Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение Образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра инфокоммуникаций

Практическая работа № 1

«Проектирование сетей связи»

Минск

Переключить РАТС 212 на 5000

Проверила:

Чаклова М.И.

Выполнил:

ст. гр. 961401

Минск 2022

**1.Теоретические сведения**

**– Архитектура IMS**

Концепция IP Multimedia Subsystem (IMS) описывает новую сетевую ар- хитектуру, основным элементом которой является пакетная транспортная сеть, поддерживающая все технологии доступа и обеспечивающая реализацию большого числа информационных коммуникационных услуг.

IMS (англ. IP MultimediaSubsystem) - мультимедийная подсистема на базе IP-протоколов, являющаяся решением для перехода от классических телекоммуникационных технологий к IP-технологиям. IMS-платформа позволяет разрабатывать и предоставлять абонентам услуги, основанные на различных комбинациях голоса, текста, графики и видео.

Применяемые подходы в вопросах построения сетей доступа требуют изменений в части оконечного оборудования, устанавливаемого на стороне абонента. Для обеспечения более высокого проникновения услуг широкополосного доступа, в том числе услуг VoIP, у абонентов устанавливается модем (домашний шлюз), оснащенный разнообразными интерфейсами (аналоговый телефонный порт, порт Ethernet, порт Wi-Fi и др.) и обеспечивающий предоставление как голосовых услуг (VoIP), так и телематических услуг (доступ в сеть Интернет, IPTV и др).

В составе IMS выделяются три уровня: транспортный уровень, уровень управления и уровень услуг.

Архитектура IMS приведена на рис. 1.



Рисунок 1. Архитектура IMS

Транспортный уровень отвечает за подключение абонентов к инфра- структуре IMS посредством пользовательского оборудования (User Equipment, UE). Этим оборудованием может быть любой терминал IMS (например, теле- фон или смартфон 3G, ПК с поддержкой Wi-Fi). Возможно подключение через шлюзы не IMS терминалов (например терминалы ТФОП).

Уровень управления – это совокупность функций IMS, которые осущест- вляют все действия по управлению сеансами связи.

Верхний уровень эталонной архитектуры IMS содержит набор серверов приложений, не являющихся элементами IMS. Эти элементы верхней плоско- сти включают в свой состав как мультимедийные IP-приложения, базирующие- ся на протоколе SIP, так и приложения, реализуемые в мобильных сетях на базе виртуальной домашней среды.

Архитектура приложений IMS достаточно сложна и обладает высокой гибкостью при создании новых и интеграции с традиционными приложениями. Например, среда пересылки сообщений может интегрировать традиционные свойства телефонного вызова, такие как обратный вызов и ожидание вызова, с вызовом Интернет. Чтобы сделать это, архитектура IMS позволяет запустить множество услуг и управлять транзакциями между ними.

**– Протоколы IMS**

Сети NGN можно рассматривать в качестве сетевых решений, объединяющих фрагменты различных существующих сетей (Интернет и ТФОП) с применением свойственных этим сетях технологий. Соответственно, в NGN применяются как протоколы Интернет (например, IP, TCP, UDP, FTP, HTTP, SMTP и другие протоколы стека ТСР/IP), так и протоколы ТФОП (например, ОКС № 7, EDSS1, протоколы интерфейса V5). Кроме того, некоторые протоколы NGN являются перспективными, прямо или косвенно затрагивая принципы взаимодействия сетей Интернет и ТФОП в рамках создания мультисервисной сети.

Протоколы сетей NGN можно классифицировать следующим образом:

– базовые протоколы сети Internet: IP, TCP, UDP, ICMP;

– транспортные протоколы: RTP, RTCP;

– сигнальные протоколы: SIP, H.323, MEGACO/H.248, MGCP, ISUP, SCCP, INAP;

– протоколы маршрутизации: RIP, BGP, TRIP;

– протоколы информационных служб и управления: SLP, OSP, LDAP, SNMP;

