

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 16.12.2020 18:58:11
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)**

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова
«15» _____ 2017 г.



РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕТЕЙ NGN

**Методические указания по выполнению практической работы №4
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
по курсу «Основы построения инфокоммуникационных систем и
сетей ч.2»**

Курск 2017

УДК 621.396

Составитель А.В. Хмелевская, А.Н. Шевцов

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,
профессор кафедры *В.Г. Андронов*

Расчет основных характеристик сетей NGN: методические указания по выполнению практической работы №4 по курсу «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей ч.2» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А. В. Хмелевская. А. Н. Шевцов. Курск, 2017. – 19 с. ил. 1, табл. 1 – Библиогр.: с.19.

Методические указания по выполнению практической работы содержат краткие теоретические сведения о методике расчётов объёма оборудования доступа, используемых в сетях связи следующего поколения NGN, а также перечень вопросов для самоконтроля, оформлению отчета и его защите.

Методические указания полностью соответствуют требованиям типовой программы, утвержденной УМО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также рабочей программе дисциплины «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей ч.2».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *15.12.17* . Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. *1,1* . Уч.-изд. л. *10*. Тираж 100 экз. Заказ. *3237* Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

1 Цель работы

- изучить теоретические сведения об аналитических моделях расчета характеристик сетей, рассчитать и изучить характеристики трафика, передаваемого по сети NGN, а также определить необходимые сетевые ресурсы, гарантирующие заданное качество предоставляемых услуг.

2 Постановка задачи

В ходе данной работы предложено рассчитать характеристики и параметры сети NGN и трафика, передаваемого по сети NGN, на основании которых можно гарантировать качество предоставляемых услуг. Согласно таблицы исходных данных необходимо:

1. Представить сеть NGN в виде ориентированного графа согласно исходным данным.

2. Рассчитать следующие параметры сети NGN: число возможных пар узлов сети, коэффициент загрузки звена, , речевой трафик Y_k , суммарная полоса пропускания B , число речевых каналов доступа в направлении к пакетной сети, суммарная полоса пропускания B , требуемая для передачи речевого трафика в сторону опорной сети IP/MPLS, общая полоса пропускания B , используемая для передачи трафика данных, полоса пропускания B , необходимая для транзита трафика, идущего от одного узла через медиашлюз к другому узлу.

На усмотрение преподавателя: суммарное число всех возможных пар узлов (через вычисление ряда), нагрузку W_k , суммарного потока трафика, Необходимая полоса пропускания ξ_l для каждого звена l , суммарную задержку из конца в конец в сети, суммарный речевой трафик Y_v , число попыток вызовов в ЧНН, Число интерфейсов E1 для доступа к различным типам голосовых услуг в медиашлюзе со стороны доступа, трафик данных, число интерфейсов E1 для обслуживания различных типов передаваемых данных. Методику расчётов параметров, необходимых для расчёта суммарных параметров и рядов взять у преподавателя.

3. Указать причины несогласованности практических расчетов теоритическим (если таковые возникнут), указать мероприятия по улучшению работы сети NGN.

3. Краткие теоретические сведения

3.1 Введение

Одной из основных проблем, связанных с практическим внедрением сетей следующего поколения NGN (Next Generation Networks) [1], является обеспечение сквозного качества услуг QoS (Quality of Service) для мультимедийного трафика. Современные методы проектирования сетей NGN не позволяют рассчитать основные характеристики сети (поступающую нагрузку и качество обслуживания трафика), а обеспечивают лишь грубую оценку производительности базовых компонентов сети [2].

