

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.12 Теория телетрафика мультисервисных сетей связи

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Форма обучения

очная

Год набора

2019

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

доцент, Лупачева М.А.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины

## 1.1 Цель преподавания дисциплины

Освоение принципов построения математических моделей обслуживания потоков сообщений в инфокоммуникационных системах и сетях, точных и приближенных методов решения задач расчета характеристик инфокоммуникационных систем и сетей, получение студентами навыков расчета объема оборудования инфокоммуникационных систем и сетей.

## 1.2 Задачи изучения дисциплины

Определение математических моделей реальных потоков сообщений в системах и сетях связи; изучение математического представления систем распределения информации; изучение понятий нагрузки и интенсивности нагрузки и методов их расчета и определения; ознакомление с основными методами расчета коммутационных систем различных типов; изучение методов измерения качества обслуживания в системах и на сетях связи; ознакомление с основами имитационного моделирования систем и сетей связи.

## 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Запланированные результаты обучения по дисциплине  |
|---|--|
| <b>ПК-1: Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</b> |  |
| ПК-1.1: Понимает состав и особенности услуг связи, предоставляемых с использованием инфокоммуникационных систем, на которых осуществляется контроль и мониторинг  | состав услуг связи, предоставляемых с использованием инфокоммуникационных систем, на которых осуществляется контроль и мониторинг<br>особенности услуг связи, предоставляемых с использованием инфокоммуникационных систем, на которых осуществляется контроль и мониторинг<br>способы организации оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов<br>Организовывать экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов<br>Проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов<br>Организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям международных и национальных стандартов и иных нормативных документов<br>Навыками экспериментальных испытаний с целью оценки качества предоставляемых услуг, |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>соответствия требованиям технических регламентов</p> <p>Навыками экспериментальных испытаний с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p> <p>Навыками экспериментальных испытаний с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям иных нормативных документов</p>  |
| <p>ПК-1.2: Проводит анализ соответствия результатов мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем и оценки качества услуг требованиям нормативных документов и эксплуатационной документации</p>                    | <p>Методы проведения анализа соответствия результатов мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем</p> <p>Методы проведения оценки качества услуг требованиям нормативных документов функционирования инфокоммуникационных систем</p> <p>Методы проведения оценки качества услуг требованиям эксплуатационной документации функционирования инфокоммуникационных систем</p> <p>Проводить анализ соответствия результатов мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем требованиям нормативных документов и эксплуатационной документации</p> <p>Проводить анализ соответствия результатов оценки качества услуг требованиям нормативных документов и эксплуатационной документации</p> <p>Практическими навыками сбора и анализа результатов мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем</p> <p>Навыками использования нормативной и эксплуатационной документации</p> <p>Навыками оценки качества услуг требованиям нормативных документов и эксплуатационной документации</p> |
| <p><b>ПК-3: Способен осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов радиооборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций</b></p> |  |

|  |   |
|--|---|
| <p>ПК-3.1: Использует эксплуатационно-техническую документацию на инфокоммуникационные системы и сервисы в плане обеспечения их контроля и мониторинга</p> | <p>Последние разработки в области мониторинга состояния сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций<br/> Последние разработки в области проверки качества работы радио-оборудования,<br/> Алгоритмы проведения измерений и диагностики ошибок и отказов радиооборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций<br/> Использовать современные методы проведения измерений и диагностику ошибок и отказов радиооборудования, сетевых устройств, программного</p>                                  |
|  | <p>обеспечения инфокоммуникаций<br/> Проводить контроль и мониторинг качества работы радио оборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций<br/> Практическими навыками мониторинга, контроля и проверки качества работы радио оборудования, сетевых устройств<br/> Практическими навыками проведения измерений и диагностику ошибок и отказов радио оборудования, сетевых устройств<br/> Практическими навыками мониторинга, контроля и проверки качества работы программного обеспечения инфокоммуникаций</p> |

|  |   |
|--|---|
| <p>ПК-3.2: Управляет ресурсами, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем и сервисов</p> | <p>Последние разработки в области управления ресурсами, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем<br/> Методы управления ресурсами, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных сервисов<br/> Использовать доступные ресурсы, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем<br/> Использовать доступные ресурсы, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных сервисов<br/> Проводить управление ресурсами, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем и сервисов<br/> Практическими навыками управление ресурсами, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем<br/> Практическими навыками управление ресурсами, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных сервисов<br/> Практическими навыками проведения контроля регламентированных параметров рабочей силы и уровней негативных воздействий на человека при</p> |
|  | <p>управления ресурсами, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем</p>  |

#### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы                                | Всего,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад.час) | Сем<br>естр |   |
|---|--|-------------|---|
|   |  | 1           | 2 |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>        | <b>3 (108)</b>                             |             |   |
| занятия лекционного типа                          | 1 (36)                                     |             |   |
| практические занятия                              | 1 (36)                                     |             |   |
| лабораторные работы                               | 1 (36)                                     |             |   |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>        | <b>3 (108)</b>                             |             |   |
| курсовое проектирование (КП)                      | Нет  |             |   |
| курсовая работа (КР)                              | Да   |             |   |
| <b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b> | <b>1 (36)</b>                              |             |   |

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

|   |   | Контактная работа, ак. час.    |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|---|---|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| №<br>п/п                                      | Модули, темы (разделы) дисциплины   | Занятия<br>лекционного<br>типа |                          | Занятия семинарского типа                 |                          |  |                          | Самостоятельная<br>работа, ак. час. |                          |
|   |   |                                |                          | Семинары и/или<br>Практические<br>занятия |                          | Лабораторные<br>работы и/или<br>Практикумы |                          |                                     |                          |
|   |   | Всего                          | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                     | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                      | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                               | В том<br>числе в<br>ЭИОС |
| <b>1. Введение</b>                            |   |                                |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 1. Предмет теории распределения информации. Задачи теории при проектировании коммутационных систем и сетей связи и разработке аппаратуры автоматической коммутации. Основные элементы изучаемых математических моделей: система распределения информации (коммутационная система, сеть связи), поток сообщений (вызовов), время обслуживания, дисциплина и характеристики качества обслуживания. Математические основы курса: теория массового обслуживания, теория вероятностей, математическая статистика и комбинаторика. Краткий исторический обзор развития теории распределения информации. | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
| <b>2. Потоки вызовов и их характеристики.</b> |   |                                |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |



|  |   |  |   |  |  |  |   |  |
|--|---|--|---|--|--|--|---|--|
| 1. Основные понятия: сообщение, вызов, занятие, освобождение, поток вызовов, поток однородных событий. Детерминированные и случайные потоки, способы их задания. Свойства и характеристики потоков вызовов. Стационарность, ординарность и последствие. Интенсивность. Простейший поток вызовов. Анализ функции Пуассона. Свойства и характеристики простейшего потока. Распределение промежутка между соседними вызовами. Показательное распределение и его свойство. Объединение и разъединение простейших потоков. Простое последствие. Примитивный поток. Определение и описание модели потока. Свойства и характеристики потока. Время обслуживания. Детерминированное и случайное время обслуживания. Показательное, Эрланговское, гиперэкспоненциальное распределение времени обслуживания. | 2 |  |   |  |  |  |   |  |
| 2. Исследование свойств потоков вызовов  |   |  | 4 |  |  |  |   |  |
| 3. Потоки вызовов и их характеристики  |   |  |   |  |  |  | 6 |  |
| 4. Свойства потоков вызовов  |   |  |   |  |  |  | 3 |  |
| <b>3. Нагрузка и методы расчета пропускной способности коммутационных систем.</b>  |   |  |   |  |  |  |   |  |

|  |   |  |   |  |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 1. Дисциплины обслуживания поступающих потоков вызовов: с потерями, без потерь, с явными и условными потерями, с ожиданием и повторением вызовов. Комбинированные дисциплины обслуживания. Классификация моделей по Кендаллу. Нагрузка и ее виды. Единицы измерения. Основные параметры нагрузки. Характеристики качества обслуживания. Виды потерь. Пропускная способность коммутационной системы. Факторы, влияющие на пропускную способность. Измерение интенсивности нагрузки во времени. Определение ЧНН. Коэффициент концентрации нагрузки. Виды занятий и их продолжительность. Среднее время занятия. Интенсивность производительной и непроизводительной нагрузки | 6 |  |   |  |   |  |   |  |
| 2. Определение интенсивности нагрузки на АТС   |   |  | 4 |  |   |  |   |  |
| 3. Определение интенсивности нагрузки на АТС. Измерение интенсивности нагрузки во времени. Определение ЧНН. Коэффициент концентрации нагрузки. Виды занятий и их продолжительность. Среднее время занятия. Интенсивность производительной и непроизводительной нагрузки  |   |  |   |  | 4 |  |   |  |
| 4. Нагрузка и методы расчета пропускной способности коммутационных систем.   |   |  |   |  |   |  | 8 |  |
| 5. Интенсивность нагрузки  |   |  |   |  |   |  | 3 |  |
| <b>4. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с отказами</b>   |   |  |   |  |   |  |   |  |