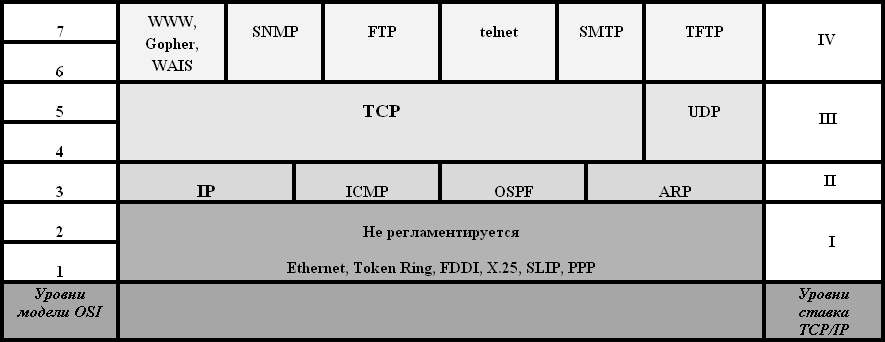
– протоколы услуг: FTP, SMTP, HTTP, кодеки G.xxx, H.xxx, факс Т.37, Т.38, IRP, NNTP.

Рисунок 2 ­­– Стек протоколов TCP/IP

**- Оптический линейный терминал**

OLT, также известный как терминал оптической линии, выступает в качестве аппаратного устройства конечной точки в сети PON. Он может передавать данные пользователям на 1490 нм (нм). Этот сигнал может обслуживать до 2048 абонентов в диапазоне до 20 км с использованием оптических сплиттеров. OLT обычно используется как терминал, подключенный к основному волокну и имеет две основные функции:

Преобразование стандартных сигналов, используемых поставщиком услуг для частоты и кадрирования, используемых системой PON;

Координация мультиплексирования между устройствами преобразования на оптических сетевых терминалах (OLT), расположенных в помещениях клиентов.

**Цель работы:** изучить принципы проектирования сетей связи. По полученным данным спроектировать сеть связи для города Минска. Переключить 6300 абонентов на IMS.

*Исходные данные:*

Таблица 1 – Исходные ёмкости РАТС

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индекс АТС | Наименование  РАТС | N Ур | Емкость | | | |
| Всего | Квартирн. | Нар/хоз. | Таксоф. |
| 201 | 201/202/207/208/209 | 20 | 26600 | 15960 | 10640 | 1 |
| 203 | 203/204/306/309 | 20400 | 12240 | 8160 | 1 |
| 210 | 210/211/217 | 21 | 14500 | 8700 | 5800 | 1 |
| 213 | 213/214/216/222/228 | 8900 | 5340 | 3560 | 1 |
| 212 | 212/218/219 | 5000 | 3000 | 2000 | 1 |
| 312 | 312/313/314/315 | 18000 | 7800 | 5200 | 1 |
| 220 | 220/223/328/329/229 | 22 | 10300 | 6180 | 4120 | 1 |
| 334 | 233/237/334/335/239/336 | 23 | 7600 | 4560 | 3040 | 1 |
| 256 | 254/256/259/359 | 25 | 4700 | 2820 | 1880 | 1 |
| 265 | 264/265/266/267/268/269 | 26 | 20600 | 12360 | 8240 | 1 |
| 273 | 273/274/277/372/376 | 27 | 12700 | 7620 | 5080 | 1 |
| 281 | 281/280/383/385 | 28 | 5900 | 3540 | 2360 | 1 |
| 283 | 283/284/285/286/288 | 5300 | 3180 | 2120 | 1 |
| 290 | 290/292/293/294/331/332 | 29 | 14400 | 5100 | 3400 | 1 |
| 291 | 291/295/296/297/298/330 | 11900 | 7140 | 4760 | 1 |
| 340 | 340/341/344/345/349 | 8800 | 5280 | 3520 | 1 |
| IMS |  |  | 694700 | 420580 | 280360 | 1 |



Рисунок 2 – схема медиашлюза

**2 Расчёт нагрузки сети с коммутацией каналов**

**2.1 Расчёт возникающей местной нагрузки**

Возникающую нагрузку создают вызовы (заявки на обслуживание), поступающие от абонентов (источников нагрузки) и занимающие на время обслуживания вызова различные устройства станции и соединительные линии между ними.

Согласно НТП следует различать 4 категории (сектора) источников нагрузки:

– народнохозяйственный сектор;

– квартирный сектор;

– таксофоны;

– учрежденческие (ведомственные) станции (УАТС).

