

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

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

А.Ю. Гребешков

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для подготовки к практическим занятиям

по дисциплине

«Технологии будущих инфокоммуникационных сетей»

Учебно-методическое пособие

Самара, 2022

УДК 654.1
ББК
Г79

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ, протокол № _ от _.04.2022 г.

Гребешков А.Ю.

Г79 Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Технологии будущих инфокоммуникационных сетей»: учебно-методическое пособие / А.Ю. Гребешков. - Самара: ПГУТИ, 2022. – 20 с.

Учебно-методическое пособие «Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Технологии будущих инфокоммуникационных сетей» содержит типовые задачи для решения в соответствии с содержанием методических указаний и рекомендациями преподавателя на основе применения ранее приобретенных умений и навыков. Разработаны в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» профиля подготовки «Оптические и проводные сети и системы связи» и предназначено для студентов уровня бакалавриата очной и заочной формы обучения для подготовки к зачету и экзамену.

© Гребешков А.Ю., 2022

©Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022

Содержание

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. ТЕМА «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АБОНЕНТСКИХ МЕДИАШЛЮЗОВ СЕТЕЙ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ NGN»	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2. ТЕМА «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОТОКОЛА MEGACO ТРАНСПОРТНОГО МЕДИАШЛЮЗА СЕТИ NGN»	13
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3. ТЕМА «АНАЛИЗ ТРАФИКА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»	16
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	20

Практическое занятие №1. Тема «Расчет параметров абонентских медиашлюзов сетей следующего поколения NGN»

1. Цель и задачи практического занятия

Изучение вопросов организации и методов расчета параметров абонентского медиашлюза сети следующего поколения NGN, 4 ак. часа.

2. Форма проведения практического занятия

Практическое занятие по месту проводится в аудиторной или дистанционной форме, по форме выполнения в виде индивидуального контрольного задания.

3. Подготовка к практическому занятию

1. Изучить рекомендованную литературу.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4. План практического занятия

1. Ответить на контрольные вопросы по указанию преподавателя по результатам изучения списка литературы.
2. Получить у преподавателя индивидуальное контрольное задание.
3. Выполнить индивидуальное контрольное задание.
4. Представить преподавателю для проверки задание в письменном виде.

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «абонентский медиашлюз».
2. Какие кодеры речи используются при обслуживании речевого трафика абонентским медиашлюзом?

3. Какая система обслуживания вызовов используется при расчете абонентского медиашлюза?
4. Какие функции осуществляет абонентский медиашлюз?

6. Список литературы

1. Гребешков, А. Ю. Технологии будущих инфокоммуникационных сетей. Ч.1. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гребешков; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4,65 Мб). - Самара: ПГУТИ, 2022.
2. Маликова Е.Е., Михайлова Ц.Ц., Пшеничников А.П. Расчёт оборудования мультисервисных сетей связи. Методические указания по курсовому проектированию по дисциплине «Системы коммутации». – 2-е изд., испр. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 76 с.: ил.
3. Методические указания по выполнению курсового проекта на тему «Расчет параметров и проектирование сети связи следующего поколения NGN и IMS». [Электронный ресурс]. 2015. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/776/73776/files/ngn-ims-kursovik-1-2-1.pdf>

7. Содержание отчета

1. Индивидуальное контрольное задание с описанием решения и промежуточными расчетами по каждому параметру.

8. Индивидуальное контрольное задание

По указанным исходным данным в таблице 1 рассчитать параметры абонентского медиашлюза, определить необходимое количество этих шлюзов, а также транспортный поток на выходе абонентского медиашлюза.

Таблица 1

Параметр/ вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
N_{PSTN} , абонентов	5000	8000	11000	14000	12000	7000	9000	11000	10000	5000
N_{ISDN} , абонентов	500	300	700	600	800	200	400	1000	600	200
I	8	7	6	5	4	7	8	9	5	4
$N_{i\text{ lan}}$, абонентов	40	30	20	50	30	40	60	70	20	40
J	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3
N_{5j_v} , абонентов	90	80	70	60	50	40	30	20	90	80
M	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4
$N_{m\text{ pbx}}$ абонентов	100	150	120	140	130	90	100	80	200	150
L_{MEGACO} , байт	150	145	155	150	145	155	150	145	155	150
N_{MEGACO} , сообщений	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$LV5UA$, байт	145	150	155	145	150	155	145	150	155	145
$NV5 UA$ (сообщ.)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$LIUA$ (байт)	155	145	150	155	145	150	155	145	150	155
$NIUA$ (сообщ.)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Результаты расчета отразить в виде таблицы 2 и рис. 1 для каждого абонентского медиашлюза с указанием расчетных значений по образцу на рис. 1 и рис. 2. Также привести все промежуточные результаты расчета.

Таблица 2

Количество портов	Паспортное значение для оборудования*	Подключено портов (согласно заданию)
Количество портов для ТФОП (PSTN)		
Количество портов ЦСИС (ISDN)		
Количество портов PRI (ISDN)		
Количество портов V5		

*- см. таблицу 3

Таблица 3

Номер варианта	Варианты 1,2	Варианты 3,4	Варианты 5,6	Варианты 7,8	Варианты 0,9
Количество портов для ТФОП/PSTN (POTS, SO/FSX), единиц	4800	9600	6400	4096	5128
Количество портов ЦСИС (ISDN BRI), единиц	256	256	512	512	128
Количество портов ЦСИС (ISDN PRI), единиц	8	16	4	16	8
Количество портов V5, единиц	16	16	8	16	8

