

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»**

**Л. Н. Сутягина**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**по выполнению курсового проекта**

**«Проектирование городской наложенной  
мультисервисной сети связи общего пользования»**

**по дисциплине**

**«Мультисервисные сети связи и коммутационные  
платформы», часть 2**

**Учебно-методическое пособие**

Самара, 2022

УДК 621.391.2  
ББК 00.000  
С 906

Сутягина Л.Н.  
С 906 Методические рекомендации по выполнению курсового проекта «Проектирование городской наложенной мультисервисной сети связи общего пользования» по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы», часть 2: учебно-методическое пособие / Л.Н. Сутягина. - Самара: ПГУТИ, 2022. - 47 с.

Учебно-методическое пособие «Методические рекомендации по выполнению курсового проекта «Проектирование городской наложенной мультисервисной сети связи общего пользования» по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы», часть 2» содержит задание на задание на курсовое проектирование и методические указания по его выполнению.

Разработано в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», предназначено для студентов (бакалавриат) заочной и дистанционной форм обучения для подготовки к самостоятельной работе и сдаче зачета по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы».

Методические указания утверждены на заседании кафедры ССС №1 от 30.08.22г.

© Сутягина Л.Н., 2022

© Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022

## Содержание

Введение.....	4
1 Задание на курсовой проект.....	4
1.1 Постановка задачи проектирования.....	4
1.2 Исходные данные и задание на курсовое проектирование.....	4
2 Общие указания.....	7
3 Методика расчета возникающих и межстанционных нагрузок.....	10
4 Методика расчета емкости пучков межстанционной связи.....	13
5 Расчет пропускной способности цифрового кольца для сети с коммутацией каналов.....	15
5.1 Характеристика транспортной сети синхронной цифровой иерархии SDH.....	15
5.2 Методика расчета требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца.....	16
5.3 Пример расчета требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца.....	17
6 Расчет сети с пакетной коммутацией.....	22
6.1 Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи разговорного трафика.....	23
6.2 Определение транспортного ресурса и интерфейса подключения транзитного шлюза к пакетной сети.....	25
6.3 Расчет производительности гибкого коммутатора.....	26
6.4 Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи Интернет трафика.....	27
6.5 Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи видео трафика .....	30
7 Определение объема проектируемого оборудования МССОП.....	35
7.1 Методика расчета оборудования гибкого коммутатора (softswitch) SoftX3000.....	35
7.2 Методика расчета оборудования универсального шлюза доступа UMG8900.....	36
7.3 Методика расчета оборудования интегрального медиа шлюза доступа UA5000.....	36
Рекомендованная литература.....	33
Приложения.....	34

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы» является частью блока 1 дисциплин (модулей), формируемых участниками образовательных отношений, ОПОП ВО бакалавриата по направлению подготовки 11.03.02. «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» профиля «Оптические и проводные сети и системы связи», и предназначена студентам 3-4 курсов (6-7 семестры), заочной и дистанционной форм обучения. Дисциплина реализуется кафедрой ССС на факультете заочного и дистанционного обучения.

Цель дисциплины: изучение основных принципов построения, эксплуатации и развития мультисервисных сетей связи и коммутационных платформ различного назначения.

Задачи:

- получение представлений об основных научно-технических проблемах и перспективах развития сетей связи и систем канальной и пакетной коммутации, о построении мультисервисных сетей связи и коммутационных платформ;

- приобретение знаний о принципах цифровой коммутации, об использовании на мультисервисных сетях связи перспективных методов сигнализации и управления;

- умение рассчитывать основные параметры мультисервисных сетей связи и коммутационных платформ;

- умение использовать полученные знания для проектирования мультисервисных сетей связи и коммутационных платформ и их эффективной эксплуатации.

Данные методические рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы» позволяют студентам заочной и дистанционной форм обучения получить знания по построению и архитектуре современных сетей связи, используемым сетевым технологиям и протоколам, перспективам их развития.

В результате выполнения данного курсового проекта студенты приобретают практические навыки по расчетам характеристик и проектированию мультисервисных сетей связи общего пользования.

# 1 ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

## 1.1 Постановка задачи проектирования

1. На существующей городской сети связи (ГСС) имеется несколько цифровых опорных станций (ОПС), связанных по принципу «каждая с каждой» через транспортную сеть SDH кольцевой топологии на базе ВОЛС. Количество, тип оборудования и емкость ОПС указаны в табл. 1.1.

2. Курсовой проект предусматривает проектирование наложенной мультисервисной сети связи общего пользования (МССОП) с использованием технологии гибкого коммутатора (Softswitch) и мультисервисными узлами доступа (MSAN) в помещениях существующих ОПС и абонентскими (резидентными) медиашлюзами (АМШ) в новых помещениях для предоставления пакета услуг по передаче голоса, видео и данных (пакет услуг Triple Play).

3. Места размещения зонового транзитного узла (ЗТУ), центра обслуживания вызовов (вместо бывшего узла спецслужб УСС), узла доступа в Интернет (УДИ), узла предоставления услуг пакетного телевидения IP-TV (УПТ) определить самостоятельно.

4. Проектируемую наложенную мультисервисную сеть связи общего пользования предлагается реализовать с применением свободных волокон в существующих оптических кабелях или на базе оборудования спектрального уплотнения xWDM.

## 1.2 Исходные данные и задание на курсовое проектирование

1. Номер варианта -  $N$  соответствует двум последним цифрам номера зачетной книжки.

2. Характеристика станционного оборудования существующей цифровой ГСС представлена в табл. 1.1.

Таблица 1.1  
**Характеристика станционного оборудования существующей ГСС**

Номера вариантов	$N = 00 \div 29$	$N = 30 \div 49$	$N = 50 \div 79$	$N = 80 \div 99$
Число ОПС на ГСС	6	5	6	4
Система ОПС	AXE-10 и EWSD	EWSD и Alcatel 1000 S-12	AXE-10 и Alcatel 1000 S-12	Alcatel 1000 S-12 И EWSD
Задействованная емкость ОПС- $N_{\text{опс}}$ , номеров	$20000 \div 35000$	$25000 \div 40000$	$15000 \div 30000$	$20000 \div 40000$

3. Интенсивность нагрузки к ЦОВ (УСС) принимается равной 2% от общей возникающей нагрузки ОПС.

4. Нумерация на сети - шестизначная.

5. Нагрузка на ЗСЛ от одного абонента  $\alpha_{зсл} = 0,002$  Эрл. Нагрузка на СЛМ для одного абонента  $\alpha_{слм} = 0,0015$  Эрл.

6. Средняя интенсивность исходящей нагрузки на одну абонентскую линию -  $a = 0,05$  Эрл.

7. Нагрузка, создаваемая одним пользователем Интернет  $a_{Int}$  составляет 0,1 Эрл.;

8. Удельная нагрузка на IP-TV канал  $a_{IP-TV}$  составляет 0,1 Эрл.;

9. По каждому проектируемому мультисервисному узлу доступа (MSAN), размещаемому в помещении существующей ОПС задается:

- количество абонентов, имеющих доступ в Интернет:  $N_{Int}$  - 40% от задействованной емкости ОПС -  $N_{ОПС}$ ;

- количество абонентов, использующих услугу пакетного телевидения IP-TV:  $N_{IP-TV}$  - 20% от числа абонентов, имеющих доступ в Интернет  $N_{Int}$ ;

10. Количество проектируемых абонентских (резидентных) медиашлюзов (АМШ)  $N_{AMSH}$ , размещаемых в новых помещениях, выбирается в соответствии с номером варианта  $N$  и данными табл. 1.2.

Таблица 1.2

**Количество проектируемых АМШ -  $N_{AMSH}$**

Номера вариантов	$N = 00÷29$	$N = 30÷49$	$N = 50÷79$	$N = 80÷99$
Количество проектируемых АМШ, размещаемых в новых помещениях	3	4	3	5

11. Данные о структурном составе абонентов АМШ, размещаемых в новых помещениях проектируемой МСС, необходимо выбрать в соответствии с номером варианта  $N$  из табл. 1.3.

Таблица 1.3

**Характеристика структурного состава абонентов АМШ**

Номера вариантов $N$	Количество аналоговых абонентских телефонных линий, $N_{al}$	Количество абонентов доступа в Интернет в % от $N_{al}$ , $N_{Int}$	Количество абонентов пакетного телевидения в % от $N_{al}$ , $N_{IP-TV}$
00÷09	2200	35	19
10÷19	2000	25	18
20÷29	2500	40	12
30÷39	3200	35	18
40÷49	2600	40	15
50÷59	2800	35	16
60÷69	3000	50	12
70÷79	2500	35	15
80÷89	2300	40	10
90÷99	2400	55	15

12. Производитель проектируемого оборудования МССОП указан в табл. 1.4. Характеристика оборудования соответствующего производителя представлена в табл.1-табл.4 Приложения П.3.

Таблица 1.4  
**Производитель проектируемого оборудования МССОП**

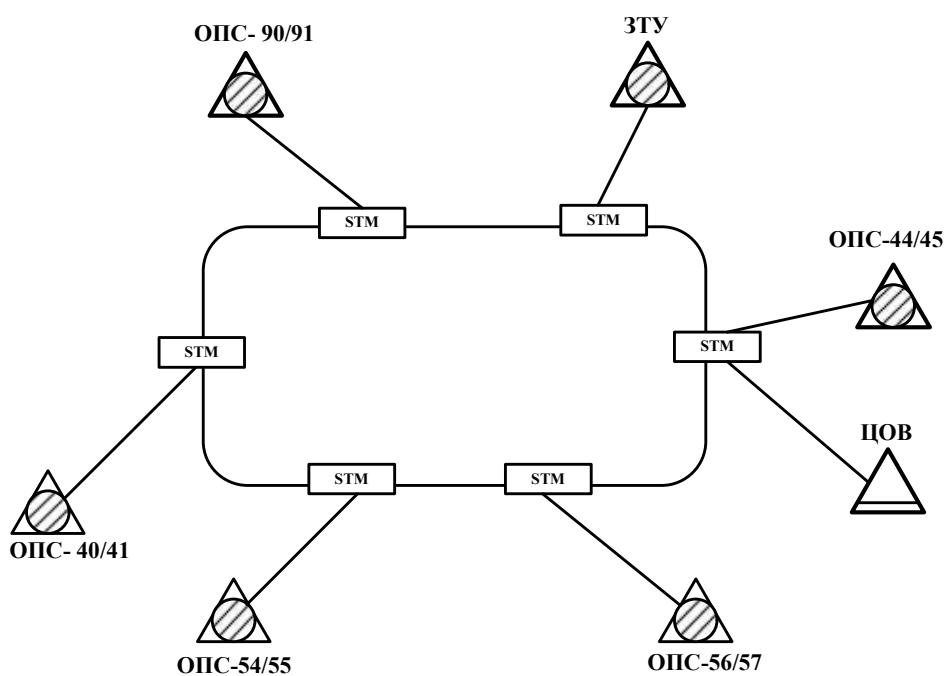
Номера вариантов <i>N</i>	Производитель проектируемого оборудования МССОП
00÷09	Huawei
10÷19	Alcatel-Lucent
20÷29	IskraTel
30÷39	Huawei
40÷49	Alcatel-Lucent
50÷59	IskraTel
60÷69	Huawei
70÷79	Alcatel-Lucent
80÷89	IskraTel
90÷99	Huawei

В курсовом проекте требуется:

1. Разработать схему организации связи и план нумерации для существующей ГСС и для проектируемой наложенной мультисервисной сети связи общего пользования.
2. Рассчитать возникающие и межстанционные телефонные нагрузки в проектируемой мультисервисной сети связи.
3. Выполнить расчет емкости пучков межстанционных связей в проектируемой МСС.
4. Рассчитать необходимые цифровые потоки SDH для включения ОПС и транзитных шлюзов в кольцевую транспортную сеть SDH.
5. Определить транспортные и сигнальные нагрузки при реализации услуг пакета Triple Play для каждого узла доступа проектируемой МСС.
6. Рассчитать требуемую пропускную способность и выбрать интерфейсы для подключения оборудования мультисервисной сети в пакетную транспортную сеть для пропуска телефонной нагрузки и каждого вида нагрузки из услуг пакета Triple Play.
7. Выбрать необходимую технологию для реализации транспортной пакетной сети.
8. Выполнить расчет производительности гибкого коммутатора проектируемой МСС.
9. Выполнить расчет проектируемого оборудования МССОП в соответствие с данными табл. 1.4:
  - мультисервисных узлов доступа MSAN;
  - абонентских (резидентных) медиашлюзов АМШ;
  - оборудования транзитных шлюзов ТШ;
  - оборудования гибкого коммутатора (Softswitch).

## 2 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Существующая цифровая ГСС представляет собой сеть, на которой действуют только цифровые системы коммутации. Все станции ГСС связаны между собой по принципу «каждая с каждой», используя в качестве транспортной сети кольцевую SDH структуру. На одной из ОПС организуется ЦОВ(УСС). Выход на междугородную телефонную сеть осуществляется через ЗТУ(зоновый транзитный узел). Вариант структурной схемы цифровой ГСС представлен на рис. 2.1.



(STM - синхронный транспортный модуль).

