



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)


ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП



(подпись) Стаценко Л.Г.
(Ф.И.О. рук.ОП)
«16» сентября 2019 г

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующая кафедрой
электроники и средств связи
(название кафедры)



(подпись) Стаценко Л.Г.
(Ф.И.О. зав. каф.)
«16» сентября 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория телетрафика

Направление подготовки

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа» (магистерская программа)

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 1

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом

в том числе с использованием МАО пр.14 час.

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО 14 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) – не предусмотрено учебным планом

курсовая работа – не предусмотрено учебным планом

зачет – не предусмотрено учебным планом

экзамен 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22.09.2017 №958.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроники и средств связи, протокол №1 от «16» сентября 2019 г.

Заведующий (ая) кафедрой д.ф.-м.н., проф. Стаценко Л.Г.

Составитель (ли): к.ф.-м.н. Титов П.Л.

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, по профилю «Системы радиосвязи и радиодоступа», и входит в вариативную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, является обязательной дисциплиной (Б1.В.04). Общая трудоемкость дисциплины 4 зачетных единицы (144 часа).

Учебным планом предусмотрены лекции (18 час.), практические занятия (18 час.), самостоятельная работа студента (108 час., в том числе на подготовку к экзамену 27 час.). Дисциплина «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» реализуется на 1-м курсе, в 1-м семестре.

Цель:

изучение качественной и количественной сторон процессов обслуживания потоков вызовов и сообщений в системах распределения информации; изучение критериев и методов оценки качества функционирования систем распределения информации; изучение основ проектирования и расчета систем распределения информации в соответствии с заданной нагрузкой, дисциплиной обслуживания и требуемым качеством обслуживания.

Задачи:

- приобретение студентами знаний в области анализа и количественной оценки модельных систем обслуживания вызовов при различных потоках, поступающих на вход системы;
- изучение основных закономерностей поведения систем обслуживания вызовов при изменении параметров систем и входящих потоков вызовов;
- изучение основных способов расчета систем обслуживания при заданной нагрузке;

- ознакомление с основными способами построения коммутационных систем различной конфигурации;
- приобретение практических навыков расчета пропускной способности коммутационных систем.
- приобретение навыков анализа поведения системы при обслуживании комбинированной нагрузки: потоков вызовов и потоков данных.

Для успешного изучения дисциплины «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции уровня бакалавриата:

- ОПК-2 – способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением инфокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- ПК-3 – способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи;
- ПК-5 – способность проводить работы по управлению потоками трафика на сети.

Дисциплина «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» опирается на уже изученные дисциплины, такие как «Общая теория связи», «Основы построения телекоммуникационных систем и сетей», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория случайных процессов». В свою очередь, она является «фундаментом» для изучения последующих дисциплин «Сетевые технологии в инфокоммуникационных системах», «Цифровая передача информации».

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируется следующая профессиональная компетенция:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
--------------------------------	--------------------------------

<p>ПК-9 – способность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем</p>	Знает	<p>структуру, состав и назначение основных подсистем единой системы связи РФ, принципы построения первичной и вторичных коммутируемых сетей связи;</p> <p>основные модельные системы обслуживания и их характеристики при различных входных потоках;</p> <p>основные методы анализа и синтеза сетей связи;</p> <p>принципы построения коммутационных полей аналоговых и цифровых систем коммутации;</p> <p>методы исследования в области ИКТиСС;</p> <p>способы организации теоретических и экспериментальных исследований в области перспективных ИКТиСС.</p>
	Умеет	<p>проводить расчет пропускной способности сети связи;</p> <p>разрабатывать схемы организации связи и обосновывать выбор параметров сетей связи;</p> <p>проводить расчет объема и выбор оборудования сетей связи;</p> <p>осуществлять техническое проектирование систем коммутации;</p> <p>проводить теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТиСС;</p> <p>проводить поиск существующих решений в ИКТиСС и на основе различных методов анализа выявлять перспективные направления совершенствования инфокоммуникационных систем.</p>
	Владеет	<p>навыками моделирования проектируемых систем связи с целью определения пригодности конфигурации для практического использования;</p> <p>навыками расчета характеристик реальных систем связи при различных входных потоках данных;</p> <p>методами проектирования систем коммутации;</p> <p>навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований по оценке характеристик систем массового обслуживания;</p> <p>навыками поиска и подбора инфокоммуникационных систем, соответствующих заданным характеристикам;</p> <p>навыками проведения исследований и испытаний, направленных на создание перспективных ИКТиСС.</p>

Для формирования вышеуказанной компетенции в рамках дисциплины «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: проблемное занятие, дискуссия.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (18 /__ час.)

РАЗДЕЛ I. ПОТОКИ ВЫЗОВОВ. НАГРУЗКА (6/__ ЧАС.)

Тема 1. Предмет и задачи теории телетрафика. Потоки вызовов(1 /__ час.)

Предмет теории телетрафика. Математическая модель системы телетрафика. Поток вызовов. Дисциплина обслуживания. Классификация математических моделей по Д. Кендаллу. Основные задачи теории телетрафика: задача анализа, задача синтеза, задача оптимизации. Потоки вызовов. Детерминированные и случайные потоки. Способы определения и задания потоков вызовов. Основные свойства потоков вызовов. Стационарность, ординарность, отсутствие последствия. Основные характеристики потоков вызовов. Параметр, интенсивность потока, плотность поступления вызовов.

Тема 2. Простейший поток вызовов, его свойства и характеристики(2 /__ час.)

Определение простейшего потока. Вывод вероятности поступления ровно K вызовов за время наблюдения для простейшего потока (переход от распределения Бернулли к распределению Пуассона). Математическое ожидание и дисперсия простейшего потока. Колеблемость потока вызовов, коэффициент вариации. Эффективность системы связи в зависимости от интенсивности входящего потока. Объединение потоков. Закон распределения промежутка времени между вызовами простейшего потока, математическое ожидание. Границы применимости модели простейшего потока в реальных системах.

Тема 3. Классификация потоков. Определение телефонной нагрузки(1 /__ час.)

Детерминированные и случайные потоки. Стационарные и нестационарные потоки. Ординарные и неординарные потоки. Потоки с последствием и без последствия. Виды последствия. Простейший поток. Примитивный (Энгсетовский) поток. Рекуррентные потоки. Поток Пальма.

Определения нагрузки. Обслуженная нагрузка. Поступающая нагрузка. Теорема о количественной интенсивности поступающей нагрузки. Теорема о количественной интенсивности обслуженной нагрузки. Понятие мгновенной нагрузки.

Тема 4. Основные параметры телефонной нагрузки. Способы распределения нагрузки (2 /__ час.)