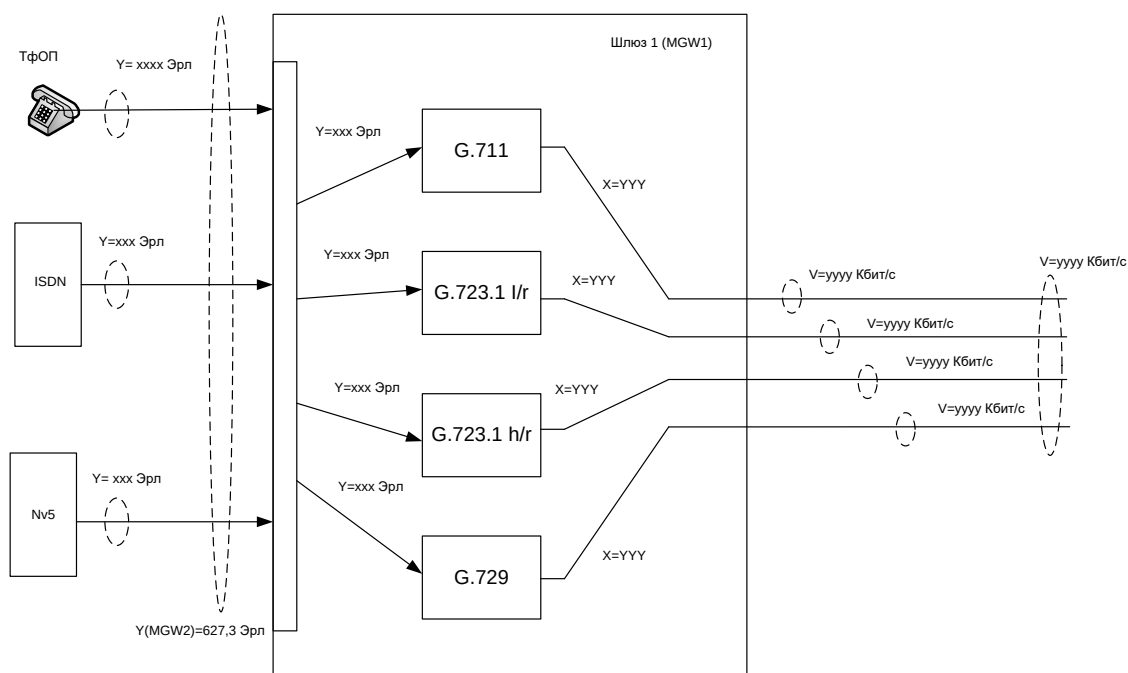


Рис. 1 – Схема организации пропускa трафика абонентским медиашлюзом

Для всех вариантов контрольных заданий используется следующее процентное соотношение использования различных кодеков:

- 20% вызовов – кодек G.711;
- 20% вызовов – кодек G.723 I/r;
- 30% вызовов – кодек G.723 h/r;
- 30% вызовов – кодек G.729 A.

Пусть V_{COD_m} - скорость передачи кодека типа m при обслуживании вызова. Значения V_{COD_m} для кодеков разных типов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Тип кодека	Скорость кодека V_{COD_m} , кбит/с	Размер речевого кадра, байт	Общая длина кадра, байт	Коэффициент избыточности $k = \frac{\text{общая длина кадра}}{\text{размер речевого кадра}}$	Требуемая пропускная способность V_{trans_cod} кбит/с
G.711	64	80	134		
G.723.1 I/r	6,4	20	74		
G.723.1 h/r	5,3	24	78		
Для кодека G.729	8	10	64		

Скорости, с которыми будет передаваться пользовательская информация при условии использования кодеков разных типов, вычисляются по формуле:

$$V_{trans_cod} = k \cdot V_{COD_m}$$

Удельная нагрузка на линию, подключающую вышеописанных пользователей:

- $Y_{PSTN} = 0,1$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента ТФОП в ЧНН;
- $Y_{ISDN} = 0,2$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента ЦСИС (ISDN) в ЧНН;
- $y_{i_V5} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую абонентов по интерфейсу V5 (соединительная линия);
- $y_{m_pbx} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по первичному цифровому интерфейсу ЦСИС (ISDN PRI) т.е. 30B+D (цифровая соединительная линия 2 Мбит/с).

9. Методические указания к индивидуальному контрольному заданию №1

Определим трафик (нагрузку), поступающую от различных абонентов на абонентский медиашлюз. Общая нагрузка от абонентов телефонных сетей общего пользования ТФОП(PSTN): $Y_{PSTN} = y_{PSTN} \times N_{PSTN}$ (Эрл), где N_{PSTN} - абоненты, использующие абонентские линии ТФОП(PSTN), которые включаются абонентский медиашлюз; $y_{PSTN} = 0,1$ (Эрл) есть удельная нагрузка на линию абонента ТФОП в ЧНН. Общая нагрузка от абонентов ЦСИС (ISDN) составляет $Y_{ISDN} = y_{ISDN} \times N_{ISDN}$ (Эрл), где N_{ISDN} – абоненты, использующие линии базового доступа ЦСИС (ISDN

2B+D), которые включаются в абонентский медиашлюз; $y_{ISDN} = 0,2$ (Эрл) есть удельная нагрузка на линию абонента ЦСИС в ЧНН.