### Вариант схемы размещения проектируемого оборудования МССОП

Характеристика существующего оборудования цифровой ГСС и

проектируемого оборудования МССОП приведена табл. 2.1. Структурная схема проектируемой городской наложенной

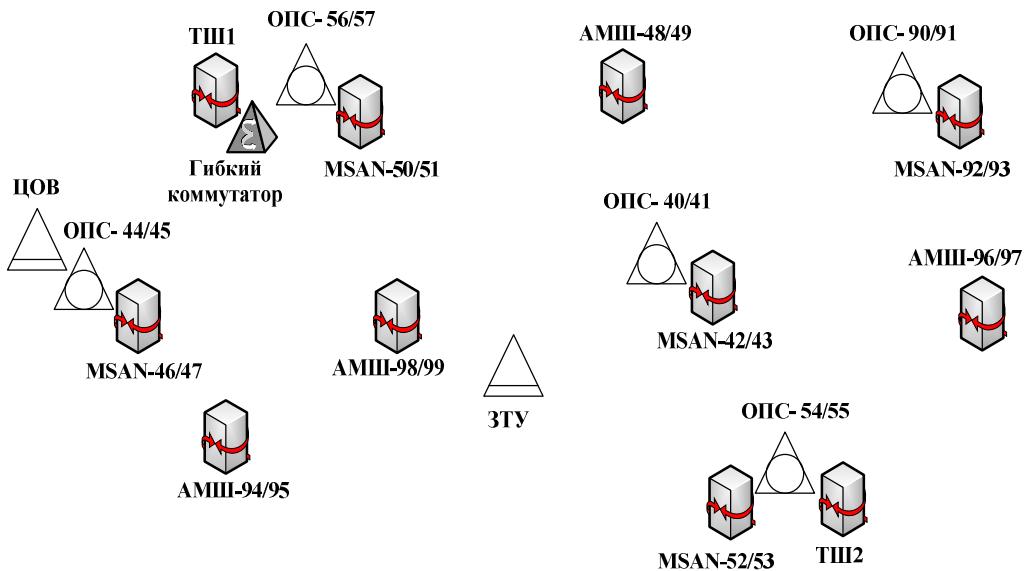


Рис. 2.2 - Схема размещения проектируемого оборудования МСС

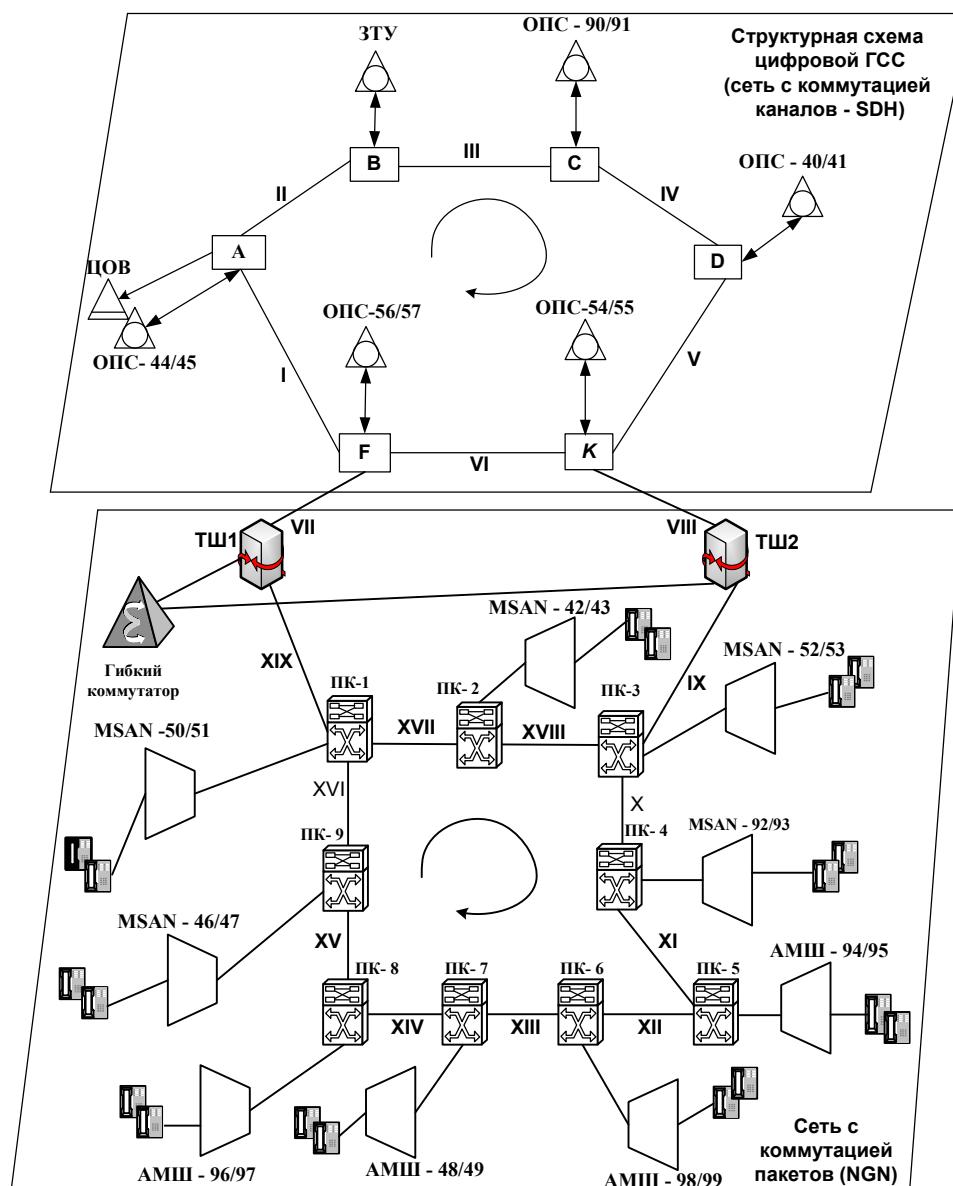
Характеристика проектируемого и существующего оборудования МССОП приведена табл. 2.1.

Таблица 2.1  
Характеристика оборудования проектируемой МССОП

№ п/п	Индекс ОПС, АМШ, MSAN	Тип оборудования	Емкость, номеров	Нумерация	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	ОПС-40/41	EWSD	15000	400000÷414999	
2	ОПС-44/45	EWSD	18000	440000÷457999	
3	ОПС-54/55	AXE-10	20000	540000÷559999	
4	ОПС-56/57	AXE-10	16000	560000÷575999	
5	ОПС-90/91	EWSD	19000	900000÷918999	
6	ЗТУ	AXE-10	-	-	
7	ЦОВ	EWSD	-	-	
8	MSAN-42/43	UA 5000 Huawei	10000	420000÷434999	в здании ОПС- 40/41
9	MSAN-46/47	UA 5000 Huawei	10000	460000÷479999	в здании ОПС- 44/45
10	AMIII-48/49	UA 5000 Huawei	10000	480000÷499999	
11	MSAN-50/51	UA 5000 Huawei	10000	500000÷519999	в здании ОПС- 56/57
12	MSAN-52/53	UA 5000 Huawei	10000	520000÷539999	в здании ОПС- 54/55
13	MSAN-92/93	UA 5000 Huawei	10000	920000÷939999	в здании ОПС- 90/91
14	AMIII-94/95	UA 5000 Huawei	10000	940000÷959999	
15	AMIII-96/97	UA 5000 Huawei	10000	960000÷979999	

Продолжение табл.2.1

1	2	3	4	5	6
16	АМШ-98/99	UA 5000 Huawei	10000	980000 ÷ 999999	
17	ТШ1	UMG 8900 Huawei	-	-	в здании ОПС- 56/57
18	ТШ2	UMG 8900 Huawei	-	-	в здании ОПС- 54/55
19	ГК	SoftX3000 Huawei	-	-	в здании ОПС- 56/57
Суммарная ёмкость сети 178000 номеров					



А, В, С и т.д. - мультиплексоры ввода/вывода сети SDH (STM)

Рис. 2.3 - Пример структурной схемы проектируемой МССОП

### 3 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВОЗНИКАЮЩИХ И МЕЖСТАНЦИОННЫХ НАГРУЗОК

Согласно инструкции, изложенной в [1], расчет интенсивности возникающей абонентской нагрузке при отсутствии статистических данных, должен производиться в соответствии с данными табл. 7.2 в [1]. Причем расчет возникающей нагрузки, должен производиться отдельно для утреннего и вечернего ЧНН, затем выбирается максимальное значение возникающей нагрузки, которое принимается за расчетную.

В курсовом проекте для упрощения расчетов возникающую нагрузку  $i$ -ой ОПС можно определять по формуле:

$$y_i = a \cdot N_i, \quad (3.1)$$

где  $a$  - средняя интенсивность исходящей нагрузки на одну абонентскую линию нагрузка:  $a = 0,05$  Эрл;

$N_i$  - число абонентов  $i$ -ой ОПС из табл. 2.1.

Например, для ОПС-40/41:  $y_{возн.i} = 0,05 \cdot 15000 = 750$  Эрл.

Для АМШ для упрощения расчетов возникающую нагрузку можно определять по формуле:

$$y_{возн.АМШ} = a \cdot N_{al.} + a_{Int.} \cdot N_{Int.} + a_{IP-TV} \cdot N_{IP-TV}, \quad (3.2)$$

где  $a$  - средняя интенсивность исходящей нагрузки на одну абонентскую линию нагрузка:  $a = 0,05$  Эрл;

$N_{al.}$  - число аналоговых абонентских телефонных линий соответствующего АМШ из табл. 1.3;

$a_{Int.}$  - нагрузка, создаваемая одним пользователем Интернет составляет 0,1 Эрл.;

$N_{Int.}$  - количество абонентов АМШ, имеющих доступ в Интернет из табл. 1.3;

$a_{IP-TV}$  - удельная нагрузка на IP-TV канал  $a_{IP-TV}$  составляет 0,1 Эрл.;

$N_{IP-TV}$  - количество абонентов АМШ, имеющих доступ к услуге пакетного телевидения из табл. 1.3.

Для MSAN для упрощения расчетов возникающую нагрузку можно определять по формуле:

$$y_{возн.MSAN} = a_{Int.} \cdot N_{Int.} + a_{IP-TV} \cdot N_{IP-TV}, \quad (3.3)$$

где  $a_{Int.}$  - нагрузка, создаваемая одним пользователем Интернет составляет 0,1 Эрл.;

$N_{Int.}$  - количество абонентов MSAN, имеющих доступ в Интернет, выбираемое в соответствие с п.9 задания на КП;

$a_{IP-TV}$  - удельная нагрузка на IP-TV канал  $a_{IP-TV}$  составляет 0,1 Эрл.;

$N_{IP-TV}$  - количество абонентов MSAN, имеющих доступ к услуге пакетного телевидения, выбираемое в соответствие с п.9 задания на КП.

Определив для каждого узла доступа сети (ОПС, АМШ и MSAN) возникающую нагрузку, как описано выше, находят суммарную возникающую нагрузку сети:

$$y_{\text{возн.сети}} = \sum_{i=1}^n y_{\text{возн.}i} \quad , \quad (3.4)$$

где  $n$  - число узлов доступа МССОП.

В формуле (3.1) при определении  $y_{\text{возн.}i}$  не учитывается нагрузка к ЗТУ.

Выполнив расчеты по формулам (3.1) - (3.3), находят в % долю возникающей нагрузки каждой станции в общем возникающем сообщении сети:

$$m_i = \frac{y_{\text{возн.}i}}{y_{\text{возн.сети}}} \quad (3.5)$$

Используя значение  $m_i$ , по табл. 7.3 в [1] (табл. 1 П.1) определяют долю внутристанционного сообщения, т.е.  $m_i \Rightarrow K_{\text{внутр.}i}$

Зная значение  $K_{\text{внр.}i}$ , определяется величина внутристанционной нагрузки  $y_{\text{внр.}i}$ :

$$y_{\text{внр.}i} = k_{\text{внр.}i} \cdot y_{\text{возн.}i} \quad (3.6)$$

Для каждого узла доступа сети или ОПС рассчитывается величина исходящей нагрузки:

$$y_{\text{исх.}i} = y_{\text{возн.}i} - y_{\text{внр.}i} - y_{\text{УСС.}i} \quad (3.7)$$

При отсутствии статистических данных нагрузка к узлу спецслужб принимается равным 2% от  $y_{\text{возн.}}$ :

$$y_{\text{УСС.}i} = 0,02 \cdot y_{\text{возн.}i} \quad (3.8)$$

Интенсивности исходящих нагрузок от каждой станции сети распределяются пропорционально интенсивностям исходящих нагрузок других узлов сети, т.е.:

$$y_{ij} = \frac{y_{\text{ИСХ}i} \cdot y_{\text{ИСХ}j}}{\sum_{k=1}^m y_{\text{ИСХ}k} - y_{\text{ИСХ}i}} \quad . \quad (3.9)$$

Для определения нагрузки к и от ЗТУ необходимо использовать данные табл.7.5 [1], соответственно:

$$y_{\text{ЗТУ}i} = \alpha_{\text{ЗСЛ.}} \cdot N_i \quad \text{и} \quad y_{\text{СЛМ.}i} = \alpha_{\text{СЛМ.}} \cdot N_i \quad , \quad (3.10)$$

где  $N_i$  - число абонентов  $i$ -ого узла доступа (ОПС и АМШ);  
 $\alpha_{3cl} = 0,002$  Эрл. и  $\alpha_{clm} = 0,0015$  Эрл.

Результаты расчетов по формулам (3.1)  $\div$  (3.8) и по формуле (3.10) целесообразно представить в виде табл. 3.1.

Таблица 3.1

**Результаты расчетов возникающих нагрузок**

Узел доступа проектируемой сети	$Y_{возн.i}$ , Эрл	$m_i$ , %	$k_{вн.i}$	$Y_{вн.i}$ , Эрл.	$Y_{усс.i}$ , Эрл.	$Y_{усх.i}$ , Эрл.	$Y_{этн.i}$ , Эрл.	$Y_{слн.i}$ , Эрл.
ОПС-40/41	750	8,4	0,25	187,5	15,0	547,5	30,0	22,5
ОПС-44/45	900	10,1	0,27	243,0	18,0	639,0	36,0	27,0
ОПС-54/55	1000	11,2	0,29	290,0	20,0	690,0	40,0	30,0
ОПС-56/57	800	9,0	0,26	208,0	16,0	576,0	32,0	24,0
ОПС-90/91	950	10,7	0,28	266,0	19,0	665,0	38,0	28,5
MSAN-42/43	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-46/47	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
АМШ-48/49	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-50/51	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-52/53	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
MSAN-92/93	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
АМШ-94/95	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
АМШ-96/97	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
АМШ-98/99	500	5,6	0,21	105,0	10,0	385,0	20,0	15,0
$\Sigma$	8900				6582,5			

Используя данные табл. 3.1 и формулу (3.9), строится матрица межстанционных потоков нагрузки, представленная в виде табл. 3.2.

