МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.
_____
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Теория телетрафика Б1.В.ДВ.17

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика
Профиль подготовки: Специальные радиотехнические системы
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Акчурин А.Д. , Иванов К.В. , Тептин Г.М.
Рецензент(ы):
Хуторова О.Г.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Акчурин А.Д. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем , Adel.Akchurin@kpfu.ru ; Иванов К.В. ; профессор, д.н. (профессор) Тептин Г.М. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем , Guerman.Teptin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины 'Теория телетрафика' является знание общих принципов теории телетрафика, ориентированное на практическое использование;

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью использовать основные методы радиофизических измерений

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- предметную область теории телетрафика;
- типовые модели систем массового обслуживания;

2. должен уметь:

Анализировать сети массового обслуживания и сравнивать их характеристики;

Сравнивать характеристики качества обслуживания в коммутируемых сетях

3. должен владеть:

навыками построения имитационных моделей телекоммуникационных систем.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

должен демонстрировать способность и готовность:

Рассчитывать эксплуатационные характеристики систем массового обслуживания;

Применять полученные знания на практике при построении/анализе телекоммуникационных систем.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
1.	Тема 1. Тема 1. Предметная область теории телетрафика.	7	1-2	2	0	0	Письменная работа
2.	Тема 2. Тема 2. Основные понятия потоков вызовов.	7	3-7	5	0	6	Письменная работа
3.	Тема 3. Тема 3. Модели систем массового обслуживания.	7	8-12	5	0	6	Устный опрос
4.	Тема 4. Тема 4. Сети Петри как эффективная модель СМО. Язык GPSS.	7	13-18	6	0	6	Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			18	0	18	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема 1. Предметная область теории телетрафика.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Информационные процессы и конфликты обслуживания Основные определения теории систем массового обслуживания.

Тема 2. Тема 2. Основные понятия потоков вызовов.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Простейший поток вызовов. Нестационарный пуассоновский поток. Поток с ограниченным последействием. Примитивный поток. Длительность обслуживания. Потоки событий с произвольным законом распределения. Самоподобные модели трафика.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Решение расчётных задач. Обзор программ для мониторинга сетей. Их основные функции и возможности

Тема 3. Тема 3. Модели систем массового обслуживания.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Математическое введение в теорию цепей Маркова. Непрерывные цепи Маркова. Классификация систем массового обслуживания. Формула Литтла. Анализ систем массового обслуживания с марковскими потоками требований. Система M/M/1. Анализ. Система с конечным накопителем: M/M/1:N. Система с несколькими серверами: M/M/m. Система обслуживания с m серверами явными потерями: M/M/m/Loss. Система обслуживания M/M/m:K/M конечное число источников нагрузки, m серверов и конечный накопитель. Система типа M/M/m:m. Вероятность занятия серверов. Сравнительные характеристики моделей Эрланга и Энгсета. Примеры анализа систем связи. Системы с неполнодоступным включением серверов. Основы марковской теории сетей массового обслуживания. Анализ систем массового обслуживания без явных потерь. Анализ сетей массового обслуживания с блокировками. Метод вероятностных графов Ли. Преобразования Лапласа-Стильеса.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Решение расчётных задач. Построение зависимости интенсивности трафика от времени с помощью программы CommView. Расчёт по ней параметра Херста.

Тема 4. Тема 4. Сети Петри как эффективная модель СМО. Язык GPSS.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Анализ и оптимизация коммутационных систем. Анализ систем с произвольным законом распределения времени обслуживания. Сравнение характеристик качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов. Анализ времени доставки сообщений в сети с коммутацией каналов. Анализ времени доставки сообщений в сетях с коммутацией пакетов. Анализ характеристик каналов с интеграцией речи и данных. Метод производящих функций. Модели интеграции речи и данных. Интеграция на основе обслуживания в порядке поступления. Интеграция с абсолютным приоритетом. Интеграция на основе стратегии подвижной границы. Система типа G/G/1. Анализ систем массового обслуживания с приоритетами. Дисциплины обслуживания. Модель с приоритетами. Основная модель расчета среднего времени ожидания. Дисциплины обслуживания с приоритетами, зависящими от времени. Оптимизация назначения приоритетов.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Решение расчётных задач. Моделирование простейших СМО с использованием пакета Artifex. Расчёт необходимого размера входных буферов в устройствах АТМ-сетей. Анализ и оптимизация коммутационных систем. Сравнение характеристик сетей с установлением и без установления соединения.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
1.	Тема 1. Тема 1. Предметная область теории телетрафика.	7	1-2	подготовка к письменной работе	2	Письмен-ная работа
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
2.	Тема 2. Тема 2. Основные понятия потоков вызовов.	7	3-7	подготовка к письменной работе	5	Письмен-ная работа
				подготовка к устному опросу	5	Устный опрос