Основные параметры нагрузки. Число источников нагрузки. Среднее число вызовов, поступающих от одного источника нагрузки в единицу времени. Средняя длительность занятия коммутационной системы при обслуживании одного вызова. Единицы интенсивности нагрузки. Расчет средней длительности занятия по НТП 112-2000; РД 45.120-2000. Расчет средней длительности занятия инженерным способом. Удельная нагрузка на одну абонентскую линию.

Концентрация телефонной нагрузки. Час наибольшей нагрузки. Коэффициент концентрации нагрузки. Статистический фиксированный ЧНН, статистический плавающий ЧНН. Рекомендации МСЭ-Т серии E.500.

Способы распределения нагрузки. Интенсивность нагрузки на входах и выходах ступени группового искания. Пропорциональное распределение нагрузки. Коэффициенты тяготения, нормированные коэффициенты тяготения. Диаграмма распределения нагрузки. Оценка результатов измерения нагрузки, доверительный интервал. Оценки математического

ожидания и дисперсии. Нормальное распределение, распределение Стьюдента.

РАЗДЕЛ II. РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ В ОДНОЗВЕННЫХ СИСТЕМАХ. СИСТЕМЫ С ОЖИДАНИЕМ (12/ __ ЧАС.)

Тема 5. Обслуживание простейшего потока вызовов (первая формула Эрланга) (2 / __ час.)

Постановка задачи. Задание коммутационной схемы, потока вызовов, дисциплины обслуживания. Диаграмма состояний. Определение вероятности нахождения системы в промежуточных и крайних состояниях. Дифференциальные уравнения Эрланга. Процесс рождения и гибели. Стационарный режим системы дифференциальных уравнений Эрланга. Вывод формулы для вероятностей стационарного состояния (Эрланг, 1917 г.). Обозначение формулы. Обобщение формулы Эрланга (Севастьянов, 1957 г.)

Тема 6. Потери в полнодоступном пучке при обслуживании простейшего потока вызовов(1 / __ час.)

Потери по вызовам. Потери по нагрузке. Потери по времени. Общее соотношение различных видов потерь. Свойство эргодичности. Определение различных видов потерь при поступлении простейшего потока на полнодоступную схему. Первая формула Эрланга. Таблицы Пальма, таблицы Башарина. Рекуррентная формула Эрланга. Пропускная способность линий полнодоступного пучка. Зависимости между средней интенсивностью нагрузки на одну линию, числом линий, вероятностью потерь при фиксировании одной из этих величин. Переход формулы Эрланга в формулу Пуассона. Вероятность занятия определенных линий из общего числа. Графические зависимости между параметрами первой формулы Эрланга.

Область малых потерь. Определение необходимого числа линий по заданной нагрузке и величине потерь. Область применения формулы Эрланга.

Тема 7. Обслуживание полнодоступным пучком потока от ограниченного числа источников (формула Энгсета) (1 / __ час.)

Постановка задачи. Задание коммутационной системы. Задание входящего потока вызовов. Задание дисциплины обслуживания. Составление диаграммы состояний. Параметры потоков занятий и освобождений. Запись вероятностей всех состояний через параметры потоков и вероятность начального состояния. Запись формулы Энгсета (1918 г.). Потери по времени, потери по вызовам, потери по нагрузке при обслуживании потока от ограниченного числа источников. Запись выражений для потерь через математическое ожидание и интенсивность нагрузки, поступающей от одного источника. Переход формулы Энгсета в формулы Эрланга и Пуассона. Сравнение пропускной способности пучка линий при поступлении простейшего и примитивного потоков. Графики зависимостей между величинами, входящими в формулы. Границы применимости формулы Эрланга и формулы Энгсета.

Тема 8. Обслуживание простейшего потока вызовов полнодоступным пучком с ожиданием (2 / __ час.)

Случай показательного распределения времени занятия. Задание коммутационной схемы, входящего потока вызовов, дисциплины обслуживания. Диаграмма состояний. Потоки занятий и освобождений. Запись вероятностей состояний для случая занятия только линий и для случая занятия мест в очереди. Условие конечности очереди. Запись распределения Эрланга для систем с ожиданием. Вторая формула Эрланга. Условные потери. Закон распределения времени ожидания. Среднее время ожидания для вызова, поступающего на коммутационную систему. Среднее

время ожидания для ожидающих вызовов. Вероятность очереди. Средняя длина очереди (среднее число задержанных вызовов).

Случай постоянной длительности обслуживания. Упорядоченный и случайный выбор из очереди. Сравнительные графики для вероятностей при различных законах распределения длительности обслуживания и различной нагрузке. Вероятность ожидания. Кривые Кроммелина и Бёрке. Зависимости средней пропускной способности линий в пучке от числа линий, дисциплины обслуживания и вероятности ожидания/потерь.

Тема 9. Расчет пропускной способности управляющих устройств. Комбинированная система обслуживания (1 / __ час.)

Среднее время занятия маркера на обслуживание одного соединения. Пропускная способность маркеров. Функция распределения времени ожидания. Среднее время ожидания задержанных вызовов. Определение характеристик по графикам.

Комбинированная система обслуживания. Ожидание, ограниченность очереди, потери. Зависимость вероятности потерь от числа мест ожидания.

Тема 10. Системы с повторными вызовами (2 / __ час.)

Отличие модели Эрланга от модели с повторными вызовами. Картина занятости системы при учете повторных вызовов. Диаграмма состояний и переходов процесса обслуживания. Определение вероятностей различных состояний. Система уравнений вероятностей состояний. Случай аналитического решения. Численное решение. Приближенный метод расчета необходимого числа линий по заданной входящей нагрузке, числу источников и вероятности потерь. Учет дополнительной нагрузки от повторных вызовов. Нагрузка на различные ступени коммутации и на управляющее устройство. Таблицы вероятностных характеристик полнодоступного пучка при повторных вызовах. Характеристики системы с повторными вызовами. Средняя продолжительность между повторными

вызовами. Параметр потока потерянных первичных вызовов. Среднее время существования источника повторных вызовов. Вероятность повторного вызова (мера «настойчивости» абонента). Вероятность потерь первичных вызовов. Среднее число повторных вызовов, приходящихся на один первичный.

Тема 11. Основные характеристики и типы недоступных включений (2 / __ час.)

Определение недоступного пучка. Доступность. Нагрузочная группа. Условие недоступного включения. Коэффициент уплотнения. Крайние случаи, переход к полностью доступному и изолированному случаям. Число связей между точками коммутации отдельных нагрузочных групп. Матрица связности (матрица инцидентности, инцидентий). Чувствительность к колебаниям нагрузки по нагрузочным группам. Порядок исчисления в недоступных схемах (алгоритм установления соединений). Упорядоченное исчисление, шаговые и декадно-шаговые искатели. Случайное исчисление.