Используя данные расчетов по формуле (3.10), строится матрица межстанционных потоков нагрузки, представленная в виде табл. 3.2.

**Матрица потоков межстанционных нагрузок  $y_{ij}$ , Эрл.**

Таблица 3.2

ОПС, АМШ или MSAN	ОПС- 40/41	ОПС- 44/45	ОПС- 54/55	ОПС-56/57	ОПС - 90/91	MSAN- 42/43	MSAN- 46/47	AMШ- 48/49	MSAN-50/51	MSAN-52/53	MSAN 92/93	AMШ-94/95	AMШ-96/97	AMШ-98/99
ОПС-40/41	-	57,97	62,6	52,26	60,33	34,93	34,93	34,93	34,93	34,93	34,93	34,93	34,93	34,93
ОПС-44/45	58,86	-	74,18	61,93	71,5	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4
ОПС-54/55	64,11	74,83	-	67,41	77,87	45,08	45,08	45,08	45,08	45,08	45,08	45,08	45,08	45,08
ОПС-56/57	52,5	61,28	66,17	-	63,77	36,92	36,92	36,92	36,92	36,92	36,92	36,92	36,92	36,92
ОПС-90/91	61,53	71,81	77,54	64,73	-	43,27	43,27	43,27	43,27	43,27	43,27	43,27	43,27	43,27
MSAN-42/43	34,01	39,7	42,86	35,78	41,31	-	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92
MSAN-46/47	34,01	39,7	42,86	35,78	41,31	23,92	-	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92
AMШ-48/49	34,01	39,7	42,86	35,78	41,31	23,92	23,92	-	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92
MSAN-50/51	34,01	39,7	42,86	35,78	41,31	23,92	23,92	23,92	-	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92
MSAN-52/53	34,01	39,7	42,86	35,78	41,31	23,92	23,92	23,92	23,92	-	23,92	23,92	23,92	23,92
MSAN-92/93	34,01	39,7	42,86	35,78	41,31	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	-	23,92	23,92	23,92
AMШ-94/95	34,01	39,7	42,86	35,78	41,31	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	-	23,92	23,92
AMШ-96/97	34,01	39,7	42,86	35,78	41,31	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	-	23,92
AMШ-98/99	34,01	39,7	42,86	35,78	41,31	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	-

## 4 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЕМКОСТИ ПУЧКОВ МЕЖСТАНЦИОННОЙ СВЯЗИ

Так как на городской наложенной мультисервисной сети связи общего пользования используются только цифровые системы коммутации, то в проекте для расчета емкостей пучков МСС следует использовать первую формулу Эрланга:

$$E_V(y) = \frac{y^V}{V!} \cdot \frac{1}{\sum_{i=0}^V \frac{y^i}{i!}}, \quad (4.1)$$

где  $E_V(y)$  - вероятность потерь в полнодоступном пучке из  $V$  линий, на который поступает нагрузка  $y$ , создаваемая простейшим потоком вызовов.

Первая формула Эрланга табулирована [2]. При выполнении курсового проекта можно воспользоваться табл. 2 Приложения. При расчетах необходимо использовать соответствующую вероятность потерь, значения которых приведены табл. 4.1[1].

Таблица 4.1

**Значения вероятности потерь для соответствующих  
направлений ГСС**

Наименование направлений	Вероятность потерь по вызовам
ОПС – ОПС (MSAN-ОПС или MSAN - MSAN )	0,010
ОПС (MSAN) - УСС	0,001
ОПС(MSAN) - ЗТУ	0,004
ЗТУ - ОПС(MSAN)	0,002

Результаты расчета сводятся в матрицу емкости межстанционных пучков (табл. 4.2).

Используя данные табл. 3.1, табл. 4.1 и формулу (4.8), можно определить число линий к/от ЗТУ и к ЦОВ. Соответствующее число линий представлено в табл. 4.3.

Результаты расчета сводятся в матрицу МСС (табл. 4.2) и табл. 4.3.

Таблица 4.2

Матрица емкости пучков МСС,  $V_{ij}$ 

ОПС, АМШ или MSAN	ОПС- 40/41	ОПС- 44/45	ОПС- 54/55	ОПС-56/57	ОПС - 90/91	MSAN- 42/43	MSAN- 46/47	AMШ- 48/49	MSAN-50/51	MSAN-52/53	MSAN 92/93	AMШ-94/95	AMШ-96/97	AMШ-98/99
ОПС-40/41	-	72	77	66	75	47	47	47	47	47	47	47	47	47
ОПС-44/45	73	-	90	77	87	54	54	54	54	54	54	54	54	54
ОПС-54/55	79	91	-	82	94	58	58	58	58	58	58	58	58	58
ОПС-56/57	66	76	81	-	79	49	49	49	49	49	49	49	49	49
ОПС-90/91	76	87	90	80	-	56	56	56	56	56	56	56	56	56
MSAN-42/43	46	52	56	48	54	-	35	35	35	35	35	35	35	35
MSAN-46/47	46	52	56	48	54	35	-	35	35	35	35	35	35	35
AMШ-48/49	46	52	56	48	54	35	35	-	35	35	35	35	35	35
MSAN-50/51	46	52	56	48	54	35	35	35	-	35	35	35	35	35
MSAN-52/53	46	52	56	48	54	35	35	35	35	-	35	35	35	35
MSAN-92/93	46	52	56	48	54	35	35	35	35	35	-	35	35	35
AMШ-94/95	46	52	56	48	54	35	35	35	35	35	35	-	35	35
AMШ-96/97	46	52	56	48	54	35	35	35	35	35	35	35	-	35
AMШ-98/99	46	52	56	48	54	35	35	35	35	35	35	35	35	-

Таблица 4.3

## Число линий в направлениях к/от ЗТУ и к УСС

ОПС, АМШ или MSAN	$V_{УСС.i}$	$V_{ЗТУi}$	$V_{слm i}$
ОПС-40/41	28	44	36
ОПС-44/45	32	51	42
ОПС-54/55	35	56	46
ОПС-56/57	30	46	38
ОПС-90/91	33	53	44
MSAN-42/43	21	32	27
MSAN-46/47	21	32	27
АМШ-48/49	21	32	27
MSAN-50/51	21	32	27
MSAN-52/53	21	32	27
MSAN-92/93	21	32	27
АМШ-94/95	21	32	27
АМШ-96/97	21	32	27
АМШ-98/99	21	32	27

Число ИКМ-трактов в каждом направлении МСС  $N_{ij}$  определяется по формуле:

$$N_{ij} = \left\lceil \frac{V_{ij}}{30} \right\rceil, \quad (4.2)$$

где  $V_{ij}$  - число соединительных линий в данном направлении, взятое из табл. 4.2 и табл.4.3;

«30» - число пользовательских каналов в ИКМ тракте со скоростью 2,048 Мбит/с.

Результаты расчета заносятся в матрицу числа ИКМ-трактов  $N_{ij}$  (табл. 4.4) и соответственно в табл. 4.5.

Таблица 4.4  
**Матрица числа ИКМ-трактов  $N_{ij}$**

ОПС, АМШ или MSAN	ОПС- 40/41	ОПС- 44/45	ОПС- 54/55	ОПС-56/57	ОПС - 90/91	MSAN- 42/43	MSAN- 46/47	АМШ- 48/49	MSAN-50/51	MSAN-52/53	MSAN 92/93	АМШ-94/95	АМШ-96/97	АМШ-98/99
ОПС-40/41	-	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ОПС-44/45	3	-	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ОПС-54/55	3	4	-	3	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ОПС-56/57	3	3	3	-	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ОПС-90/91	3	3	3	3	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2
MSAN-42/43	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	2	2	2
MSAN-46/47	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	2	2
АМШ-48/49	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	2
MSAN-50/51	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2
MSAN-52/53	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2
MSAN-92/93	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2
АМШ-94/95	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2
АМШ-96/97	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2
АМШ-98/99	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-

Таблица 4.5

**Число ИКМ-трактов к/от ЗТУ и к УСС**

ОПС, АМШ или MSAN	$V_{YCC,i}$	$V_{3TVi}$	$V_{clmi}$
ОПС-40/41	1	2	2
ОПС-44/45	2	2	2
ОПС-54/55	2	2	2
ОПС-56/57	1	2	2
ОПС-90/91	2	2	2
MSAN-42/43	1	2	1
MSAN-46/47	1	2	1
АМШ-48/49	1	2	1
MSAN-50/51	1	2	1
MSAN-52/53	1	2	1
MSAN-92/93		2	1
АМШ-94/95	1	2	1
АМШ-96/97	1	2	1
АМШ-98/99	1	2	1

## 5 РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЦИФРОВОГО КОЛЬЦА ДЛЯ СЕТИ С КОММУТАЦИЕЙ КАНАЛОВ

### 5.1 Характеристика транспортной сети синхронной цифровой иерархии SDH

В настоящее время на городских сетях связи Российской Федерации основным транспортным средством являются средства связи синхронной цифровой иерархии SDH, которые имеют возможность выделения сигналов цифровых сетевых трактов из сигналов вышестоящих цифровых сетевых трактов без демультиплексирования последних. Стандартные системы SDH приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1  
**Стандартные системы синхронной цифровой иерархии SDH**

Тип системы SDH	STM-1	STM-4	STM-16	STM-64
Количество потоков E1	63	252	1008	4032
Скорость, Мбит/с	155,520	622,080	2488,320	9953,280

При использовании оборудования SDH сети строятся в виде волоконно-оптических колец, на которых в пунктах концентрации нагрузки устанавливаются мощные транзитные центры, а вдоль по кольцу - мультиплексоры ввода/вывода (синхронные транспортные модули- STM).

Методика проектирования сети SDH для ГСС предусматривает повторное использование каналов на различных участках кольца. Расчет цифрового потока в кольце производится для структуры кольца, состоящей из четырех оптических волокон. Выбор данного числа оптических волокон основан на следующих положениях:

1. По одному оптическому волокну (ОВ) организуется только симплексная связь, т.е. передача информации в одном направлении (например, по часовой стрелке). Для возможности дуплексной связи используется другое ОВ, в котором передача информации осуществляется в обратном направлении (например, против часовой стрелки). При этом задействованы одни и те же участки кольца;

2. По одному и тому же кольцу можно организовать как входящую, так и исходящую связь относительно одной станции. При этом участвуют разные участки кольца. Таким образом, для организации дуплексной входящей и исходящей связи в кольце должно быть задействовано два ОВ. За прямое направление циркулирования информационного потока принято направление исходящей связи (например, по часовой стрелке);

3. Для обеспечения надежности связи предусмотрена возможность организации связи в обратном направлении (в случае обрыва одного из

участков кольца или отдельного ОВ). Для этих целей используются два других ОВ. Переключение на резерв осуществляется службой оперативного управления сетью (автоматически или вручную).

Таким образом, для организации надежного функционирования кольца требуется четыре оптических волокна, два из которых - для основного и два - для резервного кольца.

Пропускная способность цифрового кольца выбирается по максимальной требуемой скорости цифрового потока в основном кольце.

## **5.2 Методика расчета требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца**

Методика расчета требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца предусматривает выполнение следующих расчетов:

1. Рассчитываются нагрузки  $y_{ij}$ , вводимые в  $i$ -м пункте и выводимые в  $j$ -м пункте, путем суммирования всех межстанционных нагрузок, циркулирующих между указанными пунктами кольца, где  $i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, N$ ;  $N$  - количество пунктов ввода-вывода в кольце;

2. Отдельно определяются нагрузки от/к ЗТУ и к ЦОВ(УСС), вводимые в  $i$ -м пункте и выводимые в  $j$ -м пункте (если они имеются), путем суммирования всех соответствующих нагрузок, циркулирующих между указанными пунктами кольца.

3. Рассчитывается число каналов, необходимое для обслуживания каждой из определенных выше нагрузок;

4. Полученные результаты емкостей пучков соединительных линий округляются до «30» в большую сторону для нахождения числа первичных цифровых потоков E1 в каждом участке межстанционной связи.

5. Подсчитывается необходимое число первичных цифровых потоков на каждом  $k$ -м участке кольца  $V_k$  путем суммирования числа всех первичных цифровых потоков, задействованных на соответствующем участке, где  $k$  - номер участка кольца,  $k = 1, 2, \dots, K$ ;  $K$  - общее число участков кольца;

6. Выбирается участок кольца, на котором требуется наибольшее количество первичных цифровых потоков  $V_{kmax}$ ;

7. С учетом запаса на развитие сети полученное число  $V_{kmax}$  увеличивается на  $30 \div 40\%$  (запас емкости кольца может быть другим при соответствующем обосновании специфических условий развития сети);

8. Выбор типа системы передачи SDH для реализации цифрового кольца осуществляется с учетом максимального количества первичных цифровых потоков, которые может обеспечить соответствующая система (табл. 5.1).

Если требуемая канальная емкость цифрового кольца выше одной из стандартных емкостей системы SDH, то выбирается система более высокого уровня или на сети образуют два или несколько колец.

### 5.3 Пример расчета требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца

Рассмотрим расчет требуемой пропускной способности цифрового SDH-кольца, обеспечивающего межстанционную связь на ГСС, представленную на рис. 5.1.