|   |   |  |   |  |   |  |   |  |
|---|---|--|---|--|---|--|---|--|
| <p>1. Методы расчета однозвеньеовой полнодоступной коммутационной схемы с явными потерями. Потери сообщения, пропускная способность пучка и отдельных линий при обслуживании простейшего и примитивного потока вызовов. Методы расчета однозвеньеовой неполнодоступной коммутационной схемы с явными потерями. Структура неполнодоступного включения. Нагрузочная группа, доступность, ступенчатые и равномерные схемы. Оптимальные схемы неполнодоступного включения. Требования к схеме неполнодоступного включения. Матрица связности. Построение схем цилиндров. Эквивалентные схемы цилиндров. Построение схем неполнодоступного включения. Инженерные методы расчета неполнодоступного включения: упрощенный Эрланга, Лотце-Бабицкого и О'Делла. Методы расчета двузвеньеовой коммутационной схемы с явными потерями. Комбинаторный метод расчета. Постановка задачи и основные расчетные соотношения. Метод эффективной доступности.</p> | 6 |  |   |  |   |  |   |  |
| <p>2. Определение количества каналов и характеристик качества обслуживания в одно- и двузвеньеовых коммутационных системах при различном типе доступности выходных линий.</p>   |   |  | 4 |  |   |  |   |  |
| <p>3. Методы расчета однозвеньеовой полнодоступной коммутационной схемы с явными потерями. Методы расчета двузвеньеовой коммутационной схемы с явными потерями.</p>   |   |  |   |  | 6 |  |   |  |
| <p>4. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с отказами</p>  |   |  |   |  |   |  | 8 |  |

|  |   |  |   |  |   |  |  |   |  |
|--|---|--|---|--|---|--|--|---|--|
| 5. Каналы коммутационных систем. Методы расчета.   |   |  |   |  |   |  |  | 3 |  |
| <b>5. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с ожиданием.</b>   |   |  |   |  |   |  |  |   |  |
| 1. Постановка задачи. Распределения Энгсета, Эрланга. Распределение времени обслуживания. Постоянное время обслуживания. Распределение Кроммелина. | 6 |  |   |  |   |  |  |   |  |
| 2. Определение вероятностно-временных характеристик коммутационных систем с ожиданием.   |   |  | 4 |  |   |  |  |   |  |
| 3. Коммутационные системы с отказами и ожиданием.  |   |  |   |  | 6 |  |  |   |  |
| 4. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с ожиданием.  |   |  |   |  |   |  |  | 8 |  |
| 5. Определение вероятностно-временных характеристик коммутационных систем с ожиданием.   |   |  |   |  |   |  |  | 3 |  |
| <b>6. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с повторными вызовами.</b>   |   |  |   |  |   |  |  |   |  |
| 1. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с повторными вызовами.  | 2 |  |   |  |   |  |  |   |  |
| 2. Определение вероятностно-временных характеристик коммутационных систем с повторными вызовами.   |   |  | 4 |  |   |  |  |   |  |
| 3. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с повторными вызовами.  |   |  |   |  | 6 |  |  |   |  |
| 4. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с повторными вызовами.  |   |  |   |  |   |  |  | 8 |  |
| 5. Определение вероятностно-временных характеристик коммутационных систем с повторными вызовами.   |   |  |   |  |   |  |  | 3 |  |
| <b>7. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с обходными направлениями.</b>                                     |   |  |   |  |   |  |  |   |  |
| 1. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с повторными вызовами.  | 2 |  |   |  |   |  |  |   |  |
| 2. Определение вероятностно-временных характеристик коммутационных систем с обходными направлениями.   |   |  | 4 |  |   |  |  |   |  |

