

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по дисциплине «Системы и сети железнодорожного
транспорта»

**на тему: «Сети связи следующего
поколения»**

Содержание

ЗАДАЧА 1. «РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ШЛЮЗОВ СЕТИ NGN»	3
ЗАДАНИЕ К ЗАДАЧЕ 1.....	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	4
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	10
ЛИТЕРАТУРА К ЗАДАЧЕ 1.....	10
ЗАДАЧА 2. «РАСЧЕТ СИГНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ПРОТОКОЛА SIP В СЕТИ IMS»	11
ЗАДАНИЕ К ЗАДАЧЕ 2.....	11
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	11
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	17
ЛИТЕРАТУРА К ЗАДАЧЕ 2.....	17

ЗАДАЧА 1. «РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ШЛЮЗОВ СЕТИ NGN»

Задание к задаче 1.

Вариант задания выбирается в соответствии с заданным вариантом по последней цифре учебного шифра студента (см. табл. 1):

1. Рассчитать параметры заданных шлюзов.
2. Изобразить проектируемую сеть доступа сети NGN с указанием путей и протоколов передачи сигнальных и медиапоток.

В решении необходимо привести:

1. Таблица с исходными данными для проектирования сети доступа.
2. Схема организации связи (указать пути передачи сигнальных и медиапоток и используемые при этом протоколы передачи).
3. Результаты расчетов оборудования различных шлюзов сети доступа:
 - нагрузки на входе каждого шлюза от различных источников;
 - нагрузка на выходе каждого шлюза;
 - тип и количество интерфейсов подключения шлюзов в транспортную сеть.

Табл. 1 Индивидуальные задания

№	Исходный параметр	Варианты заданий									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Параметры шлюза доступа											
1.	Число абонентов ССОП	2000	2500	3000	3500	4000	4500	3000	2500	3500	2000
2.	Число абонентов ISDN-BRA	250	200	150	300	350	400	450	250	300	350
3.	Число абонентов с пакетными терминалами SIP/H.323	500	450	600	250	350	550	300	400	200	450
4.	Число LAN / Число абонентов с пакетными терминалами SIP/H.323 в каждой LAN	2/30	1/40	3/50	4/25	5/35	2/20	3/35	1/20	5/30	4/20
5.	Число сетей доступа с интерфейсом V5.2/Число потоков E1 в каждом	2/5	3/3	5/4	0	3/5	2/1	6/3	4/4	3/6	0
6.	Число УПАТС, подключаемых к шлюзу/Число потоков PRI в каждой	4/2	0	1/2	3/5	1/2	2/3	4/2	0	4/1	3/3
7.	Тип речевого кодека	G.711	G.726	G.729a	G.711	G.726	G.729a	G.711	G.726	G.729a	G.711
8.	Доля вызовов, которые обслуживаются без компрессии, x	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,15	0,25	0,2	0,3	0,15
Параметры транзитного шлюза											
9.	Число первичных потоков E1 для включения АТС	25	30	40	35	45	20	25	35	40	45
10.	Доля вызовов, которые обслуживаются без компрессии, z	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,25	0,15	0,1	0,2	0,3
11.	Тип речевого кодека	G.711	G.711	G.711	G.711	G.711	G.711	G.711	G.711	G.711	G.711

Методические указания

Состав оборудования сети доступа

Для подключения различных пользователей к сети NGN на уровне сети доступа используются два типа оборудования:

- *медиашлюзы* – для подключения линий и терминального оборудования пользователей, не работающего с пакетными технологиями; основное назначение медиашлюзов – преобразование пользовательской и сигнальной информации в пакетный вид на базе стека протоколов TCP/IP, пригодный для передачи в транспортной сети NGN.

- *пакетные коммутаторы/маршрутизаторы* - для подключения линий и оконечного оборудования пользователей, работающего с пакетными технологиями на базе стека протоколов TCP/IP.

Различают несколько видов медиашлюзов в зависимости от типа подключаемых линий и терминального оборудования пользователей:

- 1) *резидентный шлюз доступа RAGW (Resident Access Gateway)* – для непосредственного включения абонентских линий, например *аналоговых телефонных линий*, к которым могут подключаться терминалы телефонной сети связи общего пользования (ССОП), такие как традиционные телефонные аппараты, аналоговые модемы, факсимильные аппараты, модемы xDSL и *цифровых абонентских линий ISDN*,

к которым подключается терминальное оборудование базового доступа BRA (2B+D), например, цифровые телефонные аппараты ISDN, видеотелефоны и др.;

2) *шлюз доступа AGW (Access Gateway)* – предназначен для включения сетей доступа AN (Access Network) через интерфейс V5.2, который может включать от 2 до 16 первичных потоков E1, т.е. $n \times E1$, где $n=2 \div 16$ или УПАТС через интерфейс первичного доступа PRA сети ISDN (30B+D);

3) *транзитный (транкинговый) шлюз TG (Trunk Gateway)* - для включения соединительных линий от существующих телефонных станций для сопряжения с сетью NGN по первичным потокам E1 с сигнализацией ОКС№7 для подключения цифровых АТС и R1,5 (2ВСК+МЧК) для подключения координатных АТС.

Часто конструктивно резидентный шлюз и шлюз доступа реализуются в виде единого мультисервисного узла доступа MSAN (Multi-Service Access Node). В состав такого MSAN обязательно входит пакетный коммутатор Ethernet, в который включаются непосредственно все источники нагрузки, работающие по пакетным технологиям: локальные вычислительные сети LAN и мультимедийные терминалы на базе протоколов SIP, H.323 (рис. 1).

