI|GI|1|\infty$. Формула Линдли.
23. Связь двух стационарных распределений времен ожидания в модели $GI|GI|1|\infty$. Формула Такача. Формула Хука (без доказательств).
24. Характеризационные теоремы в модели $GI|GI|1|\infty$. Условия совпадения стационарных времен ожидания.
25. Экстремальные задачи с моментными ограничениями в моделях очередей. Описание.
26. Экстремальная задача для n -го момента времени ожидания при фиксации первых n моментов времени обслуживания в модели $M|G|1|\infty$.