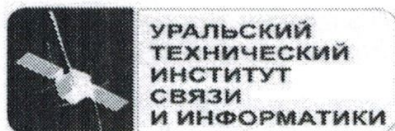


Приложение 1 к рабочей программе
по дисциплине « Архитектура телекоммуникационных сетей»

Федеральное агентство связи
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО «Сибирский
государственный университет телекоммуникаций
и информатики» в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ)



СОГЛАСОВАНО

Начальник Учебного управления

 А.Н. Белякова
2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор УрТИСИ СибГУТИ

 Е.А. Минина
2020 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине «Архитектура телекоммуникационных сетей»
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»,
направленность (профиль) – Информационные сети и системы,
квалификация – бакалавр,
форма обучения – заочная,
год начала подготовки (по учебному плану) – 2020

Федеральное агентство связи
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО «Сибирский
государственный университет телекоммуникаций
и информатики» в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ)



СОГЛАСОВАНО
Начальник Учебного управления
_____ А.Н. Белякова
«__» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор УрТИСИ СибГУТИ
_____ Е.А.Минина
«__» _____ 20__ г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

по дисциплине «**Архитектура телекоммуникационных сетей**»
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»,
направленность (профиль) – – Инфокоммуникационные сети и системы,
квалификация – бакалавр,
форма обучения – заочная,
год начала подготовки (по учебному плану) – 2020

1. Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Этап	Предшествующие этапы (с указанием дисциплин)
ПК-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных	ПК-1.1 Умеет находить информацию о перспективных технологиях и стандартах систем и сетей передачи данных, разрабатывать схемы взаимодействия и перехода систем и сетей передачи данных; ПК-1.2 Знает принципы эксплуатации сетевых платформ, систем и сетей передачи данных, перспективные технологии и стандарты систем и сетей передачи данных	2	Основы теории цепей 1к,2с (1 этап) Введение во операционную систему UNIX 1к,2с (1 этап) Пакеты прикладных программ 1к,1с (1 этап) Языки программирования 2к,3с (1 этап) Элементная база телекоммуникационных систем 2к,3с (1 этап) Схемотехника телекоммуникационных устройств 2к,4с (1 этап) Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей 1к,2с (1 этап) Теория связи 2к,3с (1 этап) Коммутационные системы 2к,4с (1 этап) Направляющие системы электросвязи 2к,4с (1 этап) Базы данных в телекоммуникациях 2к,4с (1 этап) Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных 3к,5с (2 этап) Сети и системы радиосвязи 3к,5с (2 этап) Защита информации от несанкционированного доступа 3к,5с (2 этап) Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах 3к,5с (2 этап)

ПК-2 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием и основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами	ПК-2.1 Умеет собирать и анализировать информацию для формирования технического задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций, разрабатывать технические задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами ПК-2.2 Знает принципы составления технических заданий в соответствии с основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами, методы проведения расчетов по проектам сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций	2	Основы теории цепей 1к,2с (1 этап) Антенны и распространение радиоволн 2к,3с (1 этап) Теория телетрафика 2к,4с (1 этап) Схемотехника телекоммуникационных устройств 2к,4с (1 этап) Коммутационные системы 2к,4с (1 этап) Нормативно-правовая база профессиональной деятельности 3к,5с (2 этап)
--	---	---	---

Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1 Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины является уровень их освоения.

Шкала оценивания	Результаты обучения	Дескрипторы уровней освоения компетенций
ПК-1.1 Умеет находить информацию о перспективных технологиях и стандартах систем и сетей передачи данных, разрабатывать схемы взаимодействия и перехода систем и сетей передачи данных		
Низкий (пороговый) уровень	Умеет: находить информацию о перспективных технологиях и стандартах систем и сетей передачи данных, разрабатывать схемы взаимодействия и перехода систем и сетей передачи данных;	На базовом уровне умеет находить информацию о перспективных технологиях и стандартах систем и сетей передачи данных, разрабатывать схемы взаимодействия и перехода систем и

		сетей передачи данных
Средний уровень		На среднем уровне умеет находить информацию о перспективных технологиях и стандартах систем и сетей передачи данных, разрабатывать схемы взаимодействия и перехода систем и сетей передачи данных
Высокий уровень		На высоком уровне умеет находить информацию о перспективных технологиях и стандартах систем и сетей передачи данных, разрабатывать схемы взаимодействия и перехода систем и сетей передачи данных
ПК-1.2 Знает принципы эксплуатации сетевых платформ, систем и сетей передачи данных, перспективные технологии и стандарты систем и сетей передачи данных		
Низкий (пороговый) уровень	Знает: принципы эксплуатации сетевых платформ, систем и сетей передачи данных, перспективные технологии и стандарты систем и сетей передачи данных	На базовом уровне знает принципы эксплуатации сетевых платформ, систем и сетей передачи данных, перспективные технологии и стандарты систем и сетей передачи данных
Средний уровень		На среднем уровне знает принципы эксплуатации сетевых платформ, систем и сетей передачи данных, перспективные технологии и стандарты систем и сетей передачи данных
Высокий уровень		На высоком уровне принципы эксплуатации сетевых платформ, систем и сетей передачи данных, перспективные технологии и стандарты систем и сетей передачи данных
ПК-2.1 Умеет собирать и анализировать информацию для формирования технического задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций, разрабатывать технические задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами		
Низкий (пороговый) уровень	Умеет: собирать и анализировать информацию для формирования технического задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций, разрабатывать технические задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами	На базовом уровне умеет собирать и анализировать информацию для формирования технического задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций, разрабатывать технические задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами

Средний уровень		На среднем уровне умеет собирать и анализировать информацию для формирования технического задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций, разрабатывать технические задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами
Высокий уровень		На высоком уровне умеет собирать и анализировать информацию для формирования технического задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций, разрабатывать технические задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами
ПК-2.2 Знает принципы составления технических заданий в соответствии основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами, методы проведения расчетов по проектам сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций		
Низкий (пороговый) уровень	Знает: принципы составления технических заданий в соответствии основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами, методы проведения расчетов по проектам сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций	На базовом уровне знает принципы составления технических заданий в соответствии основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами, методы проведения расчетов по проектам сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций
Средний уровень		На среднем уровне знает принципы составления технических заданий в соответствии основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами, методы проведения расчетов по проектам сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций
Высокий уровень		На высоком уровне знает принципы составления технических заданий в соответствии основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами, методы проведения расчетов по проектам сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций

		сооружений и средств инфокоммуникаций
Высокий уровень		На высоком уровне владеет основными методами, проведения расчетов по проектам сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций, навыками использования основных нормативно-правовых и нормативно-технических документов при составлении технического задания

2.2 Таблица соответствия результатов промежуточной аттестации по дисциплине уровню этапа формирования компетенций

Форма контроля	Шкала оценивания	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения компетенции
Экзамен	удовлетворительно	ПК-1.1, ПК 2.1	низкий
		ПК-1.2, ПК 2.2	средний
	хорошо	ПК-1.1, ПК 2.1	низкий
		ПК-1.2, ПК 2.2	средний
	отлично	ПК-1.1, ПК 2.1	средний
		ПК-1.2, ПК 2.2	высокий
Курсовое проектирование	удовлетворительно	ПК-1.1, ПК 2.1	низкий
		ПК-1.2, ПК 2.2	средний
	хорошо	ПК-1.1, ПК 2.1	средний
		ПК-1.2, ПК 2.2	средний
	отлично	ПК-1.1, ПК 2.1	высокий
		ПК-1.2, ПК 2.2	высокий

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Процесс оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлен в таблицах по формам обучения:

Тип занятия	Тема (раздел)	Оценочные средства
ПК-1.1 Умеет находить информацию о перспективных технологиях и стандартах систем и сетей передачи данных, разрабатывать схемы взаимодействия и перехода систем и сетей передачи данных		
Лекция	Все разделы дисциплины	Дискуссия Экзамен
Лабораторная работа	Изучение системы сигнализации 2ВСК Методы динамического управления потоками сообщений Оценка структурной надежности транспортной сети Методы распределения ресурсов транспортной сети	Отчет по лабораторной работе Экзамен