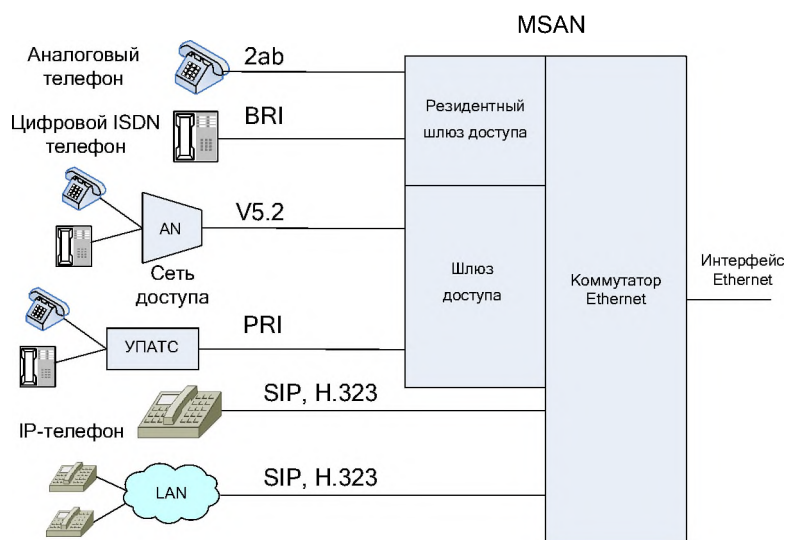


Рис. 1 – Структура мультисервисного узла доступа MSAN

Исходные данные для расчета оборудования доступа

Исходными данными проектирования сети доступа NGN являются:

1. Количество источников нагрузки различных типов, подключение которых планируется реализовать при формировании сети доступа. К источникам нагрузки относятся:

- абоненты, использующие подключение по аналоговым абонентским линиям и подключаемые в резидентный шлюз доступа (RAGW);
- абоненты, использующие подключение через базовый доступ ISDN BRA и подключаемые в RAGW;
- абоненты, использующие пакетные терминалы SIP и подключаемые в пакетную сеть на уровне коммутатора Ethernet шлюза доступа AGW;
- абоненты, использующие пакетные терминалы H.323 и подключаемые в пакетную сеть на уровне коммутатора Ethernet шлюза доступа AGW;
- локальные вычислительные сети, осуществляющие подключение абонентов с терминалами SIP и H.323 и подключаемые в пакетную сеть на уровне коммутатора Ethernet шлюза доступа AGW;
- УПАТС, использующие внешний интерфейс ISDN-PRA и подключаемые в пакетную сеть через шлюз доступа AGW;

- оборудование сети доступа с интерфейсом V5, подключаемое в пакетную сеть через шлюз доступа AGW;
 - АТС телефонной сети, подключаемые к транзитному шлюзу.
2. Удельные нагрузки от перечисленных выше источников сетей с коммутацией каналов.
 3. Удельные параметры передачи терминального оборудования пакетных сетей и удельные нагрузки, приведенные к параметрам передачи.
 4. Типы кодеков в планируемом к внедрению оборудовании шлюзов.

Расчет оборудования шлюзов доступа

Число абонентских шлюзов определяется исходя из параметров критичности длины абонентской линии, расчетного значения предполагаемой нагрузки, топологии первичной сети (если таковая уже существует), наличия помещений для установки, технологических показателей типов оборудования, предполагаемого к использованию.

Исходя из критерия критичности длины абонентской линии, зона обслуживания резидентного шлюза доступа должна создаваться таким образом, чтобы максимальная длина абонентской линии не превышала 3-4 км. Если шлюз производит подключение оборудования сети доступа интерфейса V5, LAN либо УПАТС, то зона обслуживания шлюза включает в себя и зоны обслуживания подключаемых объектов.

Исходя из зоны обслуживания определяются емкостные показатели шлюза, которые отражают общее количество абонентов и емкости каждого из типов подключений.

Введем следующие переменные:

N_{SH} — число абонентов с терминалами SIP/H.323, использующих подключение по Ethernet-интерфейсу на уровне коммутатора Ethernet шлюза доступа;

N_{LAN} — число LAN, подключаемых к Ethernet-коммутатору на уровне шлюза доступа;

M_{i_LAN} — число абонентов речевых услуг, подключаемых к i -ой LAN, где i — номер LAN;

N_{V5} — число сетей доступа интерфейса V5, подключаемых к шлюзу доступа;

M_{j_V5} — число пользовательских каналов в j -ом интерфейсе V5, где j — номер сети доступа;

$N_{УПАТС}$ — число УПАТС, подключаемых к шлюзу доступа;

$M_{k_УПАТС}$ — число пользовательских каналов в интерфейсе подключения PRI k -ой УПАТС, где k — номер УПАТС.

Рассчитаем нагрузки, поступающие на каждый вид шлюзов.

1. Общая нагрузка, поступающая на *резидентный шлюз доступа RAGW*, обеспечивающий подключение аналоговых абонентов ССОП и абонентов базового доступа ISDN, равна:

$$Y_{RAGW} = Y_{CCOP} + Y_{ISDN} = y_{CCOP} \cdot N_{CCOP} + y_{ISDN} \cdot N_{ISDN}, \text{ Эрл} \quad (1)$$

где Y_{CCOP} - общая нагрузка, поступающая на шлюз доступа от абонентов ССОП;

Y_{ISDN} - общая нагрузка, поступающая на шлюз доступа от абонентов ISDN;

y_{CCOP} - удельная нагрузка на одного абонента ССОП, равна 0,1 Эрл;

y_{ISDN} - удельная нагрузка на одного абонента ISDN, равна 0,2 Эрл;

N_{CCOP} — число абонентов, использующих подключение по аналоговой абонентской линии к ССОП;

N_{ISDN} — число абонентов, использующих подключение по базовому доступу ISDN.

2. Общая нагрузка, поступающая на *шлюз доступа AG*, обеспечивающий подключение сетей доступа СД через интерфейс V5 и УПАТС через интерфейс первичного доступа PRI, равна:

$$Y_{AGW} = \sum_{j=1}^J y_{V5} M_{j_V5} + \sum_{k=1}^K y_{УПАТС} M_{k_УПАТС}, \text{ Эрл} \quad (2)$$

y_{V5} - удельная нагрузка на один канал интерфейса V5.2, равная 0,7 Эрл;

M_{j_V5} - число каналов в интерфейсе V5.2 для подключения j -ой сети доступа (следует учитывать, что задано число первичных потоков E1 для подключения сетей доступа, которое необходимо пересчитать в число речевых каналов);

J – общее число сетей доступа;

$y_{УПАТС}$ - удельная нагрузка на один канал первичного доступа ISDN PRI для подключения УПАТС, равная 0,8 Эрл;

$M_{k_УПАТС}$ - число каналов в интерфейсе PRI для подключения k -ой УПАТС (следует учитывать, что задано число потоков PRI для подключения каждой УПАТС, которое необходимо пересчитать в число речевых каналов);

K – общее число УПАТС.