Трафик от оборудования доступа j интерфейса V5 составляет $Y_{j_v5} = y_{j_v5} \times N_{j_v5}$ (Эрл), где y_{j_v5} - удельная нагрузка на линию, подключающую группы абонентов по интерфейсу V5. Общий трафик, поступающая на абонентский медиашлюз, который обеспечивает подключение оборудования доступа через интерфейс V5:

$$Y_{V5} = \sum Y_{j_v5} = 0,8 \times \sum N_{j_v5} \text{ (Эрл)}.$$

Нагрузка от УПАТС (PBX) k : $Y_{k_pbx} = y_{k_pbx} \times N_{k_pbx}$ (Эрл), где $y_{k_pbx} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС (PBX) по ISDN PRI, N_{k_pbx} - число пользовательских каналов, подключаемых к одной УПАТС (PBX), где k – номер УПАТС (PBX).

Общая нагрузка, поступающая на абонентский медиашлюз, к которому подключено оборудование УПАТС (PBX): $Y_{pbx} = \sum Y_{k_pbx} \times \sum N_{k_pbx}$ (Эрл). Общая нагрузка, поступающая на абонентский медиашлюз:

$$Y_{GW} = Y_{PSTN} + Y_{ISDN} + Y_{v5} + Y_{pbx} \text{ (Эрл)}.$$

Выбрать согласно варианту абонентский медиашлюз с количеством портов в таблице 3. Определить количество медиашлюзов и заполнить таблицу 5.

Таблица 5

Количество портов	Значение для оборудования по таблице 3	Подключено портов согласно расчету
Количество портов для ТФОП		
Количество портов ЦСИС (ISDN 2B+D)		
Количество портов ISDN PRI (30B + D)		
Количество портов V5		

Для шлюза MGW_1 имеем:

$$Y_{MGW_1} = Y_{PSTN} + Y_{ISDN} + Y_{v5} + Y_{PBX} \text{ (Эрл)}.$$

Нагрузка (трафик) Y_{MGW_1} обрабатывается разными кодеками, их процентное соотношение было приведено выше, поэтому:

нагрузка (трафик) для кодека G. 711: $Y_{GW_1_G.711} = Y_{MGW_1} \times 0,3$ (Эрл);

нагрузка (трафик) для кодека G. 723.1 I/r: $Y_{GW_1_723_1_I} = Y_{MGW_1} \times 0,3$ (Эрл);

нагрузка (трафик) для кодека G. 723.1 h/r: $Y_{GW_1_723_1_h} = Y_{MGW_1} \times 0,3$ (Эрл);

нагрузка (трафик) для кодека G. 729: $Y_{GW_1_729} = Y_{MGW_1} \times 0,2$ (Эрл).

Скорость соединения (сеанса связи), с которыми будет передаваться речевая информация определяется для кодеков разных типов следующим образом:

для кодека G. 711: $V_{trans_cod} = k \times 64$ (кбит/с);

для кодека G. 723.1 I/r: $V_{trans_cod} = k \times 6,4$ (кбит/с);

для кодека G. 723.1 h/r: $V_{trans_cod} = k \times 5,3$ (кбит/с);

для кодека G. 729: $V_{trans_cod} = k \times 8$ (кбит/с).

Рассмотрим СМО с явными потерями.

Пользуясь калькулятором Эрланга (<https://www.erlang.com/calculator/erlb/>), определяется число соединений, необходимое для обслуживания нагрузки, обрабатываемой кодеком определенного типа (X), с условием что ρ (вероятность потери вызовов) = 0,2:

для кодека G. 711: X_{G_711} соединений (линий);

для кодека G.723.1 I/r: $X_{G_721_I}$ соединений (линий);

для кодека G.723.1 h/r: $X_{G_721_h}$ соединений (линий);

для кодека G. 729: $X_{G_721_h}$ соединений (линий).

Транспортный поток на выходе кодеков составит:

$V_c(G_711) = X_{G_723} \times 107,2$ кбит/с;

$V_c(G.723.1 I/r) = X_{G_721_I} \times 23,68$ кбит/с;

$$V_c(G.723.1 \text{ h r}) = X_{G_721_h} \times 17,225 \text{ кбит/с};$$

$$V_c(G.729) = X_{G_729} \times 51,2 \text{ кбит/с}.$$

Тогда транспортный поток на выходе абонентского медиашлюза MGW_1 составляет величину:

$$V_{MGW_1} = V_c(G_711) + V_c(G.723.1 \text{ I/r}) + V_c(G.723.1 \text{ h r}) + V_c(G.729) \text{ (кбит/с)}.$$

Результаты по индивидуальному контрольному заданию следует привести письменно с указанием всех промежуточных расчетов и оформить схему согласно рис. 1 для каждого абонентского медиашлюза с указанием всех рассчитанных значений на схеме.

Практическое занятие №2. Тема «Расчет параметров протокола MEGACO транспортного медиашлюза сети NGN»

1. Цель и задачи практического занятия

Изучение вопросов организации и методов расчета параметров протокола MEGACO транспортного медиашлюза сети следующего поколения NGN, 2 ак. часа.

2. Форма проведения практического занятия

Практическое занятие по месту проводится в аудиторной или дистанционной форме, по форме выполнения в виде индивидуального контрольного задания.

3. Подготовка к практическому занятию

1. Изучить рекомендованную литературу.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4. Порядок выполнения работы

1. Ответить на контрольные вопросы по указанию преподавателя.
2. Получить у преподавателя индивидуальное контрольное задание.
3. Выполнить индивидуальное контрольное задание.
4. Представить преподавателю для проверки задание в письменном виде.

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «транспортный медиашлюз».
2. Какие системы сигнализации (протоколы сигнализации) используются при обслуживании речевого трафика транспортный медиашлюзом?

3. Какая система обслуживания вызовов используется при расчете транспортного медиашлюза?
4. Какие функции осуществляет транспортный медиашлюз?