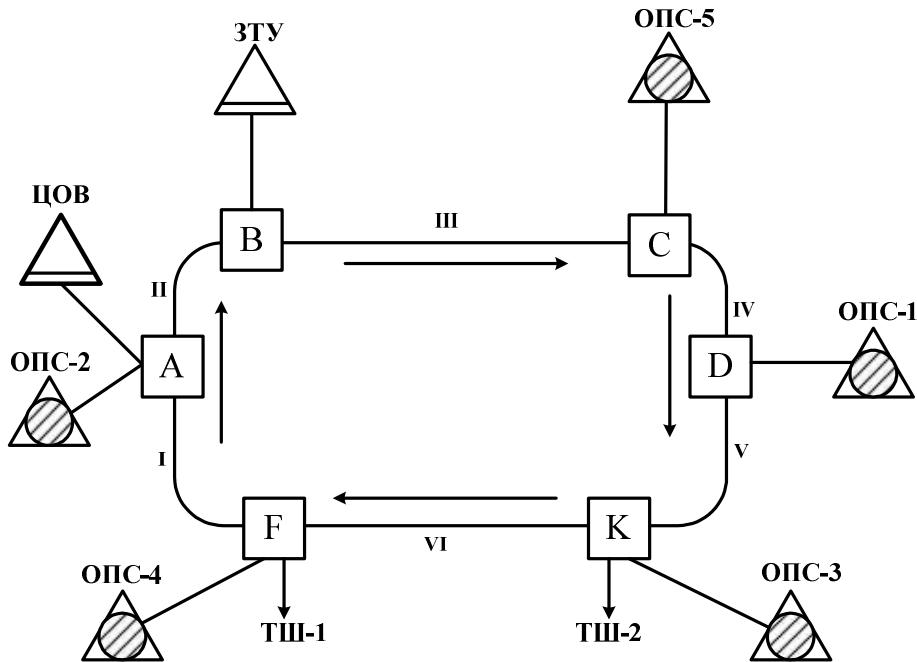


Рис. 5.1 - Пример кольцевой структуры ГСС

В кольце используется шесть мультиплексоров ввода-вывода нагрузки, обозначенные на рис. 5.1 символами А, В, С, Д, К и F. Участки кольца между мультиплексорами обозначены римскими цифрами I, II, III, IV, V и VI. Через мультиплексоры F и K осуществляется выход в пакетную сеть: соответственно через ТШ-1 и ТШ-2.

В рассматриваемой сети отсутствуют транзитные и опорно-транзитные станции, обеспечивающие групповое использование пучков соединительных линий на отдельных участках сети, поэтому все пучки между всеми станциями сети можно считать независимо на основании соответствующих нагрузок.

Значения емкостей пучков округляются в большую сторону до числа, кратного «30», и полученные числа делятся на 30. Таким образом, получается таблица емкостей пучков соединительных линий в первичных цифровых трактах Е1. Для рассматриваемого примера такая таблица будет иметь следующий вид (табл. 5.2).

Таблица 5.2  
Емкости пучков межстанционных связей

№ ОПС	1	2	3	4	5	ЗТУ	ЦОВ
1	-	$V_{1-2}$	$V_{1-3}$	$V_{1-4}$	$V_{1-5}$	$V_{1-3ТУ}$	$V_{1-ЦОВ}$
2	$V_{2-1}$	-	$V_{2-3}$	$V_{2-4}$	$V_{2-5}$	$V_{2-3ТУ}$	$V_{2-ЦОВ}$
3	$V_{3-1}$	$V_{3-2}$	-	$V_{3-4}$	$V_{3-5}$	$V_{3-3ТУ}$	$V_{3-ЦОВ}$
4	$V_{4-1}$	$V_{4-2}$	$V_{4-3}$	-	$V_{4-5}$	$V_{4-3ТУ}$	$V_{4-ЦОВ}$
5	$V_{5-1}$	$V_{5-2}$	$V_{5-3}$	$V_{5-4}$	-	$V_{5-3ТУ}$	$V_{5-ЦОВ}$
ЗТУ	$V_{3ТУ-1}$	$V_{3ТУ-2}$	$V_{3ТУ-3}$	$V_{3ТУ-4}$	$V_{3ТУ-5}$	-	-

Затем заполняется табл. 5.3, в которой указываются ПЦТ, вводимые в  $i$ -м мультиплексоре и выводимые в  $j$ -м мультиплексоре цифрового кольца. В последнем столбце табл. 5.3 приведены суммы всех элементов каждой строки, которые определяют суммарное число ПЦТ, вводимых в соответствующих мультиплексорах. Для простоты расчетов будем предполагать, что через мультиплексоры ввода/вывода F и K, к которым подключены ТШ-1 и ТШ-2 соответственно, проходят одинаковые по величине цифровые потоки, в дальнейшем эти транкинговые шлюзы будут обозначены как один шлюз-ТШ.

Таблица 5.3  
Межстанционные ПЦТ кольцевой структуры

Мультиплексоры ввода ПЦТ	Мультиплексоры вывода ПЦТ						Сумма вводимых ПЦТ
	A	B	C	D	K	F	
A	-	$V_{A-B}$	$V_{A-C}$	$V_{A-D}$	$V_{A-K}$	$V_{A-F}$	$V_{\Sigma A}$
B	$V_{B-A}$	-	$V_{B-C}$	$V_{B-D}$	$V_{B-K}$	$V_{B-F}$	$V_{\Sigma B}$
C	$V_{C-A}$	$V_{C-B}$	-	$V_{C-D}$	$V_{C-K}$	$V_{C-F}$	$V_{\Sigma C}$
D	$V_{D-A}$	$V_{D-B}$	$V_{D-C}$	-	$V_{D-K}$	$V_{D-F}$	$V_{\Sigma D}$
K	$V_{K-A}$	$V_{K-B}$	$V_{K-C}$	$V_{K-D}$	-	$V_{K-F}$	$V_{\Sigma K}$
F	$V_{F-A}$	$V_{F-B}$	$V_{F-C}$	$V_{F-D}$	$V_{F-K}$	-	$V_{\Sigma F}$

Для рассматриваемого примера формулы для расчета пучков ПЦТ, вводимых и выводимых в соответствующих мультиплексорах, имеют вид:

$V_{A-B} = V_{2-3ТУ}$ ;  $V_{A-C} = V_{2-5}$ ;  $V_{A-D} = V_{2-1}$ ;  $V_{A-K} = V_{2-3}$ ;  $V_{A-F} = V_{2-4} + V_{2-ТШ}$ , таким образом:

$$V_{\Sigma A} = V_{2-3ТУ} + V_{2-5} + V_{2-1} + V_{2-3} + V_{2-4} + V_{2-ТШ}.$$

Аналогично выполняются расчеты для всех мультиплексоров ввода/вывода:

$$\begin{aligned}
 V_{\Sigma B} &= V_{3\text{ТУ}-5} + V_{3\text{ТУ}-1} + V_{3\text{ТУ}-3} + V_{3\text{ТУ}-4} + V_{3\text{ТУ}-\text{ТШ}}; \\
 V_{\Sigma C} &= V_{5-1} + V_{5-3} + V_{5-4} + V_{5-\text{ТШ}} + V_{5-2} + V_{5-\text{ЦОВ}}; \\
 V_{\Sigma D} &= V_{1-3} + V_{1-4} + V_{1-\text{ТШ}} + V_{1-2} + V_{1-\text{ЦОВ}} + V_{1-3\text{ТУ}}; \\
 V_{\Sigma K} &= V_{3-4} + V_{3-\text{ТШ}} + V_{3-2} + V_{3-\text{ЦОВ}} + V_{3-3\text{ТУ}} + V_{3-5} + V_{3-1}; \\
 V_{\Sigma F} &= V_{4-2} + V_{4-\text{ЦОВ}} + V_{\text{ТШ}-2} + V_{\text{ТШ}-\text{ЦОВ}} + V_{4-3\text{ТУ}} + V_{\text{ТШ}-3\text{ТУ}} + V_{4-5} + \\
 &+ V_{\text{ТШ}-5} + V_{4-1} + V_{\text{ТШ}-1} + V_{4-3} + V_{\text{ТШ}-3}.
 \end{aligned}$$

Используя данные табл. 4.4 и табл. 4.5, сделан расчет  $V_{\Sigma i}$ :

$$V_{\Sigma A} = 32; V_{\Sigma B} = 17; V_{\Sigma C} = 29; V_{\Sigma D} = 20; V_{\Sigma K} = 36; V_{\Sigma F} = 114.$$

Общее число ПЦТ на каждом участке кольца определяется суммарным значением ПЦТ, вводимых на данном участке (в мультиплексоре начала участка), и ПЦТ, проходящих транзитом по данному участку от мультиплексоров других участков кольца. Для рассматриваемого примера формулы для расчета суммарного числа ПЦТ на каждом участке SDH-кольца имеют вид:

$$\begin{aligned}
 V_I &= V_{\Sigma F} + V_{B-A} + V_{C-A} + V_{C-B} + V_{D-A} + V_{D-B} + V_{D-C} + V_{K-D} + V_{K-C} + V_{K-B} + V_{K-A}; \\
 V_{II} &= V_{\Sigma A} + V_{C-B} + V_{D-B} + V_{D-C} + V_{K-B} + V_{K-C} + V_{K-D} + V_{F-K} + V_{F-D} + V_{F-C} + V_{F-B}; \\
 V_{III} &= V_{\Sigma B} + V_{D-C} + V_{K-D} + V_{K-C} + V_{F-C} + V_{F-D} + V_{F-K} + V_{A-C} + V_{A-D} + V_{A-K} + V_{A-F}; \\
 V_{IV} &= V_{\Sigma C} + V_{B-D} + V_{B-K} + V_{B-F} + V_{B-A} + V_{A-D} + V_{A-K} + V_{A-F} + V_{F-D} + V_{F-K} + V_{K-D}; \\
 V_V &= V_{\Sigma D} + V_{F-K} + V_{A-K} + V_{A-F} + V_{B-A} + V_{B-F} + V_{B-K} + V_{C-A} + V_{C-F} + V_{C-K} + V_{C-B}; \\
 V_{VI} &= V_{\Sigma K} + V_{A-F} + V_{B-F} + V_{B-A} + V_{C-F} + V_{C-A} + V_{C-B} + V_{D-F} + V_{D-A} + V_{D-B} + V_{D-C}.
 \end{aligned}$$

Требуемая пропускная способность цифрового кольца определяется максимальным значением пропускной способности отдельного участка. Для выбора такого участка необходимо использовать данные табл. 4.4 и табл. 4.5 и составленные выражения для каждого участка SDH-кольца.

Например, для участка I, где число ПЦТ является максимальным,  $V_{I\max} = 146$  ПЦТ. С учетом 40%-го запаса емкости кольца:  $V_{I\max} = 204$  ПЦТ.

Полученное значение  $V_{I\max}$  и данные табл. 5.1, позволяют сделать выбор типа синхронного транспортного модуля - STM-4.

## 6 РАСЧЕТ СЕТИ С ПАКЕТНОЙ КОММУТАЦИЕЙ

На рис. 6.1 представлена схема обмена медиа и сигнальной информацией в проектируемой мультисервисной сети. Для удобства расчет транспортного ресурса сети с пакетной коммутацией предлагается выполнять отдельно для каждого вида передаваемой по сети информации.

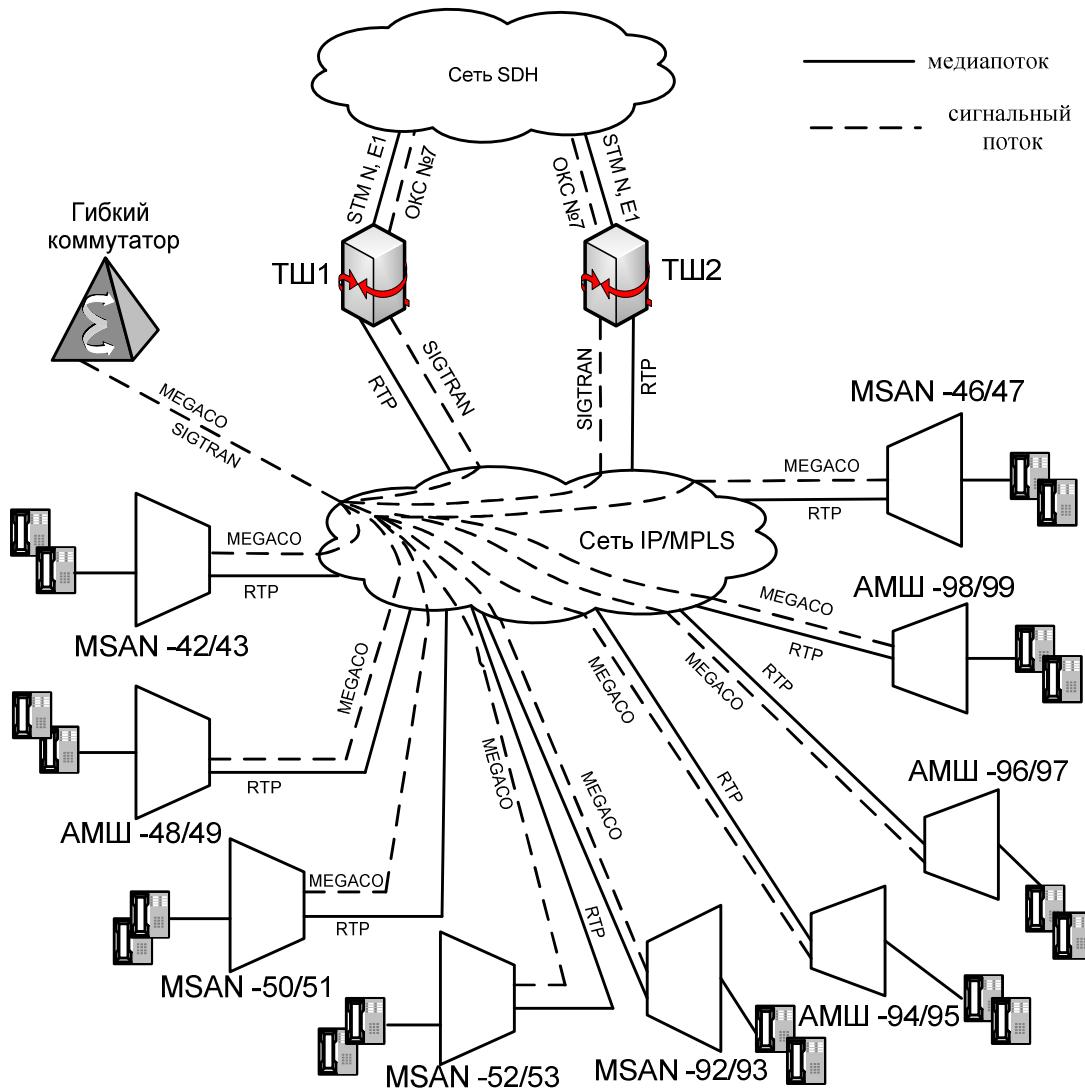


Рис. 6.1 - Схема обмена медиа и сигнальной информацией в проектируемой МССОП

### 6.1 Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи разговорного трафика

В соответствии с методикой, изложенной в [1] и данными табл. 3.2 определяются нагрузки, создаваемые пользователями проектируемых АМШ при исходящей и входящей связи:

$$Y_{AMSH} = \sum_{i,j} Y_{i-j} \quad (6.1)$$

где  $Y_{i-j}$  - значения межстанционных нагрузок, рассчитаны в соответствии с данными табл. 3.2.