Базовыми компонентами любой сети NGN являются три функциональных объекта - медиашлюзы MG (Media Gateway), сигнальные шлюзы SG (Signalling Gateway) и гибкие коммутаторы (или серверы вызовов) CS (Call Server) [1]. Физически медиашлюз и сигнальный шлюз могут быть реализованы в виде отдельного оборудования и представляют собой соответственно точки концентрации пользовательской и сигнальной нагрузок. Сервер вызовов обычно реализуется централизованно и используется в основном для обработки группового сигнального трафика. Взаимодействие этих объектов сети осуществляется посредством протоколов сигнализации через транспортную сеть. Параметры медиашлюза должны рассчитываться исходя из пропущенной им пользовательской нагрузки, а параметры сервера вызовов - из нагрузки обслуженных им вызовов и соответствующей сигнальной нагрузки, связанной с обработкой вызовов [3-5]. Параметры сигнального шлюза должны рассчитываться исходя из объема обрабатываемого им сигнального трафика. Сначала рассмотрим модель трафика в сети NGN, а затем перейдем непосредственно к расчету параметров сетевых элементов.

3.2 Модель трафика в сети NGN

Ключевым параметром для расчета характеристик сети NGN является нагрузка (трафик) в сети. Предлагается следующая модель распределения трафика в медиашлюзе: поступивший A_{ori} , обслуженный A_{ter} , исходящий A_{out} , входящий A_{in} , внутренний A_{intra} и транзитный A_{tr} . Будем считать, что входящий трафик A_{ori} ,

доля внутреннего трафика $P_{int ra}$ и доля транзитного трафика P_{tr} известны и входящий трафик A_{ter} равен по величине исходящему A_{ori} на стороне доступа (абонентского подключения) медиашлюза. Для определения этих величин необходимо знать количественный и качественный состав клиентской базы каждого медиашлюза, распределение пользователей по узлам доступа и топологию связи сетевых узлов.

Типовая архитектура сети NGN и различные типы соединений в ней приведены на рисунке 1. Сплошные линии, соединяющие узлы, отождествляют медиатрафик (речевой, видео и график передачи данных), а пунктирные – сигнальный график.

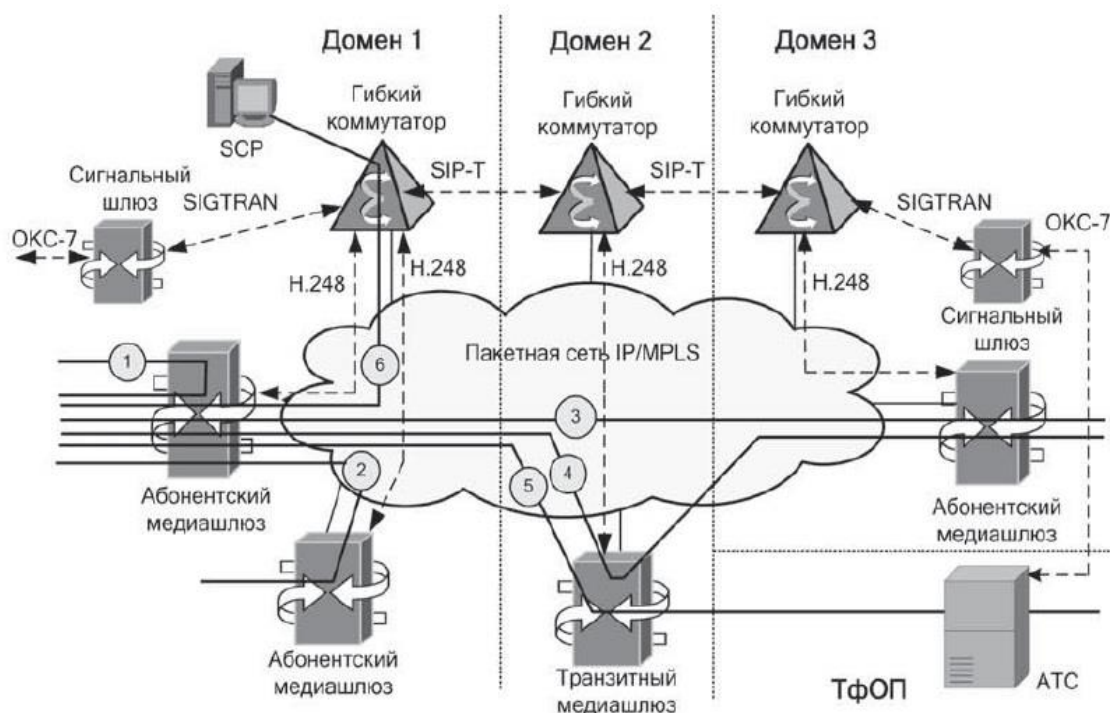


Рисунок 1 – Архитектура сети NGN и типы соединений: потоки медиаинформации, потоки сигнальной информации