Практическое занятие	Разработка структурных схем телефонных сетей с коммутацией каналов разных уровней иерархии Разработка плана нумерации для сетей разного уровня и расчет номерной емкости	Отчет по практическим занятиям Экзамен
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Курсовое проектирование Экзамен
ПК-1.2 Знает принципы эксплуатации сетевых платформ, систем и сетей передачи данных, перспективные технологии и стандарты систем и сетей передачи данных		
Лекция	Принципы построения мультисервисных сетей связи Основы проектирования сетей связи Перспективы развития сетей связи	Дискуссия Экзамен
Лабораторная работа	Методы распределения ресурсов транспортной сети	Отчет по лабораторной работе Экзамен
Практическое занятие	Разработка структурных схем телефонных сетей с коммутацией каналов разных уровней иерархии Разработка плана нумерации для сетей разного уровня и расчет номерной емкости	Отчет по практическим занятиям Экзамен
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Курсовое проектирование Экзамен
ПК-2.1 Умеет собирать и анализировать информацию для формирования технического задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций, разрабатывать технические задания проектов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами		
Лекция	Все разделы дисциплины	Дискуссия Экзамен
Лабораторная работа	Разработка плана нумерации на телефонной сети ОП Методы динамического управления потоками сообщений Методы распределения ресурсов транспортной сети	Отчет по лабораторной работе Экзамен
Практическое занятие	Разработка структурных схем телефонных сетей с коммутацией каналов разных уровней иерархии Разработка плана нумерации для сетей разного уровня и расчет номерной емкости	Отчет по практическим занятиям Экзамен
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Курсовое проектирование Экзамен
ПК-2.2 Знает принципы составления технических заданий в соответствии основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами, методы проведения расчетов по проектам сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций		
Лабораторная работа	Разработка плана нумерации на телефонной сети ОП Изучение системы сигнализации 2ВСК Методы динамического управления потоками сообщений Оценка структурной надежности транспортной сети Методы распределения ресурсов транспортной сети	Отчет по лабораторной работе Экзамен

Практическое занятие	Разработка структурных схем телефонных сетей с коммутацией каналов разных уровней иерархии Разработка плана нумерации для сетей разного уровня и расчет номерной емкости	Отчет по практическим занятиям
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Курсовое проектирование

4. Типовые контрольные задания

Представить один пример задания по каждому типу оценочных средств для каждой компетенции, формируемой данной дисциплиной.

ПК-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

Разработка структурных схем телефонных сетей с коммутацией каналов разных уровней иерархии

1 Цель работы:

1.1 Получение навыков разработки схем организации связи телефонных сетей различных уровней.

2 Подготовка к работе:

2.1 Используя методические рекомендации, повторить топологию телефонных сетей различных уровней, системы нумерации на телефонных сетях.

3 Задание:

3.1 Разработать схему организации связи заданной сети.

3.2 Для каждой схемы составить структурные схемы трактов для всех видов межстанционной связи. Пояснить распределение адресной информации при установлении соединений.

4. Исходные данные:

4.1 Используя исходные данные (Таблица 1) и методические рекомендации, разработать схему организации связи ГТС с УВС. Вычертить структурные схемы трактов для всех видов связи. Пояснить распределение адресной информации при установлении соединений.

Таблица 1 - Исходные данные к п. 4.1

Вариант	Емкость ГТС
1	230000
2	310000
3	270000
4	360000
5	410000
6	380000
7	290000
8	430000
9	280000
10	340000

4.2 Используя исходные данные (Таблица 2) и методические рекомендации, разработать схему организации ГТС с УИС и УВС. Вычертить структурные схемы трактов для всех видов связи. Пояснить распределение адресной информации при установлении соединений.

Таблица 2 - Исходные данные к п. 4.2

Вариант	Емкость ГТС
1	3100000
2	2400000
3	3300000
4	2500000
5	4200000
6	3500000
7	2700000
8	4300000
9	2900000
10	3800000

4.3 Используя методические рекомендации и исходные данные (Таблица 3), разработать схему организации связи абонентов двух местных сетей при внутризонавой связи, пояснить распределение адресной информации.

Таблица 3 - Исходные данные к п. 4.3

Вариант	Емкость 1-ой сети	Емкость 2-ой сети
1	50000	200000
2	300000	100000
3	60000	400000
4	200000	300000
5	500000	60000
6	30000	700000
7	600000	50000
8	70000	300000
9	400000	30000
10	500000	600000

5 Контрольные вопросы:

5.1 Перечислите методы построения сетей.

5.2 От чего зависит метод построения сетей?

5.3 От чего зависит нумерация на сети?

5.4 По какому принципу могут соединяться между собой РАТС в районированной ГТС?

5.5 Пояснить состав номера на ГТС с узлами исходящих (УИС) и входящих сообщений (УВС).

5.6 Какие виды соединительных линий используют на внутризонавых сетях?

6 Методические рекомендации

6.1 Нерайонированная ГТС

Простейшей ГТС является нерайонированная ГТС. На такой сети устанавливается одна телефонная станция, куда включаются абонентские линии (Рисунок 1).

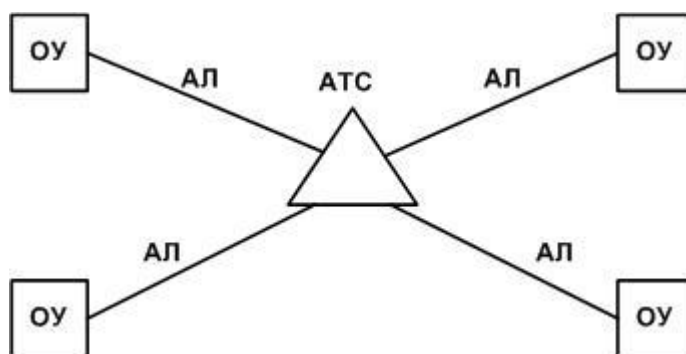


Рисунок 1 - Нерайонированная ГТС

Нерайонированные ГТС применяются в городах с небольшой емкостью и обслуживаемой территорией.

Нумерация на сети может быть:

- *четырёхзначная* (если емкость АТС не превышает 10000 номеров):

Т С Д Е

номер АЛ

В этом случае максимальная емкость сети 8000 номеров, т.к. в качестве первой цифры номера нельзя использовать цифры 0 и 8 (0 - выход на узел спецслужб; 8 - выход на АМТС);

- *пятизначная* (при использовании цифровой АТС, емкость которой может быть свыше 10000 номеров):

ДТ Т С Д Е

номер АЛ

В этом случае в городских районах с высокой плотностью абонентов устанавливаются концентраторы, которые содержат часть коммутационного оборудования цифровой АТС.

Максимальная емкость сети 80000 номеров.

6.2 Районированная ГТС

При увеличении абонентской емкости и размеров обслуживаемой территории для уменьшения затрат на линейные сооружения целесообразно строить ГТС по принципу районирования. В этом случае территория города разбивается на районы. В каждом из районов размещается районная АТС (РАТС), в которую, как правило, включаются 10000 абонентов этого района. РАТС соединяются между собой по принципу «каждая с каждой» (Рисунок 2).