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
3.	Тема 3. Тема 3. Модели систем массового обслуживания.	7	8-12	подготовка к устному опросу	10	Устный опрос
4.	Тема 4. Тема 4. Сети Петри как эффективная модель СМО. Язык GPSS.	7	13-18	подготовка к устному опросу	12	Устный опрос
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций читается на основе мультимедийных технологий, практические занятия проводятся в в лаборатории, оснащенной современными учебными комплексами и измерительной аппаратурой.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Тема 1. Предметная область теории телетрафика.

Письменная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Исторический обзор. Примеры практических задач, исследуемых методами теории телетрафика. Современные задачи теории телетрафика. 2. Методы решения задач теории телетрафика. Описание потока данных. 3. Классификация алгоритмов обслуживания заявок. 4. Классификация систем массового обслуживания. Нотация Кендалла ? Башарина. 5. Потоки вызовов. Основные понятия случайного процесса в СМО. Классификация и характеристики потоков вызовов. 6. Простейший поток вызовов. Свойства простейшего потока. Поток Пальма. Поток Эрланга. 7. Нестационарный и неординарный пуассоновские потоки. 8.Примитивный поток вызовов. 9.Поток с простейшими вызовами. 10. Поток освобождений.

Устный опрос , примерные вопросы:

Информационные процессы и конфликты обслуживания Основные определения теории систем массового обслуживания.

Тема 2. Тема 2. Основные понятия потоков вызовов.

Письменная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1.Формула Байеса. Априорные и апостериорные вероятности. 2. Формула Бернулли. Формула Пуассона. Локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа. 3. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины. Свойства. Функция распределения. 4. Непрерывные случайные величины. Плотность вероятности. Математическое ожидание и дисперсия для непрерывных случайных величин. 5. Мода и медиана. Квантили. Моменты случайных величин. Асимметрия и эксцесс. 6. Примеры законов распределения дискретных случайных величин: биномиальное, Пуассона. 7. Примеры законов распределения непрерывных случайных величин: равномерное, экспоненциальное, логарифмически-нормальное, Хи-квадрат, Стьюдента, Фишера-Снедекора. 8. Нормальный закон распределения. Центральная предельная теорема. 9. Многомерная случайная величина. Функция распределения, плотность вероятности двумерной случайной величины. Условные законы распределения. 10. Зависимые и независимые случайные величины. Ковариация и коэффициент корреляции. Двумерный нормальный закон распределения.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Устный опрос , примерные вопросы:

Простейший поток вызовов. Нестационарный пуассоновский поток. Поток с ограниченным последействием. Примитивный поток. Длительность обслуживания. Потоки событий с произвольным законом распределения. Самоподобные модели трафика.

Тема 3. Тема 3. Модели систем массового обслуживания.

Устный опрос , примерные вопросы:

Классификация систем массового обслуживания. Формула Литтла. Анализ систем массового обслуживания с марковскими потоками требований. Система M/M/1. Анализ. Система с конечным накопителем: M/M/1:N. Система с несколькими серверами: M/M/m. Система обслуживания с m серверами явными потерями: M/M/m/Loss. Система обслуживания M/M/m:K/M конечное число источников нагрузки, m серверов и конечный накопитель. Система типа M/M/m:m. Вероятность занятия серверов. Сравнительные характеристики моделей Эрланга и Энгсета. Примеры анализа систем связи. Системы с неполнодоступным включением серверов. Основы марковской теории сетей массового обслуживания. Анализ систем массового обслуживания без явных потерь. Анализ сетей массового обслуживания с блокировками. Метод вероятностных графов Ли. Преобразования Лапласа-Стильеса.

Тема 4. Тема 4. Сети Петри как эффективная модель СМО. Язык GPSS.

Устный опрос , примерные вопросы:

Анализ и оптимизация коммутационных систем. Анализ систем с произвольным законом распределения времени обслуживания. Сравнение характеристик качества обслуживания в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов. Анализ времени доставки сообщений в сети с коммутацией каналов. Анализ времени доставки сообщений в сетях с коммутацией пакетов. Анализ характеристик каналов с интеграцией речи и данных. Метод производящих функций. Модели интеграции

Итоговая форма контроля

зачет (в 7 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Практические задачи, решаемые методами теории телетрафика, история развития дисциплины, роль А. Эрланга в становлении теории телетрафика.