В зависимости от того, в какое оборудование подключены абоненты одного сеанса связи, можно выделить следующие типы соединений пользователей в сети NGN (обозначены на рисунке 1 линиями с цифрами):

1) внутреннее соединение (внутри абонентского медиашлюза) – когда оба абонента включены в один абонентский медиашлюз;

2) внутрисетевое соединение между абонентскими медиашлюзами одной сети NGN (одного сетевого домена) - когда абоненты включены в разные абонентские медиашлюзы, но управляемые одним гибким коммутатором;

3) межсетевое прямое соединение между абонентскими медиашлюзами разных сетей (сетевых доменов) NGN - когда абоненты включены в абонентские медиашлюзы, управляемые разными гибкими коммутаторами;

4) межсетевое транзитное соединение между абонентскими медиашлюзами разных сетей NGN через транзитную сеть - когда соединение между абонентскими медиашлюзами проходит через транзитный (транковый) медиашлюз, причем все три медиашлюза, участвующие в соединении, управляются разными гибкими коммутаторами;

5) соединение с абонентом телефонной сети общего пользования (ТфОП) - когда один абонент включён в абонентский медиашлюз сети NGN, а другой - в АТС ТфОП;

6) сервисное соединение - когда абонент запрашивает дополнительные сервисные услуги (например, интеллектуальные услуги), реализуемые внешней платформой приложений (услуг), и медиапоток передается в эту платформу через гибкий коммутатор.

Кроме медиапотоков в сети NGN передается необходимая сигнальная информация для организации взаимодействия между собой различных сетевых устройств. Можно выделить три основных вида сигнальной информации, которая передается между элементами сети NGN с использованием соответствующего протокола:

1) сигнальная информация для управления гибким коммутатором различными медиашлюзами (абонентскими, транзитными) - используются протоколы H.248/MEGACO или MGCP;

2) сигнальная информация для передачи сообщений ОКС№7 между сигнальным шлюзом и гибким коммутатором через пакетную сеть - используется протокол SIGTRAN;

3) сигнальная информация для передачи сообщений подсистемы ISUP системы сигнализации ОКС№7 между гибкими коммутаторами различных сетей (доменов) NGN – используется протокол SIP-T.

Следует учитывать, что кроме перечисленных видов в сети NGN может передаваться и другая сигнальная информация, например, информация для непосредственного управления гибким коммутатором различными терминальными устройствами по протоколам SIP или H.323.

Нагрузка на сеть NGN может быть представлена следующим вектором:

$$W = (w_1 \dots w_Q)^T, \quad (1)$$

где T - операция транспонирования вектора; $w_1 \dots w_Q$ - значения трафика между парой узлов сети $q = (m, n)$, обозначающих номер узла-отправителя n и номер узла-получателя m , $Q = N \times (N - 1)$ - число возможных пар узлов сети из N .

Модель сети NGN можно представить в виде ориентированного графа $G = \{V, E\}$, где V - множество узлов с индексами $i = 1, 2 \dots n$, n - общее количество узлов графа и E - множество ориентированных звеньев с индексами $j = 1, 2 \dots m$, m - общее количество звеньев графа. В транспортной сети IP/MPLS коммутируемый по меткам путь LSP (Label Switching Path) представляет собой канал для передачи пользовательского трафика. Предположим, что звену l соответствует канал с полосой пропускания c_l и через C обозначим m -мерный вектор полос пропускания всех m звеньев сети (T - знак транспонирования):

$$C = (c_1 \dots c_m)^T \quad (2)$$

Как правило, в сети NGN имеется несколько альтернативных путей, соединяющих пару узлов. Обозначим пары узлов (m, n) через q, m, n и они принимают значения в интервале $1, 2 \dots, Q$. Тогда суммарное число всех возможных пар узлов может быть определено как:

$$Q = N(N - 1) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n q_{ij}, \quad (3)$$

где N - общее число узлов графа.