6. Учебная литература

1. Гребешков, А. Ю. Технологии будущих инфокоммуникационных сетей. Ч.1. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гребешков; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4,65 Мб). - Самара: ПГУТИ, 2022.
2. Маликова Е.Е., Михайлова Ц.Ц., Пшеничников А.П. Расчёт оборудования мультисервисных сетей связи. Методические указания по курсовому проектированию по дисциплине «Системы коммутации». – 2-е изд., испр. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 76 с.: ил.
3. Методические указания по выполнению курсового проекта на тему «Расчет параметров и проектирование сети связи следующего поколения NGN и IMS». [Электронный ресурс]. 2015. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/776/73776/files/ngn-ims-kursovik-1-2-1.pdf>

7. Содержание отчета

1. Индивидуальное контрольное задание с описанием решения и промежуточными расчетами по каждому параметру.

8. Индивидуальное контрольное задание

Требуется по исходным данным таблицы 1 определить производительность транспортный медиашлюза V_{TGW_MEGACO} для протокола MEGACO в кбит/с. При расчете принять, что:

k_{sig} – коэффициент, использования транспортного ресурса при передаче сигнальной информации, $k_{sig} = 5$;

λ_{TGW} – интенсивность потока вызовов, поступающих на медиашлюз в ЧНН;

L_{MEGACO} – средняя длина сообщения протокола MEGACO в байтах (при расчёте принять равным 150 байт);

N_{MEGACO} – среднее число сообщений MEGACO, приходящихся на один вызов (при расчёте принять равным 10);

1/450 – результат приведения размерности «байт в час» к «бит в секунду».

Среднюю длительность обслуживания вызовов в сети с коммутацией каналов, $t_{обс}$ принять равной 180 с для абонентов ТФОП и 120 с для абонентов ISDN, PBX, V5.

9. Методические указания к индивидуальному контрольному заданию №2

Расчет параметров транспортного медиашлюза TGW V_{MEGACO} требуется, чтобы определить требуемый транспортный ресурс для обработки и передачи трафика протокола MEGACO. Ресурс транспортного медиашлюза при обработке сообщений протокола MEGACO определяется интенсивностью потока вызовов, поступающей на медиашлюз в ЧНН по формуле:

$$\lambda_{TGW} = \frac{Y_{TGW} \times 3600}{t_{обс}},$$

где $t_{обс}$ – средняя длительность обслуживания вызовов в секундах;

Y_{TGW} – трафик абонентского медиашлюза в задании 1 по группам абонентов ТФОП, ISDN, PBX, V5 отдельно.

Тогда:

$$V_{MEGACO} = k_{sig} \times \lambda_{TGW} \times L_{MEGACO} \times N_{MEGACO} / 450 / 0,9 \text{ (бит/с)},$$

где λ_{TGW} – интенсивность потока вызовов, поступающих на медиашлюз в ЧНН по группам абонентов.

Практическое занятие №3. Тема «Анализ трафика телекоммуникаций»

1. Цель и задачи практического занятия

Изучение методов анализа параметров трафика телекоммуникаций,
2 ак. часа.

2. Форма проведения практического занятия

Практическое занятие по месту проводится в аудиторной или дистанционной форме, по форме выполнения в виде индивидуального контрольного задания.

3. Подготовка к практическому занятию

1. Изучить рекомендованную литературу.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4. План практического занятия

1. Ответить на контрольные вопросы по указанию преподавателя по результатам изучения списка литературы.
2. Получить у преподавателя индивидуальное контрольное задание.
3. Выполнить индивидуальное контрольное задание.
4. Представить преподавателю для проверки задание в письменном виде.

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «трафик».
2. Что такое «тренд» применительно к изменению трафика?

3. Какие модели для исследования изменения трафика во времени известны?

4. Что такое краткосрочный прогноз трафика?

6. Учебная литература

1. Гребешков, А. Ю. Технологии будущих инфокоммуникационных сетей. Ч.1. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гребешков; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4,65 Мб). - Самара: ПГУТИ, 2022.

2. Маликова Е.Е., Михайлова Ц.Ц., Пшеничников А.П. Расчёт оборудования мультисервисных сетей связи. Методические указания по курсовому проектированию по дисциплине «Системы коммутации». – 2-е изд., испр. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 76 с.: ил.

3. Методические указания по выполнению курсового проекта на тему «Расчет параметров и проектирование сети связи следующего поколения NGN и IMS». [Электронный ресурс]. 2015. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/776/73776/files/ngn-ims-kursovik-1-2-1.pdf>

7. Содержание отчета

1. Индивидуальное контрольное задание с описанием решения и промежуточными расчетами по каждому параметру.

8. Индивидуальное контрольное задание

По указанным исходным данным в таблице 6 построить визуальную модель для анализа телефонной нагрузки с помощью электронных таблиц Excel или электронных таблиц в пакете LibreOffice.

Проанализировать полученную модель путем построения линии тренда для временных данных.

Последовательно проанализировать экспоненциальную модель тренда, линейную модель тренда, логарифмическую модель тренда, полиномиальную модель тренда (степени 2,3,4), степенную модель и выбрать модель тренда с максимальным значением параметра достоверности аппроксимации R^2 .

Указать на визуальной модели уравнение для модели с максимальным значением параметра достоверности аппроксимации R^2 .

