

Приложение 1 к рабочей программе

по дисциплине «Коммутационные системы»

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)



Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ

Е.А. Минина  
2021 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине «Коммутационные системы»

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) – 2021

Екатеринбург 2021

**Приложение 1 к рабочей программе**  
**по дисциплине «Коммутационные системы»**

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
\_\_\_\_\_ Е.А. Минина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине **«Коммутационные системы»**  
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) – 2021

Екатеринбург 2021

# 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	<p>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;</p> <p>ПК-1.2 Знает принципы эксплуатации сетевых платформ, систем и сетей передачи данных, перспективные технологии и стандарты систем и сетей передачи данных</p>	2	<p>Основы теории цепей 1к,2с (1 этап)</p> <p>Введение во операционную систему UNIX 1к,2с (1 этап)</p> <p>Пакеты прикладных программ 1к,1с (1 этап)</p> <p>Языки программирования 2к,3с (1 этап)</p> <p>Элементная база телекоммуникационных систем 2к,3с (1 этап)</p> <p>Схемотехника телекоммуникационных устройств 2к,4с (2 этап)</p> <p>Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей 1к,2с (1 этап)</p> <p>Теория связи 2к,3с (1 этап)</p> <p>Направляющие системы электросвязи 2к,4с (2 этап)</p> <p>Базы данных в телекоммуникациях 2к,4с (1 этап)</p>

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 (2 этап) Схемотехника телекоммуникационных устройств 2к,4с (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	<b>Умеет:</b> 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		На высоком уровне умеет находить

уровень		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	<b>Знает:</b> 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	<b>Умеет:</b> 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	<b>Знает:</b> 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
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

### 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
<b>ПК-1.1</b> 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	Протокол сигнализации R 1.5	Отчет по лабораторной работе Экзамен
Практическое занятие	Расчет объема коммутационного оборудования Телефонная нагрузка	Отчет по практическим занятиям Экзамен
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Экзамен
<b>ПК-1.2</b> Знает принципы эксплуатации сетевых платформ, систем и сетей передачи данных, перспективные технологии и стандарты систем и сетей передачи данных		
Лекция	Основы автоматической коммутации. Основы теории телетрафика. Структура телекоммуникационных сетей. Сеть доступа.	Дискуссия Экзамен
Лабораторная работа	Технологии абонентского доступа Протокол сигнализации R 1.5 Форматы сигнальных единиц в ОКС №7	Отчет по лабораторной работе Экзамен
Практическое занятие	Расчет объема коммутационного оборудования Телефонная нагрузка	Отчет по практическим занятиям Экзамен
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Экзамен
<b>ПК-2.1</b> 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	Технологии абонентского доступа Форматы сигнальных единиц в ОКС №7	Отчет по лабораторной работе Экзамен
Практическое занятие	Расчет объема коммутационного оборудования Телефонная нагрузка	Отчет по практическим занятиям Экзамен

Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Экзамен
<b>ПК-2.2</b> 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	Технологии абонентского доступа Протокол сигнализации R 1.5 Форматы сигнальных единиц в ОКС №7	Отчет по лабораторной работе Экзамен
Практическое занятие	Расчет объема коммутационного оборудования Телефонная нагрузка	Отчет по практическим занятиям Экзамен
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины	Экзамен

#### 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

#### Расчет объема коммутационного оборудования

##### 1 Цель работы:

1.1 Получить практические навыки расчета необходимого объема оборудования цифровой системы коммутации.

##### 2 Подготовка к работе:

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

##### 3 Задание:

3.1 Используя методические рекомендации в соответствии с исходными данными (таблица 1) разработать схемы организации связи на ГТС:

-с транзитными узлами одностороннего действия (с УВС),

-с транзитными узлами двухстороннего действия (с УВИС).

3.2 Используя методические рекомендации, обосновать необходимость реконструкции РАТС (ОС).

3.3 Для каждой схемы организации связи составить план нумерации и пояснить распределение адресной информации при установлении соединения.

3.4 Для каждой схемы организации связи рассчитать количество соединительных линий в направлениях внешней связи одной из РАТС (ОС).

3.5 Используя методические рекомендации для каждой схемы организации связи определить коэффициент использования линий в пучках для каждой схемы организации связи и сделать выводы по расчету. Пояснить, в каких пучках наиболее высокий коэффициент использования линий.

3.6 Используя методические рекомендации, рассчитать параметры мультисервисного узла доступа.

##### 4. Исходные данные:

Таблица 1 – Исходные данные

Исходные данные	Номера вариантов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Индекс РАТС	23	95	47	62	39	51	74	28	91	42
2. Емкость РАТС	10000	9000	8000	7000	6000	5000	4000	8000	7000	10000
3. Величина эффективной	34	19	20	21	22	23	24	25	32	36