Средняя продолжительность одного занятия от абонента i категории определяется по формуле:

где αi – коэффициент, учитывающий непроизводительное занятие оборудования (определяется по графику 1; в данной работе = 1,12 );

Pp – доля вызовов, закончившихся разговором (в данной работе = 0,6);

tсо – время слушания сигнала СО (в данной работе = 3с);

tн – время набора цифр номера (для ТА с тональным набором = 0,8с);

n – число набираемых цифр номера (в данной работе = 7);

tу – время установления соединения (в данной работе = 1,5с);

tпв – время слушания сигнала контроля посылки вызова (КПВ) (в данной работе = 8с);

Ti – средняя продолжительность разговора одного источника вызова (абонента) i категории в ЧНН (определяется статистическими данными из таблицы 1).

Таблица 2 – Среднее значение основных параметров нагрузки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество жителей населенного пункта | Категории источников | | | | | |
| Квартирный сектор | | Народно-хозяйственный сектор | | Таксофоны | |
| Cкв | Tкв, с | Cн/х | Tн/х, с | Cт | Tт, с |
| При числе абонентов квартирного сектора свыше  500 тыс. чел. | 1,1 | 110 | 4,0 | 85 | 10 | 110 |

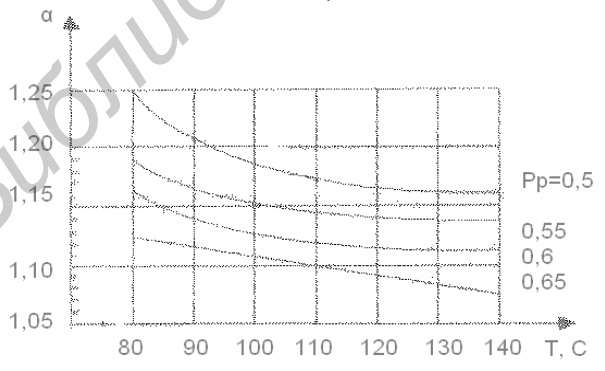


Рисунок 4 – График значений коэффициента αi

где Ni – количество абонентов i категории;

Ci – среднее число вызовов в час наибольшей нагрузки (ЧНН) от одного источника i категории;

ti – средняя продолжительность одного занятия абонента i категории, с.

*;*

*;*

*;*

Результаты расчёта возникающей нагрузки для всех станций представлены в таблице 4.

**2.2 Нагрузка к УСС**

Расчет нагрузки к узлу спецслужб УСС производится по формуле:

где KУСС – доля нагрузки населения к УСС (в данной работе = 3%);

Yвых КП j – нагрузка, возникающая на выходе коммутационного поля;

φk – коэффициент, указывающий снижение нагрузки на выходе КП (при 6-значноц нумерации ГТС = 0,87).

Результаты расчёта нагрузки к УСС для всех станций представлены в таблице 4.

**2.3 Расчёт нагрузки на ГТС от абонентов сотовой подвижной связи (СПС)**

Количество сотовых аппаратов, действующих на территории города, определяется по формуле:

*;*

где NНАС – численность населения города;

%СПС – процентное соотношение количества абонентов СПС от числа жителей города (для города Минск ­– 100%).

Интенсивность нагрузки, создаваемая абонентами сотовой подвижной связи, рассчитывается по формуле:

;

где YСПС – удельная нагрузка абонентов сотовой связи.

Интенсивность нагрузки от абонентов СПС на сеть ТФОП рассчитывается по формуле:

*;*

Исходящая нагрузка от абонентов ТФОП к абонентам СПС равна входящей нагрузке от абонентов СПС к абонентам ТФОП, тогда:

Данная нагрузка распределяется между всеми станциями сети пропорционально возникающей нагрузке станции и тогда интенсивность нагрузки к каждой j станции от сети МОБ будет:

Результаты расчёта для всех станций представлены в таблице 4.