Если шлюз реализует одновременно функции резидентного шлюза доступа и шлюза доступа, то общая нагрузка, поступающая на такой медиашлюз, равна:

$$Y_{GW} = Y_{RAGW} + Y_{AGW}, \text{ Эрл.} \quad (3)$$

Пусть V_{COD_m} — скорость передачи кодека типа m при обслуживании речевого вызова.

Значения V_{COD_m} для различных типов речевых кодеков приведены в табл. 1.

Таблица 1 Характеристики различных речевых кодеков

Кодек	Полоса пропускания кодека V_{COD} , кбит/с	Полоса пропускания с учетом подавлений пауз, кбит/с
G.711	84,80	42
G.726	37,69	19
G.729a	14,13	12.2

Тогда транспортный ресурс, который должен быть выделен для передачи в пакетной сети голосового трафика, поступающего на шлюз, при условии использования кодека типа m будет равен:

$$V_{GW_COD} = k \cdot V_{COD} \cdot Y_{GW} \quad (4)$$

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

V_{COD} - полоса пропускания заданного речевого кодека с учетом подавления пауз.

Например, если суммарная нагрузка от источников всех типов, поступающая на шлюз, равна 100 Эрл, и, если используется кодек G.711 без подавления пауз, то выделяемый ресурс должен составлять

$$V = 1,25 \cdot 84,8 \text{ кбит/с} \cdot 100 = 10,62 \text{ Мбит/с}$$

Если используется кодек G.729a с алгоритмом подавления пауз, то для обслуживания той же нагрузки потребуется ресурс

$$V = 1,25 \cdot 12,2 \text{ кбит/с} \cdot 100 = 1,615 \text{ Мбит/с}$$

Следует отметить, что для обслуживания той же нагрузки в режиме коммутации каналов потребовался бы ресурс

$$V = 1,25 \cdot 64 \text{ кбит/с} \cdot 100 = 8 \text{ Мбит/с}$$

что меньше, чем в случае использования кодеков G.711.

Следует отметить, что обеспечение поддержки услуг доставки информации в сетях с коммутацией канатов и в сетях с коммутацией пакетов осуществляется по-разному. Для

передачи факсимильной информации в сетях с коммутацией каналов используется стандартный канал 64 кбит/с, а в пакетных сетях может использоваться либо кодек G.711, либо эмуляция канала 64 кбит/с. Аналогично, для поддержки модемных соединений или соединений в рамках услуги доставки «64 кбит/с без ограничений». При расчете транспортного ресурса следует учитывать, что некоторая часть вызовов будет обслуживаться без компрессии пользовательской информации.

Определив долю такой нагрузки как x , тогда формулу для определения транспортного ресурса шлюза (4) но с учетом доли вызовов, обслуживаемых без компрессии, можно представить в виде:

$$V_{GW_compr} = k \cdot ((1-x) \cdot V_{COD} + x \cdot V_{G.711}) \cdot Y_{GW} \quad (5)$$

где $V_{G.711}$ — ресурс для передачи информации от кодека G.711 без подавления пауз, используемого для эмуляции каналов.

Если в оборудовании шлюза доступа реализована возможность подключения пользователей, использующих пакетные терминалы SIP, H.323 либо включение локальных вычислительных сетей LAN, осуществляющих подключение таких пользователей, то требуемый транспортный ресурс подключения шлюзов доступа должен быть увеличен. Доля увеличения транспортного ресурса V_{paket} за счет предоставления базовой услуги пакетной телефонии таким пользователям может быть определена в зависимости от используемых кодеков и числа пользователей. Тогда дополнительный транспортный ресурс шлюза для обслуживания терминалов пакетной телефонии равен:

$$V_{paket} = V_{LAN} + V_{SH} = y_{paket} \cdot V_{COD} (N_{LAN} \cdot M_{LAN} + N_{SH}), \quad (6)$$

где y_{paket} - удельная нагрузка от терминала SIP/H.323, которая равна 0,2 Эрл.

Транспортный ресурс шлюза должен быть рассчитан на передачу, помимо пользовательской (медиа), еще и сигнальной информации на базе протокола H.248/Megaco, которой обменивается шлюз с гибким коммутатором (softswitch). Таким образом, общий транспортный ресурс шлюза может быть определен как сумма всех необходимых составляющих:

$$V_{\Sigma GW} = V_{GW_compr} + V_{paket} + V_{H.248} \quad (7)$$

Приближенно будем считать, что сигнальная информация требует дополнительно 10% полосы пропускания $V_{H.248}$ от общего транспортного ресурса шлюза.

После определения транспортного ресурса подключения определяются емкостные показатели, т.е. количество и тип интерфейсов, которыми оборудование шлюза доступа будет подключаться к пакетной сети. Количество интерфейсов, помимо транспортного ресурса, будет определяться также исходя из топологии сети. В любом случае количество интерфейсов должно быть не меньше, чем

$$N_{INT} = \frac{V_{GW}}{V_{INT}} \quad (8)$$

где V_{INT} — полезный транспортный ресурс одного интерфейса.

В случае использования разнородных интерфейсов количество интерфейсов каждого типа может определяться по формуле:

$$V_{GW} = \sum_{i=1}^I (N_{i_INT} \cdot V_{i_INT}), \quad (9)$$

где I — число типов интерфейсов;

N_{i_INT} — количество интерфейсов i -го типа;

V_{i_INT} — полезный транспортный ресурс интерфейса i -го типа.