Ступенчатые и равномерные недоступные схемы. Прямые ступенчатые включения, включения с перехватом, включения со сдвигом. Шаг исчисления. Коэффициент блокировки. Выбор структуры ступенчатых недоступных схем. Выбор оптимальной структуры равномерных недоступных схем. Построение однотипных подсистем. Эффективность ступенчатых и равномерных схем при случайном и упорядоченном исчислении.

Идеально симметричная недоступная схема. Определение. Характеристики.

Тема 12. Формула Эрланга для идеальной недоступной схемы (третья формула Эрланга). Приближенные методы расчета пропускной способности недоступных схем (1 / __ час.)

Постановка задачи. Задание коммутационной схемы. Задание потока вызовов. Задание дисциплины обслуживания. Диаграмма состояний. Определение параметров потоков занятий и освобождений. Запись вероятностей различных состояний в процессах рождения и гибели. Вероятность потерь (третья формула Эрланга). Использование третьей формулы Эрланга.

Приближенные методы расчета пропускной способности. Упрощенный метод Эрланга. Упрощенная формула для недоступных схем. Особенности применения, погрешности. Метод О'Делла. Формула О'Делла для выровненной нагрузки. Особенности применения, погрешности. Приближенная формула Пальма-Якобеуса. Формула Пальма-Якобеуса. Особенности применения, погрешности.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия(18/ __ час.)

Практическое занятие №1. Законы распределения случайных величин(1 / __ час.)

1. Построить распределение вероятности занятия линий в пучке из V линий в соответствии с распределениями Бернулли, Пуассона и Эрланга.
2. Для каждого распределения рассчитать математическое ожидание числа занятых линий, их дисперсию и среднеквадратическое отклонение.

Практическое занятие №2. Свойства потоков вызовов. Характеристики потоков(1 / __ час.)

1. Для простейшего потока вызовов рассчитать вероятности поступления k вызовов за промежуток времени $[0, t)$, где $t=0.5,1.0,1.5,2.0$.

Значения A и V берутся из занятия №1. Число вызовов $k = [V / 2]$ – целая часть числа.

2. Построить функцию распределения промежутков времени между двумя последовательными моментами поступления вызовов для значений $t = 0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5$. Результаты расчёта представить в виде таблицы и графика.

3. Рассчитать вероятность поступления не менее k вызовов за интервал времени $[0, t)$, где $t = 1$.

4. Провести анализ результатов.

Практическое занятие №3. Телефонная нагрузка, её параметры и распределение (2 / __ час.)

1. Изобразить структурную схему проектируемой сети.

2. Изобразить функциональную схему проектируемой АТС.

3. Рассчитать интенсивность нагрузки, поступающей на входы коммутационного поля проектируемой АТСЭ.

4. Рассчитать среднюю удельную интенсивность нагрузки на абонентскую линию.

5. Пересчитать интенсивность нагрузки на выходы коммутационного поля проектируемой АТСЭ.

6. Рассчитать интенсивность нагрузки к АМТС, к УСС, к ЦПС, к IP-сети.

7. Распределить интенсивность нагрузки Y_i по направлениям межстанционной связи методом нормированных коэффициентов тяготения.

8. Результаты расчёта представить в виде таблицы.

9. Построить диаграмму распределения телефонной нагрузки проектируемой АТСЭ.

Практическое занятие №4. Метод расчёта пропускной способности однозвенных полнодоступных включений при обслуживании

простейшего потока вызовов в системе с потерями. Первая формула Эрланга(2 / __ час.)

1. Рассчитать необходимое число линий на всех направлениях межстанционной связи от проектируемой АТСЭ. Результаты расчёта представить в виде таблицы.

2. Рассчитать и построить зависимость числа линий V и коэффициента среднего использования η от величины интенсивности нагрузки при величине потерь $P=0.021$. Результаты расчёта представить в виде таблицы и графиков $V=f(Y)$ и $\eta=f(Y)$ при $P=\text{const}$.

3. Построить зависимость величины потерь $E_V(Y)$ от интенсивности поступающей нагрузки при фиксированном значении числа линий в направлении к УСС. Диапазон изменения величины потерь принять от 0.001 до 0.1 (соответствующим выбором Y). Результаты представить в виде таблицы и графика $P=f(Y)$ при $V_{УСС}=\text{const}$.

4. Провести анализ полученных результатов.

Практическое занятие №5. Метод расчёта полнодоступных неблокируемых включений при обслуживании примитивного потока вызовов по системе с потерями. Формула Энгсета(1 / __ час.)

1. Рассчитать для заданных v и a при $n=20$ вероятности P_t , P_v и P_n , сравнить их по величине. Для расчёта значения v и a взять из первого занятия.

2. Построить зависимость числа линий V от интенсивности нагрузки для фиксированного значения $P_v=0.021$ при $n=\{10; 20; 60\}$. На этом же рисунке построить зависимость $v=f(Y)$ для обслуживания простейшего потока вызовов. Результаты привести в виде таблицы.

3. Провести анализ полученных результатов.

Практическое занятие №6. Методы расчёта полнодоступных неблокируемых включений при обслуживании простейшего потока по системе с ожиданием(2 / __ час.)

1. Рассчитать по второй формуле Эрланга величину условных потерь для всех исходящих направлений от проектируемой АТСЭ, предполагая, что полнодоступный пучок линий обслуживается по системе с ожиданием. Сравнить с результатами, полученными при использовании системы с явными потерями (занятие №4). Результаты расчёта представить в виде таблицы.

2. Для направления к АМТС рассчитать: $P(\gamma > 1)$, γ , $\gamma_{3,r}$, $P_{оч}$. Значение среднего времени вызова принять равным рассчитанному на занятии №3.

3. По рисунку определить качество обслуживания маркером блока ГИ АТСК при норме качества обслуживания $P(\gamma > 2) = 0.003$. Время обслуживания одного вызова маркером ГИ составляет 0.5с. Допустимое время ожидания не должно превышать $t = 1$ с. Рассчитать максимально допустимую нагрузку на входы блока ГИ, при которой качество обслуживания вызовов маркером не превысит норму.

4. Как изменится качество обслуживания и основные показатели работы маркера, если он будет работать: а) в 2 раза быстрее; б) в 2 раза медленнее.

5. Провести анализ полученных результатов.

Практическое занятие №7. Методы расчёта пропускной способности однозвенных неполнодоступных включений: упрощённая формула Эрланга, формула О`Делла, формула Пальма-Якобеуса (1 / __ час.)

1. Рассчитать и построить зависимости числа линий V и коэффициента среднего использования $\eta = Y_o / V$ от интенсивности поступающей нагрузки A при величине потерь $P = 0.021$ и значениях доступности $D = \{10; 20; 40\}$, используя метод О`Делла. Значения A соответствуют нагрузкам на направлениях, рассчитанным на занятии №3. Следить, чтобы выполнялось условие НПД включения $V > D$. Результаты расчёта представить в виде таблицы и графика.