**2.4 Коэффициент веса** **и коэффициент внутристанционного сообщения**

Коэффициент веса kв определяет соотношение возникающей местной нагрузки j станции к суммарной возникающей нагрузке сети и определяется по формуле:

; ,

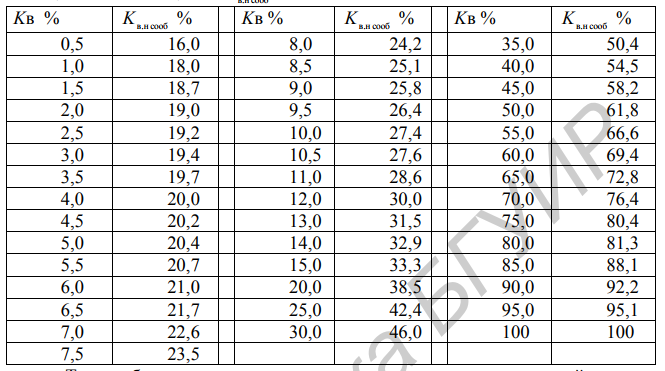
Результаты расчёта для всех станций представлены в таблице 4.

Далее по таблице 4 определяем значение kвн.

Для РАТС 212 kвн сообщ = 16%.

Результаты расчёта для всех станций представлены в таблице 4.

Таблица 3 – Соотношение между коэффициентом веса kв и коэффициентом внутристанционного сообщения kвн сообщ



**2.5 Внутристанционная нагрузка**

Внутристанционная нагрузка Yвн определяется по формуле:

Результаты расчёта для всех станций представлены в таблице 4.

**2.6 Расчёт YУСП Узел сельско-пригородный**

Расчёт нагрузки, создаваемой сельскими жителями на УСП:

YУСП = 0,001 \* N = 0,001 \* 5000 = 5,0 (Эрл).

Результаты расчёта для всех станций представлены в таблице 4.

**2.7 Расчет междугородной нагрузки**

Междугородная исходящая нагрузка, т.е. нагрузка на заказно-соединительные линии (ЗСЛ) от одного абонента равна yзсл = 0,0015 Эрл (определяется из НТП, по данным изменений для каждого города индивидуально).

Связь абонентов ТФОП с абонентами сотовой подвижной связи СПС осуществляется через АМТС. Поэтому нагрузка междугородная исходящая на ЗСЛ j станции будет вычисляться по формуле:

где yзсл = 0,0015 Эрл – удельная нагрузка на ЗСЛ от одного источника вызова,

yслм определяется из НТП аналогично yзсл и равняется 0,0015 Эрл. Входящая междугородная нагрузка, т.е. нагрузка на соединительные линии междугородние СЛМ вычисляется по формуле:

где yслм = 0,0015 Эрл – удельная нагрузка, поступающая от АМТС.

Результаты расчётамеждугородной нагрузки для всех станций представлены в таблице 4.

**2.8 Исходящая нагрузка j станции:**

Нагрузка на выходе КП j станции, которая будет распределяться по направлению к другим станциям сети – Yисх, она распределяется пропорционально доле исходящих потоков станций в их общем исходящем сообщении сети.

Результаты расчёта для всех станций представлены в таблице 4.

Результаты расчёта для всех станций представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчёт для всех станций