Расчет оборудования транспортных шлюзов

Как правило, транзитные (транкинговые) шлюзы TMG устанавливаются на существующих объектах сети с учетом структуры имеющейся сети связи общего пользования (ССОП), осуществляя подключение территориально приближенных АТС. Емкостные показатели шлюза TMG определяются исходя из нагрузки, поступающей от этих АТС. В свою очередь, значение нагрузки может быть вычислено на основе числа потоков E1 между АТС и шлюзом и удельной нагрузки на один канал 64 кбит/с. Обычно для передачи речи от АТС используется стандартный кодек G.711.

Тогда общая нагрузка, поступающая на транзитный шлюз от АТС ССОП, равна:

$$Y_{TMG} = N_{E1} \cdot 30 \cdot y_{кан}, \text{ Эрл.} \quad (10)$$

где N_{E1} — число потоков E1, осуществляющих подключение АТС ССОП к транспортному шлюзу;

y_{E1} — удельная нагрузка одного канала 64 кбит/с в составе первичного потока E1;

Y_{MG} — общая нагрузка, поступающая на транспортный шлюз от АТС ССОП.

Значение удельной нагрузки на один разговорный канал потока E1 $y_{кан}$ при расчетах принимается равным 0,8 Эрл.

Следует также учитывать, что некоторая часть вызовов (передача факсимильной информации, модемных соединений и пр.) будет обслуживаться с использованием кодека G.711 без компрессии пользовательской информации. Определив долю такой нагрузки как «х», формулу для определения транспортного ресурса можно представить в виде:

$$V_{TMG_compr} = [(1 - z) \cdot V_{G.711-p} + z \cdot V_{G.711}] \cdot Y_{TMG}, \text{ бит/с.} \quad (11)$$

где $V_{G.711-p}$ — ресурс для передачи речевой информации кодека G.711 с подавлением пауз.

Помимо пользовательской информации, на транспортный шлюз поступают сообщения протокола управления медиашлюзами H.248/Megaco и сообщения протокола ОКС№7, которые преобразуются в сообщения протокола SIGTRAN. Для этих сообщений также должен быть выделен транспортный ресурс в шлюзе. Таким образом, общий транспортный ресурс TGW может быть вычислен по формуле:

$$V_{TMG} = V_{MG_compr} + V_{H.248} + V_{OKC}, \text{ бит/с,} \quad (12)$$

где $V_{H.248}$ - полоса пропускания для передачи сообщений протокола H.248;

V_{OKC} - полоса пропускания для передачи сообщений ОКС№7.

Приближенно будем считать, что сигнальная информация H.248 требует дополнительно 10% полосы пропускания от общего транспортного ресурса шлюза.

Полоса пропускания для передачи сообщений ОКС№7 определяется с использованием методики пересчета разговорной нагрузки в нагрузку ОКС№7, применяемой при проектировании сетей общеканальной сигнализации:

$$V_{OKC} = Y_{TMG} \cdot k_{OKC} \cdot V_{зс} \cdot y_{зс} \cdot k_{SIGTRAN}, \text{ бит/с,} \quad (13)$$

где $k_{OKC} = 0,166 \times 10^{-3}$ – коэффициент пересчета местной телефонной нагрузки в нагрузку ОКС№7;

$V_{зс} = 64000$ бит/с - полоса пропускания звена сигнализации, равна;

$y_{зс} = 0,2$ Эрл - загрузка звена сигнализации, равна.

$k_{SIGTRAN} = 1,3$ - коэффициент пересчета нагрузки ОКС№7 в нагрузку протокола SIGTRAN.

Количество и тип интерфейсов подключения транзитного шлюза к пакетной сети определяется транспортными ресурсами шлюза и топологией пакетной сети. Транспортный ресурс шлюза и количество интерфейсов связаны соотношением:

$$V_{TMG} = N_{INT} \cdot V_{INT}, \text{ бит/с} \quad (14)$$

где V_{INT} — полезный транспортный ресурс одного интерфейса;
 N_{INT} — количество интерфейсов.

Основные параметры расчета оборудования шлюза доступа и транзитного шлюза представлены на рис. 2.