Результаты расчетов по формуле (6.1) заносятся в табл. 6.1.

Таблица 6.1  
Нагрузка, обслуживаемая мультисервисными узлами доступа

Узел доступа	Исходящая нагрузка, $Y_i$ , Эрл.	Входящая нагрузка, $Y_j$ , Эрл.	$\sum Y_{AMSHi}$ , Эрл.
АМШ-48/49			
АМШ-94/95			
АМШ-96/97			
АМШ-98/99			

Транспортный ресурс АМШ рассчитывается аналогично с учетом необходимого ресурса для медиа и сигнальной нагрузок [3]:

$$V_{AMSH i} = V_{AMSH i \text{ медиа}} + V_{AMSH i \text{ MEGACO}} \quad (6.2)$$

Транспортный ресурс необходимый для передачи медиа трафика определяется по формуле:

$$V_{AMSH i \text{ медиа}} = k V_G \cdot Y_{AMSH i} \quad (6.3)$$

где  $k$  - коэффициент использования ресурса,  $k = 1,25$ ;

$V_G$  - полоса пропускания речевого кодака G.711 - 84,80 кбит/с.

$Y_{AMSH i}$  – суммарная нагрузка, обслуживаемая соответствующим узлом доступа из табл.6.1.

Транспортный ресурс АМШ , необходимый для передачи сигнальной информации определяется по формуле:

$$V_{AMSH \text{ MEGACO}} = k_{csgn} \cdot (P_{CCOP} \cdot N_{AMSH} \cdot L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO}) / 450 \text{ бит/с.} \quad (6.4)$$

где  $P_{CCOP}$  - удельная интенсивность вызовов от абонентов, использующих доступ по аналоговой телефонной линии в ЧНН;  $P_{CCOP} = 5$  выз/час;

$N_{AMSH}$  - число абонентов АМШ, пользующихся услугой широкополосного доступа по технологии ADSL;

$L_{MEGACO}$  – средняя длина сообщения (в байтах) протокола MEGACO, используемого при управлении коммутацией на шлюзе;

$N_{MEGACO}$  – среднее количество сообщений протокола MEGACO при обслуживании вызова;

$k_{сигн}$  – коэффициент использования транспортного ресурса при передаче сигнальной нагрузки. По аналогии с расчетом сигнальной сети ОКС№7 примем значение  $k_{сигн} = 5$ , что соответствует нагрузке в 0,2 Эрл.;

$1/450$  – результат приведения размерностей «байт в час» к «бит в секунду» ( $8/3600 = 1/450$ ).

В курсовом проекте можно принять, что средняя длина всех сообщений протокола *MEGACO* равна 50 байтам, а среднее количество сообщений в процессе обслуживания вызова равно 10[3].

Полосы пропускания для передачи данных по технологии ADSL определяется, исходя из того, что скорость передачи данных по технологии ADSL равна 2 Мбит/с, т.е.

$$V_{ADSL} = Y_{ADSLi} \cdot 2, \text{ Мбит/с.}, \quad (6.5)$$

где  $Y_{ADSLi}$  – нагрузка, создаваемая абонентами АМШ, пользующимися услугой широкополосного доступа по технологии ADSL.

Результаты расчета по формуле (6.5) заносятся в табл. 6.2.

**Таблица 6.2**  
**Транспортный ресурс и типы интерфейсов для подключения**  
**узлов доступа АМШ к пакетной сети**

Узел доступа	$V_{i\_медиа}$ , Мбит/с	$V_{i\_MEGACO}$ , Мбит/с	$V_{ADSL}$ , Мбит/с	$V_{\Sigma i}$ , Мбит/с	Количество и тип интерфейсов
АМШ-48/49	102,99	0,0278	819,2	922,218	2x1GbitEthernet
АМШ-94/95	....	....	....	....	....
АМШ-96/97	....	....	....	....	....
АМШ-98/99	....	....	....	....	....

Определение емкости транспортных ресурсов выполняется с учетом следующих правил:

- для подключения используется стандартный интерфейс с превышением параметров информационного потока, т.е. если информационный поток равен, например, 48 Мбит/с, то необходимо выбрать интерфейс 100 Мбит/с (FastEthernet), а не 5 интерфейсов по 10 Мбит/с;

- каждый объект с целью резервирования подключается по схеме резервирования 1:1, т.е. если необходим для обслуживания информационного потока один интерфейс, то в емкостные параметры закладывается два интерфейса.

## 6.2 Определение транспортного ресурса и интерфейса подключения транзитного шлюза к пакетной сети

Транспортный ресурс, необходимый для передачи телефонного трафика в пакетную сеть, поступающего на транзитный шлюз от ССОП:

$$V_{TMSh\_польз} = V_{G711} \cdot Y_{TMSh}, \text{бит/с} \quad (6.6)$$

где  $Y_{TMSh}$  - общая телефонная нагрузка, поступающая на транзитный шлюз от всех ОПС ССОП;

$V_{G711}$  - для кодека типа G.711 полоса пропускания равна 84,8 кбит/с.

Так как ТШ-2 работает в резерве, то он способен пропустить такую же нагрузку, что и ТШ-1 и очевидно, что полоса пропускания для транзитных шлюзов будет определяться полосой пропускания участка XIX для ТШ-1 и участка IX для ТШ-2 проектируемой сети:

$$V_{TSh1} = V_{TSh2} = V_{XIX} = V_{IX}.$$

Таким образом, общая телефонная нагрузка, поступающая на транзитный шлюз ТШ-1 в соответствие с обозначениями, принятыми в табл. 2.1, и рис. 2.3:

$$\begin{aligned} Y_{TMSh1} = Y_{XIX} = & Y_{1-8} + Y_{1-9} + Y_{1-10} + Y_{1-11} + Y_{1-12} + Y_{1-13} + Y_{1-14} + Y_{1-15} + Y_{1-16} + \\ & + Y_{2-8} + Y_{2-9} + Y_{2-10} + Y_{2-11} + Y_{2-12} + Y_{2-13} + Y_{2-14} + Y_{2-15} + Y_{2-16} + Y_{3-8} + \\ & + Y_{3-9} + Y_{3-10} + Y_{3-11} + Y_{3-12} + Y_{3-13} + Y_{3-14} + Y_{3-15} + Y_{3-16} + Y_{4-8} + Y_{4-9} + \\ & + Y_{4-10} + Y_{4-11} + Y_{4-12} + Y_{4-13} + Y_{4-14} + Y_{4-15} + Y_{4-16} + Y_{5-8} + Y_{5-9} + Y_{5-10} + \\ & + Y_{5-11} + Y_{5-12} + Y_{5-13} + Y_{5-14} + Y_{5-15} + Y_{5-16} + Y_{6-8} + Y_{6-9} + Y_{6-10} + Y_{6-11} + \\ & + Y_{6-12} + Y_{6-13} + Y_{6-14} + Y_{6-15} + Y_{6-16} + Y_{8-1} + Y_{8-2} + Y_{8-3} + Y_{8-4} + Y_{8-5} + \\ & + Y_{8-6} + Y_{8-7} + Y_{9-1} + Y_{9-2} + Y_{9-3} + Y_{9-4} + Y_{9-5} + Y_{9-6} + Y_{9-7} + Y_{10-1} + Y_{10-2} + \\ & + Y_{10-3} + Y_{10-4} + Y_{10-5} + Y_{10-6} + Y_{10-7} + Y_{11-1} + Y_{11-2} + Y_{11-3} + Y_{11-4} + Y_{11-5} + \\ & + Y_{11-6} + Y_{11-7} + Y_{12-1} + Y_{12-2} + Y_{12-3} + Y_{12-4} + Y_{12-5} + Y_{12-6} + Y_{12-7} + Y_{13-1} + \\ & + Y_{13-2} + Y_{13-3} + Y_{13-4} + Y_{13-5} + Y_{13-6} + Y_{13-7} + Y_{14-1} + Y_{14-2} + Y_{14-3} + Y_{14-4} + \\ & + Y_{14-5} + Y_{14-6} + Y_{14-7} + Y_{15-1} + Y_{15-2} + Y_{15-3} + Y_{15-4} + Y_{15-5} + Y_{15-6} + Y_{15-7} + \\ & + Y_{16-1} + Y_{16-2} + Y_{16-3} + Y_{16-4} + Y_{16-5} + Y_{16-6} + Y_{16-7}. \end{aligned}$$

Нагрузка на остальных участках пакетной сети определяется аналогично.

Соответствующий транспортный ресурс, необходимый для передачи сигнальной нагрузки определяется по формуле:

$$V_{сигн\ i} = C_i (L_{SIGTRAN} N_{SIGTRAN} + L_{MEGACO} N_{MEGACO}) \text{бит/с.} \quad (6.7)$$

где  $L_{SIGTRAN}$  – средняя длина сообщения (в байтах) протокола SIGTRAN;

$N_{SIGTRAN}$  – среднее количество сообщений протокола SIGTRAN при обслуживании вызова;

$L_{MEGACO}$  – средняя длина сообщения (в байтах) протокола MEGACO, используемого для управления транспортным шлюзом;

$N_{MEGACO}$  – среднее количество сообщений протокола MEGACO при обслуживании вызова.

Ориентировочно можно принять, что средняя длина всех сообщений протокола MEGACO равна 40 байтам, а среднее количество сообщений в процессе обслуживания вызова равно 8; средняя длина всех сообщений протокола SIGTRAN равна 45 байтам, а среднее количество сообщений в процессе обслуживания вызова равно 10 [3];

$C_i$  – число вызовов в секунду, определяемое отношением:

$$C_i = \frac{Y_i}{t_p}, \quad (6.8)$$

где  $Y_i$  – медиа нагрузка на соответствующем участке пакетного кольца;

$t_p$  – величина средней длительности одного занятия, для проектируемой сети, может быть принята равной - 180 с.

Таким образом, для рассматриваемого примера:

$$Y_{TMSh} = 3962,36 \text{ Эрл.};$$

$$V_{TMSh \text{ полз.}} = 336,01 \text{ Мбит/с};$$

$$V_{cигн i} = 0,018 \text{ Мбит/с};$$

$$V_{TMSh \Sigma} = 336,028 \text{ Мбит/с}.$$

Следовательно, для подключения ТШ-1к ПК-1 необходимо выбрать интерфейс: 2x1GbitEthernet.

### 6.3 Расчет производительности гибкого коммутатора

Схема передачи сигнальных нагрузок в мультисервисной сети показана на рис. 6.2.

Производительность гибкого коммутатора может быть определена по формуле:

$$P_{ГК} = \frac{Y_{TSHM} + Y_{ΣMSAN}}{t}, \quad \text{выз/час}, \quad (6.9)$$

где  $t$  - средняя длительность одного занятия, час.

Транспортный ресурс гибкого коммутатора Softswitch для обслуживания проектируемой сети связи определяется по формуле:

$$V_{ГК} = P_{ГК} (L_{SIGTRAN} \cdot N_{SIGTRAN} + L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO}) / 450, \text{ бит/с.} \quad (6.10)$$

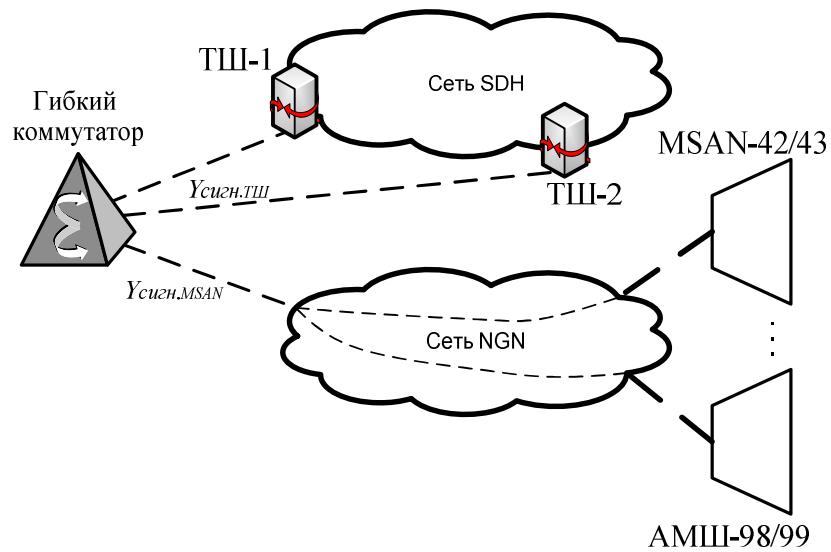


Рис. 6.2 - Схема передачи сигнальных нагрузок в МССОП

Для рассматриваемого примера:  $P_{ГК} = 254139$  выз./час;  
 $V_{ГК} = 0,12$  Кбит/с.

#### 6.4 Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи Интернет трафика

Пример структурной схемы подключения пользователей к сети Интернет показан на рис. 6.3.