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| РАТС | Ёмкость | Yвозн  (Эрл) | Yусс  (Эрл) | Kв  (%) | Kвн  (%) | Yвн  (Эрл) | Yспс  (Эрл) | Yусп  (Эрл) | YАМТС  (Эрл) | | Yисх  (Эрл) |
| ЗСЛ | СЛМ |
| 201 | 26600 | 1261,06 | 43,88 | 3,0 | 19,4 | 204,33 | 52,28 | 26,6 | 92,18 | 92,18 | 894,06 |
| 203 | 20400 | 967,18 | 33,66 | 2,3 | 19,1 | 154,29 | 40,10 | 20,4 | 70,70 | 70,70 | 688,14 |
| 210 | 14500 | 687,53 | 23,93 | 1,6 | 18,9 | 108,53 | 28,50 | 14,5 | 50,25 | 50,25 | 490,32 |
| 213 | 8900 | 422,09 | 14,69 | 1,0 | 18 | 63,46 | 17,50 | 8,9 | 30,85 | 30,85 | 304,20 |
| 212 | 5000 | 237,23 | 8,26 | 0,6 | 16 | 31,70 | 9,84 | 5 | 17,34 | 17,34 | 174,94 |
| 312 | 18000 | 853,42 | 29,70 | 2,0 | 18,7 | 133,29 | 35,38 | 18 | 62,38 | 62,38 | 610,05 |
| 220 | 10300 | 488,45 | 17,00 | 1,2 | 18,2 | 74,25 | 20,25 | 10,3 | 35,70 | 35,70 | 351,20 |
| 334 | 7600 | 360,47 | 12,54 | 0,9 | 17,5 | 52,69 | 14,95 | 7,6 | 26,35 | 26,35 | 261,30 |
| 256 | 4700 | 223,01 | 7,76 | 0,5 | 16,4 | 30,55 | 9,25 | 4,7 | 16,30 | 16,30 | 163,71 |
| 265 | 20600 | 976,66 | 33,99 | 2,3 | 19,1 | 155,80 | 40,49 | 20,6 | 71,39 | 71,39 | 694,88 |
| 273 | 12700 | 602,21 | 20,96 | 1,4 | 17,2 | 86,51 | 24,97 | 12,7 | 44,02 | 44,02 | 438,02 |
| 281 | 5900 | 279,89 | 9,74 | 0,7 | 15,8 | 36,94 | 11,60 | 5,9 | 20,45 | 20,45 | 206,86 |
| 283 | 5300 | 251,45 | 8,75 | 0,6 | 16,8 | 35,28 | 10,43 | 5,3 | 18,38 | 18,38 | 183,75 |
| 290 | 14400 | 682,79 | 23,76 | 1,6 | 18,9 | 107,78 | 28,31 | 14,4 | 49,91 | 49,91 | 486,94 |
| 291 | 11900 | 564,29 | 19,64 | 1,3 | 18,6 | 87,66 | 23,40 | 11,9 | 41,25 | 41,25 | 403,85 |
| 340 | 8800 | 417,35 | 14,52 | 1,0 | 18,2 | 63,44 | 17,30 | 8,8 | 30,50 | 30,50 | 300,08 |
| IMS | 694700 | 32934,41 | 1146,12 | 78,0 | 80,8 | 22225,51 | 1365,46 | 694,7 | 1365,46 | 2407,51 | 7502,63 |
| ∑ | 890300 | 42209,50 |  |  |  |  |  | 890,3 |  |  | 14154,92 |

**2.9 Расчёт межстанционной нагрузки между абонентами IMS и ГТС**

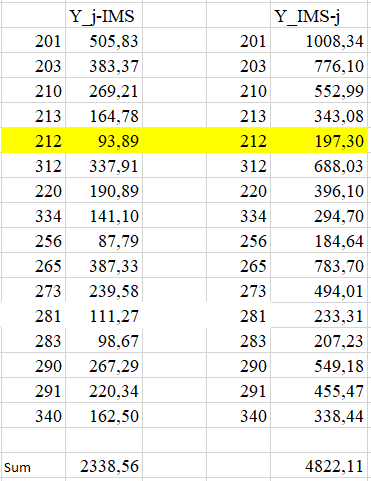
Величина нагрузки между станциями j и IMS или величина исходящей нагрузки, направляемая от станции j к IMS, а так же входящая нагрузка от IMS к j станции определяется по формулам:

где Yj-IMS – исходящая нагрузка на выходе станции;

YIMS-j – исходящая нагрузка на выходе IMS.

Результаты расчёта для всех станций представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результат расчёта межстанционной нагрузки



Значения первой формулы Эрланга табулированы, поэтому, зная допустимую вероятность потерь и рассчитав нагрузки, можно легко определить количество линий в направлении. Но, при расчёте емкости пучков соединительных линий, используется, так называемое, расчётное значение нагрузок, которые учитывают нестационарность потока в ЧНН отдельных дней и в пределах фиксированного ЧНН.

Для перевода средних значений нагрузок в расчетные используется формула:

Эрл);

рл);

С использованием рассчитанных нагрузок и калькулятора первой формулы Эрланга находим количество входящих и исходящих линий.

vвх = 2371 (линий); vисх = 4869 (линий);

Расчёт числа линий и первичных потоков (E1), входящей и исходящей нагрузки:

где vвх – число входящих линий (по первой формуле Эрланга = );

vисх – число исходящих линий (по первой формуле Эрланга = );

NE1 – число первичных потоков E1;

Результирующая скорость информационного потока V(инф-пот) на физическом уровне от одного голосового канала для C.711 = 95,2 кбит/с. Транспортный ресурс физического уровня, необходимый для передачи трафика в пакетную сеть, поступающего на шлюз MGW:

где

Vинф-пот – результирующая скорость информационного потока;

Kвх – количество голосовых каналов;

Kисх – количество голосовых каналов.