доступности										
4.. Нагрузка взаимодействия двух станций, Эрл	50	55	60	65	58	70	63	52	40	48
5. Доля абонентов MSAN от общего числа номеров MSAN:										
а) массовых	0,9	0,89	0,91	0,92	0,9	0,91	0,89	0,92	0,9	0,89
б) корпоративных	0,1	0,11	0,09	0,08	0,1	0,09	0,11	0,08	0,1	0,11
6. Доля абонентов широкополосного доступа ADSL2+ от общего количества портов ADSL2+ MSAN										
а) массовых	0,699	0,700	0,701	0,698	0,702	0,699	0,700	0,698	0,699	0,700
б) корпоративных	0,301	0,300	0,299	0,302	0,298	0,301	0,300	0,302	0,301	0,300
7. Количество абонентов MSAN с услугами IP-TV	10	9	8	7	6	5	4	8	7	10
8. Емкость ГТС, тыс. номеров	310	289	278	257	226	295	304	268	307	290
9. Кол-во АТСК	10	12	11	10	9	10	8	9	10	12

## 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 внутризональных сетях?

## 6 Методические рекомендации

### 6.1 Разработка схемы организации связи

Необходимость реконструкции аналоговых станций связана с общей тенденцией развития телекоммуникационных комплексов, выраженной в концепции перехода от традиционной сети связи с коммутацией каналов к сети связи следующего поколения (NGN – Next Generation Network).

Существующая ГТС – сеть с узлами входящих сообщений (УВС). На сети организовано несколько узловых районов, пример распределения РАТС (ОС) по районам и плана нумерации ГТС показаны в таблице 2.

Таблица 2 – План нумерации ГТС

Узел	Индексы РАТС (ОС)	Система оборудования	Нумерация
УВС2	РАТС (ОС) 21	АТСК	210000 ... 219999
	РАТС (ОС) 29	АТСК	290000 ... 299999
УВС3	РАТС (ОС) 31	АТСДШ	310000 ... 319999
	РАТС (ОС) 36	АТСДШ	360000 ... 369999
УВС4	РАТС (ОС) 41	АТСЭ	410000 ... 419999
	РАТС (ОС) 46	АТСЭ	460000 ... 469999

Пример схемы организации связи для сети с УВС показан на рисунке 1.

При внедрении цифровых систем коммутации в аналоговые сети появляется возможность организации связи между разными узловыми районами через транзитные узлы двухстороннего действия УВИС (узлы входящих-исходящих сообщений), или ОПТС (опорно-транзитные станции). Пример схемы организации связи для сети с ОПТС показан на рисунке 2.