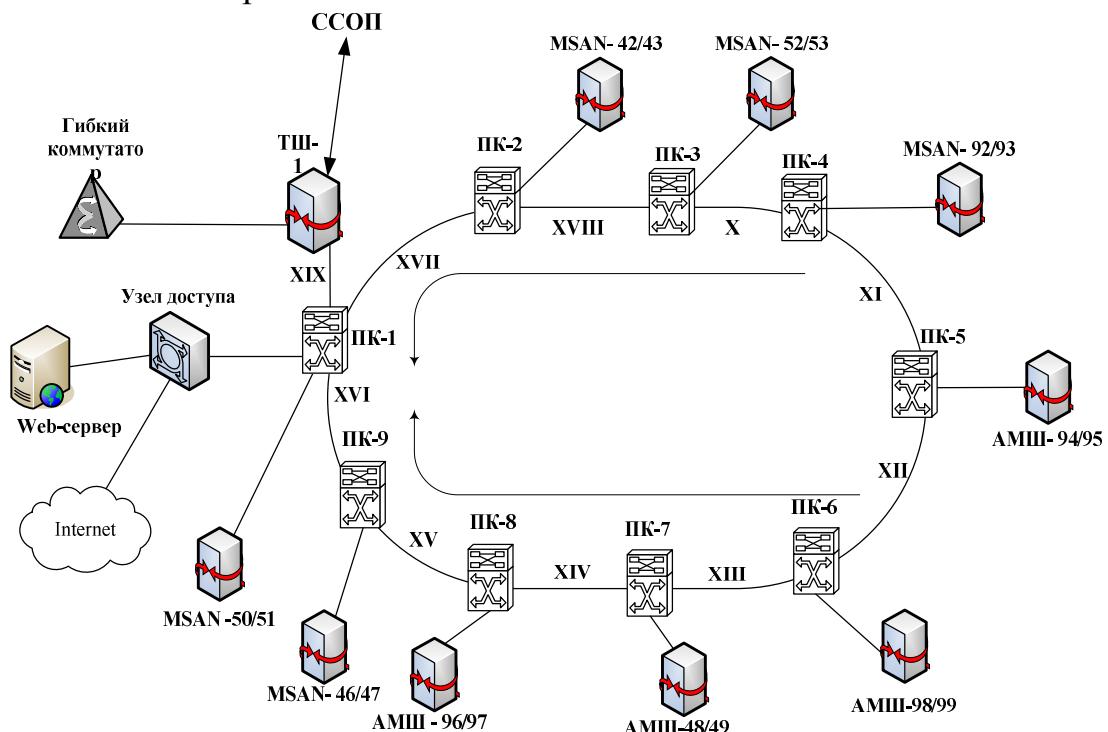


Рис. 6.3 – Пример подключения пользователей Интернет к УДИ

Структурный состав пользователей Интернет, в соответствии с исходными данными: нагрузка, создаваемая пользователями, число линий для обеспечения доступа пользователей к сети и соответствующая необходимая полоса пропускания, приведены в табл. 6.3. Пример заполнения табл. 6.3 приведен ниже.

Таблица 6.3

**Параметры подключения к сети Интернет пользователей и их структурный состав**

Узел доступа	Кол-во абонентов	Нагрузка, Эрл.	Число линий, $V_{Int.}$	Полоса пропускания, Мбит/с
MSAN-42/43	....	....	....	....
MSAN-46/47	....	....	....	....
АМШ-48/49	2000	200	221	452,6
MSAN-50/51	....	....	....	....
MSAN-52/53	....	....	....	....
MSAN-92/93	....	....	....	....
АМШ-94/95	....	....	....	....
АМШ-96/97	....	....	....	....
АМШ-98/99	....	....	....	....

Число пользователей Интернет для МССОП задано первоначально:

- для АМШ в табл. 1.3;
- для MSAN в п.9 задания на КП.

Нагрузка, создаваемая одним пользователем Интернет  $a_{Int.}$  составляет 0,1Эрл., следовательно, нагрузку, создаваемую пользователями, подключенными к определенному узлу доступа проектируемой сети можно определить следующим образом:

$$y_{Int.} = a_{Int.} \cdot N_{Int.} \quad (6.11)$$

Количество линий, необходимых для реализации данного типа доступа определяется по таблицам первой формулы Эрланга при вероятности потерь  $P_{бл.} = 0,01$ .

Требуемая полоса пропускания определяется, исходя из того, что скорость передачи данных при использовании технологии широкополосного доступа ADSL равна  $V_{ADSL} = 2048$  Кбит/с., таким образом, требуемая пропускная способность канала связи для доступа в Интернет абонентов по технологии ADSL:

$$V_{Int.}^* = 2,048 \cdot V_{Int.}, \text{ Мбит/с.} \quad (6.12)$$

Зная величину Интернет трафика и соответствующий ему транспортный ресурс, можно рассчитать необходимую полосу пропускания

участков пакетной сети для его передачи. При этом необходимо учитывать направления передачи информационных потоков. Вариант подключения к узлу доступа в Интернет приведен на рис. 6.3.

В рассматриваемом примере в пакетной мультисервисной сети соединение АМШ и MSAN с сетью Интернет организуется следующим образом:

- трафик от MSAN- 92/93, MSAN- 52/53 и MSAN- 42/43 будет передаваться к ПК-1 против часовой стрелки (рис. 6.3);

- трафик от АМШ-94/95, АМШ - 98/99, АМШ - 48/49, АМШ - 96/97 и MSAN- 46/47 будет передаваться к ПК-1 по часовой стрелке.

В соответствии с этим рассчитывается требуемая пропускная способность каждого из участков пакетной сети для пропуска Интернет трафика.

Просуммировав требуемый транспортный ресурс на каждом участке пакетной сети, получим величину общего транспортного ресурса, что позволит выбрать соответствующий тип интерфейса.

Например, для участка XVII пакетной сети, представленной на рис. 6.3, с учетом данных табл. 6.3, имеем:

$$V_{XVII}^{Int.} = V_{MSAN-92/93}^{Int.} + V_{MSAN-52/53}^{Int.} + V_{MSAN-42/43}^{Int.} = 5892,684 \text{ Мбит./с}$$

При выборе типа интерфейса необходимо учитывать, что каждый объект пакетной сети с целью резервирования подключается с резервным интерфейсом по схеме резервирования 1:1.

Пример представления результатов расчетов и выбора типов интерфейсов показан в табл. 6.5.

Таблица 6.5

**Пропускная способность участков пакетной сети для передачи Интернет трафика и тип интерфейсов**

Участок сети NGN	Пропускная способность участка, Мбит/с	Количество и тип интерфейсов
XI	...	...
...		
XVII	5892,684	2x10GbitEthernet
...	...	...
XIX	...	...

## **6.5 Методика расчета и выбора типов интерфейсов для передачи видео трафика**

Пример структурной схемы подключения пользователей к видео серверу (IP-TV- сервер) показан на рис. 6.4.

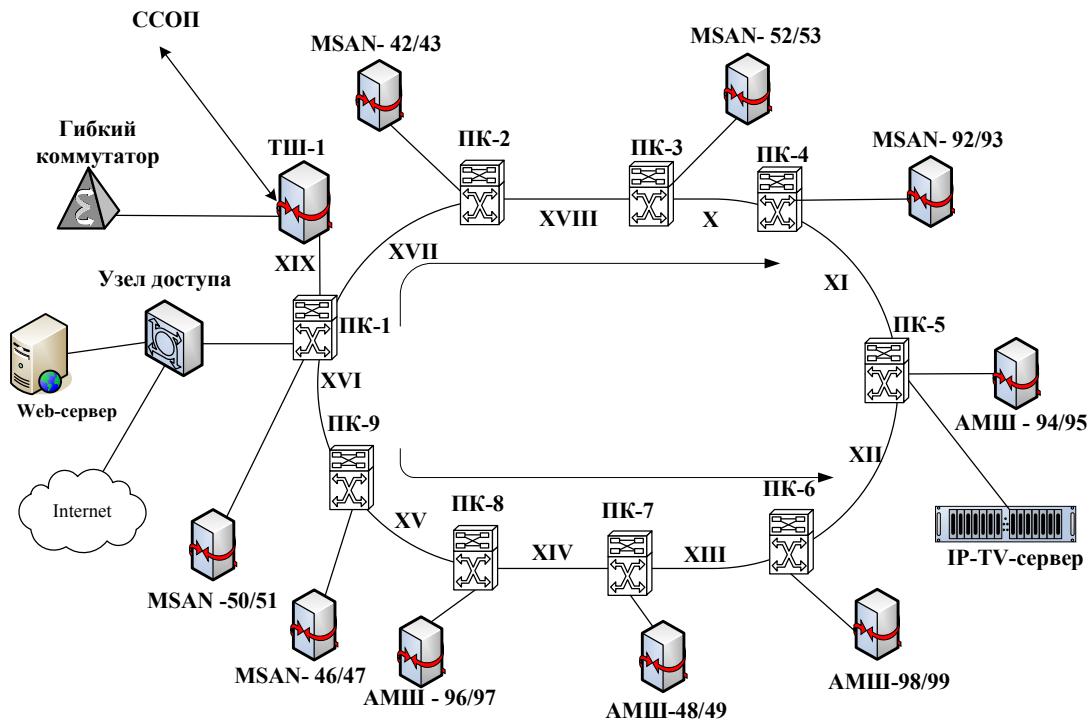


Рис. 6.4 - Вариант подключения пользователей IP-TV

Структурный состав пользователей IP-TV рассчитывается в соответствии с исходными данными:

- для АМШ в табл. 1.3;
- для MSAN в п.9 задания на КП.

По этим данным определяется нагрузка, создаваемая пользователями, имеющими доступ к услуге пакетное телевидение IP-TV, и соответствующее ей число линий. Используя эти данные, можно рассчитать необходимую полосу пропускания для предоставления этой услуги.

Удельная нагрузка на IP-TV канал  $a_{IP-TV}$  составляет 0,1 Эрл, следовательно, нагрузку, создаваемую пользователями, имеющими доступ к этой услуге, можно определить следующим образом:

$$Y_i^{IP-TV} = a_{IP-TV} \cdot N_{IP-TV i} \text{ Эрл.} \quad (6.13)$$

Количество линий, необходимых для обслуживания данной нагрузки, определяется по таблицам первой формулы Эрланга при вероятности потерь  $P_{6l.} = 0,01$  аналогично предыдущим расчетам для Интернет трафика.

Пример заполнения табл. 6.6, где приведены число пользователей, имеющих доступ к услуге пакетного телевидения IP-TV, создаваемая ими

нагрузка, число линий для обслуживания этой нагрузки и соответствующая необходимая полоса пропускания, приведен ниже.

Таблица 6.6

**Параметры подключения пользователей к IPTV- серверу**

Узел доступа	Количество пользователей IP-TV, $N_{IP-TV}$	Нагрузка, Эрл.	Число линий, $V_{IP-TV}$	Полоса пропускания, Мбит/с
MSAN - 46/47	...	...	...	...
...	...	...	...	...
MSAN - 50/51	...	...	...	...
...	...	...	...	...
АМШ - 94/95	2000	200,0	221	452,6
...	...	...	...	...
АМШ - 98/99	...	...	...	...

Требуемая полоса пропускания определяется исходя из того, что скорость передачи данных для IP-TV:  $V_{IP-TV}$  равна 2,048 Мбит/с, таким образом, требуемая пропускная способность канала связи для передачи данных для IP-TV:

$$V_{IP-TV}^* = 2,048 \cdot V_{IP-TV}, \text{ Мбит/с.} \quad (6.14)$$

Доступ к IP-TV-серверу в проектируемой пакетной сети организуется следующим образом:

- трафик от MSAN- 42/43, MSAN- 52/53 и MSAN- 92/93 будет передаваться к ПК-5 по часовой стрелке (рис. 6.4);
- трафик от MSAN- 50/51, MSAN- 46/47, АМШ- 96/97, АМШ- 48/49 и АМШ - 98/99 будет передаваться к ПК-5 против часовой стрелки.

В соответствии с этим рассчитывается требуемая пропускная способность каждого из участков пакетной сети для пропуска видео трафика. Результаты расчетов заносятся в табл. 6.7.

Таблица 6.7

**Расчет пропускной способности участков пакетной сети для передачи видео трафика и тип интерфейсов**

Участок сети NGN	Пропускная способность участка, Мбит/с	Количество и тип интерфейсов
XI	2850,816	2x10GbitEthernet
...	...	...
XVII	...	...
...	...	...
XIX	...	...

## 7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ МССОП

Общие принципы проектирования оборудования МССОП изложены в главе 14[5]. Методика расчета объема проектируемого оборудования мультисервисной сети связи общего пользования предусматривает:

- расчет оборудования гибкого коммутатора (softswitch);
- расчет оборудования сигнальных и медиа шлюзов;
- расчет оборудования мультисервисных узлов доступа MSAN.

Для выполнения этих расчетов необходимо использовать характеристику оборудования NGN зарубежного и отечественного производства, используя рекомендованный список литературы.

В соответствие с рассматриваемым примером для построения мультисервисной сети связи общего пользования предлагается использовать оборудование компании Huawei(Китай):

- 1) гибкий коммутатор (softswitch) SoftX3000;
- 2) для построения мультисервисных узлов доступа MSAN выбран интегрированный медиашлюз доступа UA5000;
- 3) функции транкинговых шлюзов ТШ-1 и ТШ-2 реализует универсальный шлюз доступа UMG8900.

Характеристика этого оборудования приведена в [5] и Приложении П.3. Там же приведены основные характеристики оборудования платформ NGN других производителей. В том числе, оборудования NGN в соответствие с вариантами, рекомендованными в табл. 1.3.

### 7.1 Методика расчета оборудования гибкого коммутатора (softswitch) SoftX3000

Важнейшим компонентом гибкого коммутатора SoftX3000 является максимальное число попыток вызовов в час наибольшей нагрузки BHCA(Busy Hour Call Attempt). В соответствии с данными табл. 5.1[5] максимальная производительность системы составляет 16 миллионов вызовов в ЧНН.

В рассматриваемом примере производительность гибкого коммутатора  $P_{ГК} = 254139$  выз./час. Учитывая производительность одного модуля обработки услуг FCCU (400 тыс. выз./ЧНН), для обработки требуемого количества вызовов достаточно одного модуля данного типа.