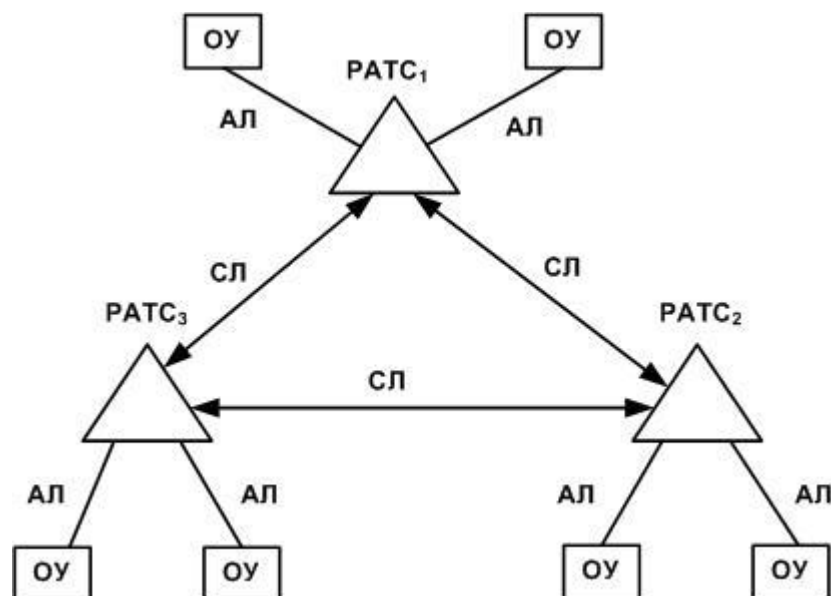


Рисунок 2 - ГТС по принципу «каждая с каждой»

Нумерация на сети пятизначная:

ДТ Т С Д Е

ДТ - код 10-тысячной группы

ТСДЕ - номер АЛ

Максимальная емкость сети 80000 номеров, т. к. в качестве первой цифры номера нельзя использовать цифры 0 и 8. Экономически выгодная емкость 50-60 тысяч номеров.

При таком построении ГТС капитальные затраты на линейные сооружения сокращаются за счет существенного уменьшения протяженности абонентских линий, имеющих низкий коэффициент использования и введения соединительных линий с высоким коэффициентом использования.

6.3 ГТС с узлами входящих сообщений (УВС)

При большом числе районных АТС организация межстанционной связи по принципу «каждая с каждой» приводит к увеличению числа пучков соединительных линий, в которых понижается пропускная способность линий. Одним из наиболее эффективных способов повышения использования межстанционных линий является применение на ГТС коммутационных узлов для концентрации нагрузки. При увеличении емкости свыше 50-60 тысяч номеров на ГТС используются узлы входящих сообщений (УВС).

При таком построении сети территория города делится на узловых районы. Внутри узлового района РАТС связываются по принципу «каждая с каждой».

Связь между РАТС разных узловых районов осуществляется через УВС (Рисунок 3).

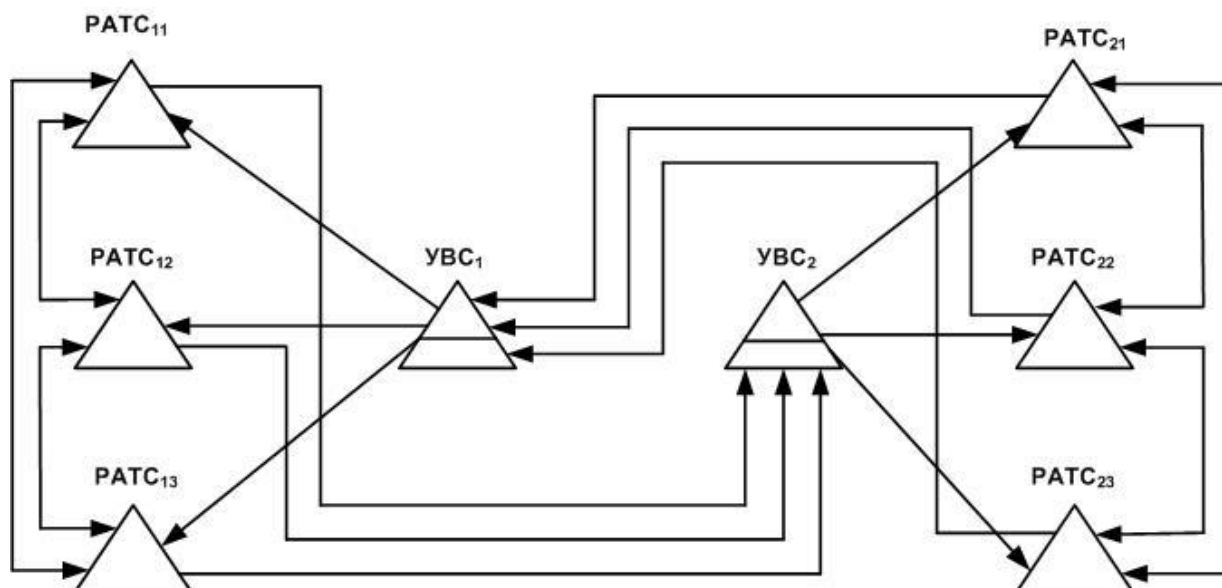


Рисунок 3 - ГТС с УВС

Нумерация на сети шестизначная:

СТ ДТ Т С Д Е

СТ - код сотысячной группы (код УВС)

ДТ - код десяти тысячной группы (номер РАТС в УВС)

СТ и ДТ - код РАТС

ТСДЕ - номер АЛ

Максимальная емкость сети 800000 номеров. Экономически выгодная емкость 500-600 тысяч номеров.

6.4 ГТС с узлами исходящих (УИС) и входящих сообщений (УВС)

При емкости свыше 500-600 тысяч номеров даже при наличии на сети УВС количество пучков соединительных линий становится очень большим, а эффективность использования уменьшается. В этом случае территория города делится на узловых районы емкостью до 100 тысяч номеров каждый. Для установления соединений между РАТС

разных узловых районов в каждом узловом районе вводят коммутационные узлы исходящих сообщений УИС, в которых объединяется исходящая нагрузка станций других узловых районов, и распределяется по направлениям к УВС своего узлового района (максимально 10 УВС в узловом районе) (Рисунок 4).

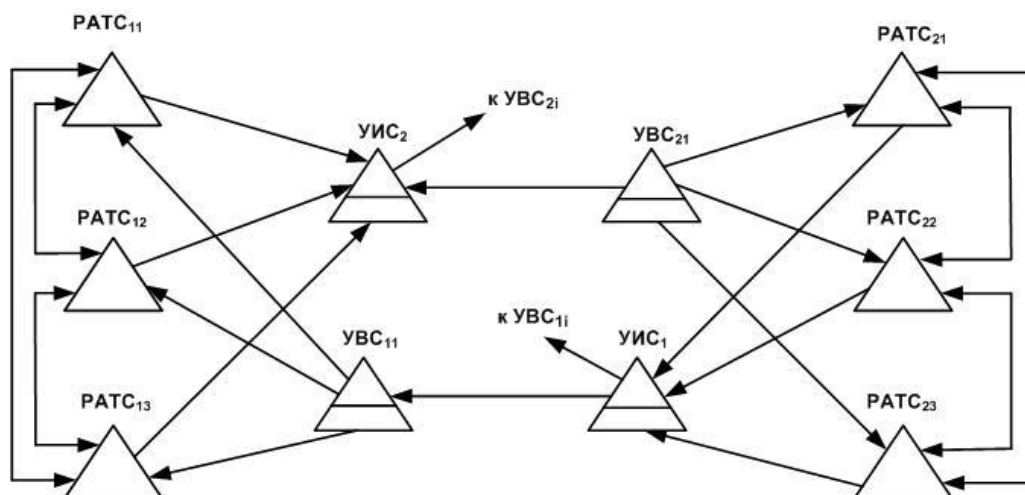


Рисунок 4 - ГТС с УИС и УВС

Нумерация на сети семизначная:

МЛН СТ ДТ Т С Д Е

МЛН - код миллионной группы (код УИС)

СТ - код 100-тысячной группы (номер УВС в УИС)

МЛН и СТ - код УВС

ДТ - код 10-тысячной группы (номер ПАТС в УВС)

МЛН и СТ и ДТ - код ПАТС

ТСДЕ - номер АЛ

Максимальная емкость сети 8000000 номеров. Экономически выгодная емкость 5-6 млн. номеров.

6.5 Внутрizonовые телефонные сети

Вся территория страны делится на зоны с единой системой нумерации. Как правило, территории телефонных зон совпадают с территориями областей и республик. Однако территории нескольких областей могут быть объединены в одну зону и, наоборот, одна область может быть разделена на две зоны. Крупные города с семизначной нумерацией выделяются в самостоятельные зоны.

Каждая внутрizonовая сеть включает в себя городские и сельские телефонные сети (СТС). Коммутационным центром зоны является автоматическая междугородная телефонная станция (АМТС), через которую осуществляется выход на другие внутрizonовые сети, а также связь внутри зоны между местными станциями.