Таблица 6

Вариант месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Январь	81,10	56,4	44,3	34,1	71,8	56,8	45,4	78,9	22,1	68,1
Февраль	83,50	58,3	41,2	31,2	72,2	57,9	48,3	79,1	24,8	69,2
Март	85,50	69,7	45,6	33,5	78,4	51,4	50,1	77,6	19,3	71,4
Апрель	78,70	80,1	40,1	34,1	75,6	55,8	58,4	73,1	28,4	75,5
Май	63,80	78,6	51,1	38,1	72,1	60,1	59,1	79,9	29,8	79,1
Июнь	60,20	74,3	58,3	37,4	68,4	59,4	61,1	69,3	37,7	79,6
Июль	63,30	72,2	60,8	39,7	67,7	62,2	64,2	67,4	25,4	87,8
Август	61,40	81,1	58,6	37,8	63,2	64,3	67,8	65,5	28,6	89,9
Сентябрь	53,20	82,1	54,2	40,1	61,1	57,9	69,3	63,1	31,1	91,5
Октябрь	59,40	79,4	52,2	42,1	58,6	56,1	62,1	68,2	34,3	93,6
Ноябрь	59,40	71,1	56,1	44,1	57,3	55,4	58,9	67,1	33,7	94,1
Декабрь	58,70	74,4	58,3	45,8	54,4	58,4	64,6	70,4	36,9	93

9. Методические указания к индивидуальному контрольному заданию №3

Анализ трафика осуществляется путем расчетов значений параметров определенной функции, которая будет характеризовать изменение трафика. Как правило, главным аргументом функции является время, исчисляемое в минутах, в часах, в сутках или в месяцах.

Для простейшей оценки тенденции изменения трафика можно использовать простую линейную, показательную или полиномиальную

функция. Это позволяет оценить динамику трафика. Соответствующими уравнениями для моделей будут следующие:

1) экспоненциальная функция вида $Y_t = A \cdot e^{Bt}$,

2) полиномиальную функцию вида $Y_t = A + B \cdot t + C \cdot t^2$,

где Y_t – представляет трафик в момент времени t ;

t – время в единицах измерения, принятых в модели;

A , B , C – являются параметрами модели, зависящими от рассматриваемого метода аппроксимации и/или прогнозирования.

Представленные функции 1) и 2) могут использоваться для анализа существующей трафика и прогноза на краткосрочную перспективу. Полиномиальная функция может служить для составления прогнозов и на более продолжительный период, при условии достаточного количества исходных данных. Следует осторожно использовать полиномиальную функцию в том случае, когда параметр C получается отрицательное значение, так как полученные прогнозы рискуют быть ненадежными.

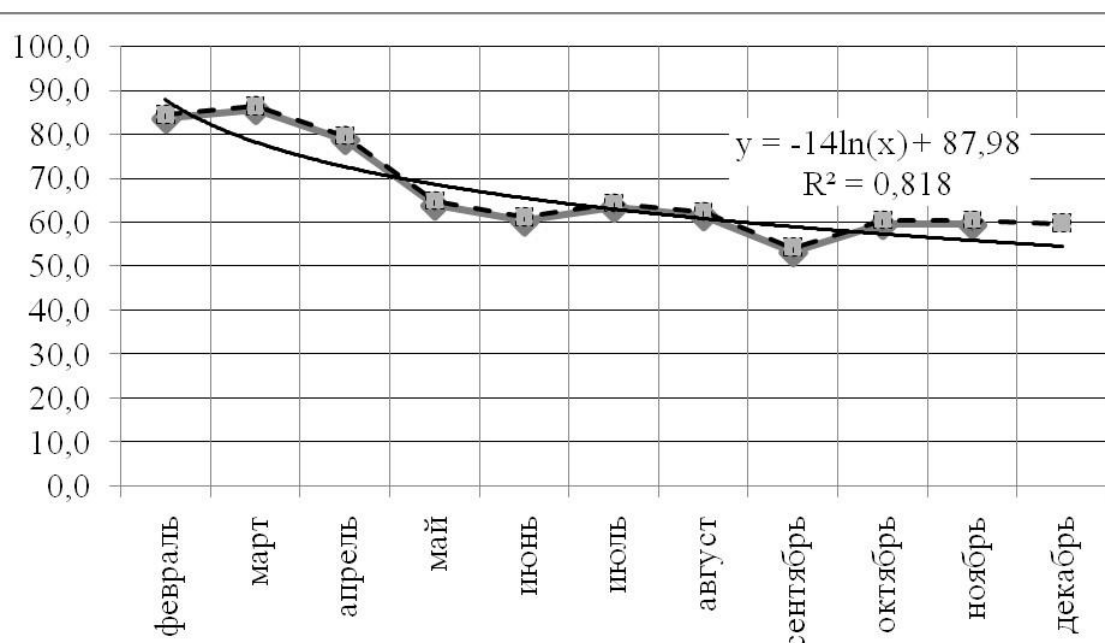


Рис. 3 – Результат анализа трафика

Контрольная работа

1. Цель и задачи контрольной работы

Подготовка к зачетам по учебной дисциплине, 4 ак. часа.

2. Форма проведения контрольной работы

Контрольная работа по месту проводится в аудиторной или дистанционной форме, по форме выполнения в виде индивидуальных контрольных заданий.

3. Подготовка к контрольной работе

1. Изучить рекомендованную литературу.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Подготовить индивидуальные контрольные варианты практических заданий.

4. План контрольной работы

1. Ответить на контрольные вопросы по результатам изучения списка литературы.
2. Получить у преподавателя индивидуальные контрольные задания.
3. Выполнить индивидуальные контрольные задания.
4. Представить преподавателю для проверки контрольные задания в письменном виде.

5. Контрольные вопросы

1. Для чего используется гибкий (программный) коммутатор?
2. Какие нормализованные скорости доступны на портах современного коммутатора уровня L2?
3. Для чего применяется абонентский медиашлюз?