2. Рассчитать и построить зависимость числа линий V от величины потерь P неполнодоступного пучка при значении $A = Y_{внутрисист}$ и $D = 10$ по

формуле Эрланга, О`Делла и Пальма-Якобеуса. Результаты расчёта представить в виде таблицы и графика.

Практическое занятие №8. Метод Якобеуса для расчёта пропускной способности двухзвенных полнодоступных включений(2 /__ час.)

1. Для заданного в задании 6 двухзвенного блока ГИ построить схему группообразования в координатном виде и рассчитать величину вероятности потерь для направлений к УСС и АМТС при полнодоступном двухзвенном включении. Значения интенсивности нагрузок в направлениях к АМТС и УСС взять из результатов занятия №3.

2. Для того же двухзвенного блока ГИ найти необходимое число линий в направлении от АТСК к проектируемой АТСЭ, предполагая полнодоступное включение, при потерях $P=0.021$. Значение интенсивности нагрузки в направлении взять из результатов расчёта задания.

3. Нагрузку на один вход блока взять из занятия №6.

Практическое занятие №9. Методы расчёта пропускной способности двухзвенных схем, в выходы которых включён неполнодоступный пучок линий(2 /__ час.)

1. Для заданного на занятии №6 двухзвенного блока ГИ методом Якобеуса рассчитать число линий в НПД пучке для направления от АТСК к проектируемой АТСЭ при величине $q=1$ и качестве обслуживания $P=0.005$. Интенсивность поступающей на один вход блока ГИ нагрузки взять из занятия №6.

2. Для этого же блока ГИ методом эффективной доступности рассчитать число линий для направления от АТСК к проектируемой АТСЭ при величине $q=1$ и качестве обслуживания $P=0.005$. Сравнить результаты.

Практическое занятие №10. Метод вероятностных графов для расчёта пропускной способности многозвенных коммутационных систем(2 / __ час.)

1. Рассчитать структурные параметры и построить схему группообразования блока абонентского искания (АИ) АТСК в координатном виде. Структура коммутационной схемы и типы МКС, на которых реализовано каждое звено, заданы в таблице в соответствии с номером варианта.

2. Построить вероятностные графы и рассчитать вероятность потерь методом вероятностных графов по исходящей и входящей связи блока абонентского искания. Удельную исходящую абонентскую нагрузку принять равной входящей $a_{исх} = a_{вх}$ из занятия №3. Для четырёхзвенной схемы число блоков АВ принять равным 10, число блоков CD – 4.

Практическое занятие №11. Метод расчёта сети с обходными направлениями(2 / __ час.)

1. Рассчитать оптимальное число линий в прямых направлениях от проектируемой АТСЭ к АТСДШ и АТСК. В качестве обходной принять АТСЭ-1.

2. Рассчитать параметры избыточной нагрузки от указанных прямых направлений.

3. Построить реальную и эквивалентную схемы включения линий на обходном направлении и рассчитать число линий на этом направлении при норме величины потерь $P_{обх} = 0.005$.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Предмет и задачи теории телетрафика. Потoki вызовов	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
2	Тема 2. Простейший поток вызовов, его свойства и характеристики	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
3	Тема 3. Классификация потоков. Определение телефонной нагрузки	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)тип 3
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
4	Тема 4. Основные параметры телефонной нагрузки. Способы распределения нагрузки	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
5	Тема 5. Обслуживание простейшего потока вызовов (первая формула Эрланга)	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)

6	Тема 6. Потери в полностью доступном пучке при обслуживании простейшего потока вызовов	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
7	Тема 7. Обслуживание полностью доступным пучком потока от ограниченного числа источников (формула Энгсета)	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
8	Тема 8. Обслуживание простейшего потока вызовов полностью доступным пучком с ожиданием	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
9	Тема 9. Расчет пропускной способности управляющих устройств. Комбинированная система обслуживания	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
10	Тема 10. Системы с повторными вызовами	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
11	Тема 11. Основные характеристики и типы недоступных включений	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
12	Тема 12. Формула Эрланга для идеальной недоступной схемы (третья формула Эрланга). Приближенные методы расчета пропускной способности недоступных схем	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Иверсен В.Б. Разработка телетрафика и планирование сетей [Электронный ресурс]/ Иверсен В.Б.– Электрон. текстовые данные.– М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.– 625 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14513?bid=57383> – ЭБС «IPRbooks».

2. Башарин Г.П. Лекции по математической теории телетрафика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Башарин Г.П.– Электрон. текстовые данные.– М.: Российский университет дружбы народов, 2009.– 146 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=11564 – ЭБС «IPRbooks».

3. Братченко Н.Ю. Теория телетрафика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Братченко Н.Ю.– Электрон. текстовые данные.– Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.– 177 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=63142 – ЭБС «IPRbooks»

4. Берлин А.Н. Абонентские сети доступа и технологии высокоскоростных сетей [Электронный ресурс]/ Берлин А.Н. – Электрон. текстовые данные. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 126 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=73657 – ЭБС «IPRbooks».

5. Учебно-методическое пособие для практических занятий и выполнения курсовой работы по дисциплине Теория телетрафика

[Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– М.: Московский технический университет связи и информатики, 2016.– 76 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=61562 – ЭБС «IPRbooks».

Дополнительная литература

1. Нерсесянц А.А. Теория телетрафика [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Теория телетрафика» / Нерсесянц А.А.– Электрон. текстовые данные.– Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2013.– 92 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=61315 – ЭБС «IPRbooks».

2. Прикладная математика. Задача коммивояжера. Системы массового обслуживания: Учебное пособие / Веневитина С.С., Зенина В.В., Сапронов И.В. – Воронеж:ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2014. – 47 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=858465>

3. Климов Г.П. Теория массового обслуживания [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Климов Г.П.– Электрон. текстовые данные.– М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011.– 312 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=13316 – ЭБС «IPRbooks».

4. Самусевич Г.А. Основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс]: практикум/ Самусевич Г.А.– Электрон. текстовые данные.– Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014.– 44 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=68270 – ЭБС «IPRbooks».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://strelnikov.ws/>– конспект лекций А.П. Пшеничникова в электронном варианте и пример выполнения курсовой работы по дисциплине «Теория телетрафика».

2. <http://iks.sut.ru/lectures/nsokolov/> и <http://sokolov.niits.ru/lectures.htm>– лекции Н.А. Соколова по дисциплинам «Теория телетрафика» и «Построение телекоммуникационных сетей и систем».

3. <https://studfiles.net/preview/5817217/>– пример задания и методических указаний к выполнению курсовой работы по дисциплине «Теория телетрафика».

4. http://studbooks.net/784487/tehnika/primery_prakticheskikh_zadach_teorii_teletrafika– примеры задач по дисциплине «Теория телетрафика».