Наиболее распространенным вариантом организации внутрizonовой сети является вариант с одной АМТС в зоне. В этом случае внутрizonовая сеть строится по радиальному принципу, где роль узла выполняет АМТС, которая также является конечной станцией междугородной сети. В АМТС включаются центральные станции (ЦС) сельской сети и ПАТС городской сети. ПАТС соединяются с АМТС либо непосредственно, либо, через узлы городской сети (УИС и УВС). Между местными сетями и АМТС имеются соединительные линии:

- исходящие - заказно-соединительные линии (ЗСЛ) в направлении к АМТС;

- входящие - соединительные линии междугородные линии (СЛМ) от АМТС к местным сетям (на стороне городских АТС СЛМ заканчиваются либо на входах ПАТС, либо в случае построения ГТС с УВС на УВСМ).

Схема построения внутризонавой телефонной сети показана на рисунке 5.

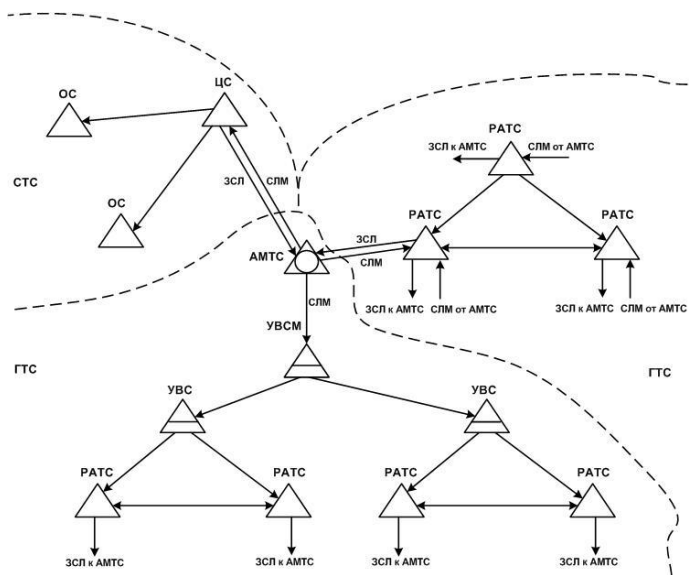


Рисунок 5 - Внутризональная сеть

В пределах зоны нумерация семизначная:

а в ДТТСДЕ

а - код миллионной группы

В - код сотысячной группы

а и в - код местной сети

ДТ - код десяти тысячной группы

ДТ Т С Д Е - номер абонента на местной сети

В качестве первой цифры а могут быть использованы любые цифры, кроме 0 и 8. В сотысячной группе номер пятизначный xxxxx. Так как число сотысячных групп в зоне нумерации не может превышать 80, то максимальная емкость внутризонавой сети 8 миллионов номеров.

Порядок набора номера при внутризонавой связи:

8-ABC-a-B-ДТ-Т-С-Д-Е

8 - индекс выхода на АМТС

ABC - код географической зоны

ав - код местной сети

ДТ Т С Д Е - номер абонента на местной сети.

ПК-2 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием и основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами

Лабораторная работа №4

Оценка структурной надежности транспортной сети

1 Цель работы: Приобретение навыков по исследованию структурной надежности сетей связи.

2 Литература:

2.1 Приложение А, Б.

3 Подготовка к работе:

3.1 Повторить основные понятия и определения структурной надежности сетей связи.

3.2 Подготовить бланк отчета (см. п. 7).

3.3 Ответить на вопросы для допуска к работе:

- 1) Что такое надежность объекта связи?
- 2) Что такое безотказность объекта связи?
- 3) Что такое ремонтпригодность объекта?
- 4) Что такое восстанавливаемость объекта связи?
- 5) Что такое структурный аспект надежности систем связи?
- 6) Что такое аппаратурный аспект надежности?
- 7) Что такое отказ узла?
- 8) Что такое отказ линии?
- 9) Что такое надежность линии?
- 10) Что такое живучесть сети связи?

4 Основное оборудование:

4.1 Лаборатория кафедры АЭС, содержащая персональные компьютеры.

5 Задание:

5.1 Используя приложение Б, изучить методы определения показателей структурной надежности.

5.2 Решить задачу анализа сети связи с учетом ее структурной надежности (порядок работы с программой представлен в приложении А).

. Для решения задачи анализа задаются:

- количество узлов связи исследуемой сети и их местоположение;
- типы структур исследуемой сети;
- ранг путей, используемых для связи различных узлов сети;
- значение коэффициента готовности линии связи единичной длины.

Требуется **определить**:

- показатели структурной надежности для сетей, имеющих различную структуру, при изменении коэффициентов готовности линий связи и ранга используемых путей.
- способы повышения структурной надежности сети связи.

При решении задачи анализа исследуются следующие структуры сети:

- радиальная;
- радиально-узловая;
- кольцевая;
- полносвязная сеть («каждая с каждой»).

5.3 Решить задачу синтеза сети с учетом ее структурной надежности (порядок работы с программой представлен в приложении А).

Для решения задачи синтеза задаются:

- избыточная структура сети (на пример сеть, имеющая структуру «каждая с каждой»);
- значение показателя структурной надежности сети – $M(X)_{отн.}$;
- значение коэффициента готовности линии связи единичной длины;
- допустимый ранг используемых путей.

Требуется **определить** – структуру сети, для которой показатель структурной надежности не менее заданной величины и которая содержит минимальное количество линий связи. При этом сеть не должна содержать изолированных узлов связи.

6 Контрольные поросы:

- 1) Назовите основные структуры первичной сети связи.
- 2) Укажите способы построения коммутируемых телефонных сетей.
- 3) Назовите основные свойства, определяющие надежность элемента сети (линии связи, узла).
- 4) Что такое аппаратурная надежность сети?
- 5) Что такое структурная надежность сети?

- 6) Что такое надежность ребра.
- 7) Перечислите структурные показатели структурной надежности сети связи.
- 8) Перечислите вероятностные показатели структурной надежности сети связи.
- 9) В чем сущность метода статистических испытаний?
- 10) Перечислите способы повышения структурной надежности сети связи.

7 Содержание отчета:

7.1 Результаты выполнения п. 5.1-5.3.

7.2 Ответы на контрольные вопросы.

Приложение А

1 Порядок выполнения работы

Выполнение лабораторной работы включает три этапа:

- 1) изучение теоретического материала и методических указаний;
- 2) решение тестовых задач;
- 3) моделирование различных структур сети связи для решения задач анализа и синтеза сети с учетом структурной надежности.

Этап 1. Изучение теоретического материала и методических указаний.

В основном окне программы имеется 3 кнопки:

- «Основные понятия» – в этом разделе содержатся основные понятия и определения по структурной надежности сети связи
- «Теория» – в этом разделе излагаются основной теоретический материал по проблеме «Структурная надежность сети связи».
- «Методические указания» – указания, изучаемый в данный момент материал.

Этап 2. Решение тестовых задач.

При нажатии на кнопку «Тест» открывается окно тестирования. Оно содержит следующие элементы:

- номер текущего вопроса;
- задаваемый вопрос;
- варианты ответов;
- суммарное количество баллов за ответы;
- процент правильных ответов;
- кнопка перехода к следующему вопросу («Далее»).

Для каждого вопроса может быть сразу несколько правильных ответов; Причём, различные варианты ответов могут добавлять различное количество баллов (в зависимости от очевидности ответа);

Некоторые вопросы могут сопровождаться графическим изображением;

Обратите внимание, после нажатия кнопки «Далее», вернуться к пройденному вопросу будет невозможно;

После прохождения всех вопросов, будет выведено окно результатов;

Комментарий к результату тестирования зависит от количества набранных баллов; Вы можете закрыть это окно и перейти к выполнению работы; Впоследствии, оно будет доступно при повторном нажатии кнопки «Тест».

Этап 3. Моделирование различных структур сети связи для решения задач анализа и синтеза сети с учетом структурной надежности.

При нажатии на кнопку «Выполнение работы», открывается основное окно модуля испытаний, представленное на рисунке 1.