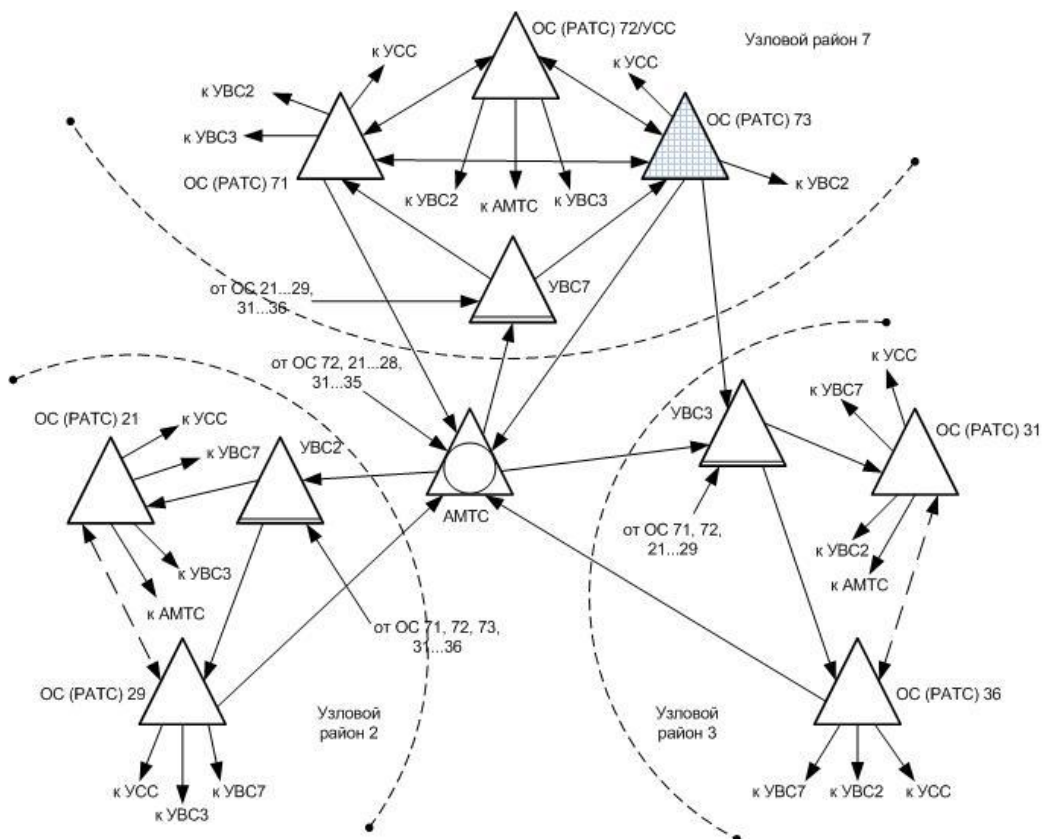


Рисунок 1– Схема организации связи ГТС с односторонними транзитными узлами

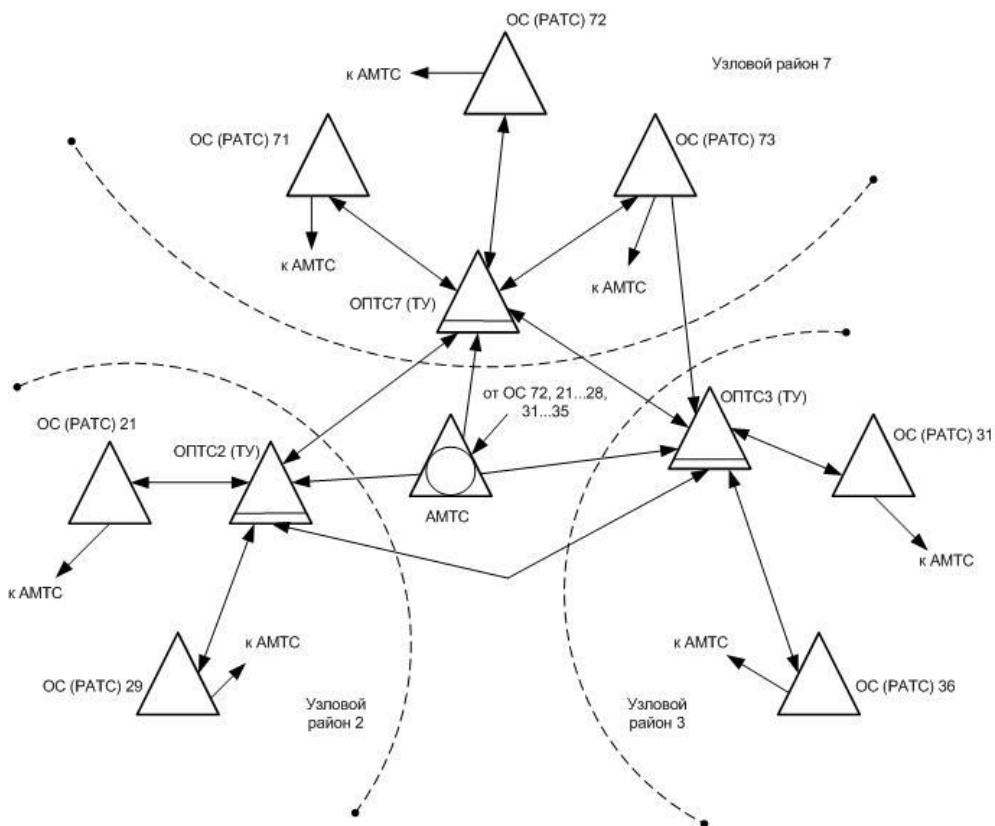


Рисунок 2 – Схема организации связи ГТС с двухсторонними транзитными узлами

## 6.2 Миграция сети на базе гибкого коммутатора

Необходимость модернизации телефонной сети обуславливают следующие тенденции:

- рост объемов голосового трафика, передаваемого по пакетным сетям;
- рост объема трафика Интернет и его превышение над голосовым;

– рост конкуренции на рынке традиционных услуг связи: телефонии, доступа в сеть Интернет, аренды каналов и др.

– Идеальная стратегия перехода телефонной сети к NGN может быть представлена следующим порядком действий оператора:

– международная и междугородная телефонные сети переводятся на коммутацию пакетов;

– все коммутационные станции местных сетей заменяются коммутаторами пакетов;

– технологии коммутации пакетов внедряются в сети абонентского доступа;

– технологии коммутации пакетов применяются в оборудовании пользователей.

На практике такая стратегия не применима по следующим причинам:

1) потенциальные абоненты не будут ждать окончания процесса модернизации инфраструктуры сети от верхнего до нижнего уровней;

2) на уровне МЦК (международных центров коммутации) и АМТС внедрение цифровых систем коммутации произошло относительно недавно, поэтому их замена на коммутаторы пакетов приведет к потере инвестиций оператора.

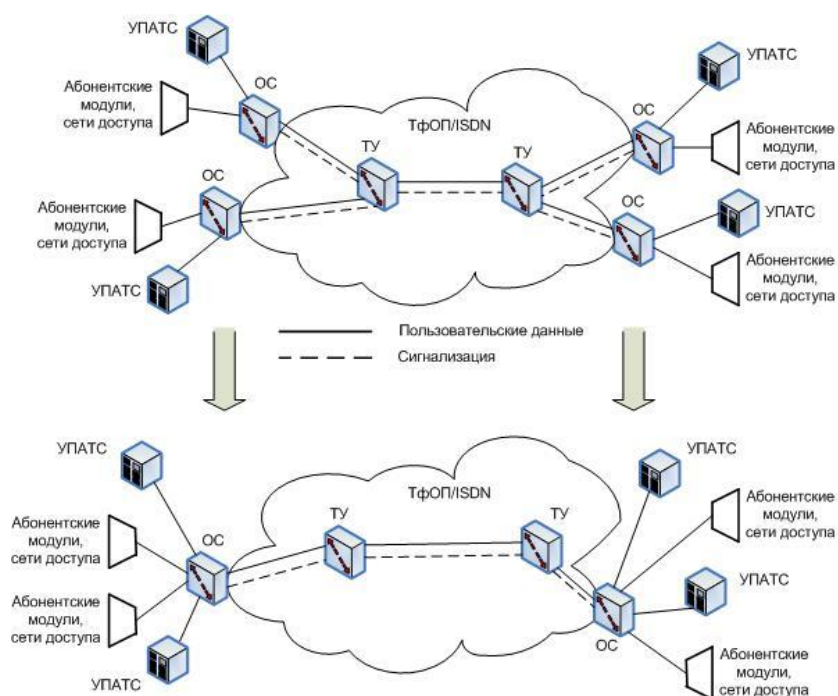
Данные причины стимулируют внедрение технологий NGN первоначально на уровне местных сетей (ГТС и СТС).