2. Связь с другими дисциплинами (экономика, управление запасами и другие).

3. Модель очереди к одному серверу. Характеристики модели. Входная и выходная информация.

4. Концепция качества обслуживания в сетях электросвязи.

5. Использование теории вероятностей, математической статистики, использование преобразований Лапласа-Стилтьеса.

6. Различие в показателях QoS для сетей с коммутацией каналов и пакетов.

7. Основные определения, простейший поток, потоки с последействием, рекуррентный поток, операции просеивания и объединения потоков, выходящие потоки заявок.

8. Основные свойства потоков (стационарность, ординарность, последействие), статистические данные для телефонной сети.

9. Статистические данные, полученные при измерениях в телефонной сети, типичные законы распределения длительности обслуживания вызовов в сетях электросвязи, алгоритмы обслуживания вызовов, их классификация и примеры применения в телекоммуникационных системах различного назначения

10. интенсивность нагрузки, полнодоступный пучок, системы с потерями - формулы Эрланга и Энгсета.

11. Модель очереди к нескольким серверам. Характеристики модели.

12. Сравнение моделей M/G/1, M/M/1, M/D/1..

13. Параметры телефонной нагрузки. Распределение интенсивности нагрузки во времени.

14. Средняя длительность занятия при обслуживании одного вызова. Расчет интенсивности поступающей нагрузки.
15. Системы обслуживания вызовов. Первая и вторая формулы Эрланга. Формула Энгсета.
16. Измерение параметров нагрузки. Непрерывные и дискретные измерения. Измерение часа наибольшей нагрузки.
17. Примеры распределений, используемых в теории телетрафика.
18. Преобразование Лапласа - Стильеса.
19. Случайный процесс, его характеристики, корреляционная функция случайного процесса.
20. Марковские случайные процессы с дискретными состояниями.
21. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний.
22. Процессы гибели и размножения.
23.Характеристики систем обслуживания вызовов. Нагрузка и ее виды.

7.1. Основная литература:

Шелухин, О.И. Самоподобие и фракталы. Телекоммуникационные приложения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Шелухин, А.В. Осин, С.М. Смольский. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2008. - 368 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2307.

Пятибратов А.П., Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: учебник / А.П. Пятибратов, Л.П. Гудыно, А.А. Кириченко; под ред. А.П. Пятибратова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2014. - 736 с. - ISBN 978-5-279-03285-3 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279032853.html

Лифшиц, М.А. Случайные процессы ? от теории к практике : учебное пособие / М.А. Лифшиц. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 320 с. ? ISBN 978-5-8114-2026-1. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: https://e.lanbook.com/book/71720

Баранникова И.В., Вычислительные машины, сети и системы: функционально-структурная организация вычислительных систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.В. Баранникова, А.Н. Гончаренко - М. : МИСиС, 2017. - 103 с. - ISBN 978-5-906846-93-8 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846938.html

7.2. Дополнительная литература:

Гладких Т.В., Информационные системы и сети [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т.В. Гладких, Е.В. Воронова - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 86 с. - ISBN 978-5-00032-189-8 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000321898.html

Мищенко П.В., Маршрутизация в составных сетях [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Мищенко П.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-2878-8 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228788.html

Галушкин А.И., Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] / Галушкин А.И. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 496 с. - ISBN 978-5-9912-0082-0 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200820.html

Евдокимов, Ю.К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора [Электронный ресурс] : справ. / Ю.К. Евдокимов, В.Р. Линдваль, Г.И. Щербаков. - Электрон. дан. - Москва : ДМК Пресс, 2010. - 400 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/40009.

7.3. Интернет-ресурсы:

Система имитационного моделирования GPSS World (Minuteman Software) - http://www.bourabai.kz/cm/gpss-world.htm

GPSS-WORLD основы имитационного моделирования на живых примерах - http://habrahabr.ru/post/192044/

United Nations specialized agency for information and communication technologies - http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx

Курс "Теория телетрафика" - http://strelnikov.ws/dl/TT/TT_v2.0.pdf

Лекции по Теории телетрафика - https://studfiles.net/preview/3530399/

Обзор CommView - утилиты для анализа сетевого трафика - http://www.ixbt.com/soft/commview.shtml

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория телетрафика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Специальные радиотехнические системы .

Автор(ы):
Акчурин А.Д. _____
Иванов К.В. _____
Тептин Г.М. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Хуторова О.Г. _____
"__" _____ 201 __ г.