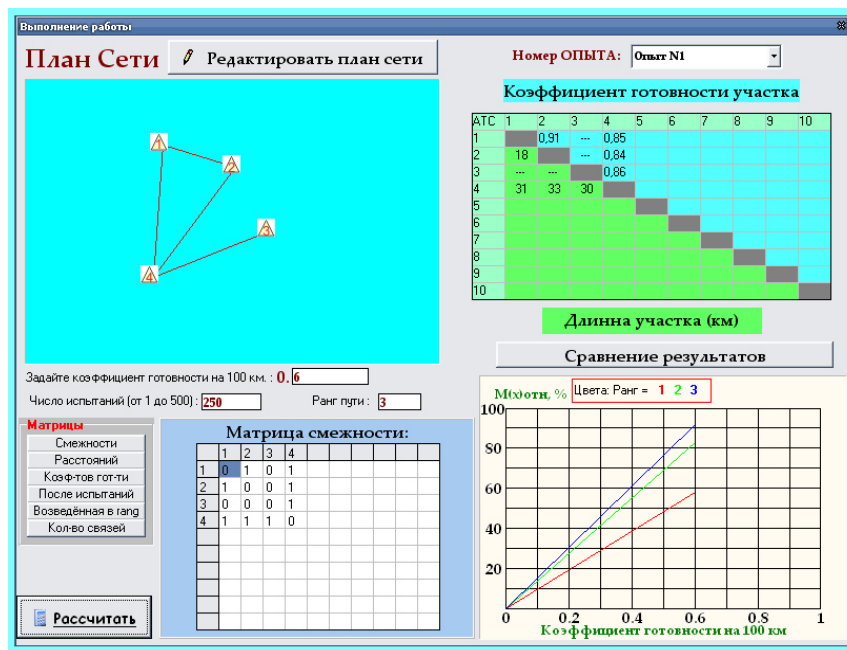


Рисунок 1 – Основное окно модуля испытаний

Назначение кнопок:

- «Редактировать план сети» – открывает редактор плана сети для создания и последующего изменения структуры сети;
- «Рассчитать» – кнопка, при нажатии которой происходит обработка введённых данных и построение графиков;
- «Сравнение результатов» – открывает окно, на котором отображаются графики зависимости показателя структурной надежности от различных влияющих факторов после проведения нескольких опытов (не более четырех опытов).

«Панель Матрицы» – позволяет отображать промежуточные результаты вычислений матрицу, тем самым более детально контролируя расчёты (нижний левый угол).

Окно «Номер Опыта» – позволяет устанавливать номер проводимого опыта, сохраняя предыдущие результаты расчетов.

«Матрица коэффициентов готовности и длин участков сети» – содержит информацию о надежности и длине линий связи для конкретного варианта построения сети связи. Эта информация отображается для каждого опыта и будет использоваться при решении задачи синтеза.

«Сетка координат» – позволяет строить графики зависимости показателя структурной надежности от различных факторов при проведении конкретного опыта. В качестве показателя структурной надежности будем использовать математическое ожидание числа связей в относительных единицах – $M(X)_{отн.} = (M(X)/N_{max}) \cdot 100\%$, где N_{max} – максимальное (заданное) число связей в сети при условии, что все элементы сети абсолютно надежны.

Окно «Задайте коэффициент готовности на 100 км» – позволяет вводить значение коэффициента готовности линии связи единичной длины (100км) в пределах от 0 до 0.9999. При выполнении работы указанный показатель нужно менять дискретно с шагом равным 0,1.

Окно «Число испытаний» – позволяет менять число проводимых испытаний в каждом опыте. Число испытаний в каждом опыте должно быть не менее 300.

Окно «Ранг пути» – позволяет менять ранг используемых для связи узлов сети в пределах от 1 до n-1, где n – число узлов исследуемой сети связи. Максимальный ранг пути зависит от структуры сети.

При нажатии кнопки «Редактировать план сети» в основном окне, входим в редактор плана сети для создания и последующего изменения структуры исследуемой сети. На рисунке 2 представлено окно «Редактирование сети».

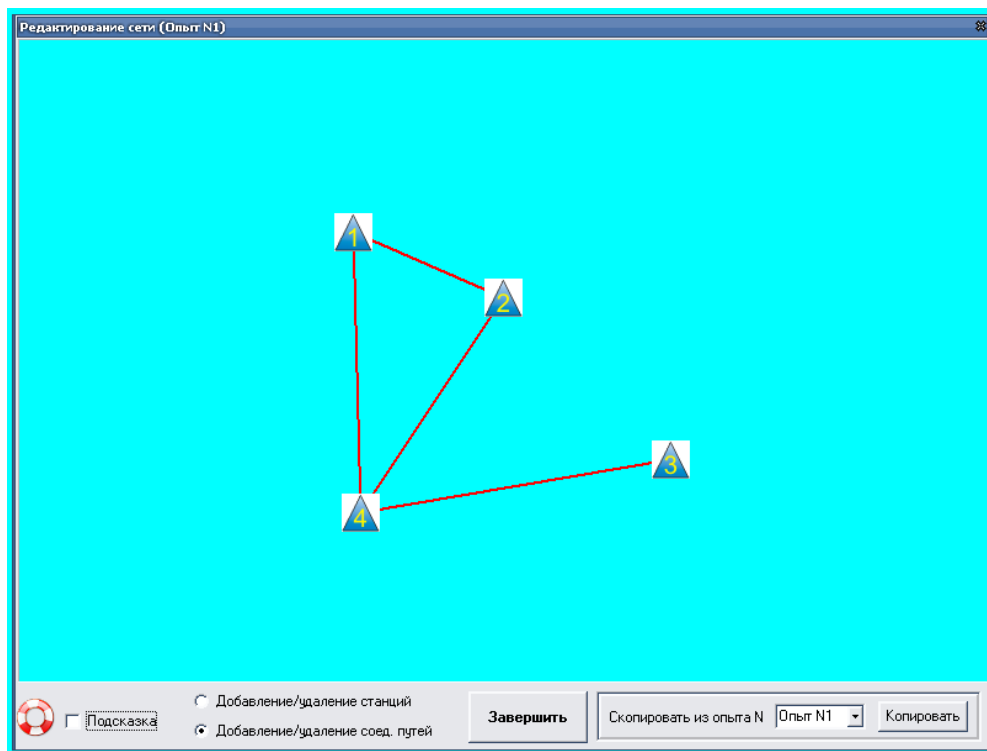


Рисунок 2 – Окно «Редактирование плана сети»

Редактор сети позволяет:

- добавлять/удалять станции (узлы);
- добавлять/удалять соединительные пути (линии связи);
- копировать сеть, исследуемую в предыдущем опыте.

Для добавления станции необходимо нажать кнопку «Добавление/Удаление станций» и, переместив курсор в соответствующую точку окна, нажать левую кнопку мышки. Максимальное количество вводимых станций не должно быть больше 10.

Для удаления станции, находясь в режиме «Добавление/удаление», устанавливаем курсор на удаляемой станции и нажимаем правую кнопку мышки. При удалении станции удаляются все соединительные пути, принадлежащие данной станции, и происходит изменение нумерации станций в сторону уменьшения их номеров.

Для добавления линии связи нажимаем кнопку «Добавление/удаление соединительных путей», перемещаем курсор на начальную станцию и нажимаем левую кнопку мышки на начальной станции (она изменит цвет), затем, перемещая курсор на конечную станцию, снова нажимаем левую кнопку мышки.

Для удаления линии связи необходимо проделать то же, что и при добавлении линии связи, но использовать при этом правую кнопку мыши.

Копирование сети из опыта N. Данная операция позволяет использовать ранее построенную сеть для изменения ее структуры без изменения местоположения станций (узлов) сети, т.е. программа позволяет скопировать уже созданный в другом опыте структуру сети и, после необходимой коррекции, использовать эту сеть в текущем опыте. Например, что бы скопировать структуру сети из опыта N1, необходимо выбрать из выпадающего меню «Скопировать из опыта N» опыт N1 и нажать кнопку «Копировать». После этого Вы можете редактировать структуру сети.