**3 Расчёт транспортного ресурса пакетной сети для абонентов ШПД**

**3.1 Расчёт Интернет-трафика**

При расчете сети передачи данных (ПД) считается, что входящая скорость абонентов ШПД в 2 раза больше, чем исходящая.

Объем интернет трафика рассчитывается по формуле:

где – процентное соотношение абонентов ШПД в зависимости от кол-ва жителей города.

Nжит – количество жителей города;

vПД – скорость передачи данных в каждом направлении;

P – коэффициент пачечности, для видеотелефонии P = 5, для поиска видео P = 18, для поиска документов P = 5…50 (в данной работе = 25).

Аналогично расчеты производятся для скоростей 50, 100 и 200 Мбит/с. Результаты вычислений приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Расчёт объема трафика

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| vПД, Мбит/с | Кол-во абонентов | Vинт ВХ, Мбит/с | Vинт ИСХ, Мбит/с |
| 50 | 4200 | 8400 | 4200 |
| 100 | 1400 | 5600 | 2800 |
| 200 | 300 | 2400 | 1200 |

∑Vинтвх = 8400+5600+2400= 16400 (Мбит/с);

∑Vинтисх = 4200+2800+1200= 8200 (Мбит/с);

**3.2 Расчёт трафика по предоставлению услуг IPTV**

Услуга IPTV пока ещё не является массовой. По прогнозам, услугой IPTV будут пользоваться около 30% абонентов ШПД. Количество абонентов IPTV будет:

Для передачи видеосигнала стандартного разрешения необходима пропускная способность 8 Мбит/с, а для вещания каналов высокого качества (HDTV) – 25 Мбит/с. Объем данных IPTV рассчитывается по формуле:

где NСТ – количество каналов стандартного разрешения;

vСТ – скорость передачи видеосигнала канала стандартного разрешения;

NHDTV – количество каналов высокого разрешения;

vHDTV – скорость передачи видеосигнала канала высокого разрешения.

Услуга IPTV является интерактивной и предполагает наличие сопутствующей услуга «Видео по запросу» (VoD), которая осуществляет передачу видеосигнала от центра обработки данных (ЦОД) к абоненту, что создает дополнительную нагрузку на сеть передачи данных.

По статистическим данным в ЧНН услугой VoD одновременно пользуются 5% абонентов от числа абонентов IPTV. Объем трафика по предоставлению услуги «Видео по запросу»:

где NIPTV – количество абонентов IPTV;

vСТ – пропускная способность одного стандартного канала IPTV (в данной работе = 8 Мбит/с).

**3.3 Расчёт трафика услуг IP-телефонии**

При расчете полосы пропускания, требуемой для передачи трафика IP-телефонии, следует учитывать вид кодека, количество служебной информации, содержащейся в заголовках протокольных единиц данных (PDU), трафик RTCP, применение технологии cRTP, применение технологии подавления пауз.

Кодек выполняет функцию преобразования аналоговой формы речевого сигнала в цифровую форму. Лучшим качеством кодирования голоса обладает кодек G.711, он является обязательным для реализации на любом устройстве IP-телефонии. Скорость передачи данных на выходе кодера с учетом служебной информации в заголовках PDU и применения протокола RTCP – 100,88 кбит/с.

Общая нагрузка, создаваемая IP-телефонией:

где Nаб – число пользователей IP-телефонии (все абоненты ШПД в Интернете);

yаб – удельная нагрузка от одного абонента составляет 0,04 Эрл в ЧНН.

Расчётная нагрузка, учитывающая колебания трафика в ЧНН:

По таблице первой формулы Эрланга определяем количество каналов IP-телефонии для обслуживания создаваемой абонентами нагрузки при потерях, равных 0,1% или P = 0,01. От 65,2 Эрл это составляет k = 82 канала.