Миграция ГТС к сети NGN может осуществляться различными способами, которые можно отнести к одной из четырех основных стратегий:

- создания «островов» сети NGN;
- замещение сети ГТС сетью NGN;
- создание выделенной сети NGN;
- создание наложенной сети NGN.

**Подготовительный этап.** Местные станции (ОС – оконечные станции) исключаются из ТфОП и вся их функциональность распределяется между оставшимися станциями. Пользовательские модули доступа и сети доступа также присоединяются к оставшимся местным станциям. Модули доступа становятся удаленными пользовательскими модулями доступа (рисунок 3).

Широкое распространение на современных ГТС и СТС абонентские медиашлюзы АМШ (AG – Access Gateway), которые способны поддерживать технологию коммутации каналов с включением в опорную АТС по стыку V5.2 или же технологию коммутации пакетов, взаимодействуя с гибким коммутатором сети NGN (рисунок 4).

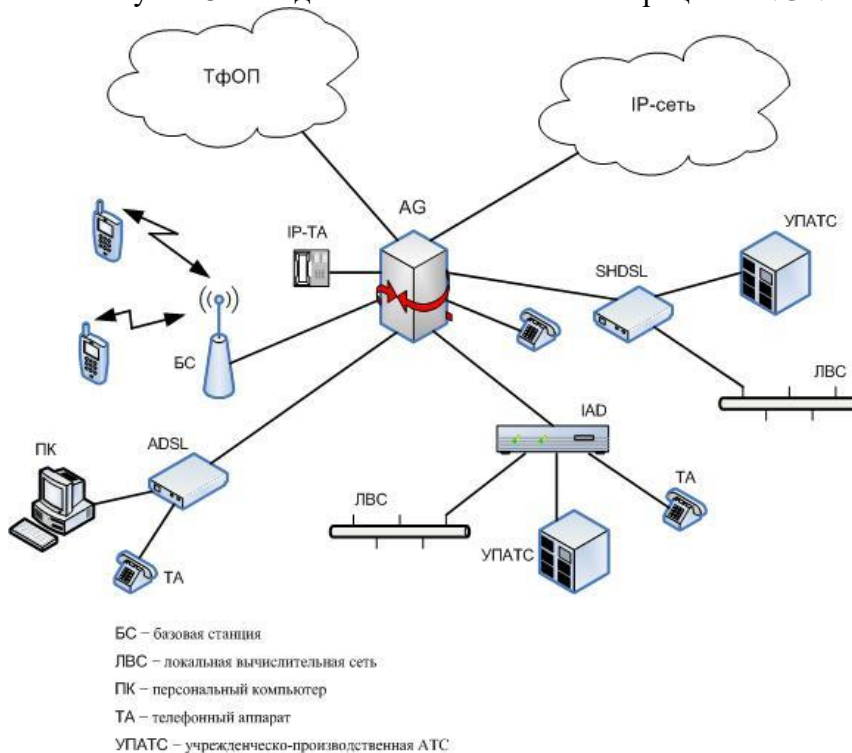


**ОС** – оконечная станция

**ТУ** – транзитный узел

**УПАТС** – учрежденческо-производственная АТС

Рисунок 3 – Подготовительный этап миграции к NGN



*(Access Gateway)* – шлюз доступа

*ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)* – асимметричная цифровая абонентская линия)

*SDSL (Symmetric High-bit rate Digital Subscriber Line)* – симметричная высокоскоростная цифровая абонентская линия

Рисунок 4 – Сеть доступа на базе абонентских медиашлюзов

### **Сценарий 1 – ТфОП/ISDN и NGN сосуществуют на начальной стадии**

Наиболее предпочтительный сценарий миграции к NGN предполагает сосуществование сетей ТфОП/ISDN и NGN в переходный период. В этом случае миграция осуществляется за два шага (рисунок 5):

**Шаг 1** некоторые местные станции заменяются шлюзами доступа (AG – Access Gateway). Вся функциональность местных станций переносится на шлюзы доступа и гибкий коммутатор. Все пользовательские модули доступа подключаются к AG.

**Шаг 2** Оставшиеся местные станции заменяются шлюзами доступа. Транзитные коммутаторы удаляются из сети, при этом их функции управления передаются в CS. В сеть вводятся сигнальные шлюзы (SG – Signaling Gateway) и медиашлюзы (MG – media-gateway). SG обеспечивают обмен сигнальными сообщениями, а через MG передается поток пользовательских данных.