Кнопка «Подсказка» – позволяет вызвать подсказку по созданию и удалению станций и линий связи при формировании структуры сети.

Кнопка «Завершить» – закрывает редактор сети и осуществляет возвращение в окно исследований.

Окно «Сравнение результатов». В этом окне для удобства восприятия и понимания одновременно выводятся графики из всех проведённых Вами опытов. При этом возле

каждого графика отображаются основные показатели, при которых был проведён этот опыт.

Приложение Б

1 Основные понятия структурной надежности сетей связи

Надежностью какого-либо объекта (системы, сооружения, устройства или отдельной детали) называется его свойство, заключающееся в способности выполнять поставленные задачи в определенных условиях эксплуатации.

Состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией, называют **работоспособностью**, а состояние, в котором объект удовлетворяет указанным требованиям, – его **исправностью**.

Событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта, называют **отказом**.

В зависимости от назначения объекта, выполняемых им функций и условий эксплуатации различают несколько свойств объекта, связанных с надежностью.

К этим свойствам относятся:

- безотказность (свойство непрерывно сохранять работоспособность);
- долговечность (свойство сохранять работоспособность до определенного состояния);
- ремонтпригодность (возможность выполнения ремонта и технического обслуживания);
- восстанавливаемость (возможность восстановления работоспособности после отказа);
- срок службы или сохраняемость.

Для сетей связи, являющихся сложными многофункциональными системами, состоящими из элементов разнородных по своим свойствам, показателям надежности, назначению, дате изготовления, сроку ввода в эксплуатацию и т. п., можно выделить два основных аспекта надежности, которые условимся называть **аппаратурным и структурным**.

Под **аппаратурным аспектом** будем понимать проблему надежности аппаратуры, отдельных устройств и их элементов, включая каналы и линейные тракты, т. е. отдельных элементов, входящих в узлы и линии сети.

Структурный аспект отражает функционирование сети в зависимости от работоспособности или отказов узлов (станций, пунктов) или линий, магистралей, пучков каналов сети, т. е. он связан с возможностью существования в сети путей доставки информации. В настоящем разделе будем говорить только о надежности, рассматривая сеть как единое целое. Надежность сети в этом случае будем называть **структурной надежностью**.

Учитывая многофункциональность сети, в которой при N узлах должно быть организовано $N(N-1)$ связей, да еще разного вида (телеграф, телефон, звуковое или телевизионное вещание и т. п.), определить, что следует понимать под **отказом сети**, т. е. определить, когда сеть в целом перестает выполнять свои функции, практически невозможно.

Иногда под **отказом сети** понимают потерю связности узлов. Однако этот показатель может быть принят только в некоторых частных случаях, так как он не учитывает важности отдельных связей. В других случаях надежность сети характеризуют некоторой «средней» величиной коэффициента готовности (или другого показателя) связи или путей в сети для заданных пар узлов. Более правильно, по-видимому, характеризовать надежность сети матрицей, вектором или перечнем показателей надежности линий или каналов сети или же для каждой пары пунктов – сети показателями надежности кратчайших или допустимых путей или всех возможных путей.

Наконец, надежность сети может характеризоваться функциями (графиками) вероятностей того, что сохранится определенная часть из общего числа линий, путей или связей. Будем относить понятие надежности не к сети в целом, а к путям или совокупностям путей между заданной парой пунктов (узлов), т. е. рассмотрим надежность связи между этими пунктами, считая, что известны надежные показатели линий и узлов.

Требования к надежности в таком понимании могут быть различными в зависимости от значения рассматриваемых пунктов, расстояний между ними, их взаимосвязанности в хозяйственной или другой деятельности, а также от вида и назначения связи. Заметим, что можно говорить: «сеть G1 надежнее сети G2», если при выполнении одинаковых функций в сети G1 надежность связей между всеми заданными парами узлов не ниже, а между некоторыми – выше, чем в G2.

Для связи между узлами (пунктами) a_s и a_t в сети используются все возможные пути или выбранное по какому-либо признаку множество путей M_{st} . Каждый путь μ_{st}^k (k-ый путь из множества путей от a_s к a_t) состоит из линий и узлов, через которые он проходит.

Под показателем надежности пути (надежность пути) $p_{st}^k = p(\mu_{st}^k)$ будем понимать вероятность того, что данный путь в произвольный момент времени находится в работоспособном состоянии, а это означает, что работоспособными должны быть все линии и узлы, входящие в этот путь. Надежность связи будем оценивать вероятностью того, что работоспособным является хотя бы один путь.

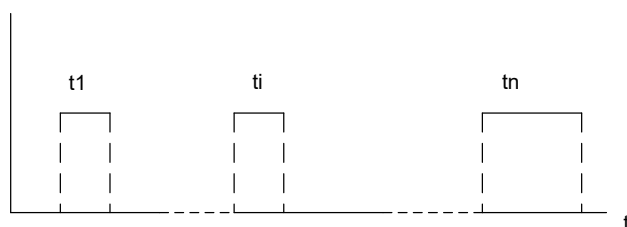
Отказом линии будем называть такое состояние, при котором каналы, образующие рассматриваемую линию, либо полностью вышли из строя, либо их параметры настолько ухудшились, что практически их нельзя использовать (например, из-за больших помех, искажений, снижения уровня на приемном конце и т. п.) для данного вида связи.

Надежность линии – вероятность ее безотказной работы – определяется, с одной стороны, аппаратурной надежностью ее элементов, а с другой, – механической исправностью линейных сооружений. Основными причинами отказов линий являются различные механические повреждения, возникающие при проведении строительных работ (до 60-65 %) или вследствие стихийных бедствий (молнии, разливы рек, – оползни до 10-15 %). Реже они являются следствием дефектов монтажа или строительства этих линий (8-15 %) или неаккуратной работы обслуживающего персонала (2-10 %). Число и длительность таких повреждений в значительной степени зависят от типа и устройства линий, их географического положения и уровня организации эксплуатационной службы. При равных условиях их число пропорционально длине линии.

Отказ – узла невозможность передачи через него информации с входящих каналов на исходящие. Такой отказ эквивалентен одновременному отказу всех ребер, инцидентных этому узлу. Он происходит, как правило, в результате механических разрушений части или всего оборудования (в результате пожара, стихийного бедствия и т. п.).

Отказ узла приводит к нарушению значительно большего числа путей, чем отказ линии, однако вероятность такого события значительно меньше вероятности отказа линии рассматривать только влияние линий, считая, что надежность каналообразующей и некоторой другой аппаратуры узла входит, как правило, в оценку надежности линий.

С точки зрения надежности линии сети принадлежат к элементам с восстановлением. Процесс функционирования восстанавливаемого элемента можно представить как последовательность интервалов работоспособности и простоя (восстановления) (рисунок 3). Длительности этих интервалов определяются всеми факторами, о которых говорилось выше.



t_i – интервал работоспособности;

τ_i – интервал простоя

Рисунок 3 – Интервалы работоспособности и простоя (восстановления)

В первом приближении интервалы можно считать взаимно независимыми случайными величинами, имеющими определенное распределение со средними временами. Тогда среднее время безотказной работы (иногда эту величину называют наработкой на отказ) определяется по формуле:

$$T = M(t_i) = \left(\sum_{i=1}^n t_i \right) / n. \quad (1)$$

Среднее время восстановления определяется по формуле:

$$\tau = M(\tau_i) = \left(\sum_{i=1}^n \tau_i \right) / n. \quad (2)$$

Под надежностью будем понимать вероятность нахождения линии в состоянии работоспособности или математическое ожидание доли времени, в течение которого линия находится в исправном состоянии.

Это определение эквивалентно понятию коэффициента готовности, который определяется по формуле:

$$p_{ij} = T / (T + \tau) = 1 / (1 + \gamma) = \mu / (\lambda + \mu), \quad (3)$$

где $\lambda = 1/T$ – интенсивность отказов;

$\mu = 1/\tau$ – интенсивность восстановления;

$\gamma = \tau / T = \lambda / \mu$.