5. http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T_Rec_List_A-Z_ANO_E.htm– рекомендации Международного союза электросвязи, сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи, МСЭ-Т (ITU-T – International Telecommunication Union, Telecommunication standardization sector).

6. <http://www.etsi.org/>– рекомендации Европейского института стандартизации телекоммуникаций (ETSI – European Telecommunications Standards Institute).

7. <http://minsvyaz.ru/ru/>– нормативно-правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

8. <http://rfc.com.ru/>– документы инженерной рабочей группы Интернет (RFC IETF – Request For Comment, Internet Engineering Task Force).

9. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/>

10. «eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

11. «ИНТУИТ» Национальный открытый университет <http://www.intuit.ru/studies/courses/3688/930/lecture/16466>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Лекции и практические занятия проводятся в мультимедийной аудитории со следующим оснащением:

1. Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления.

2. Для демонстрации презентаций и слайдов используются моноблоки Lenovo C360G-I34164G500UDK, подключенные к общекорпоративной компьютерной сети ДВФУ и сети Интернет, установлена операционная система Windows 7, интегрированный пакет прикладных программ Microsoft Office 2010.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе обучения студент должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы обычно составляет по времени до 25-30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которыми каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины или на кафедре.

Главное в период обучения своей специальности – это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на следующий день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять

самоконтроль, который является необходимым условием как успешной учебы, так и последующей работы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Конспектирование лекционного материала должно производиться кратко, схематично, последовательно. Фиксируются основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечаются важные мысли, выделяются ключевые слова, термины. Термины, понятия проверяются с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Только если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.

Материал лекций необходимо закреплять самостоятельно. В первую очередь, на следующий день необходимо еще раз проработать материал лекции. Практика показывает, что если не сделать этого в течение двух-трех дней, то большая часть материала забудется. В дальнейшем процесс забывания идет по экспоненте. При изучении материала обязательно использование учебников и других материалов по дисциплине. Необходимо найти контрольные вопросы по соответствующей теме, ответить на них. В случае если по теме есть задачи, то их необходимо решить и сверить с правильными вариантами ответов (при наличии). В случае затруднений необходимо проконсультироваться у преподавателя.

Во всех различных ситуациях, приводящих к ошибочным действиям, некорректным выводам и/или ответам необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков, а следовательно, успешной учебы и работы.

Примерное распределение времени самостоятельной работы, которое

студент должен отводить на тот или иной вид занятий: закрепление лекционного материала – 15%, подготовка к практическим занятиям – 30%, подготовка к лабораторным работам – 30%, подготовка к экзамену – 25%. Тем не менее, учитывая особенности каждого студента, указанные часы могут варьироваться.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. Обучающийся должен своевременно выполнять текущие лабораторные работы и защищать их во время занятий или на консультации.

При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

Практические занятия опираются на лекционный материал. Для подготовки к практическим занятиям требуется изучение лекционного материала, уверенное знание ответов на ключевые вопросы для закрепления материала.

К экзамену обучающийся должен отчитаться по всем практическим занятиям и по расчетно-графическому заданию. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные на практических занятиях и в расчетно-графическом задании, закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации. Экзамен может быть принят как в форме теста, так и засчитываться по результатам рейтинга.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции и практические занятия проводятся в мультимедийной аудитории со следующим оснащением:

1. Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avertvision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления.

2. Для демонстрации презентаций и слайдов используются моноблоки Lenovo C360G-I34164G500UDK, подключенные к общекорпоративной компьютерной сети ДВФУ и сети Интернет, установлена операционная система Windows 7, интегрированный пакет прикладных программ Microsoft Office 2010.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Teletraffic theory (Теория телетрафика)»

Направление подготовки

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Форма подготовки очная

Владивосток

2019

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-4 недели	Подготовка к практическим занятиям №1-3	15 час.	Работа на практическом занятии
2	5-9 недели	Подготовка к практическим занятиям №4-6	16 час.	Работа на практическом занятии
3	10-13 недели	Подготовка к практическим занятиям №7-9; выполнение расчетно-графической работы	25 час.	Работа на практическом занятии; проверка хода выполнения расчетно-графической работы
4	14-17 недели	Подготовка к практическим занятиям №10-11; выполнение расчетно-графической работы	25 час.	Работа на практическом занятии; проверка хода выполнения расчетно-графической работы
5	18 неделя	Подготовка к экзамену	27 час.	Экзамен, представление Портфолио
Итого			108 час.	

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задания и методические рекомендации для самостоятельной работы обеспечивают подготовку к практическим занятиям. Их полное содержание приведено в программе и методических указаниях (при наличии). Методические указания (при наличии) в электронном виде и печатном виде берутся у ведущего преподавателя.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы отражаются в кратких сводных материалах, где приводятся результаты каждого из практических занятий. Сводные материалы по практическим занятиям предоставляются преподавателю в электронном виде (если необходимо компьютерное моделирование и построение графиков с помощью вычислительных средств) или письменном виде (если занятие проводится без использования компьютеров).

К представлению материалов по результатам практических занятий предъявляются следующие требования.

Структура краткого отчета по результатам практического занятия

Если для данного занятия необходимо предоставить материалы в электронной форме, то они подготавливаются как текстовые документы в редакторе MSWord.

Краткий отчет по результатам практического занятия должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе построенные диаграммы, таблицы, расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями, например, в виде экранных форм («скриншотов») и т.д.

Структурно краткий отчет по результатам практического занятия отличается от отчета по лабораторной работе в сторону упрощения (не требуется наличие титульного листа, списка литературы и приложения). Он состоит из следующих частей:

- Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, начинается с новой страницы, тему, план работы и т.д.);
- Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы.

- Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении задания).

Краткий отчет по результатам практического занятия оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении кратких отчетов:

- набор текста (если необходим отчет в электронной форме);
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);

Если набор текста осуществляется на компьютере, то необходимо придерживаться следующих требований:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта – 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы – левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм;

- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами;

- режим автоматического переноса слов, за исключением заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т.п., должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т.п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в кратком отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков.

Критерии оценки работы на практических занятиях

Оценивание результатов практических занятий проводится по критериям:

- активность на занятии;

- полнота и качество выполненных заданий;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы или задачи;
- предоставление краткого отчета по каждому занятию с указанием основных формул и результатов.

Критерии оценки расчетно-графических работ

Оценивание расчетно-графических работ проводится по критериям:

- полнота и качество выполненных заданий;
- владение методами и приемами компьютерного моделирования в исследуемых вопросах, применение специализированных программных средств (если необходимо);
- качество оформления расчетно-графического задания, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников сети Интернет, информации нормативно-правового характера и передовой практики;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием задачи, проблемы;
- отсутствие значительных ошибок в приводимых количественных результатах.