4. Что такое «тренд» трафика и какую информацию можно получить с помощью тренда?

6. Учебная литература

1. Гребешков, А. Ю. Технологии будущих инфокоммуникационных сетей. Ч.1. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гребешков; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4,65 Мб). - Самара: ПГУТИ, 2022.

2. Маликова Е.Е., Михайлова Ц.Ц., Пшеничников А.П. Расчёт оборудования мультисервисных сетей связи. Методические указания по курсовому проектированию по дисциплине «Системы коммутации». – 2-е изд., испр. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 76 с.: ил.

3. Методические указания по выполнению курсового проекта на тему «Расчет параметров и проектирование сети связи следующего поколения NGN и IMS». [Электронный ресурс]. 2015. Режим доступа: <http://window.edu.ru/776/73776/files/ngn-ims-kursovik-1-2-1.pdf>

7. Содержание отчета по контрольной работе

1. Индивидуальные контрольные задания с описанием решения и промежуточными расчетами по каждому параметру и заданию.

8. Индивидуальное контрольное задание

Распределение вариантов индивидуальных контрольных заданий см. таблицу 7.

Таблица 7.

№№ варианта	Последняя цифра зачетной книжки
1	0,2
2	1,3
3	4,7
4	5,6
5	8,9

9. Контрольное задание №1.

Определить количество портов коммутатора доступа уровня L2, к которому подключен абонентский медиашлюз MGW, если для подключения абонентского медиашлюза используются интерфейсы Fast Ethernet. Для расчета использовать параметры абонентского медиашлюза в таблице 1.

Таблица 1.

Параметр/ вариант	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
N_{PSTN} , абонентов	12000	14000	18000	12000	16000
N_{ISDN} , абонентов	2000	2500	2400	2200	2000
J	2	3	4	5	6
N_{j_v5} , абонентов	70	40	50	70	40
M	3	4	5	6	7
N_{m_pbx} абонентов	100	150	120	140	130

Использовать приведенные далее общие исходные данные и схемы при условии обслуживания абонентским медиашлюзом речевого трафика. Общая схема организации пропуска трафика абонентским медиашлюзом приведена на рис.1.

Для определения количества интерфейсов FastEthernet требуется определить значение скорости передачи V на выходе медиашлюза.

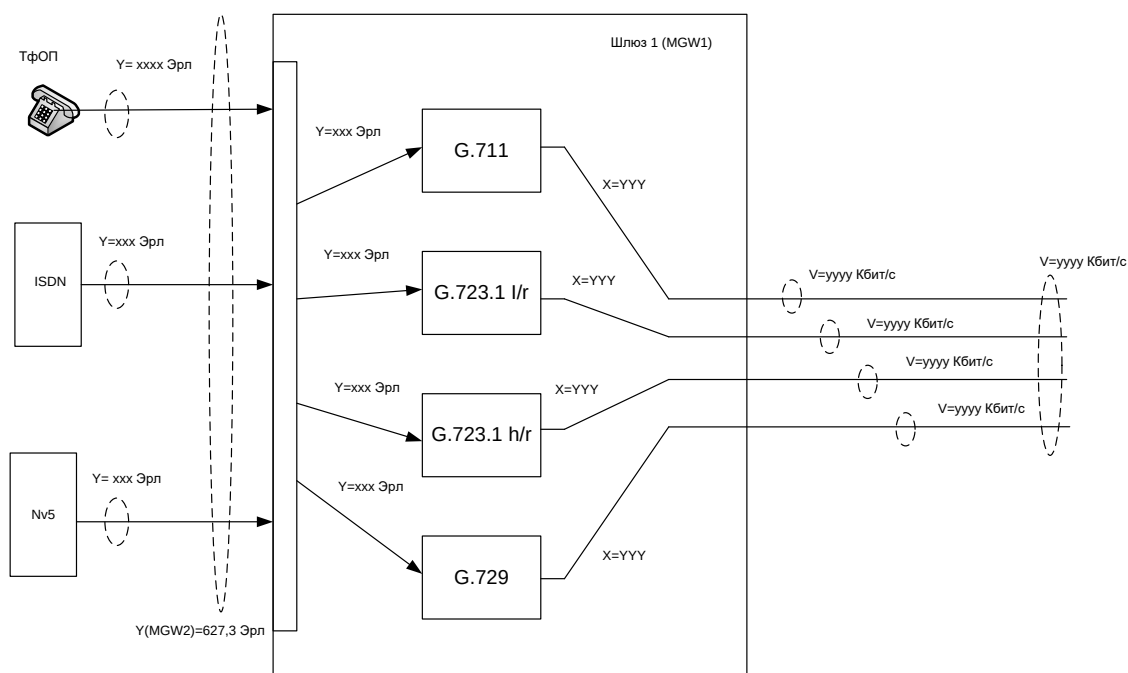


Рис. 1 – Схема обслуживания трафика абонентским медиашлюзом GW

Для всех вариантов контрольных заданий используется следующее процентное соотношение использования различных кодеков:

- 20% вызовов – кодек G.711;
- 20% вызовов – кодек G.723 I/r;
- 30% вызовов – кодек G.723 h/r;
- 30% вызовов – кодек G.729 A.