При малых значениях величины γ можно принять:

$$p_{ij} = 1 - \gamma = 1 - (\tau / T). \quad (4)$$

Аналогичным образом определяется вероятность отказа ребра b_{ij} по формуле:

$$q_{ij} = 1 - p_{ij} \approx \tau / T. \quad (5)$$

Под живучестью сети чаще всего понимают ее свойство сохранять связность при массовых разрушениях узлов и линий связи сети и обеспечивать при этом связь между всеми или большинством пунктов хотя бы с пониженным качеством.

В настоящее время нет установленного критерия для оценки живучести. Под живучестью сети будем понимать сохранение ее связности.

2 Показатели структурной надежности сети

Важным качественным показателем элементов сети является **коэффициент готовности (Кг)** – вероятность исправного (работоспособного) состояния данного элемента в произвольный момент времени в процессе эксплуатации.

Иногда под отказом сети понимают потерю связности, однако этот показатель не учитывает важности связей.

В других случаях надежность сети характеризуется некоторой «средней» величиной коэффициента готовности связи и путей в сети для заданных пар узлов. Более правильно характеризовать надежность сети матрицей, вектором или перечнем показателей надёжности линий сети или же для каждой пары пунктов сети использовать показатели надежности кратчайших или допустимых путей («реальная» надежность связи) или всех возможных путей («потенциальная» надежность).

При исследовании структурной надежности можно рассматривать две модели сети: детерминированная сеть или сеть стохастическая (вероятностная) в зависимости от того, учитывается или игнорируется случайный характер внешних или внутренних воздействий на элементы модулируемой реальной сети связи.

Элементы детерминированной сети принимают абсолютно надёжными элементами или абсолютно ненадежными. В стохастической сети некоторые или все элементы обладают конечной надежностью ($0 < p_i < 1$).

Одним из важнейших вопросов при решении задач анализа и синтеза сетей связи с учетом структурной надежности является выбор показателей или системы показателей структурной надежности.

Используемые в настоящее время показатели можно условно разбить на две группы:

- структурные показатели;
- вероятностные показатели.

К **структурным показателям** относятся такие показатели, как избыточность, коэффициент влияния элемента сети на структурные свойства сети и др.

К **вероятностным показателям** – надежность путей и связи, вероятность связности нескольких или всех узлов сети, математическое ожидание числа связи в сети и т.д.

При использовании первой группы показателей сеть связи рассматривается как детерминированная. При этом избыточность характеризует избыток линий и узлов по сравнению с минимально необходимым числом для обеспечения связи между различными оконечными пунктами.

Количественно избыточность может быть оценена числом независимых по ребрам или вершинам путей, которые могут быть использованы для организации связи между фиксированной парой узлов.

Коэффициент влияния оценивает влияние утраты или выход из строя узла или линии связи на возможности сети с точки зрения обеспечения связи между пунктами сети.

При использовании второй группы показателей структурной надежности сеть представляется в виде взвешенного графа. В качестве весов элементов графа сети (вершин или ребер) в этом случае используются, например, коэффициенты готовности. Как правило, предполагается, что элементы графа являются статистически независимыми.

Для оценки структурной надежности стохастической сети могут быть использованы следующие показатели:

- надежность пути или надежность связи (вероятность связности двух узлов сети);
- вероятность связности нескольких ($n > 2$) или всех узлов сети;

- математическое ожидание числа связей в сети и др.

Под **надежностью пути**, связывающего узел i с узлом j , будем понимать вероятность исправного состояния всех линий и узлов, образующих этот путь.

Надежность связи или вероятность связности двух узлов – это вероятность существования хотя бы одного пути в работоспособном состоянии из заданного множества путей.

Вероятность связности нескольких или всех узлов сети представляет собой вероятность того, что одновременно между несколькими или всеми узлами сети существует связь.

Математическое ожидание числа связей в сети определяет среднее число связей в сети при фиксированной надежности элементов сети (узлов и линий связи).

3 Аналитические методы определения показателей структурной надежности

Рассмотрим задачу определения вероятности связности между узлами a_s и a_t , если задано множество путей M_{st} , которые могут быть использованы для этой связи, и известны надежность $p_{ij} = 1 - \gamma = 1 - (\tau/T)$ всех ребер b_{ij} сети, образующих пути. Надежность p_{st}^k пути μ_{st}^k , при условии статистической независимости элементов сети, оценим вероятностью одновременного работоспособного состояния всех ребер, образующих этот путь, т. е.:

$$p_{st}^k = p(\mu_{st}^k) = \prod_{\forall b_{ij} \in \mu_{st}^k} p_{ij} = \prod_{\forall b_{ij} \in \mu_{st}^k} (1 - q_{ij}), \quad (6)$$

где p_{ij} – показатель надежности линии ij , принадлежащей пути между узлами s и t .

При учете надежности узлов:

$$p_{st}^k = \prod_{\forall b_{ij} \in \mu_{st}^k} p_{ij} \prod_{\forall a \in \mu_{st}^k} p_i, \quad (7)$$

где p_i – показатель надежности i -ого узла, входящего в путь между узлами s и t .

Вероятность связности $P_{st} = P(m_{st})$ двух узлов a_s и a_t будем оценивать вероятностью исправного состояния хотя бы одного пути из заданного множества $m_{st}(m_{st}^*)$. Когда отдельные элементы пути (их участки или линии связи) составляют параллельно-последовательную структуру, то для определения вероятности связности можно использовать обычные методы определения надежности структур с таким соединением элементов. При параллельном соединении элементов общая надежность рассчитывается по формуле:

$$p_{nap} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i) = 1 - \prod_{i=1}^n p_i, \quad (8)$$

где p_i – надежность каждого элемента;

n – число параллельно-соединенных элементов.

На рисунке 4 приведен пример параллельно-последовательной структуры и с мостиковым соединением по отношению к узлам 1 и 3.

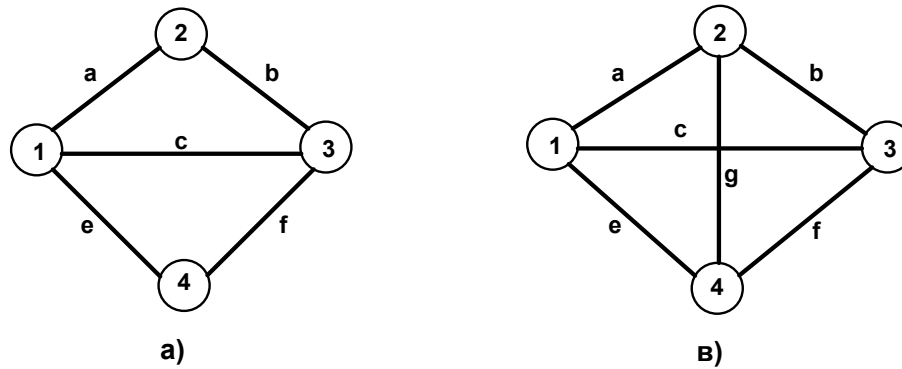


Рисунок 4 – Пример структур сети параллельно-последовательной (а) и с мостиковым соединением (б) по отношению к узлам 1 и 3

Если в структуре сети имеются мостиковые соединения, то использовать приведенные выше формулы для определения вероятности связности узла 1 с узлом 2 нельзя. Например, для структуры рисунок 4.б, отличающейся от структуры рисунка 4.а наличием ребра g.

Если в структуре сети имеются мостиковые соединения, то использовать приведенные выше формулы для определения вероятности связности узла 1 с узлом 2 нельзя. Например, для структуры рисунок 4.б, отличающейся от структуры рисунка 4.а наличием ребра g.

Одним из методов расчета вероятности связности (надежности связи) P_{st} между узлами a_s и a_t для сложной (мостиковой) структуры является метод последовательного разложения структуры. Метод основан на том свойстве, что надежность структуры, включающей ребро b_{lm} с надежностью p_{lm} , определяется по формуле:

$$P_{st} = p_{lm} \times P_{st}(b_{lm} = 1) + (1 - p_{lm}) \times P_{st}(b_{lm} = 0), \quad (9)$$

где $P_{st}(b_{lm} = 1)$ – надежность связи в сети, в которой $p_{lm}=1$, т.е. узлы a_l и a_m слиты; $P_{st}(b_{lm} = 0)$ – надежность связи в сети при $p_{lm}=0$, т.е. из сети изъято ребро b_{lm} .