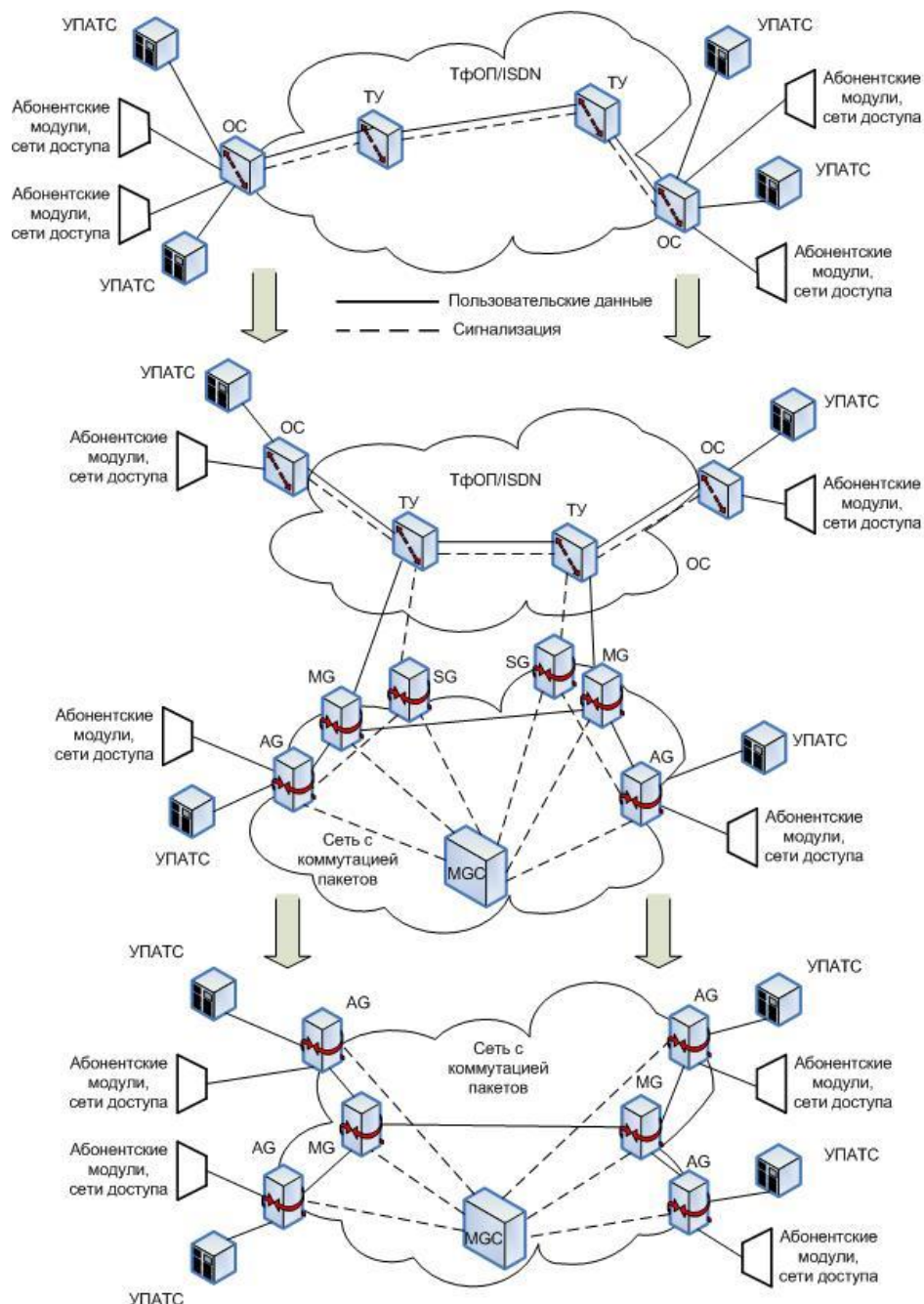


Рисунок 5 – Вариант миграции ТФОП к NGN

Гибкий коммутатор (Softswitch, контроллер медиашлюзов MGC) в документах МСЭ-Т называется сервером обработки вызовов (CS – Call Server).

### 6.3 Обоснование необходимости реконструкции РТС

Российский рынок услуг связи переживает период бурного роста. При этом общее число абонентов увеличивается и расширяется спектр предлагаемых услуг. Современные требования к сетям связи следующего поколения заключаются в возможности оптимальной передачи голосового трафика, трафика данных, создания и предоставления новых сервисов, в снижении расходов на капитальное строительство и операционные издержки по сравнению с существующими сетями связи.

В настоящее время развернуто значительное количество традиционных сетей связи, поэтому при строительстве сети NGN целесообразно учитывать возможности существующего оборудования и использовать эволюционный переход к сетям следующего поколения.