3.3 Определение величины полосы пропускания

Для обеспечения гарантированного качества услуг QoS в сети NGN необходимо выбрать соответствующие значения параметров основных компонентов сети, а также оптимально распределить трафик по путям в сети. Рассмотрим стратегию оптимального распределения потоков трафика сети при условии, что ни по одному пути не будет идти трафик, превышающий его пропускную способность. Т.е. общий объем потоков трафика, распределенных на множестве путей P_q , связывающих любую пару узлов q , где каждому пути отводится доля трафика, должен быть равен общему объему трафика w_q для этой пары узлов. Таким образом, необходимо обеспечить полосу пропускания для каждого пути, для того, чтобы гарантировать требуемую пропускную способность сети.

Следовательно, чтобы обеспечить гарантированную полосу пропускания для каждой пары узлов сети $q=1,2,...,Q$, необходимо чтобы доступная полоса пропускания соответствовала нагрузке:

$$w_k = \sum_{p=1}^{P_q} y_q^p . \quad (4)$$

Кроме того, для каждого звена $l=1,2,...,m$, по которым проходят пути между парой узлов, значение суммарного потока трафика, проходящего по этим путям, не должно превышать пропускной способности звена c_l :

$$c_l \geq \sum_{q=1}^Q \sum_{p=1}^{P_q} y_{q,l}^p . \quad (5)$$

Необходимая полоса пропускания ξ_l для каждого звена l может быть определена как:

$$\xi_l = \sum_{q=1}^Q \sum_{p=1}^{P_q} x_{l(p,q)} , \quad (6)$$

где $x_{l(p,q)}$ - объём трафика, передаваемого по пути p между парой узлов q через звено l .

Отметим, что оптимальное распределение путей P_q для разных типов трафика w_q может быть достигнуто, если необходимую полосу пропускания ξ_l каждого звена распределить по нескольким кратчайшим путям. Это позволит минимизировать общую сквозную задержку в сети и увеличит общий запас пропускной способности сети.

Коэффициент загрузки звена зависит от используемой полосы пропускания ξ и общей пропускной способности звена и определяется как:

$$p = \xi / C \quad (7)$$

Для любого пути из общего числа путей $p=1,2,...,P_q$ между парой узлов задержка трафика из конца в конец не должна превышать заданного значения T_q для любого типа трафика из набора w_q для любого пути между любой парой узлов. Кроме того, значение задержки зависит также от других транспортных потоков, проходящих по одним и тем же звеньям. Таким образом, должно выполняться следующее неравенство:

$$\sum_{l=1}^L \frac{y_{q,l}^p}{c_l - \xi_l} \leq T_q. \quad (8)$$

Следует учитывать, что если требуемая полоса пропускания достигает допустимого порога, то сервер CS не пропускают в сеть новые входящие потоки. Кроме того, поскольку между парой узлов может быть несколько путей, приоритет выбора пути для трафика будет определен в зависимости от фиксированной длины пути. Основная цель - минимизировать вес каждого пути. Установка весов на основе счетчика количества межузловых переходов обеспечивает высокий приоритет коротких путей длинными. Это позволяет минимизировать суммарную задержку из конца в конец в сети, которая определяется по формуле:

$$r_q^p = \sum_{l=1}^L r_{q,l}^p. \quad (9)$$

3.4 Методика расчета параметров медиашлюза

Медиашлюз находится на уровне доступа в архитектуре сети NGN и обеспечивает агрегацию и коммутацию различного вида трафика с уровня доступа на транспортный уровень. Расчет параметров медиашлюза сводится к определению его производительности по обслуживанию вызовов, а также числа и типов необходимых интерфейсов подключения со стороны сети доступа и транспортной сети для передачи речевого трафика и трафика данных.