Методические указания по подготовке к экзамену

К концу семестра обучающийся должен отчитаться по практическим занятиям, т.е. предоставить краткие отчеты, и отчитаться по расчетно-графическому заданию – предоставить оформленные в едином документе по Правилам оформления письменных работ ДВФУ решения всех необходимых задач. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не затронутые на практических занятиях и в расчетно-графической работе, разбираются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо представить Портфолио и повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и

дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации.

Структура Портфолио: 1. Название Портфолио; 2. Конспект лекций; 3. Краткие отчеты по результатам практических занятий; 4. Расчетно-графическое задание (задания на приведены в разделе оценочных средств для текущей аттестации).



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Teletraffic theory (Теория телетрафика)»
Направление подготовки
11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Форма подготовки очная

Владивосток
2019

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ПК-9 – способность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем</p>	Знает	<p>структуру, состав и назначение основных подсистем единой системы связи РФ, принципы построения первичной и вторичных коммутируемых сетей связи;</p> <p>основные модельные системы обслуживания и их характеристики при различных входных потоках;</p> <p>основные методы анализа и синтеза сетей связи;</p> <p>принципы построения коммутационных полей аналоговых и цифровых систем коммутации;</p> <p>методы исследования в области ИКТиСС;</p> <p>способы организации теоретических и экспериментальных исследований в области перспективных ИКТиСС.</p>
	Умеет	<p>проводить расчет пропускной способности сети связи;</p> <p>разрабатывать схемы организации связи и обосновывать выбор параметров сетей связи;</p> <p>проводить расчет объема и выбор оборудования сетей связи;</p> <p>осуществлять техническое проектирование систем коммутации;</p> <p>проводить теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТиСС;</p> <p>проводить поиск существующих решений в ИКТиСС и на основе различных методов анализа выявлять перспективные направления совершенствования инфокоммуникационных систем.</p>
	Владеет	<p>навыками моделирования проектируемых систем связи с целью определения пригодности конфигурации для практического использования;</p> <p>навыками расчета характеристик реальных систем связи при различных входных потоках данных;</p> <p>методами проектирования систем коммутации;</p> <p>навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований по оценке характеристик систем массового обслуживания;</p> <p>навыками поиска и подбора инфокоммуникационных систем, соответствующих заданным характеристикам;</p>

		навыками проведения исследований и испытаний, направленных на создание перспективных ИКТиСС.
--	--	--

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Предмет и задачи теории телетрафика. Потoki вызовов	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
2	Тема 2. Простейший поток вызовов, его свойства и характеристики	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
3	Тема 3. Классификация потоков. Определение телефонной нагрузки	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)тип 3
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
4	Тема 4. Основные параметры телефонной нагрузки. Способы распределения нагрузки	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
5	Тема 5. Обслуживание простейшего потока вызовов (первая формула Эрланга)	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
6	Тема 6. Потери в полностью доступном пучке при обслуживании простейшего потока	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)

	вызовов		владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
7	Тема 7. Обслуживание полнодоступным пучком потока от ограниченного числа источников (формула Энгсета)	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
8	Тема 8. Обслуживание простейшего потока вызовов полнодоступным пучком с ожиданием	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
9	Тема 9. Расчет пропускной способности управляющих устройств. Комбинированная система обслуживания	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
10	Тема 10. Системы с повторными вызовами	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
11	Тема 11. Основные характеристики и типы неполнодоступных включений	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
12	Тема 12. Формула Эрланга для идеальной неполнодоступной схемы (третья формула Эрланга). Приближенные методы расчета пропускной способности неполнодоступных схем	ПК-9	знает	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Расчетно-графическая работа(ПР-12)	Портфолио (ПР-8)

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели	баллы
<p>ПК-9 – способность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научных-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем</p>	<p>Знает</p> <p>структуру, состав и назначение основных подсистем единой системы связи РФ, принципы построения первичной и вторичных коммутируемых сетей связи;</p> <p>основные модельные системы обслуживания и их характеристики при различных входных потоках;</p> <p>основные методы анализа и синтеза сетей связи;</p> <p>принципы построения коммутационных полей аналоговых и цифровых систем коммутации;</p> <p>методы исследования в области ИКТиСС;</p> <p>способы организации теоретических и экспериментальных исследований в области перспективных ИКТиСС.</p>	<p>способность пересказать и объяснить учебный лекционный материал с достаточной степенью научной точности и полноты, с приведением примеров</p>	<p>Знать принципы организации единой системы связи РФ на различных уровнях;</p> <p>Знать структуру, состав, принципы построения сетей различного уровня, входящих в состав единой системы связи РФ;</p> <p>Знать основные виды модельных потоков, поступающих на входы коммутационной системы;</p> <p>Знать основные формулы, описывающие функционирование коммутационных систем при заданной дисциплине обслуживания и заданном входящем потоке (формулы Эрланга, распределение Эрланга, формулы Энгсета);</p> <p>Знать способы распределения нагрузки в системах связи;</p> <p>Знать основные формулы, описывающие системы с ожиданием;</p> <p>Знать основные формулы, описывающие поведение систем с неполнодоступным включением при различной длительности обслуживания вызовов;</p> <p>Знать особенности систем с повторными</p>	<p>60-74</p>

				<p>вызовами; Знать способы организации систем коммутации для недоступных включений; Знать способы расчеты обслуживаемой нагрузки в различных случаях.</p>	
	Умеет	<p>проводить расчет пропускной способности сети связи; разрабатывать схемы организации связи и обосновывать выбор параметров сетей связи; проводить расчет объема и выбор оборудования сетей связи; осуществлять техническое проектирование систем коммутации; проводить теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТиСС; проводить поиск существующих решений в ИКТиСС и на основе различных методов анализа выявлять перспективные направления совершенствования инфокоммуникационных систем.</p>	<p>Умение использовать современные методики для оценки характеристик сетей и систем связи; для проведения научно-исследовательской работы в области анализа качества работы систем распределения информации; умение определить требуемые характеристики, состав и количество оборудования для организации системы связи по исходным данным.</p>	<p>Умение проводить расчет вероятностей различных состояний системы при заданном входном потоке вызовов и заданной дисциплине обслуживания; Умение проводить расчет вероятности потерь вызовов в системах с потерями; Умение качественно и количественно оценивать пригодность конфигурации системы коммутации для заданного случая; Умение определять среднее время ожидания для входящих вызовов и для вызовов, уже находящихся в очереди, в системах с ожиданием (с очередями); Умение проводить расчет характеристик систем с недоступным и включениями при показательном распределении времени обслуживания и фиксированном времени обслуживания; Умение пользоваться основными положениями теории телеграфика для оценки качества реальных систем связи при</p>	75-89