Для реконструкции существующей ГТС (рисунки 1, 2) выбран сценарий сосуществования сетей ТФОП/ISDN и NGN в переходный период. Возможность такого варианта обусловлена



18	1.47	6.3	1.41	5.8	1.38	5.5	1.34	5.2	1.29	4.5
19	1.44	6.6	1.38	6.0	1.36	5.7	1.32	5.4	1.27	4.7
20	1.41	6.9	1.36	6.3	1.34	5.9	1.30	5.6	1.25	4.9
21	1.39	7.1	1.34	6.5	1.32	6.1	1.28	5.8	1.24	5.1
22	1.37	7.3	1.32	6.7	1.30	6.3	1.27	6.0	1.23	5.3
23	1.35	7.5	1.31	6.9	1.28	6.5	1.26	6.2	1.22	5.5
24	1.33	7.7	1.30	7.1	1.27	6.7	1.25	6.4	1.21	5.6
25	1.31	7.9	1.28	7.3	1.26	6.9	1.24	6.6	1.20	5.7
26	1.30	8.1	1.27	7.5	1.25	7.1	1.23	6.8	1.19	5.8
27	1.29	8.3	1.26	7.7	1.24	7.3	1.22	7.0	1.18	5.9
28	1.28	8.5	1.25	7.9	1.23	7.5	1.21	7.2	1.17	6.0

Продолжение таблицы 3

Дэ	P = 0,001		P = 0,002		P = 0,003		P = 0,005		P = 0,01	
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
30	1.26	8.9	1.23	8.3	1.21	7.9	1.19	7.5	1.16	6.2
32	1.24	9.3	1.21	8.7	1.20	8.2	1.18	7.7	1.15	6.4
34	1.22	9.7	1.20	9.1	1.19	8.5	1.17	7.9	1.14	6.6
36	1.21	10.1	1.19	9.5	1.18	8.8	1.16	8.1	1.13	6.8

### 6.5 Расчет параметров узла доступа

Расчет пропускной способности узла

Структурный состав абонентов узла доступа определяется в соответствии с исходными данными.

Количество абонентов сети общего пользования (массовых абонентов) определяется по формуле:

$$N_M = p_M \times N, \quad (3)$$

где  $p_M$  – доля массовых абонентов;

$N$  – емкость узла доступа.

Количество корпоративных абонентов определяется по формуле::

$$N_K = p_K \times N, \quad (4)$$

где  $p_K$  – доля корпоративных абонентов;

$N$  – емкость узла доступа.

Результаты расчетов количества абонентов по каждому виду услуг сводятся в таблицу 4.

Таблица 4 – Количество абонентов по каждому виду услуг

Услуга	Проектируемый объем вводимой мощности
Проектируемая емкость, номеров всего, в том числе:	
-массовых абонентов	
-корпоративных абонентов	
Предоставление широкополосного портов доступа всего, в том числе для:	
-массовых абонентов	
-корпоративных абонентов	
Предоставление услуг IP-TV, абонентов всего	

Конструктивно MSAN состоит из секций MEA емкостью по 1024 номера. Количество секций MEA определяется по формуле:

$$N_{MEA} = N / 1024, \quad (5)$$

Для выполнения расчета нагрузки мультисервисного узла доступа приняты следующие допущения:

1) услуги передачи данных, включая доступ к ресурсам Интернет, контент-провайдеров и доступ к корпоративным IP VPN:



- доля одновременных подключений среди массовых абонентов – 0,2;
- средний трафик, приходящийся в ЧНН на одного массового абонента – 256 кбит/с («нисходящий»), трафик от массового абонента («восходящий») пренебрежительно мал;
- средний трафик, приходящийся в ЧНН на одного корпоративного абонента – 1 Мбит/с.

Трафик корпоративного абонента является симметричным;

2) услуги IP-телефонии (VoIP):

- количество абонентов IP-телефонии равно количеству абонентов MSAN;
- трафик одного звонка IP-телефонии (кодек G.711) – 0,09 Мбит/с;
- доля одновременных звонков абонентов IP-телефонии – 0,07;
- трафик IP-телефонии является симметричным;

3) услуги «видео по требованию» (VoD) не предоставляются и поэтому не учитываются;

4) услуги телевидения (IP-TV) и «видео по расписанию» (NVoD):

- трафик одного канала IP-TV, одной сессии NVoD (MPEG-2) – 4 Мбит/с.

Для обеспечения параметров качества обслуживания (QoS), необходимых для предоставления заданного комплекса услуг, предъявляются следующие требования: резерв пропускной способности узла должен составлять не менее 25%.

Расчет трафика услуг передачи данных. Расчет трафика производится отдельно для каждой секции МЕА емкостью 1024 номера. Абоненты разных категорий распределены по секциям равномерно (по возможности). Распределение абонентов по секциям МЕА показано в таблице 5.

Таблица 5 – Распределение абонентов по секциям МЕА

Номер секции МЕА	Количество абонентов		Количество абонентов с услугами	
	массовых	корпоративных	IP-телефонии	IP-TV
00			1024	1
01			1024	1
XX			1024	1

Трафик массовых абонентов (нисходящий) определяется по формуле:

$$T_M = N_{МАСС} \times 256 \times 0,2, \text{ Кбит/с}, \quad (6)$$

где  $N_{МАСС}$  – количество массовых абонентов с широкополосными услугами в секции МЕА;

256 – средний трафик, приходящийся в ЧНН на одного массового абонента, кбит/с;

0,2 – доля одновременных подключений среди абонентов.

Трафик корпоративных абонентов (симметричный) определяется по формуле:

$$T_K = N_{КОРП} \times 1024, \text{ Кбит/с}, \quad (7)$$

где  $N_{КОРП}$  – количество корпоративных абонентов с широкополосными услугами в секции МЕА;

1024 – средний трафик, приходящийся в ЧНН на одного корпоративного абонента, Кбит/с.