Будем считать, что каждый тип голосовой услуги в сети доступа с индексом k (от 1 до n) характеризуется средним временем занятия S_k и величиной необходимой полосы пропускания Z_k (соответствует классу обслуживания GoS), для различных типов вызовов $k = \text{ТфОП}, \text{ISDN}, \dots, \text{IN}$.

Выражение для речевого трафика Y_k , соответствующего k -ому типу голосовой услуги в сети доступа, может быть записано в виде:

$$Y_k = D_k \times S_k \quad (10)$$

где D_k — число вызовов в секунду для голосовой услуги типа k .

Исходя из этого суммарный речевой трафик Y_v может быть представлен как сумма нагрузок Y_k :

$$Y_v = \sum_{k=1}^n D_k S_k \quad (11)$$

Также для Y_v справедливо:

$$Y_v = \sum_{k=1}^n \alpha_k \beta_k N_k, \quad (12)$$

где N_k - количество абонентов, пользующихся услугой типа k , α_k - средняя доля использования канала со скоростью 64 Кбит/с для услуги k , β_k - количество каналов, соответствующих услуги типа k .

Число попыток вызовов в ЧНН:

$$B_{MG} = 3600 \sum_{k=1}^n \frac{Y_k}{S_k} = 3600 \sum_{k=1}^n \frac{\beta_k N_k \alpha_k}{S_k} \quad (13)$$

Число интерфейсов E1 для доступа к различным типам голосовых услуг в медиашлюзе со стороны доступа:

$$N_{E1,v} = \sum_{k=1}^n \frac{Y_k}{30z_k} = \sum_{k=1}^n \frac{D_k S_k}{30z_k} \quad (14)$$

Если трафик сети доступа выразить в Мбит/с, то выражение (14) может быть представлено в виде:

$$N_{E1,v} = \sum_{k=1}^n \frac{Y_k}{2.048}. \quad (15)$$

Трафик данных может быть выражен как сумма произведений числа абонентов, среднего трафика одного пользователя и числа одновременно обслуживаемых пользователей:

$$Y_d = \sum_{k=1}^n N_k w_k U_k \quad (16)$$

где - w_k средняя полоса пропускания, приходящаяся на одного пользователя услуги типа k ;

U_k - доля абонентов, одновременно запросивших одну и ту же услугу типа k , относительно общего числа абонентов, зарегистрированных на эту услугу.

Число интерфейсов E1 для обслуживания различных типов передаваемых данных может быть получено из следующего выражения:

$$N_{E1,d} = \sum_{k=1}^n \frac{Y_d}{2.048} = \sum_{k=1}^n \frac{N_k w_k U_k}{2.048} \quad (17)$$

Наконец, суммарная полоса пропускания B , необходимая для передачи речевого трафика и трафика данных на стороне сети доступа, находится путем суммирования соответствующих типов трафика:

$$B = Y_v - Y_d \quad (18)$$

Рассчитав суммарную полосу пропускания B , можно определить число интерфейсов доступа для медиашлюза.

Определим долю одновременно активных пользователей U для сеансов передачи данных и долю одновременно активных соединений R_k для сеансов голосовой связи.

Предположим, что имеется N пользователей, подключенных к уровню доступа медиашлюза, и пусть t_i — общий интервал времени, в течение которого i линий доступа одновременно заняты активными соединениями.

Теперь рассмотрим период длительностью T , в течение которого занята группа линий доступа. Этот период наблюдения представляется в виде последовательности коротких временных интервалов длительностью T_0 , индексированных $j=1,2,\dots,n$, при $n=T/T_0$. Пусть t_{ij} определяет временные интервалы j , в которые i линий одновременно заняты. Тогда t_i может быть представлен как:

$$t_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (19)$$

Речевой трафик, поступающий из сетей с коммутацией каналов, сначала преобразуется медиашлюзом в пакетный вид, затем он инкапсулируется в пакеты IP. При этом к пакету добавляются заголовки протоколов RTP и UDP размером 12 и 8 байт соответственно. Дополнительно необходимы 20 байт для речевого IP-пакетирования и 4 байта для маркировки пакета в сети MPLS. Таким образом, общий размер заголовков составляет 44

байта, который передается каждый раз при отправке пакета, содержащего речевую информацию. Так как поле полезной нагрузки пакета RTP имеет размер в 160 байт, то общий размер пакета будет равен 204 байтам.