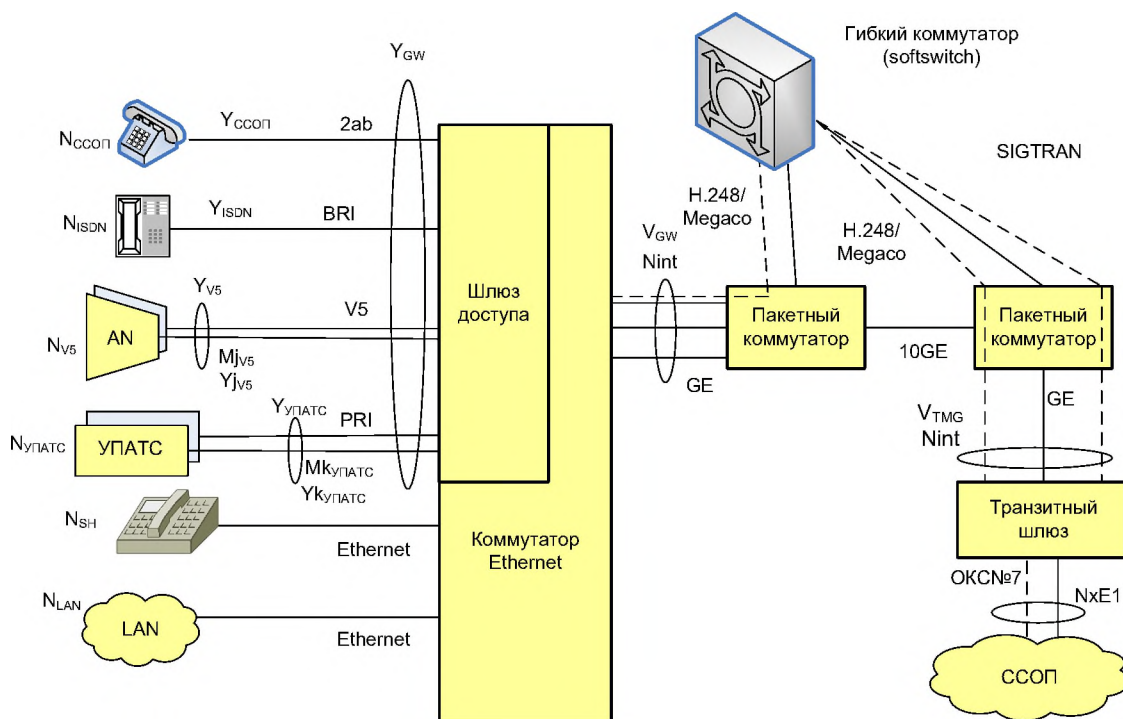


Рис. 2 Параметры расчета оборудования шлюза доступа и транзитного шлюза

Контрольные вопросы

1. Укажите назначение шлюзов в сети NGN.
2. Чем отличаются различные типы шлюзов сетей NGN: транзитный (транкинговый), сигнальный, доступа, резидентный доступа?
3. Перечислите основные задачи проектирования сети доступа NGN.
4. Укажите основные варианты подключения оконечных пользователей к сети связи общего пользования.
5. Укажите варианты подключения пакетных терминалов к сети NGN.
6. Перечислите исходные данные для расчета сети доступа NGN.
7. Поясните методику расчетов оборудования шлюзов доступа в сети NGN.
8. Поясните методику расчетов оборудования транзитных шлюзов.

Литература к задаче 1.

1. Росляков А.В. Сети следующего поколения. Часть II / Учебное пособие. – Самара, ПГАТИ, 2008, с. 123-147.
2. Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения. – СПб., Наука и техника, 2005, с. 169-183.

ЗАДАЧА 2. «РАСЧЕТ СИГНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ПРОТОКОЛА SIP В СЕТИ IMS»

Задание к задаче 2.

1. Изобразить схему сопряжения сетей ТфОП и IMS с указанием используемых протоколов в соответствии с заданным вариантом по предпоследней цифре учебного шифра студента (табл. 1).

Таблица 1. Исходные данные для задания

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Исходящая сеть	ТфОП	IMS	ТфОП	IMS	ТфОП	IMS	ТфОП	IMS	ТфОП	IMS
Входящая сеть	IMS	ТфОП	IMS	ТфОП	IMS	ТфОП	IMS	ТфОП	IMS	ТфОП
Исход вызова	Успешный	Занято	Не отвечает	Успешный	Занято	Не отвечает	Успешный	Занято	Не отвечает	Успешный
Первым отбивает абонент	А	-	-	Б	-	-	А	-	-	Б
Nsip1, сообщ.	10	12	14	11	13	15	12	11	14	10
Nsip2, сообщ.	5	6	9	7	5	8	6	7	9	8
Nsip3, сообщ.	5	4	6	8	7	5	9	5	6	7
Nsip4, сообщ.	10	11	13	14	12	10	15	10	11	14
Lsip, байт	40	43	45	41	42	40	44	41	42	43
X	0,15	0,2	0,25	0,3	0,15	0,35	0,2	0,3	0,25	0,15
Y	0,4	0,45	0,35	0,5	0,4	0,3	0,45	0,35	0,5	0,4
Nsip5, сообщ.	15	19	13	14	16	18	17	19	13	14

2. Рассчитать полосы пропускания для обслуживания нагрузки функциональными подсистемами I-CSCF, P-CSCF и S-CSCF.

В решении необходимо привести:

1. Схема сопряжения сетей ТфОП и IMS для заданного варианта соединения с указанием используемых сообщений протоколов сигнализации.
2. Расчет полосы пропускания для обслуживания нагрузки функциональными подсистемами S-CSCF и I-CSCF в архитектуре IMS.

Методические указания

Архитектура подсистемы IMS

На рис. 1 представлена упрощенная схема архитектуры IMS. На ней изображены только основные функциональные элементы архитектуры, сертифицированной 3GPP. Далее рассматриваются две сети: ТфОП и IMS, между которыми организовано взаимодействие. Вызовы, создаваемые в сети ТфОП, попадают через оборудование шлюзов в сеть IMS, а именно на гибкий коммутатор (Softswitch) (SS), который выполняет функции сигнального шлюза и медиашлюза одновременно. От гибкого коммутатора SS сигнальная информация поступает на функциональные подсистемы I-CSCF, P-CSCF и S-CSCF, где начинается процесс обслуживания вызова. В зависимости от типа передаваемой информации и требуемой услуги для обслуживания вызова может быть также задействована функция медиаресурсов MRF и/или сервер(ы) приложений (AS). Следует учитывать, что на рисунке 1 отмечены только те логические связи между элементами IMS, которые имеют значение или учитываются при расчетах. На линиях, обозначающих связи, указан протокол, при помощи

которого осуществляется взаимодействие между функциональными объектами подсистемы IMS.