Далее определяется необходимая пропускная способность сети для услуги IP-телефонии:

где V1K – пропускная способность на один канал IP-телефонии в зависимости от используемого кодека (G.711; = 95,2 кбит/с);

k – количество каналов;

Pрез – коэффициент резервирования полосы пропускания ( = 0,7).

**3.4 Расчёт сигнального трафика услуг ШПД**

Для установления мультисервисных вызовов через сеть IP используется протокол SIP. Он используется также для транспортировки текущих состояний, уведомлении о присутствии (регистрация) и др.

Поэтому сигнальный трафик протокола SIP будет складываться из трафика сессии и трафика регистраций.

При расчёте сигнального трафика управления речевыми сессиями используется показатель количества попыток соединений в ЧНН BHSA, определяющийся из расчёта, что удельная нагрузка на одного абонента составляет yаб = 0,15 Эрл, а средняя продолжительность одного соединения tсоед = 90 с, тогда

Сигнальный трафик сессий рассчитывается по формуле:

где Nаб – количество абонентов ШПД;

Nсооб – количество сообщений в сессии (= 14);

Lсооб –длина сообщений (= 1000 байт);

T – 3600 с (1 ЧНН);

Kупл – коэффициент, отражающий неоднородность длины сообщений в SIP-сессиях (= 1,6);

Kизб – коэффициент резервирования полосы пропускания (= 0,7);

BHSA – количество попыток соединения в ЧНН (= 6 попыток).

Сигнальный трафик регистрации протокола SIP:

где Nрег – количество регистраций на одного абонента в час (= 0,2);

Nсооб – количество сообщений в сессии (= 4);

Lсооб –длина сообщений (= 1000 байт);

T – 3600 с (1 ЧНН);

Kупл – коэффициент, отражающий неоднородность длины сообщений в SIP-сессиях (= 1,6);

Kизб – коэффициент резервирования полосы пропускания (= 0,7);

Суммарный сигнальный трафик:

**3.5 Расчет суммарного (входящего и исходящего) трафика услуг ШПД**

Трафик VoD и IPTV будем считать входящим, а трафики IP-телефонии (VoIP) и Интернет-трафик – дуплексными.

Суммарный входящий трафик рассчитывается по формуле:

18400++++

Суммарный исходящий трафик услуг ШПД:

.

**4. Выбор оборудования**

Исходя из данных, на 3705 человек выбираем оптический терминал Bdcom Gpon Olt Gp3600-16b, 16 портов Gpon – 3шт.



|  |  |
| --- | --- |
| Свойства: | Характеристики: |
| Системная ёмкость | Максимальное деление: 1: 128  Пропускная способность соединительной платы: 205 Гб |
| Ёмкость таблицы MAC | 64 K |
| Интерфейс PON | 16 GPON |
| Uplink Интерфейсы | 8 GE портов (4 gigabit SFP порта, 4 gigabit TX/SFP комбо-порта)  4 10GE SFP+ порта |
| Атрибуты интерфейса PON | Скорость передачи данных в нисходящем потоке 2,5 Гбит/с, в восходящем - 1,25 Гбит/с  Поддерживаемые классы модулей : В+, С+, C++  Безопасность: механизм аутентификации ONU |
| Стандартизация | IEEE802.3ah  IEEE 802.1D, Spanning Tree протокол  IEEE 802.1Q, VLAN  IEEE 802.1w, RSTP  Статическая и динамическая агрегация физической линии IEEE 802.3ad (LACP)  Ethernet – II |
| QoS | Управление обратным потоком (полудуплекс)  Управление потоком IEEE 802.3x (полный дуплекс)  IEEE 802.1p, CoS  Расписание очереди WRR, SP и FIFO  Ограничение скорости восходящей / нисходящей линии связи на основе каждого ONU  DBA и SLA |
| Управление конфигурацией | Различные режимы управления, такие как CLI, SNMP и TELNET  Проведение обновления программного обеспечения через TFTP  Вывод отладки |
| Физические характеристики | Размеры, мм (Д х Ш х В): 442,5 х 304 х В44  Установка: стандартная 19-дюймовая стойка  Вес: < 7 кг |
| Источники питания | 2 блока переменного тока АС 220/1А |