|  |   |  |   |  |  |   |   |  |
|--|---|--|---|--|--|---|---|--|
| 3. Коммутационные системы с повторами и обходами. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с повторными вызовами  |   |  |   |  |  | 6 |   |  |
| 4. Расчет числа соединительных устройств и каналов в коммутационных системах с обходными направлениями.  |   |  |   |  |  |   | 6 |  |
| 5. Определение вероятностно-временных характеристик  |   |  |   |  |  |   | 3 |  |
| <b>8. Особенности расчета пропускной способности центров коммутации пакетов.</b>   |   |  |   |  |  |   |   |  |
| 1. Особенности расчета пропускной способности центров коммутации пакетов.  | 4 |  |   |  |  |   |   |  |
| 2. Определение емкости буферов, количества каналов и качества обслуживания при пакетной коммутации.  |   |  | 4 |  |  |   |   |  |
| 3. Коммутация пакетов, распределение и моделирование нагрузки. Расчет пропускной способности центров коммутации пакетов  |   |  |   |  |  | 2 |   |  |
| 4. Особенности расчета пропускной способности центров коммутации пакетов.  |   |  |   |  |  |   | 8 |  |
| 5. Определение емкости буферов, количества каналов и качества обслуживания при пакетной коммутации.  |   |  |   |  |  |   | 2 |  |
| <b>9. Распределение нагрузки по направлениям.</b>  |   |  |   |  |  |   |   |  |
| 1. Качество обслуживания в сетях связи. Суммарные потери. Прогнозирование интенсивности абонентской нагрузки на местных телефонных сетях. Распределение интенсивности внутри и между станциями. Коэффициенты тяготения. Колебания интенсивности нагрузки по времени и по группам. Цель и задача измерений. Обработка результатов измерений. Точность и достоверность полученных результатов. Определение объема измерений. | 2 |  |   |  |  |   |   |  |

|   |   |  |   |  |   |  |    |  |
|---|---|--|---|--|---|--|----|--|
| 2. Определение интенсивностей нагрузки по направлениям.   |   |  | 4 |  |   |  |    |  |
| 3. Распределение и моделирование нагрузки по направлению. Обработка результатов измерений. Точность и достоверность полученных результатов. Определение объема измерений.   |   |  |   |  | 2 |  |    |  |
| 4. Распределение нагрузки по направлениям.  |   |  |   |  |   |  | 10 |  |
| 5. Определение интенсивностей нагрузки по направлениям.   |   |  |   |  |   |  | 8  |  |
| <b>10. Моделирование процессов обслуживания вызовов на ЭВМ.</b>   |   |  |   |  |   |  |    |  |
| 1. Задачи, решаемые при имитационном моделировании на ЭВМ. Моделирование случайных величин. Псевдослучайные последовательности чисел. Моделирование непрерывной случайной величины, распределенной по заданному закону. Применение среды GPSS для моделирования процессов обслуживания вызовов. | 4 |  |   |  |   |  |    |  |
| 2. Моделирование процессов обслуживания вызовов на ЭВМ: полностью и частично доступные коммутационные системы.  |   |  | 4 |  |   |  |    |  |
| 3. Моделирование непрерывной случайной величины, распределенной по заданному закону. Применение среды GPSS для моделирования процессов обслуживания вызовов   |   |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 4. Моделирование процессов обслуживания вызовов на ЭВМ.   |   |  |   |  |   |  | 10 |  |
| 5. Моделирование процессов обслуживания вызовов на ЭВМ: полностью и частично доступные коммутационные системы.  |   |  |   |  |   |  | 8  |  |

|       |    |  |    |  |    |  |     |  |
|-------|----|--|----|--|----|--|-----|--|
| Bcero | 36 |  | 36 |  | 36 |  | 108 |  |
|-------|----|--|----|--|----|--|-----|--|

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Шелухин О. И. Моделирование информационных систем: учебное пособие для вузов по специальностям "Сети и системы коммутации", "Многоканальные телекоммуникационные системы"(Москва: Горячая линия-Телеком).
2. Карташевский В. Г. Основы теории массового обслуживания: учебник (Москва: Горячая линия-Телеком).
3. Ивченко Г. И., Каштанов В. А., Коваленко И. Н. Теория массового обслуживания: учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"(Москва: URSS).
4. Пономарев Д. Ю. Теория телетрафика: метод. указ. для выполнения курсового проекта(Красноярск: ИПК СФУ).
5. Пономарев Д. Ю. Теория телетрафика мультисервисных сетей: учеб.-метод. пособие для практ. занятий студентов напр. 210400.68 «Телекоммуникации» очной формы обучения(Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Пакеты прикладных программ Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word.
2. Среда имитационного моделирования GPSS World Student Version.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Измерительные и испытательные стенды, лаборатория коммутационного оборудования на основе транзитной АТС производства компании Huawei;

Лаборатория технических средств пакетной передачи данных;

Лаборатория активного телекоммуникационного оборудования на основе оборудования «D-Link»;

Компьютерные класс, оснащенные компьютерной и оргтехникой.