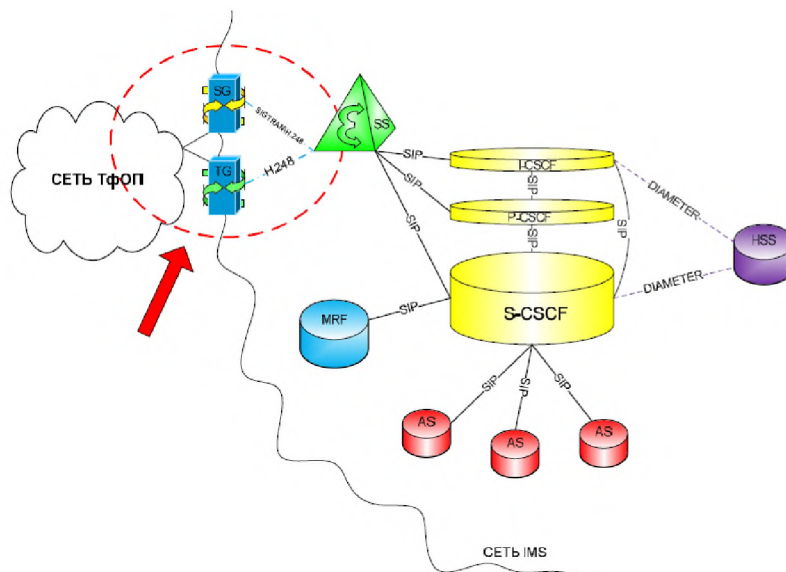
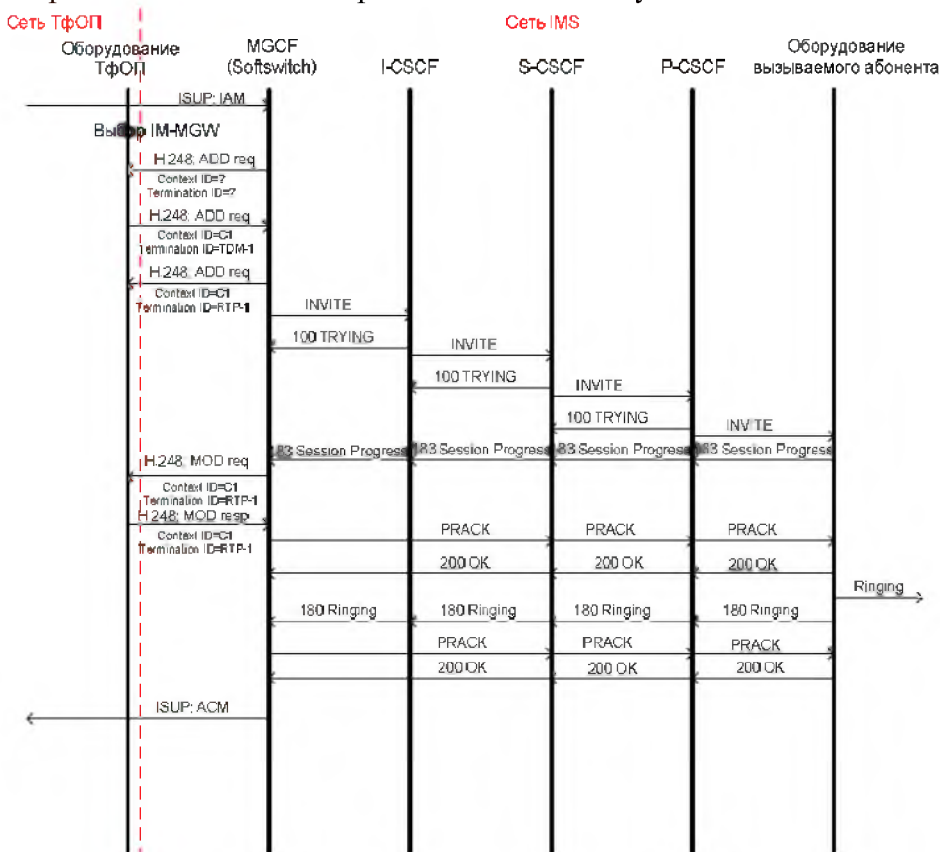


Рис. 1 – Схема стыка сети ТфОП и IMS

Выделенный пунктиром фрагмент представляет собой схему из практического занятия «Расчет оборудования гибкого коммутатора». Рассмотрим случай, когда оборудование гибкого коммутатора (Softswitch) в архитектуре IMS выполняет функциональность контроллера медиашлюзов MGCF. Основной задачей этого функционального элемента является управление транспортными шлюзами на границе с сетью ТфОП. На предыдущем практическом занятии был произведен расчет данного оборудования, поэтому необходимо пользоваться результатами, полученными ранее.

На рис. 2 приведен сценарий обмена сообщениями при обслуживании базового вызова, при котором абонент из сети ТфОП звонит абоненту в сети IMS.