Результаты расчетов трафика услуг передачи данных для каждой секции МЕА сводятся в таблицу 6.

Таблица 6 – Трафик услуг передачи данных

Номер секции МЕА	Трафик услуг передачи данных	
	$T_M$ , Кбит/с	$T_K$ , Кбит/с
00		

01		
XX		
Всего:		

Трафик услуг IP-телефонии (VoIP) – трафик симметричный определяется по формуле:

$$T_{VoIP} = N_{MEA} \times 0,07 \times 0,09 \times 1024, \text{ Кбит/с}, \quad (7)$$

где  $N_{MEA}$  – емкость MEA (1024);

0,07 – доля одновременных звонков абонентов IP-телефонии;

0,09 – трафик одного звонка IP-телефонии, Мбит/с.

Трафик услуг телевидения (IP-TV) и «видео по расписанию» (NVoD) определяется по формуле:

$$T_{IPTV} = N_{IPTV} \times 4 \times 1024, \text{ кбит/с}, \quad (8)$$

где  $N_{IPTV}$  – количество абонентов, пользующихся услугами телевидения (IP-TV) и «видео по расписанию» (NVoD);

4 – трафик одного канала IP-TV, Мбит/с.

Результаты расчетов трафика услуг IP-телефонии, телевидения (IP-TV) и «видео по расписанию» (NVoD) для каждой секции MEA сводятся в таблицу 7

Таблица 7 – Трафик услуг IP-телефонии, IP-TV и NVoD

Номер секции MEA	Трафик, кбит/с	
	IP-телефонии	IP-TV
00		
01		
0X		
Всего		

Суммарный трафик предоставляемых услуг по направлениям определяется по формулам:  
-трафик «восходящий» определяется по формуле:

$$T_{ВОСХ} = T_K + VoIP, \text{ Кбит/с}, \quad (9)$$

-трафик «нисходящий» определяется по формуле:

$$T_{НИСХ} = T_M + T_K + T_{VoIP} + T_{IPTV}, \text{ Кбит/с}, \quad (10)$$

Результаты расчетов суммарного трафика предоставляемых услуг по направлениям для каждой секции MEA сводятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Суммарный трафик услуг по направлениям

Номер секции MEA	Суммарный трафик предоставляемых услуг	
	$T_{ВОСХ}$ , кбит/с	$T_{НИСХ}$ , кбит/с
00		
01		

XX		
Всего:		

С учетом обеспечения необходимого резерва и заведомого превышения  $T_{нисх}$  над  $T_{восх}$ , минимальная пропускная способность мультисервисного узла доступа MSAN определяется по формуле:

$$T_{MIN} = (T_{нисх} \times 1,25) / 1024, \text{ М бит/с}, \quad (11)$$

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 №1 Протокол сигнализации R 1.5**

**1 Цель работы:** Изучение процессов обслуживания вызовов цифровых систем коммутации по протоколу R1.5.

### **2 Литература:**

2.1 Гольдштейн Б. С. Системы коммутации : учебник для вузов / Б. С. Гольдштейн. - 2 изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2014. - 314 с. - Электронное издание. - Режим доступа: <https://ibooks.ru>.

2.2 Манин А.А. Системы коммутации. Принципы и технологии пакетной коммутации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Манин. - Электрон. текстовые данные. - Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2016. - 108 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65644.html>.

### **3 Подготовка к работе:**

3.4 Подготовить бланк отчета.

3.1 Ответить на вопросы для допуска к работе:

1 Что такое сигнализация протокол сигнализации?

2 Какие области применения сигнализации включает в себя обслуживание вызова?

3 На какие группы подразделяются сигналы, передаваемые по телефонным каналам?

4 Какие коды используются в существующих системах сигнализации?

5 Пояснить организацию взаимодействия оконечного устройства системой с коммутации.

6 Какие способы набора номера используются на телефонной сети?

8 В чем сущность метода реализации систем сигнализации «из конца в конец»?

9 В чем сущность метода реализации систем сигнализации «от звена к звену»?

10 Пояснить цикловая структура цифрового потока в стандарте ИКМ-30?

11 Пояснить, каким образом, организуется передача сигнальной информации системе сигнализации 2ВСК?

12 По каким признакам классифицируются протоколы сигнализации токами тональных частот?

### **4 Основное оборудование:**

4.1 Лаборатория, содержащая персональные компьютеры.

4.2 Операционная система Windows.

4.3 Аппаратно-программный комплекс СОТСБИ-У.

### **5 Задание:**

5.1 Используя аппаратно-программный комплекс СОТСБИ-У выполнить следующее:

- открыть аппаратно-программный комплекс СОТСБИ-У, ввести: логин - demo, пароль - demo.