Длина поля полезной нагрузки RTP напрямую зависит от используемого кодека. Частота передачи пакетов в секунду является обратной величиной времени упаковки фрагмента речевой информации в пакет. Выбор этой длительности упаковки полезной нагрузки является компромиссом между доступной полосой пропускания и требованиями QoS. Известно, что применение кодека G.711 дает лучшее качество речи, результатом чего является улучшенное QoS, предоставляемое пользователям. Поэтому выберем кодек G.711, работающий со скоростью 64 Кбит/с. Пусть длительность речевого фрагмента в пакете равна 20 мс, т.е. каждую секунду отправляется 50 пакетов.

Из вышесказанного следует, что число речевых каналов доступа в направлении к пакетной сети определяется как:

$$\mu = \mu_{ac} \times (1 - P_{intra}) = N_{E1,v} \times 30 \times (1 - P_{intra}) \quad (20)$$

где μ_{ac} - число каналов медиашлюза со скоростью 64 Кбит/с в сторону сети доступа;

P_{intra} - доля трафика, замыкающегося внутри шлюза.

Для вычисления требуемой полосы пропускания В эмулированного потока E1 со стороны доступа в сеть IP/MPLS, предполагается, что речевому каналу 64 Кбит/с требуется полоса:

$$64 \times \frac{204}{106} = 50 \times 204 \times 8 \cdot 10^{-3} = 81.6 \text{ Кбит/с} \quad (21)$$

Таким образом, суммарная полоса пропускания В, требуемая для передачи речевого трафика в сторону опорной сети IP/MPLS, может быть рассчитана следующим образом:

$$B_v = \mu \times 64 \times \frac{204}{160} = \mu \times 50 \times 204 \times 8 \cdot 10^{-3} = \mu \times 81.6 \text{ Кбит/с} = \mu \times 0.081 \text{ Мбит/с} \quad (22)$$

Коэффициент 8×10^{-3} необходим для перевода в Кбит/с.

Передача данных по пакетным сетям осуществляется по IP/MPLS туннелям или трактам, коммутируемым по меткам LSP, установленным через транспортную сеть. Размер заголовка пакета в сети MPLS равен 24 байтам (4 байта - метка MPLS и 20 байт — заголовок IP), а поле полезной нагрузки - D, байт.

Общая полоса пропускания B , используемая для передачи трафика данных, может быть выражена через основные параметры трафика данных:

$$B_d = Data \times \frac{24 + D}{D}, Data = Data_{access} \times (1 - P_{intra}), \quad (23)$$

где $Data_{access}$, и P_{intra} представляют объем трафика данных в сторону доступа медиашлюза и долю внутреннего трафика данных в медиашлюзе соответственно.

Зная поступающий трафик Y_{ori} , долю внутреннего трафика P_{intra} , долю трафика при межсетевом транзитном соединении P_{tr} , и предполагая для простоты, что обслуженный трафик равен поступающему трафику Y_{ori} со стороны сети доступа, можно определить общий трафик.

Действительно, полоса пропускания B , необходимая для транзита трафика, идущего от одного узла через медиашлюз к другому узлу, может быть найдена из выражения:

$$B_{transit} = Y_{tr} = Y_{in} P_{tr} = \frac{Y_{ori} P_{tr} (1 - P_{intra})}{(1 - P_{tr})} \quad (24)$$

На практике этот трафик состоит из пользовательских данных, речевой нагрузки и сигнального трафика управления транспортными шлюзами.

4 Содержание отчета

Практическая работа рассчитана на 2 часа для очной формы обучения направления подготовки 11.03.02 и выполняется в 4й контрольной точке.