				проведении научных исследований.	
	Владеет	<p>навыками моделирования проектируемых систем связи с целью определения пригодности конфигурации для практического использования;</p> <p>навыками расчета характеристик реальных систем связи при различных входных потоках данных;</p> <p>методами проектирования систем коммутации;</p> <p>навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований по оценке характеристик систем массового обслуживания;</p> <p>навыками поиска и подбора инфокоммуникационных систем, соответствующих заданным характеристикам;</p> <p>навыками проведения исследований и испытаний, направленных на создание перспективных ИКТ и СС.</p>	<p>владеть методиками имитационного моделирования и расчета различных конфигураций систем распределения информации для получения характеристик качества обслуживания;</p> <p>владеть навыками выбора или разработки конфигурации коммутационных систем в соответствии с исходными данными; владеть навыками, позволяющими теоретически и экспериментально определять пригодность системы распределения информации для заданных условий.</p>	<p>владеть навыками составления моделей исследуемых и проектируемых систем связи;</p> <p>владеть навыками математического моделирования и расчета характеристик систем связи и коммутации по составленной модели;</p> <p>владеть навыком подбора/составления конфигурации системы распределения информации, удовлетворяющей заданным условиям;</p> <p>владеть навыками экспериментального определения характеристик систем связи с использованием современного оборудования;</p> <p>владеть методами составления конфигураций систем с полными и неполными включениями различных видов в соответствии с требованиями конкретной задачи теории телетрафика;</p> <p>владеть методиками, позволяющими проводить оценку характеристик систем распределения информации теоретическими и экспериментальными способами в различных научно-исследовательских задачах с применением теории телетрафика.</p>	90-100

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» проводится в форме проверки отчетов по результатам практических занятий и в форме проверки хода выполнения расчетно-графической работы, таким образом оцениваются фактические результаты обучения студентов. Осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами и критериями.

Критерии оценки кратких отчетов по результатам практических занятий

Оценивание отчета по результатам практического занятия проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет к защите отчет по практическому занятию, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, по оформлению, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов занятия.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов занятия, допускает существенные ошибки в работе, представляет отчет с существенными отклонениями от правил оформления письменных работ.

Промежуточная аттестация студентов

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Teletraffic theory (Теория телетрафика)» проводится в виде теста на разобранные в ходе лекций, практических занятий и расчетно-графического задания темы, содержащего как теоретические вопросы, так и ряд практических заданий без вариантов ответов. Для получения положительной оценки на экзамене, кроме написания теста, необходимо предоставить свое Портфолио, которое состоит из конспекта лекций, кратких отчетов по результатам практических занятий и расчетно-графической работы (задание приведено в разделе оценочных средств для текущей аттестации).

Структура Портфолио

1. Название Портфолио.
2. Конспект лекций.
3. Краткие отчеты по практическим занятиям.
4. Расчетно-графическая работа.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине

«Teletraffic theory (Теория телетрафика)»

Баллы(рейтинговой оценки)	Оценка(стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень экзаменационных тем

1. Предмет и задачи теории телетрафика.

2. Потоки вызовов. Способы определения и задания потока вызовов.
3. Основные свойства потоков вызовов.
4. Основные характеристики потоков вызовов.
5. Простейший поток вызовов и его свойства.
6. Математическое ожидание и дисперсия простейшего потока вызовов.
7. Закон распределения промежутков между вызовами простейшего потока.
8. Длительность обслуживания. Поток освобождений.
9. Простейшая классификация потоков.
10. Телефонная нагрузка. Определения телефонной нагрузки.
11. Основные параметры нагрузки.
12. Концентрация телефонной нагрузки.
13. Способы распределения нагрузки.
14. Оценка результатов измерения нагрузки. Понятия доверительной вероятности и доверительного интервала.
15. Обслуживание простейшего потока вызовов (первая формула Эрланга).
16. Дифференциальные уравнения Эрланга.
17. Стационарный режим. Распределение Эрланга.
18. Потери в полнодоступном пучке при обслуживании простейшего потока вызовов.
19. Рекуррентная формула Эрланга.
20. Средняя пропускная способность линий полнодоступного пучка.
21. Графические зависимости между параметрами первой формулы Эрланга.
22. Обслуживание полнодоступного пучка потока от ограниченного числа источников нагрузки (формула Энгсета).
23. Сравнение пропускной способности полнодоступного пучка при простейшем и энгсетовском потоках.

24. Обслуживание простейшего потока вызовов полностью доступным пучком с ожиданием при показательном распределении длительности занятия.
25. Системы с ожиданием при постоянной длительности обслуживания.
26. Расчет пропускной способности управляющих устройств.
27. Комбинированная система обслуживания. Ограниченное число мест для ожидания.
28. Расчет систем с повторными вызовами.
29. Основные характеристики недоступных включений.
30. Типы недоступных включений и выбор их структуры.
31. Идеально-симметричные недоступные схемы.
32. Формула Эрланга для идеальной недоступной схемы (третья формула Эрланга).
33. Приближенные методы расчета пропускной способности недоступных схем.

Пример экзаменационного теста

Вариант №1

1. Математическая модель системы телетрафика включает следующие элементы:
А) Входящий поток вызовов; Б) Схему системы коммутации;
В) Дисциплину обслуживания потока вызовов; Г) Все перечисленное.
2. В компактной записи математических моделей систем телетрафика по Д. Кендаллу показательному (экспоненциальному) распределению соответствует символ:
А) М; Б) Е; В) D; Г) А; Д) G; Е) нет правильного ответа.
3. Способ задания случайного потока вызовов:

- А) моменты поступления вызовов t_i и количество поступивших в эти моменты вызовов c_i ;
- Б) закон распределения промежутков между моментами вызовов $P(z_i < t)$;
- В) вероятность поступления K вызовов за интервал времени $[0, t)$:
 $P\{c(t)=K\}=P_k(0,t)$;
- Г) Все перечисленные.

4. Выберите соотношения, характеризующие стационарный поток:

- А) $\lambda < 0$; Б) $\lambda > 0$; В) $\mu = \lambda - 1$; Г) $\mu \geq \lambda$; Д) $\mu = \lambda$.

5. Нарисуйте график числа вызовов, поступающих в единицу времени, от времени, соответствующий относительной колеблемости потока вызовов, равной 0.

6. Входящая нагрузка – сумма времен занятия всех выходов коммутационной системы?

- А) Да; Б) Нет.

7. Доверительные границы случайной величины - это:

- А) Границы, за которые не выйдет случайная величина при заданной вероятности p ;
- Б) Границы, за которые случайная величина вообще не выйдет;
- В) Границы доверительного интервала;
- Г) Границы области, за пределами которой плотность распределения равна нулю.

8. Первая формула Эрланга характеризует систему:

- А) $M/M/v < \infty$; Б) $E/E/v < \infty$; В) $M/M/v = \infty$; Г) $M/E/r = \infty/v < \infty$; Д) $E/E/v = \infty$; Е) нет ответа.