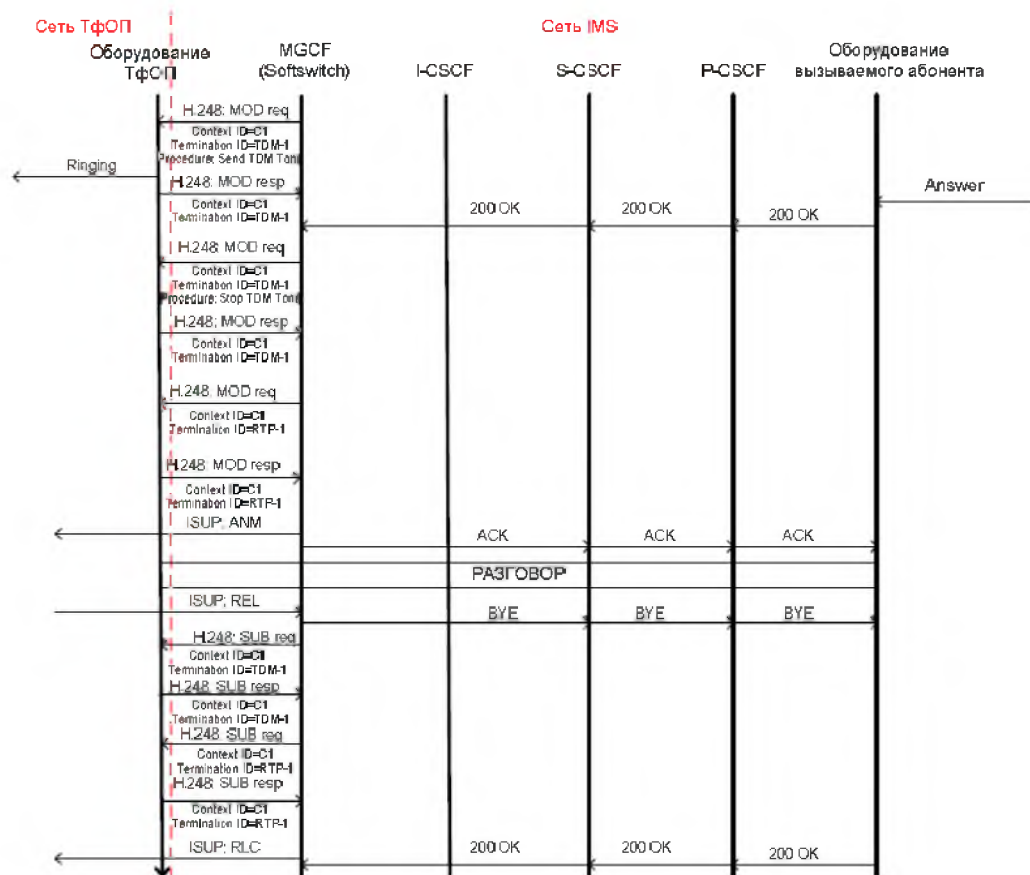


Рис. 2 - Сценарий обслуживания вызова при взаимодействии ТФОП- IMS

Расчет нагрузки на обслуживающий функциональный элемент S-CSCF

Попадая в сеть IMS, все заявки на обслуживание вызовов (сеансов связи) поступают на обслуживающий функциональный элемент S-CSCF. Этот сетевой элемент представляет собой SIP-сервер, управляющий сеансом связи. Для выполнения своих функций, он получает от других сетевых элементов сети всю информацию об устанавливаемом соединении и требуемой услуге.

Функции элемента управления вызовами и сессиями CSCF (I-CSCF, P-CSCF и S-CSCF), могут иметь разную физическую декомпозицию, то есть они могут быть реализованы как в виде единого блока (сервера), обладающего всеми возможностями, так и представлять собой набор устройств (серверов), каждое из которых отвечает за реализацию конкретной функции. Независимо от физической реализации, протокол управления сеансами связи остается стандартным – SIP. Поэтому рассчитав в отдельности каждую из функций CSCF, можно оценить требуемую производительность сервера, как при отдельной реализации функциональных элементов, так и в случае совместной реализации.

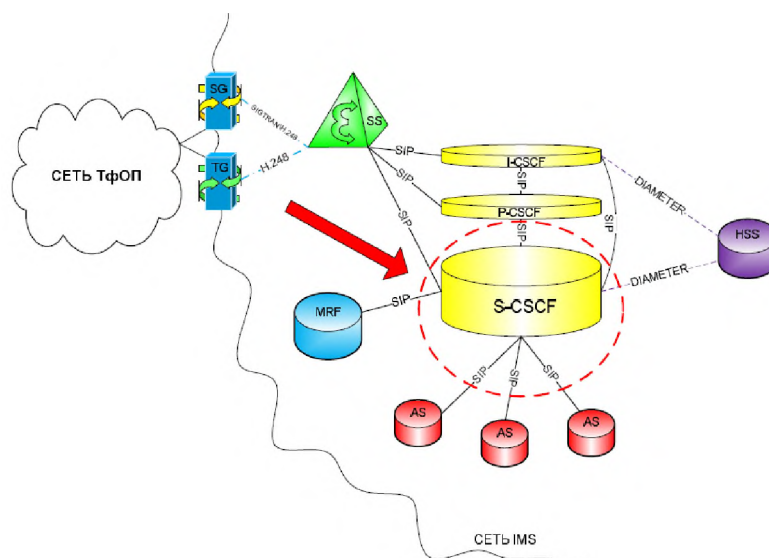


Рис. 3 – Источники нагрузки на функциональный элемент S-CSCF

Примечание: При определении полосы пропускания S-CSCF, необходимой для обслуживания вызовов, учитывается только обмен сообщениями протокола SIP и не учитываются сообщения протокола DIAMETER.

Вызовы из сети ТфОП через оборудование шлюзов поступают на гибкий коммутатор (Softswitch), который в данной архитектуре выполняет функции контроллера медиашлюзов MGCF. Softswitch по протоколу SIP обращается к функциональному элементу I-CSCF, который в свою очередь в ходе установления соединения обменивается сообщениями SIP с S-CSCF. Гибкий коммутатор (Softswitch) тоже начинает обмен сообщениями по протоколу SIP с S-CSCF. Далее I-CSCF и Softswitch передают S-CSCF адресную информацию, информацию о местонахождении вызываемого пользователя, а также информацию о виде услуги, которая запрашивается вызываемым абонентом. Получив эту информацию и обработав ее, S-CSCF начинает процесс обслуживания вызова. В зависимости от требуемой услуги, S-CSCF обращается к MRF или к серверам приложений (AS). Таким образом, получаем, что у S-CSCF установлены SIP соединения с Softswitch, I-CSCF, MRF, AS. Существует еще SIP соединение с P-CSCF, но его не учитываем в процессе расчета транспортного ресурса, так как его влияние на требуемый ресурс незначительно.

Исходными данными для расчета S-CSCF будут:

1. Среднее число SIP сообщений при обслуживании одного вызова между следующими парами функциональных элементов архитектуры IMS:

- а) SS и S-CSCF - N_{sip1} ;
- б) MRF и S-CSCF - N_{sip2} ;
- в) AS и S-CSCF - N_{sip3} ;
- г) I-CSCF и S-CSCF - N_{sip4} .

2. Средняя длина сообщения SIP в байтах – L_{sip} .

3. Доля вызовов, при обслуживании которых требуется обращение к серверу медиаресурсов MRF - X .

4. Доля вызовов, при обслуживании которых требуется обращение к серверам приложений AS – Y .

Введем следующие обозначения:

Vss-s-cscf - транспортный ресурс между гибким коммутатором SS (SoftSwitch) и элементом S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

Vas-s-cscf - транспортный ресурс между серверами приложений (AS) и элементом S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

Vmrf-s-cscf - транспортный ресурс между сервером медиаресурсов MRF и элементом S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

Vi-cscf-s-cscf - транспортный ресурс между I-CSCF и обслуживающим элементом S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

Vs-cscf - общий транспортный ресурс S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов.