Рисунок 1 - Вход в аппаратно-программный комплекс СОТСБИ-У

- выбрать теорию и изучить работу протокола R1.5



Рисунок 2 - Выбор теории в аппаратно-программном комплексе СОТСБИ-У

5.2 Используя аппаратно-программный комплекс СОТСБИ-У выполнить моделирование следующих соединений:

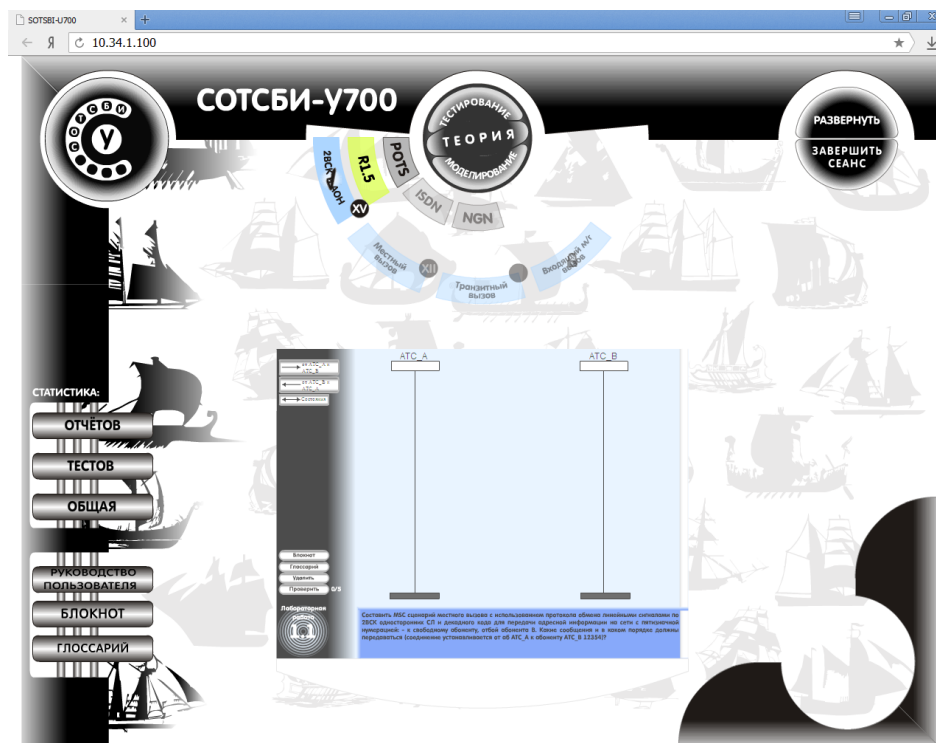


Рисунок 3 - Выполнение моделирования в аппаратно-программном комплексе СОТСБИ-У

- составить MSC сценарий местного вызова с использованием протокола обмена линейными сигналами по 2ВСК односторонних соединительных линий и декадного кода, для передачи адресной информации на сети с пятизначной нумерацией: - к свободному абоненту, отбой В. – какие сообщения и в какой последовательности должны передаваться (соединение устанавливается от абонента АТС А к абоненту АТС В - 12354);

- составить MSC сценарий передачи регистровой информации при местном вызове с использованием протокола импульсный челнок на сети с пятизначной нумерацией. Абонент В свободен. Какие сообщения и в каком порядке должны передаваться (соединение устанавливается от абонента АТС А к абоненту АТС В – 12354, набор номера осуществляется в предответном состоянии);

- перед Вами часть MSC сценария, с использованием сигнализации АОН, например, при: установлении соединения от АТС к АМТС по 2ВСК. Заполните сообщение АОН в соответствии с национальным стандартом (соединение устанавливается от абонента АТС\_А 13365, с категорией -1, код зоны пятизначной нумерации-43, прием кодаграммы осуществляется в идеальных условиях с первой переданной комбинации)

## 6 Содержание отчета:

6.1 Цель работы.

6.2 Письменные ответы на вопросы допуска.

6.3 Результаты выполнения заданий.

### 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 внутризональных 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, зонального, междугородного и международного номеров. Емкость системы нумерации.
- 10 Классификация систем сигнализации.
- 11 Способы передачи и кодирования сигналов.
- 12 Сигнализация 2ВСК.
- 13 Общеканальная 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	<b>Экзаменационный билет</b> № <u>    21    </u> по дисциплине <u>Коммутационные</u> <u>системы</u>	УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой МЭС _____ « <u>    </u> » <u>    </u> 20 <u>  </u> г.
---	--	---

- 1 Варианты включения УАТС (РВХ) разной емкости в ТФОП. Организация узлов ведомственных телефонных станций..
- 2 Сетевые интерфейсы ЦСК. Взаимодействие ЦСК с одностипными АТС и с аналоговыми системами коммутации. Протоколы взаимодействия ЦСК с АТСК.
- 3 Синтезировать МПК 64x128 методом декомпозиции по выходам, используя мультиплексоры 64x1. Пояснить процесс коммутации  $K_{14}(S_{26}, t_{14}) \rightarrow K_{14}(S_{55}, t_{14})$ , используя адресное запоминающее устройство (АЗУ).

**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

31.05.2021

г

Протокол № 13

Заведующий кафедрой (разработчика)

  
подпись

Е.И. Гниломёдов  
инициалы, фамилия

31.05.2021

г.



Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры [МЭС]

31.05.2021 г.      Протокол № 13

Заведующий кафедрой (разработчика)

\_\_\_\_\_

подпись

Е.И. Гниломёдов  
инициалы, фамилия

31.05.2021 г.