9. Распределение Энгсета характеризует случай, когда:

- А) обслуживается поток от ограниченного числа источников нагрузки;
- Б) обслуживается поток от неограниченного числа источников нагрузки;
- В) на выходе неограниченный полностью доступный пучок линий;
- Г) на выходе ограниченный полностью доступный пучок линий;
- Д) на выходе не полностью доступный пучок линий;
- Е) дисциплина обслуживания с явными потерями;
- Ж) дисциплина обслуживания без потерь.

10. Второе распределение Эрланга выводится для модели:

- А) $E/E/v/r=\infty$; Б) $E/E/v=\infty/r=\infty$; В) $M/M/v=\infty$; Г) $M/M/v/r=\infty$; Д) $M/M/v<\infty$.

Оценочные средства для текущей аттестации

Типовые задания на расчетно-графическую работу

Задание на расчетно-графическую работу состоит из ряда задач, результаты некоторых из которых необходимо представить в табличной и графической форме. Примеры решения задач разбираются на соответствующих практических занятиях, также их можно найти в перечне ссылок, приводимых в списке источников сети «Интернет». Вид заданий для всех вариантов одинаков, варьируются численные значения исходных данных: выбираются исходя из предпоследней и последней цифр номера зачетной книжки (N_1 - предпоследняя цифра номера, N_2 – последняя цифра номера).

Задача №1

На коммутационную систему в течение ЧНН поступает $15 \cdot (N_1 + N_2 + 5)$ вызовов. Средняя длительность занятия приборов каждым вызовом составляет $t = N_1 \cdot N_2 + 50$ с в предположении, что поток вызовов является простейшим. Требуется определить:

- математическое ожидание и дисперсию числа вызовов, поступивших на станцию в течение часа;
- интенсивность и параметр потока;
- вероятность того, что за среднее время одного занятия t на станцию поступит ровно $k_1 = [N_1/2] + 1$ вызовов и вероятность поступления не более $k_2 = [N_2/2] + 1$ вызовов.

Задача №2

На коммутационную систему поступает примитивный поток вызовов с параметром от одного свободного источника $(N_1 + 1)/(N_2 + 5)$ выз/час.

Определить вероятность поступления ровно k вызовов на единичном интервале времени ($t=1$), ($k=0,1,2,\dots,N$) при числе источников нагрузки N_1+1 .

Задача №3

На двухстороннюю межстанционную линию поступает два простейших потока с параметрами N_1+2 выз/час, N_2+1 выз/час. При занятии линий на противоположный конец передается сигнал блокировки. Время передачи сигнала $t=N_1 \cdot N_2 + 50$ мс. Определить вероятность встречного соединения, т.е. одновременного (за время t) поступления вызовов с обоих концов соединительной линии.

Задача №4

Пучок ИШК (АТСК) обслуживает абонентскую группу АТС численностью $100 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$. Рассчитать поступающую на пучок ИШК нагрузку, если известен структурный состав группы: $N_{ки} = 100 \cdot (N_1 + 1)$, $N_{нх} = 100 \cdot (N_2 + 1)$.

Задача №5

На коммутационную систему поступает нагрузка от четырех районных станций. Расчетные значения поступающих нагрузок соответственно равны $4 \cdot (N_1 + N_2)$ Эрл; $5 \cdot (N_1 + N_2) = 25$ Эрл; $6 \cdot (N_1 + N_2) = 30$ Эрл; $7 \cdot (N_1 + N_2) = 30$ Эрл. Эти нагрузки перераспределяются по двум направлениям с долями $k_1 = (N_1 + 1) / (N_2 + 1)$; $k_2 = 1 - k_1$. Требуется определить расчетные значения нагрузок, поступающих по двум направлениям и относительные отклонения расчетной нагрузки от средней.

Задача №6

Рассчитать величину возникающей на цифровой АТС нагрузки от абонентов следующих категорий:

- индивидуального пользования $N_{и} = 200 \cdot (N_1 + N_2 + 1)$;

- народно-хозяйственного сектора «делового» $N_{нд} = 300 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$;
- народно-хозяйственного сектора «спального» $N_{нс} = 200 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$;
- таксофонов местной связи $N_{т.мест.} = 15 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$;
- таксофонов междугородных (исходящая связь) $N_{т.межд.} = [\sqrt{N_1} \cdot \sqrt{N_2}]$;
- районных переговорных пунктов (РПП) $N_{рпп} = 4 \cdot (N_1 + N_2 + 1)$;
- исходящих СЛ от УАТС (на правах абонентов) $N_{сл} = 3 \cdot (N_1 + N_2 + 2)$;
- факсимильных аппаратов (соединения по телефонному алгоритму)

$$N_{ф} = N_1 \cdot N_2 + 10;$$

- абонентов ЦСИО с числом доступов:
- типа $2B+D = 7 \cdot N_2$;
- типа $30B+D = N_1$;

При определении возникающей нагрузки следует учесть нагрузку на ЗСЛ и УСС. Нумерация на сети шестизначная.

Согласно ВНТП 112-99, расчет возникающей нагрузки производится отдельно для утреннего и вечернего ЧНН, после чего среди них выбирается максимальное значение, которое принимается за расчетную нагрузку.

Задача №7

На однозвенную полнодоступную КС емкостью $N_1 + N_2 + 1$ линий поступает простейший поток вызовов с параметрами: а) $2 \cdot (N_1 \cdot N_2 + 1)$, б) $500 - 2 \cdot N_1 \cdot N_2$ вызовов в час. Среднее время обслуживания $t = 100 - N_1 - N_2$ с. Вызовы обслуживаются в системе с явными потерями. Требуется определить:

- вероятность того, что в произвольный момент времени в системе занято точно i линий (i принимает все значения от 0 до емкости пучка);
- среднее число занятых линий $M[i]$;
- построить графики зависимости $P(i)$;
- потери по вызовам $P_{в}$, нагрузке $P_{н}$, времени $P_{т}$;
- интенсивность нагрузки, обслуживаемой пучком линий.

Задача №8

Найти распределение нагрузки по линиям полнодоступного пучка емкостью $15-N_1$ линий, на который поступает простейший поток с параметром $(N_1+1)/(N_2+1)$. Длительность обслуживания распределяется экспоненциально с параметром $(N_2+1)/(N_1+1)$. Поиск с исходного состояния.

Задача №9

На полнодоступный пучок поступает простейший поток вызовов с параметром $400-2 \cdot N_1 \cdot N_2$ выз/час. Среднее время обслуживания одного вызова $t = 2 \cdot N_1 \cdot N_2 + 20$ с. Определить необходимую емкость пучка при потерях, не превышающих $N_1 + N_2 + 1$ %. Указать реально возникающие потери и обслуживаемую нагрузку.