По результатам выполненной работы представляется отчет, в котором должны содержаться следующие пункты:

- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- исходные данные;
- схематичное изображение ориентированного графа сети NGN;
- рассчитаны все параметры, отвечающие за качество услуг;
- при несогласовании полученных практических результатов с теоритическими объяснить причину несогласования;
- выводы по результатам исследований с анализом полученных результатов;
- ответы на контрольные вопросы.
- Минимальный балл за практическую работу составляет 0.5 балла (выполнил работу, но не защитил). Максимальный балл – 3 (выполнил работу и защитил без замечаний).
- Примерные критерии оценки качества отчётов по лабораторной работе:
 - оформление отчёта не соответствует предъявляемым требованиям – минус 0,5 балла;
 - полученные экспериментальные материалы не обработаны (осциллограммы, спектрограммы и т. п.) – минус 0,5 балла;
 - выводы не соответствуют результатам работы – минус 0,5 балла;
 - работа защищена не вовремя (после окончания 4й контрольной точки) – минус 0,5 балла.

5 Задание к практической работе

Номер варианта студента определяется в зависимости от номера студента в журнале преподавателя по таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

№ варианта	Исходные параметры																	
	N	m	n	ξ	ζ	D_k	S_k	Y_v	Y_d	μ_{ac}	P_{intra}	$N_{E1,v}$	Data	D	Dataaccess	Y_{in}	P_{tr}	Y_{ori}
1	3	4	3	12	28	13	42	50	56	67	80	31	12	38	18	89	59	85
2	4	10	4	53	67	33	38	95	89	69	99	21	81	47	45	56	53	26
3	10	4	10	92	60	25	62	14	91	23	15	78	85	74	39	74	69	26
4	7	8	7	83	68	46	22	69	73	41	20	10	45	62	19	56	32	19
5	8	7	8	73	92	37	82	16	82	85	68	29	100	97	20	80	20	91
6	7	8	7	11	90	10	61	97	10	47	20	89	92	55	81	57	16	70
7	4	3	4	15	99	19	34	84	96	84	98	28	52	90	25	11	39	26
8	4	9	4	100	74	100	27	97	37	59	88	74	91	65	93	86	61	18
9	10	4	10	90	77	15	81	59	80	28	75	69	24	89	56	30	34	38
10	8	10	8	77	22	69	37	93	17	80	52	65	29	15	97	64	26	87
11	3	10	3	11	78	18	40	27	54	25	86	31	71	93	54	77	97	21
12	3	5	3	80	61	97	96	75	47	28	26	78	77	16	91	89	24	25
13	4	7	4	44	81	61	22	24	59	44	37	74	41	39	74	95	69	41
14	6	3	6	88	10	86	82	100	28	78	91	76	48	10	14	75	39	14
15	5	10	5	50	98	88	64	99	83	11	51	18	30	93	22	70	45	89
16	3	4	3	36	11	78	65	98	15	41	29	39	57	37	26	44	17	85
17	6	4	6	75	61	13	71	38	81	94	60	12	98	55	21	61	68	58
18	9	10	9	54	56	11	44	82	93	50	55	60	61	63	29	28	21	37
19	6	10	6	83	55	70	33	12	10	86	73	80	44	29	96	38	31	67
20	3	6	3	73	21	90	44	50	89	85	95	20	41	25	37	15	23	68

6 Контрольные вопросы

- 1) Что такое сеть NGN, QOS?
- 2) Базовые компоненты сети NGN.
- 3) Основные параметры и характеристики сети NGN.

7 Список используемых источников

- 1) Росляков А.В., Ваняшин С.В., Самсонов М.Ю., Шибеева И.В., Чечнева И.А. Сети следующего поколения NGN. [Текст]/ А.В. Росляков, С. В. Ваняшин, М. Ю. Самсонов, И. В. Шибеев, И. А. Чечнева – Москва.: Эко-Трендз, 2008. – 464 с.
- 2) Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения. [Текст]/ Ю. В. Семенов – СПб.: Наука и Техника, 2005. - 240 с.
- 3) Баркова И.В., Сергеева Т.П. Автоматизация процесса проектирования при переходе к сетям NGN // Т-Comm. Телекоммуникации и Транспорт. - 2011. - №7. – С. 16-23