Пусть V_{COD_m} - скорость передачи кодека типа m при обслуживании вызова. Значения V_{COD_m} для кодеков разных типов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Тип кодека	Скорость кодека V_{COD_m} , кбит/с	Размер речевого кадра, байт	Общая длина кадра, байт	Коэффициент избыточности $k = \frac{\text{общая длина кадра}}{\text{размер речевого кадра}}$	Требуемая пропускная способность V_{trans_cod} кбит/с
G.711	64	80	134		
G.723.1 I/r	6,4	20	74		
G.723.1 h/r	5,3	24	78		
Для кодека G.729	8	10	64		

Скорости, с которыми будет передаваться пользовательская информация при условии использования кодеков разных типов, вычисляются по формуле:

$$V_{trans_cod} = k \cdot V_{COD_m}$$

Удельная нагрузка на линию, подключающую вышеописанных пользователей:

- $y_{PSTN} = 0,1$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента ТфОП в ЧНН;
- $y_{ISDN} = 0,2$ Эрл – удельная нагрузка на линию абонента ISDN BRI в ЧНН;
- $y_{i_V5} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую группу абонентов по интерфейсу V5 (соединительная линия);
- $y_{m_pbx} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по ISDN PRI (цифровая соединительная линия).

9. Методические указания по выполнению индивидуального контрольного задания №1

Рассмотрим модельный расчет. Определим трафик (нагрузку), поступающую от различных абонентов на абонентский медиашлюз. Общая нагрузка от абонентов телефонных сетей связи общего пользования, ТфОП (PSTN):

$$Y_{PSTN} = y_{PSTN} \times N_{PSTN} \text{ (Эрл)},$$

где N_{PSTN} это абоненты, использующие абонентские линии, которые включаются абонентский медиашлюз;

$y_{PSTN} = 0,1$ (Эрл) есть удельная нагрузка на линию абонента ТфОП в ЧНН.

Общая нагрузка от абонентов цифровых сетей с интеграцией служб ЦСИС (ISDN) составляет $Y_{ISDN} = y_{ISDN} \times N_{ISDN}$ (Эрл), где N_{ISDN} – абоненты, использующие линии базового доступа ISDN BRI, которые включаются в абонентский медиашлюз; $y_{ISDN} = 0,2$ (Эрл) – удельная нагрузка на линию абонента ISDN BRI в ЧНН.

Трафик от оборудования доступа j интерфейса V5 составляет $Y_{jv5} = y_{jv5} \times N_{jv5}$ (Эрл), где y_{jv5} – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по интерфейсу V5.

Общий трафик, поступающая на абонентский медиашлюз, который обеспечивает подключение оборудования доступа через интерфейс V5:

$$Y_{V5} = \sum Y_{j-v5} = 0,8 \times \sum N_{j-v5} \text{ (Эрл)}.$$

Нагрузка от УПАТС k : $Y_{k_pbx} = y_{k_pbx} \times N_{k_pbx}$ (Эрл),

где $y_{k_pbx} = 0,8$ Эрл – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по ISDN PRI (цифровая соединительная линия);

N_{k_pbx} – число пользовательских каналов, подключаемых к одной УПАТС, где k – номер УПАТС.

Общая нагрузка, поступающая на абонентский медиашлюз, к которому подключено оборудование УПАТС: $Y_{pbx} = \sum Y_{k_pbx} \times \sum N_{k_pbx}$, (Эрл). Общая нагрузка, поступающая на абонентский медиашлюз:

$$Y_{MGW_1} = Y_{PSTN} + Y_{ISDN} + Y_{v5} + Y_{pbx} \text{ (Эрл)}.$$

При этом данная нагрузка обрабатывается разными кодеками, их процентное соотношение было приведено выше. Для кодека G. 711:

$Y_{MGW_1_G.711} = Y_{MGW_1} \times 0,3$ Эрл; для кодека G. 723.1 I/r: $Y_{MGW_1_723_1_I} =$

$Y_{MGW_1} \times 0,3$ Эрл; для кодека G. 723.1 h/r: $Y_{MGW_1_723_1_h} = Y_{MGW_1} \times 0,2$ Эрл;

для кодека G. 729: $Y_{MGW_1_729} = Y_{MGW_1} \times 0,2$ Эрл.

Скорости, с которыми будет передаваться пользовательская информация при условии использования кодеков разных типов:

– для кодека G. 711: $V_{trans_cod} = k \times 64$ (кбит/с);

- для кодека G. 723.1 I/r: $V_{trans_cod} = k \times 6,4$ (кбит/с);
- для кодека G. 723.1 h/r: $V_{trans_cod} = k \times 5,3$ (кбит/с);
- для кодека G. 729: $V_{trans_cod} = k \times 8$ (кбит/с).

Рассмотрим СМО с явными потерями. Пользуясь калькулятором Эрланга (<https://www.erlang.com/calculator/erlb/>), определяется число соединений или линий (X), необходимое для обслуживания нагрузки, обрабатываемой кодеком определенного типа, с условием что ρ (вероятность потери вызовов) = 0,1: для кодека G.711: X_{G_711} ; для кодека G.723.1 I/r: $X_{G_723_I}$; для кодека G.723.1 h/r: $X_{G_723_h}$; для кодека G. 729: X_{G_729} .

Транспортный поток на выходе кодеков составит $V_c(G_711) = X_{G_723} \times 107,2$ кбит/с; $V_c(G.723.1 I/r) = X_{G_723_I} \times 23,68$ кбит/с; $V_c(G.723.1 h r) = X_{G_723_h} \times 17,225$ кбит/с; $V_c(G.729) = X_{G_729} \times 51,2$ кбит/с.

Тогда транспортный поток на выходе абонентского медиашлюза MGW составляет величину:

$$V_{MGW_1} = V_c(G_711) + V_c(G.723.1 I/r) + V_c(G.723.1 h r) + V_c(G.729) \text{ (кбит/с)}.$$

Результаты расчетов представить в формате рис. 1.