Однако для работы со смешанной абонентской нагрузкой рекомендуется использовать разделение нагрузки между модулями.

Кроме этого при обслуживании данной нагрузки ресурсы модуля будут загружены в существенной степени. Поэтому, предусматривая запас, выбираем два модуля FCCU.

Модули FCCU обычно резервируются по умолчанию и используются

парами. Таким образом, с учетом резервирования всего необходимо 4 модуля FCCU.

## **7.2 Методика расчета оборудования универсального шлюза доступа UMG8900**

Универсальный шлюз доступа UMG8900[5] может служить шлюзом соединительных линий TG(Trunk Gateway), шлюзом доступа AG(Access Gatewey), а также реализует функции сигнального шлюза SG(Signalling Gatewey).

Шлюз UMG8900 состоит из двух основных функциональных модулей:

- SSM(Service Switching Module)-модуль коммутации услуг выполняет коммутацию и преобразование форматов медиа и сигнальной информации;
- UAM(User Access Module)- модуль абонентского доступа обеспечивает интегрированный доступ для узкополосных и широкополосных услуг и реализует функции шлюза доступа.

При использовании шлюз UMG8900 в качестве транкингового шлюза возможна поддержка до 54000 каналов интерфейса E1 и до 70000 каналов интерфейса SDH (табл. 5.7[5]).

В рассматриваемом примере количество потоков E1, обрабатываемых ТШ-1, в соответствие с данными табл. 4.4 и табл. 4.5 составляет 126 потоков E1. Каждая плата поддерживает 32 потока, следовательно потребуется 4 платы FE32(интерфейс Fast Ethernet-100Мбит/с.).

Для обработки сигнализации ОКС№7 стандартный шлюз UMG8900 большой емкости может обработать до 896 сигнальных звеньев 64кбит/с.(см. табл. 5.10[5]).

В рассматриваемом примере число звеньев сигнализации, необходимое для обслуживания медиа трафика, передаваемого от/к пакетной и SDH сетями, может быть определено по формуле (6.2). В этой формуле  $y_{3c\ i} = 0,1373 \cdot 10^{-3}$ .  $Y_{TMШ1}=0,544$  Эрл. Такая сигнальная нагрузка потребует 3 звеньев сигнализации.

С учетом резервирования потребуется 6 ЗС, то есть выбранный шлюз UMG8900 сможет обработать сигнальную нагрузку ОКС№7.

## **7.3 Методика расчета оборудования интегрального медиа шлюза доступа UA5000**

Основные характеристики мультисервисного шлюза доступа UA5000 представлены в табл. 5.3[5]. Типы источников нагрузки каждого MSAN проектируемой мультисервисной сети указаны в исходных данных.

В рассматриваемом примере для каждого MSAN:

- количество аналоговых абонентских телефонных линий  $N_{aL}=10000$ ;
- количество абонентов доступа в Интернет  $N_{Int}=4000$ ;
- количество абонентов пакетного телевидения  $N_{IP-TV}=3200$ ;
- количество абонентов услуги «Видео по запросу»  $N_{VoD}=1000$ .

В соответствие с этими данными рассчитывается:

- 1) число плат для включения аналоговых абонентских линий:

$$N_{ASL}=\lceil 10000/32 \rceil = 313 \text{ плат};$$

- 2) число плат для реализации доступа в Интернет:

$$N_{ADLA}=\lceil 4000/16 \rceil = 250 \text{ плат};$$

- 3) число плат для реализации услуг пакетного телевидения:

$$N_{ADLV}=\lceil 3200+1000/16 \rceil = 263 \text{ платы.}$$

В настоящее время для построения мультисервисных сетей общего пользования разработано несколько моделей стативов UA5000, что показано в табл. 5.5[5].

Аналогично приведенной методике выполняется расчет проектируемого оборудования NGN других производителей.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети [Текст]: РД 45.120-2001. - М.: Министерство Российской Федерации по связи и информатизации. - 128 с.
2. Росляков, А. В. Сети связи [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» [для бакалавров дневного и заоч. отделений]. / А. В. Росляков ; ПГУТИ, Каф. АЭС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3 Мб). - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017; Режим доступа: [http://elib.psuti.ru/Roslyakov\\_Seti\\_svyazi\\_uchebnoe\\_posobie\\_2017.pdf](http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Seti_svyazi_uchebnoe_posobie_2017.pdf)
3. Семенов, Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения [Текст]/ Ю.В. Семенов -С-Пб.: Наука и техника, 2005. - 240 с.
4. Росляков, А. В. Мультисервисные платформы сетей следующего поколения NGN. Отечественные системы [Текст] / А. В. Росляков - Самара: ПГУТИ, 2012. - Т.1 - 305 с.
5. Мультисервисные платформы сетей следующего поколения NGN. Зарубежные системы [Текст] / А.В. Росляков [и др.]; под ред. А.В. Рослякова. – Самара: ПГУТИ, 2012. – Т.2 - 337 с.
6. Росляков, А. В. Зарубежные и отечественные платформы сетей NGN [Текст] / А.В. Росляков. – Самара: ИУНЛ ПГУТИ, 2013. - 312 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Таблица 1

**Зависимость величины внутристанционного сообщения от  
возникающего сообщения ОПС (АТС), в %**

Возникающее сообщение АТС к сообщению сети, %	Процент внутреннего сообщения в возникающем сообщении	Возникающее сообщение АТС к сообщению сети, %	Процент внутреннего сообщения в возникающем сообщении
0,5	16,0	12,0	30,0
1,0	18,0	13,0	31,5
1,5	18,7	14,0	32,9
2,0	19,0	15,0	33,3
2,5	19,2	20,0	38,5
3,0	19,4	25,0	42,4
3,5	19,7	30,0	46,0
4,0	20,0	35,0	50,4
4,5	20,2	40,0	54,5
5,0	20,4	45,0	58,2
5,5	20,7	50,0	61,8
6,0	21,0	55,0	66,6
7,0	22,6	65,0	72,8
7,5	23,5	70,0	76,4
8,0	24,2	75,0	80,4
8,5	25,1	80,0	81,3
9,0	25,8	85,0	88,1
9,5	26,4	90,0	92,2
10,0	27,4	95,0	95,1
10,5	27,6	100,0	100,0
11,0	28,3		

## П.2

### Таблицы Эрланга для полнодоступного включения

$$\text{Система с явными потерями } P = E_V(Y) = \frac{Y^V}{V!} \cdot \frac{1}{\sum_{i=0}^V \frac{Y^i}{i!}},$$

Y-поступающая нагрузка, V- число линий, P - вероятность потерь

Поступающая нагрузка, Эрл, при P, равной									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
1	0,001	0,002	0,003	0,005	0,010	0,020	0,053	0,111	0,25
2	0,046	0,065	0,081	0,105	0,153	0,223	0,381	0,595	1,00
3	0,194	0,249	0,289	0,349	0,455	0,602	0,899	1,27	1,93
4	0,439	0,535	0,602	0,701	0,869	1,09	1,52	2,05	2,95
5	0,762	0,900	0,994	1,13	1,36	1,66	2,22	2,88	4,01
6	1,15	1,33	1,45	1,62	1,91	2,28	2,96	3,76	5,11
7	1,58	1,80	1,95	2,16	2,50	2,94	3,74	4,67	6,23
8	2,05	2,31	2,48	2,73	3,13	3,63	4,54	5,60	7,37
9	2,56	2,85	3,05	3,33	3,78	4,34	5,37	6,55	8,52
10	3,09	3,43	3,65	3,96	4,46	5,08	6,22	7,51	9,68
11	3,65	4,02	4,27	4,61	5,16	5,84	7,08	8,49	10,9
12	4,23	4,64	4,90	5,28	5,88	6,61	7,95	9,47	12,0
13	4,83	5,27	5,56	5,96	6,61	7,40	8,83	10,5	13,2
14	5,45	5,92	6,23	6,66	7,35	8,20	9,73	11,5	14,4
15	6,08	6,58	6,91	7,38	8,11	9,01	10,6	12,5	15,6
16	6,72	7,26	7,61	8,10	8,88	9,83	11,5	13,5	16,8
17	7,38	8,95	8,32	8,83	9,65	10,7	12,5	14,5	18,0
18	8,05	8,64	9,03	9,58	10,4	11,5	13,4	15,5	19,2
19	8,72	9,35	9,76	10,3	11,2	12,3	14,3	16,6	20,4
20	9,41	10,1	10,5	11,1	12,0	13,2	15,2	17,6	21,6
21	10,1	10,8	11,2	11,9	12,8	14,0	16,2	18,7	22,8
22	10,8	11,5	12,0	12,6	13,7	14,9	17,1	19,7	24,1
23	11,5	12,3	12,7	13,4	14,5	15,8	18,1	20,7	25,3
24	12,2	13,0	13,5	14,2	15,3	16,6	19,0	21,8	26,5
25	13,0	13,8	14,3	15,0	16,1	17,5	20,0	22,8	27,7
26	13,7	14,5	15,1	15,8	17,0	18,4	20,9	23,9	28,9
27	14,4	15,3	15,8	16,6	17,8	19,3	21,9	24,9	30,2
28	15,2	16,1	16,6	17,4	18,6	20,2	22,9	26,0	31,4
29	15,9	16,8	17,4	18,2	19,5	21,0	23,8	27,1	32,6
30	16,7	17,6	18,2	19,0	20,3	21,9	24,8	28,1	33,8
31	17,4	18,4	19,0	19,9	21,2	22,8	25,8	29,2	35,1
32	18,2	19,2	19,8	20,7	22,0	23,7	26,7	30,2	36,3
33	19,0	20,0	20,6	21,5	22,9	24,6	27,7	31,3	37,5
34	19,7	20,8	21,4	22,3	23,8	25,5	28,7	32,4	38,8
35	20,5	21,6	22,2	23,2	24,6	26,4	29,7	33,4	40,0
36	21,3	22,4	23,1	24,0	25,5	27,3	30,7	34,5	41,2
37	22,1	23,2	23,9	24,8	26,4	28,3	31,6	35,6	42,4
38	22,9	24,0	24,7	25,7	27,3	29,2	32,6	36,6	43,7
39	23,7	24,8	25,5	26,5	28,1	30,1	33,6	37,7	44,9
40	24,4	25,6	26,3	27,4	29,0	31,0	34,6	38,8	46,1

Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равной									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
41	25,2	26,4	27,2	28,2	29,9	31,9	35,6	39,9	47,4
42	26,0	27,2	28,0	29,1	30,8	32,8	36,6	40,9	48,6
43	26,8	28,1	28,8	29,9	31,7	33,8	37,6	42,0	49,9
44	27,6	28,9	29,7	30,8	32,5	34,7	38,6	43,1	51,1
45	28,4	29,7	30,5	31,7	33,4	35,6	39,6	44,2	52,3
46	29,3	30,5	31,4	32,5	34,3	36,5	40,5	45,2	53,6
47	30,1	31,4	32,2	33,4	35,2	37,5	41,5	46,3	54,8
48	30,9	32,2	33,1	34,2	36,1	38,4	42,5	47,4	56,0
49	31,7	33,0	33,9	35,1	37,0	39,3	43,5	48,5	57,3
50	32,5	33,9	34,8	36,0	37,9	40,3	44,5	49,6	58,5
51	33,3	34,7	35,6	36,9	38,8	41,2	45,5	50,6	59,7
52	34,2	35,6	36,5	37,7	39,7	42,1	46,5	51,7	61,0
53	35,0	36,4	37,3	38,6	40,6	43,1	47,5	52,8	62,2
54	35,8	37,2	38,2	39,5	41,5	44,0	48,5	53,9	63,5
55	36,6	38,1	39,0	40,4	42,4	44,9	49,5	55,0	64,7
56	37,5	38,9	39,9	41,2	43,3	45,9	50,5	56,1	65,9
57	38,3	39,8	40,8	42,1	44,2	46,8	51,5	57,1	67,2
58	39,1	40,6	41,6	43,0	45,1	47,8	52,6	58,2	68,4
59	40,0	41,5	42,5	43,9	46,0	48,7	53,6	59,3	69,7
60	40,8	42,4	43,4	44,8	46,9	49,6	54,6	60,4	70,9
61	41,6	43,2	44,2	45,6	47,9	50,6	55,6	61,5	72,1
62	42,5	44,1	45,1	46,5	48,8	51,5	56,6	62,6	73,4
63	43,3	44,9	46,0	47,4	49,7	52,5	57,6	63,7	74,6
64	44,2	45,8	46,8	48,3	50,6	53,4	58,6	64,8	75,9
65	45,0	46,6	47,7	49,2	51,5	54,4	59,6	65,8	77,1
66	45,8	47,5	48,6	50,1	52,4	55,3	60,6	66,9	78,3
67	46,7	48,4	49,5	51,0	53,4	56,3	61,6	68,0	79,6
68	47,5	49,2	50,3	51,9	54,3	57,2	62,6	69,1	80,8
69	48,4	50,1	51,2	52,8	55,2	58,2	63,7	70,2	82,1
70	49,2	51,0	52,1	53,7	56,1	59,1	64,7	71,3	83,3
71	50,1	51,8	53,0	54,6	57,0	60,1	65,7	72,4	84,6
72	50,9	52,7	53,9	55,5	58,0	61,0	66,7	73,5	85,8
73	51,8	53,6	54,7	56,4	58,9	62,0	67,7	74,6	87,0
74	52,7	54,5	55,6	57,3	59,8	62,9	68,7	75,6	88,3
75	53,5	55,3	56,5	58,2	60,7	63,9	69,7	76,7	89,5
76	54,4	56,2	57,4	59,1	61,7	64,9	70,8	77,8	90,8
77	55,2	57,1	58,3	60,0	62,6	65,8	71,8	78,9	92,0
78	56,1	58,0	59,2	60,9	63,5	66,8	72,8	80,0	93,3
79	56,9	58,8	60,1	61,8	64,4	67,7	73,8	81,1	94,5
80	57,8	59,7	61,0	62,7	65,4	68,7	74,8	82,2	95,7
81	58,7	60,6	61,8	63,6	66,3	69,6	75,8	83,3	97,0
82	59,5	61,5	62,7	64,5	67,2	70,6	76,9	84,4	98,2
83	60,4	62,4	63,6	65,4	68,2	71,6	77,9	85,5	99,5
84	61,3	63,2	64,5	66,3	69,1	72,5	78,9	86,6	100,7
85	62,1	64,1	65,4	67,2	70,0	73,5	79,9	87,7	102,0
86	63,0	65,0	66,3	68,1	70,9	74,5	80,9	88,8	103,2
87	63,9	65,9	67,2	69,0	71,9	75,4	82,0	89,9	104,5
88	64,7	66,8	68,1	69,9	72,8	76,4	83,0	91,0	105,7
89	65,6	67,7	69,0	70,8	73,7	77,3	84,0	92,1	106,9
90	66,5	68,6	69,9	71,8	74,7	78,3	85,0	93,1	108,2
91	67,4	69,4	70,8	72,7	75,6	79,3	86,0	94,2	109,4
92	68,2	70,3	71,7	73,6	76,6	80,2	87,1	95,3	110,7
93	69,1	71,2	72,6	74,5	77,5	81,2	88,1	96,4	111,9

Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равной										
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	
94	70,0	72,1	73,5	75,4	78,4	82,2	89,1	97,5	113,2	
95	70,9	73,0	74,4	76,3	79,4	83,1	90,1	98,6	114,4	
96	71,7	73,9	75,3	77,2	80,3	84,1	91,1	99,7	115,7	
97	72,6	74,8	76,2	78,2	81,2	85,1	92,2	100,8	116,9	
98	73,5	75,7	77,1	79,1	82,2	86,0	93,2	101,9	118,2	
99	74,4	76,6	78,0	80,0	83,1	87,0	94,2	103,0	119,4	
100	75,2	77,5	78,9	80,9	84,1	88,0	95,2	104,1	120,6	
102	77,0	79,3	80,7	82,7	85,9	89,9	97,3	106,3	123,1	
104	78,8	81,1	82,5	84,6	87,8	91,9	99,3	108,5	125,6	
106	80,5	82,8	84,3	86,4	89,7	93,8	101,4	110,7	128,1	
108	82,3	84,6	86,2	88,3	91,6	95,7	103,4	112,9	130,6	
110	84,1	86,4	88,0	90,1	93,5	97,7	105,5	115,1	133,1	
112	85,8	88,3	89,8	92,0	95,4	99,6	107,5	117,3	135,6	
114	87,6	90,1	91,6	93,8	97,3	101,6	109,6	119,5	138,1	
116	89,4	91,9	93,5	95,7	99,2	103,5	111,7	121,7	140,6	
118	91,2	93,7	95,3	97,5	101,1	105,5	113,7	123,9	143,1	
120	93,0	95,5	97,1	99,4	103,0	107,4	115,8	126,1	145,6	
122	94,7	97,3	98,9	101,2	104,9	109,4	117,8	128,3	148,1	
124	96,5	99,1	100,8	103,1	106,8	111,3	119,9	130,5	150,6	
126	98,3	100,9	102,6	105,0	108,7	113,3	121,9	132,7	153,0	
128	100,1	102,7	104,5	106,8	110,6	115,2	124,0	134,9	155,5	
130	101,9	104,6	106,3	108,7	112,5	117,2	126,1	137,1	158,0	
132	103,7	106,4	108,1	110,5	114,4	119,1	128,1	139,3	160,5	
134	105,5	108,2	110,0	112,4	116,3	121,1	130,2	141,5	163,0	
136	107,3	110,0	111,8	114,3	118,2	123,1	132,3	143,7	165,5	
138	109,1	111,9	113,7	116,2	120,1	125,0	134,3	145,9	168,0	
140	110,9	113,7	115,5	118,0	122,0	127,0	136,4	148,1	170,5	
142	112,7	115,5	117,4	119,9	123,9	128,9	138,4	150,3	173,0	
144	114,5	117,4	119,2	121,8	125,8	130,9	140,5	152,5	175,5	
146	116,3	119,2	121,1	123,6	127,7	132,9	142,6	154,7	178,0	
148	118,1	121,0	122,9	125,5	129,7	134,8	144,6	156,9	180,5	
150	119,9	122,9	124,8	127,4	131,6	136,8	146,7	159,1	183,0	
152	121,8	124,7	126,6	129,3	133,5	138,8	148,8	161,3	185,5	
154	123,6	126,5	128,5	131,2	135,4	140,7	150,8	163,5	188,0	
156	125,4	128,4	130,3	133,0	137,3	142,7	152,9	165,7	190,5	
158	127,2	130,2	132,2	134,9	139,2	144,7	155,0	167,9	193,0	
160	129,0	132,1	134,0	136,8	141,2	146,6	157,0	170,2	195,5	
162	130,8	133,9	135,9	138,7	143,1	148,6	159,1	172,4	198,0	
164	132,7	135,8	137,8	140,6	145,0	150,6	161,2	174,6	200,4	
166	134,5	137,6	139,6	142,5	146,9	152,6	163,3	176,8	202,9	
168	136,3	139,4	141,5	144,3	148,9	154,5	165,3	179,0	205,4	
170	138,1	141,3	143,4	146,2	150,8	156,5	167,4	181,2	207,9	
172	139,9	143,1	145,2	148,1	152,7	158,5	169,5	183,4	210,4	
174	141,8	145,0	147,1	150,0	154,6	160,4	171,5	185,6	212,9	
176	143,6	146,9	149,0	151,9	156,6	162,4	173,6	187,8	215,4	
178	145,4	148,7	150,8	153,8	158,5	164,4	175,7	190,0	217,9	
180	147,3	150,6	152,7	155,7	160,4	166,4	177,8	192,2	220,4	
182	149,1	152,4	154,6	157,6	162,3	168,3	179,8	194,4	222,9	
184	150,9	154,3	156,4	159,5	164,3	170,3	181,9	196,6	225,4	
186	152,8	156,1	158,3	161,4	166,2	172,3	184,0	198,9	227,9	
188	154,6	158,0	160,2	163,3	168,1	174,3	186,1	201,1	230,4	
190	156,4	159,8	162,1	165,2	170,1	176,3	188,1	203,3	232,9	
192	158,3	161,7	163,9	167,0	172,0	178,2	190,2	205,5	235,4	

Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равной									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
194	160,1	163,6	165,8	168,9	173,9	180,2	192,3	207,7	237,9
196	161,9	165,4	167,7	170,8	175,9	182,2	194,4	209,9	240,4
198	163,8	167,3	169,6	172,7	177,8	184,2	196,4	212,1	242,9
200	165,6	169,2	171,4	174,6	179,7	186,2	198,5	214,3	245,4
202	167,5	171,0	173,3	176,5	181,7	188,1	200,6	216,5	247,9
204	169,3	172,9	175,2	178,4	183,6	190,1	202,7	218,7	250,4
206	171,2	174,8	177,1	180,4	185,5	192,1	204,7	221,0	252,9
208	173,0	176,6	179,0	182,3	187,5	194,1	206,8	223,2	255,4
210	174,8	178,5	180,9	184,2	189,4	196,1	208,9	225,4	257,9
212	176,7	180,4	182,7	186,1	191,4	198,1	211,0	227,6	260,4
214	178,5	182,2	184,6	188,0	193,3	200,0	213,0	229,8	262,9
216	180,4	184,1	186,5	189,9	195,2	202,0	215,1	232,0	265,4
218	182,2	186,0	188,4	191,8	197,2	204,0	217,2	234,2	267,9
220	184,1	187,8	190,3	193,7	199,1	206,0	219,3	236,4	270,4
230	193,3	197,2	199,7	203,2	208,8	215,9	229,7	247,5	282,8
240	202,6	206,6	209,2	212,8	218,6	225,9	240,1	258,6	295,3
250	211,9	216,0	218,7	222,4	228,3	235,8	250,5	269,6	307,8
300	258,6	263,2	266,2	270,4	277,1	285,7	302,6	325,0	370,3
350	305,7	310,8	314,2	318,7	326,2	335,7	354,8	380,4	432,7
400	353,0	358,5	362,1	367,2	375,3	385,9	407,1	435,8	495,2
450	400,5	406,4	410,3	415,8	424,6	436,1	459,4	491,3	557,7
500	448,2	454,5	458,7	464,5	474,0	486,4	511,8	546,7	620,2
600	543,9	551,0	555,7	562,3	573,1	587,2	616,5	657,7	745,1
700	640,1	647,9	653,1	660,4	672,4	688,2	721,4	768,7	870,1
800	736,6	745,1	750,7	758,7	771,8	789,3	826,4	879,7	995,1
900	833,3	842,5	848,6	857,2	871,5	890,6	931,4	990,8	1120
1000	930,3	940,1	946,6	955,9	971,2	991,9	1036	1102	1245

**П.3**

**Основные характеристики оборудования платформ NGN**

**Таблица 1**

**Транзитные медиашлюзы**

№	Фирма	Тип	Интерфейсы TDM	Интерфейсы IP	Каналов VoIP	Конструктив
1.	Alcatel-Lucent	7510	163xE1, 31xSTM-1, PRI, V5.2	Eth, FEth, GEth	9920	Полка 14U, 20 слотов
		7515	2x8xE1	FEth	н/д	Блок 2U
		7520	28xE1, 4xSTM-1	4xEth, 4xOC-3 (IP/ATM)	8680	Полка 14U, 20 слотов
2.	Huawei	UMG 8900	256xE1, 16xSTM-1	8xEth, 2xEth, 8xSTM-1 (POS), 2xSTM-4 (POS)	70 тыс.	Полка 12U, 16 слотов
3.	IskraTel	SI 3000 SMG	32xE1	Eth, FEth, GEth	904	Плата

Обозначения в таблице: Eth – Ethernet, FEth – FastEthernet, GEth - 1G Ethernet,  
POS – Paket over Sonet, U - юнит

**Таблица 2**

**Сигнальные шлюзы**

№	Фирма	Тип	Интерфейсы TDM	Емкость ОКС№7	Интерфейсы IP	Конструктив
1.	Alcatel-Lucent	5025	96xE1	512 3С, 28 тыс. MSU/c	Eth/FEth	Блок 14U
		5073	48xE1	256 3С DS0, 48 3С ATM, 15 тыс. MSU/c	Eth/FEth/ GEth	Блок 4U
2.	Huawei	SG 7000	E1, ATM over E1	6048 3С DS0, 756 3С E1, 378 3С ATM, 154 тыс. MSU/c	FEth/ GEth	4 статива
3.	IskraTel	SI 3000 SMG	32xE1	906 3С	Eth, FEth, GEth	плата

Обозначения в таблице: 3С – звено сигнализации ОКС№7, Eth – Ethernet, FEth – FastEthernet, GEth - 1G Ethernet, U – юнит

Таблица 3  
**Резидентные абонентские шлюзы доступа**

№	Фирма	Тип	Интерфейсы TDM	Интерфейсы IP	Конструктив
1.	Alcatel-Lucent	7302 ISAM	48 АЛ (плата), 3456 АЛ (блок), xDSL,	FEth, GEth	Блок 600x600 мм
		Litespan 1540	48 ал (плата), 3648 ал (стойка), ADSL, HDSL, G.SHDSL, V5, STM-1, STM-4	Eth/FEth (электр./ оптич.), ATM	Стойка
2.	Huawei	UA 5000	288 АЛ (ведущая полка), 416 АЛ (ведомая полка), 8xE1 (на плату), 16xSHDSL/ ADSL/VDSL (на плату)	FEth/ GEth, ATM	Полка 6U, статив на 1-5 полок
3.	IskraTel	SI 3000 MSAN	64-1216 АЛ, 16-304 E1, 48-912 ADSL, 32-608 SHDSL, 24-456 VDSL2	24-228 FEth, 10-190 GEth	Различные конструктивы секций

Обозначения в таблице: АЛ – абонентская линия

Таблица 4  
**Гибкие коммутаторы**

№	Фирма	Тип	Функции	Производительность	Интерфейсы	Конструктив
1.	Alcatel-Lucent	5020 MGC-8	ГК-4, STP, SEP, MGCF, GMSC	4 млн. выз/ЧНН, 10 тыс. MG, 250 тыс. СЛ	E1 (OKC№7), Eth, FEth	Шасси ATCA, 11U
		5020 MGC-12	ГК-4, MGCF, IBCF	5,6 млн. выз/ЧНН	E1 (OKC№7), Eth, FEth, STM-1 (VoATM)	Шасси TCA
		5060 MGC-8	ГК-4, MGCF, IBCF	10 млн. выз/ЧНН, 100 тыс. MG, 1 млн. СЛ	E1 (OKC№7), Eth, FEth, GEth	Шасси ATCA, 11U
		5060 MGC-10	ГК-4/5, MGCF	12 млн. выз/ЧНН, 16 тыс. MG, 512 тыс. СЛ	E1 (OKC№7), Eth, FEth	Шасси ATCA 2125x600 x600 мм
		5060 ICS	ГК-5, BGCF, P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF	2,8 млн. АЛ	Eth, FEth, GEth	Шасси ATCA 2125 x 600 x 600 мм

Продолжение табл. 4

№	Фирма	Тип	Функции	Производительность	Интерфейсы	Конструктив
2.	Huawei	SoftX3000	ГК-4/5	Макс. – 40 модулей. 1 модуль: 300 тыс. выз/ЧНН, 50 тыс. АЛ, 90 тыс. СЛ	E1, FEth	Стойка OSTA 46U, до 18 полок
3.	IskraTel	SI3000 CS	ГК-4/5	От 150 тыс. до 4 млн. выз/ЧНН, от 30 тыс. до 1 млн. АЛ	GEth	1 МЕА, 1 ATCA, несколько ATCA

Обозначения в таблице: ГК-4 – гибкий коммутатор класса 4, СЛ – соединительная линия, ЧНН – час наибольшей нагрузки, ПО – программное обеспечение