Разложение (вынос ребер) производится до тех пор, пока оставшиеся структуры не будут параллельно-последовательными.

Метод последовательного разложения позволяет определить потенциальную надежность связи между заданными узлами в виде функции или числового значения.

Однако он не работает в случае, если необходимо определить надежность заданного множества путей m_{st} , меньшего, чем множество всех путей между узлом s и t .

Для определения вероятности связности узла s с узлом t в этом случае можно воспользоваться следующим алгоритмом:

- 1) определяется список путей, которые могут быть использованы для связи узла s с узлом t ;
- 2) каждому пути ставится случайное событие A_k , характеризующее исправное состояние данного пути;
- 3) определяется надежность каждого из указанных путей с учетом заданных показателей надежности элементов сети. Полученная функция определяет вероятность наступления события A_k .
- 4) формула для расчета вероятности суммы совместных событий A_i , поставленных в соответствие множеству путей между узлами s и t :

$$P_{st} = \sum_{i=1}^t P(A_i) = \sum_i P(A_i) - \sum_{i,j} P(A_i A_j) + \sum_{i,j,k} P(A_i A_j A_k) + \dots + (-1)^{t-1} P(A_1 A_2 \dots A_t), \quad (10)$$

где t – число путей, которые могут быть использованы для связи узла i с узлом j ;

A_i – событие, поставленное в соответствие i -ому исправному пути из множества путей $k=(1,t)$;

$P(A_i)$ – вероятность наступления события A_i ;

$P(A_i A_j)$ – вероятность совместного наступления двух событий A_k и A_m ;

$P(A_1 A_2 \dots A_t)$ – вероятность совместного наступления t событий A_i ;

$P(UA_i)$ – вероятность наступления хотя бы одного события A_i из множества $k = (1,t)$.

С учетом условия совместного наступления событий A_i , показатели коэффициентов готовности элементов сети, входящих в любое из указанных выше выражений в формуле для расчета вероятности суммы совместных событий, заменяются на первую степень.

Для определения математического ожидания числа связей в сети $M(X)$ используется следующий алгоритм:

- определяется число интересующих нас пар взаимодействующих узлов сети;
- определяются списки путей, которые могут быть использованы для доставки информации для каждой пары узлов сети из заданного списка;
- для каждой пары узлов определяется вероятность их связности по вышеприведенному алгоритму;
- производится суммирование значений вероятностей связности различных пар узлов сети.

В результате получим абсолютное значение математического ожидания числа связей сети – $M(X)$. Удобнее и нагляднее данную величину выразить в относительных единицах. Тогда величина $M(X)_{\text{отн.}}$ может быть рассчитана по формуле:

$$M(X)_{\text{отн.}} = (M(X)/N_{\text{max}}) \times 100\%, \quad (11)$$

где N_{max} – максимальное (заданное) число связей в сети при условии, что все элементы сети абсолютно надежны.

Пример типовых вопросов к экзамену:

1 Понятие об информации. Основные функции и формы движения информации. Средства информационной деятельности. Понятие информационной системы и системы электросвязи.

2 Классификация сетей связи. Первичные сети (транспортные сети), их состав и структура. Типовые каналы и тракты первичной сети (транспортной сети). Вторичные сети.

3 Система телефонной связи общего пользования (СТфОП).

4 Характеристика различных способов построения традиционных коммутируемых телефонных сетей. Их достоинства и недостатки.

5 Топологии построения местных телефонных сетей.

6 Построение внутризоновых сетей.

7 Построение междугородной телефонной сети.

8 Понятие и классификация систем нумерации. Основные требования к системе нумерации. Средства обеспечения системы нумерации. Международные стандарты и рекомендации по системам нумерации.

9 Структура национального плана нумерации в телефонной сети РФ. Структура местного, зонового, междугородного и международного номеров. Емкость системы нумерации.

- 10 Классификация систем сигнализации.
- 11 Способы передачи и кодирования сигналов.
- 12 Сигнализация 2ВСК.
- 13 Общекабельная система сигнализации ОКС№7. Элементы и режимы работы сети.
- 14 Алгоритмы установления соединений при использовании различных систем сигнализации.
- 15 Структура сигнальных единиц ОКС №7. Методы защиты сигнальных единиц.
- 16 Общие понятия и определения системы качества функционирования телекоммуникационной сети. Технические нормы на показатели обслуживания в сетях с коммутацией каналов. Распределение потерь. Электрические параметры каналов связи. Распределение затухания. Показатели надежности и их нормы.
- 17 Основные понятия структурной надежности сетей. Свойства объекта, определяющие его надежность. Коэффициент готовности объекта.
- 18 Модели сетей связи для исследования структурной надежности сети связи.
- 19 Показатели структурной надежности и методы их расчета. Способы повышения структурной надежности сети связи.
- 20 Общие принципы и задачи системы управления телекоммуникациями. Основные подсистемы системы управления (подсистемы управления средствами передачи и коммутации, качеством, потоками сообщений, ресурсами сети).
- 21 Классификация методов управления потоками сообщений в сети. Метод рельефов. Рельеф i-ого узла, матрица рельефов R_i и матрица маршрутов M_i .
- 22 Способы управления ресурсами транспортной сети. Последовательный и параллельный методы распределения каналов транспортной сети.
- 23 Основные этапы проектирования сооружений связи. Математические модели сетей. Основные характеристики сетей связи.
- 24 Постановка задач анализа и синтеза сетей связи. Анализ и синтез сетей без обходных направлений.
- 25 Анализ и синтез сетей с обходными направлениями.
- 26 Постановка задачи распределения каналов первичной сети.
- 27 Перспективы развития сетей. Современные технологии транспортных сетей и сетей доступа.
- 28 Сети связи следующего поколения (NGN – (Next Generation Network)). Основные элементы сети. Уровневая модель NGN, основные функции уровней. Распределение элементов сети по уровням.
- 29 Концепция Softswitch. Функциональные плоскости эталонной архитектуры гибких коммутаторов. Сетевое окружение Softswitch.
- 30 Основы технологии IMS (IP Multimedia Subsystem)..

Пример экзаменационного билета

Федеральное агентство связи Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики" в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ)	Экзаменационный билет № <u>38</u> по дисциплине <u>Архитектура</u> <u>телекоммуникационных сетей</u>	УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой МЭС _____ «__» _____ 20__ г.
---	--	--

Направление 11.03.02 Профиль ИСиС Уровень Бакалавриат Факультет НО курс 3 семестр 6

1) Топологии построения местных телефонных сетей.

- 2) Основы технологии IMS (IP Multimedia Subsystem)
- 3) Разработать схему организации связи ГТС с УВС при емкости ГТС 270000 номеров. Вычертить структурные схемы трактов для всех видов связи. Пояснить распределение адресной информации при установлении соединений

5. Банк контрольных заданий и иных материалов, используемых в процессе процедур текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлен в электронной информационно-образовательной среде по URL:
<http://www.aup.uisi.ru>.

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры МЭС

Протокол № _____ от " _____ " _____ 20__ г.
Заведующий (зам. заведующего) кафедрой _____ / _____ /

Протокол № _____ от " _____ " _____ 20__ г.
Заведующий (зам. заведующего) кафедрой _____ / _____ /

Протокол № _____ от " _____ " _____ 20__ г.
Заведующий (зам. заведующего) кафедрой _____ / _____ /

Протокол № _____ от " _____ " _____ 20__ г.
Заведующий (зам. заведующего) кафедрой _____ / _____ /

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры МЭС

Протокол № 1 от " 01 " 09 2010 г.
Заведующий (зам. заведующего) кафедрой [подпись] / _____ /

Протокол № 1 от " 03 " 09 2011 г.
Заведующий (зам. заведующего) кафедрой [подпись] / _____ /

Протокол № _____ от " _____ " _____ 20 _____ г.
Заведующий (зам. заведующего) кафедрой _____ / _____ /

Протокол № _____ от " _____ " _____ 20 _____ г.
Заведующий (зам. заведующего) кафедрой _____ / _____ /