Требуется преобразовать V_{GW_1} в размерность Мбит/с, и далее определить количество интерфейсов для подключения к коммутатору уровня L2 путем округления полученного значения V_{MGW_1} в большую сторону до значения нормализованной скорости интерфейса коммутатора доступа L2.

Результаты по контрольному заданию следует привести письменно с указанием всех промежуточных расчетов для указанных параметров трафика и скоростей передачи, оформить схему согласно образцу на рис. 1

для абонентского медиаплюза.

10. Индивидуальное контрольное задание №2.

По указанным исходным данным (значения в Эрлангах) в таблице 3 построить визуальную модель для анализа трафика с помощью электронных таблиц Excel или электронных таблиц в пакете LibreOffice.

Таблица 3.

Вариант / месяц	1	2	3	4	5
Январь	61,10	32,4	40,3	35,1	81,8
Февраль	64,50	33,3	46,2	36,3	82,2
Март	67,50	39,7	48,6	30,5	88,6
Апрель	68,70	37,1	52,1	24,1	85,6
Май	62,80	34,6	54,1	22,1	84,1
Июнь	60,20	37,3	53,3	21,4	88,4
Июль	61,40	32,2	52,8	19,7	87,1
Август	67,50	31,1	53,6	18,8	83,9
Сентябрь	66,40	33,1	53,1	17,1	81,1
Октябрь	66,40	35,4	52,2	16,1	78,6

Определить прогнозное значение трафика на 1 и 2 периода времени вперед, используя такие модели как экспоненциальную модель тренда, линейную модель тренда, логарифмическую модель тренда, полиномиальную модель тренда (степени 2,3,4), степенную модель тренда с максимальным значением параметра достоверности аппроксимации R^2 .

Результат привести в виде графика тренда по образцу рис. 3 и отдельно привести расчетные показатели для прогнозируемых значений.

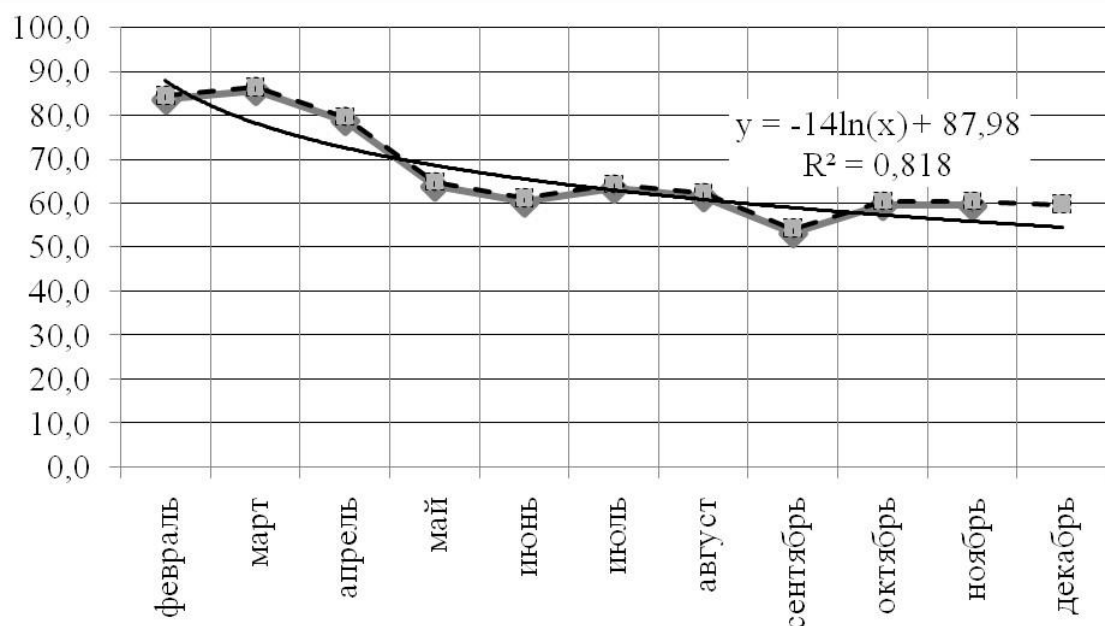


Рис. 3 – Пример результата анализа трафика

11. Методические указания по выполнению индивидуального контрольного задания №2

Анализ трафика осуществляется путем расчетов значений параметров определенной функции, которая будет характеризовать изменение трафика. Как правило, главным аргументом функции является время, исчисляемое в минутах, в часах, в сутках или в месяцах.

Для простейшей оценки тенденции изменения трафика можно использовать простую линейную, показательную или полиномиальную функцию. Это позволяет оценить динамику трафика. Соответствующими уравнениями для моделей будут следующие:

- 1) экспоненциальная функция вида $Y_t = A \cdot e^{Bt}$,
- 2) полиномиальную функцию вида $Y_t = A + B \cdot t + C \cdot t^2$,

где Y_t – представляет трафик в момент времени t ;

t – время в единицах измерения, принятых в модели;

A , B , C – являются параметрами модели, зависящими от рассматриваемого метода аппроксимации и/или прогнозирования.

Представленные функции 1) и 2) могут использоваться для анализа существующей трафика и прогноза на краткосрочную перспективу. Полиномиальная функция может служить для составления прогнозов и на более продолжительный период, при условии достаточного количества исходных данных. Следует осторожно использовать полиномиальную функцию в том случае, когда параметр C имеет отрицательное значение, так как полученные прогнозы рискуют быть ненадежными.