Тогда общий транспортный ресурс для обслуживающего функционального элемента S-CSCF будет равен:

$$Vs-cscf = Vi-cscf-s-cscf + Vmrf-s-cscf + Vas-s-cscf + Vss-s-cscf,$$

$$\text{где } Vss-s-cscf = ksig \times (Lsip \times Nsip1 \times Psx); \quad (1)$$

$$Vas-s-cscf = ksig \times (Lsip \times Nsip2 \times Psx \times X); \quad (2)$$

$$Vmrf-s-cscf = ksig \times (Lsip \times Nsip3 \times Psx \times Y); \quad (3)$$

$$Vi-cscf-s-cscf = ksig \times (Lsip \times Nsip4 \times Psx), \quad (4)$$

где $ksig = 5$ - коэффициент использования транспортного ресурса при передаче сигнальной нагрузки протокола SIP. По аналогии с расчетом сигнальной сети ОКС№7 значение $ksig=5$ соответствует нагрузке в 0,2 Эрл.

Значения Psx и $Lsip$, которые используются в формулах (1) – (4) были рассчитаны или заданы в предыдущем практическом занятии «Проектирование оборудования гибкого коммутатора (softswitch)», а именно:

- величина Psx - интенсивность вызовов, поступающих на гибкий коммутатор;

- значение параметра $Lsip$ совпадает со значением параметра длина сообщений протоколов SIP/H.323 - Lsh .

Расчет нагрузки на запрашивающий функциональный элемент I-CSCF

Так же как и обслуживающий функциональный элемент S-CSCF, запрашивающий функциональный элемент I-CSCF участвует в соединениях, затрагивающих взаимодействие разнородных сетей. Так как рассматривается взаимодействие сетей ТфОП и IMS, а они являются разнородными, то, следовательно, запрашивающий функциональный элемент I-CSCF принимает участие в обслуживании вызовов. Помимо функций SIP-прокси, он взаимодействует с сервером домашних абонентов HSS и функцией определения местоположения SLF, получает от них информацию о местонахождении пользователя и обслуживающем его элементе S-CSCF (рис. 4).

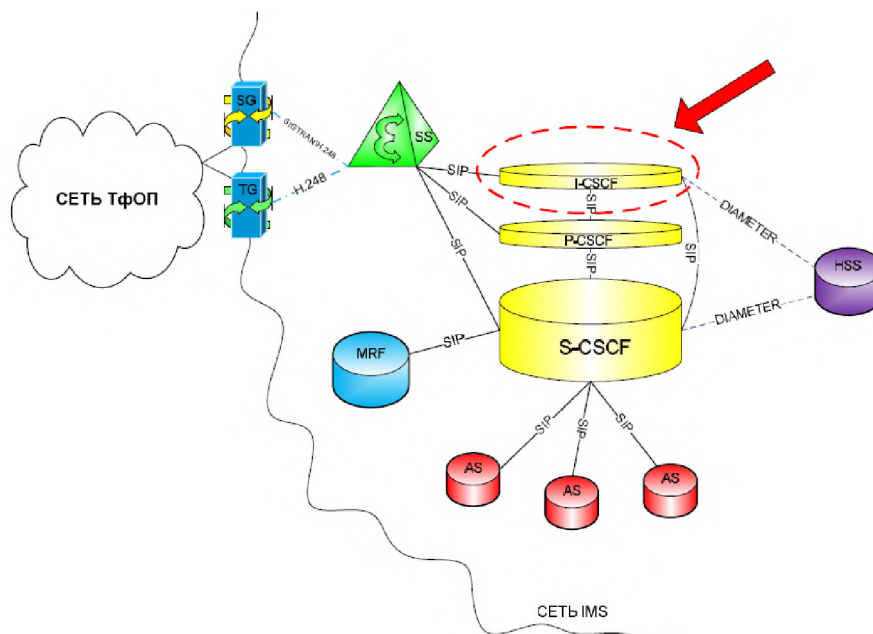


Рис. 4 - Источники нагрузки на функциональный элемент I-CSCF

Как видно из диаграммы установления соединения (рис. 2) и рисунка 4, запрашивающий функциональный элемент I-CSCF взаимодействует с обслуживающим элементом S-CSCF, гибким коммутатором SS (Softswitch, MGCF), а так же с проксирующим функциональным элементом P-CSCF и сервером домашних абонентов HSS. При расчете будем учитывать взаимодействие только с первыми двумя компонентами, так как с сервером HSS взаимодействие происходит при помощи протокола DIAMETER, а расчет ведется только для обмена сообщениями по протоколу SIP. Что касается взаимодействий с P-CSCF, не смотря на то, что обмен информацией с ним происходит при помощи сообщений протокола SIP, но трафик, создаваемый при этом обмене мы не будем учитывать в виду его небольшого объема.

При определении транспортного ресурса на I-CSCF, необходимого для обслуживания вызовов, учитывается только обмен сообщениями SIP. I-CSCF связан только с SS и S-CSCF с использованием протокола SIP. Есть также взаимодействие с прокси-функцией P-CSCF, но его в расчетах не учитываем, так же как не учитывается и взаимодействие с HSS с использованием протокола DIAMETER.

Исходными данными для расчетов транспортного ресурса на I-CSCF являются:

1) Число SIP сообщений при обслуживании одного вызова между следующими парами функциональных элементов архитектуры IMS:

- a) I-CSCF и S-CSCF - N_{sip4} ;
- b) SS и I-CSCF - N_{sip5} .

2) Средняя длина сообщений протокола SIP в байтах – L_{sip} .

Введем следующие обозначения:

V_{i-cscf} - общий транспортный ресурс I-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

$V_{ss-i-cscf}$ - транспортный ресурс между SoftSwitch и I-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов.

Тогда, общий транспортный ресурс будет равен

$$V_{i-cscf} = V_{ss-i-cscf} + V_{i-cscf-s-cscf} . \quad (5)$$

Значение $V_{i-cscf-s-cscf}$ рассчитано ранее (см. формулу (4)), а значение $V_{ss-i-cscf}$ вычисляется по формуле:

$$V_{ss-i-cscf} = k_{sig} \times (L_{sip} \times N_{sip5} \times P_{sx}) . \quad (6)$$

