

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Северо-Кавказский филиал
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

Кафедра
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Методические указания
к лабораторным работам по теме:

Имитационное моделирование мультисервисных сетей связи

Дисциплины: Сети связи,
Мультисервисные сети связи

Направление подготовки 11.03.02
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»,
профиль Инфокоммуникационные системы и сети

Ростов-на-Дону
2022

Составитель: доцент кафедры «ИТСС», к.т.н., доцент Решетникова И.В.

Данное методическое пособие предназначено для обеспечения проведения лабораторных работ со студентами направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль Инфокоммуникационные системы и сети, квалификации «бакалавр».

Пособие обеспечивает получение навыков по основополагающим вопросам изучаемой дисциплины.

Рецензент: Зав. кафедрой ИТСС, к.т.н., доцент Юхнов В.И.

Методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании кафедры ИТСС 19.12. 2022 г. Протокол № 5

Лабораторная работа №1

Моделирование фрагмента мультисервисной сети коммутации пакетов

1. Цель работы:

1.1. Изучить основные приемы моделирования мультисервисных сетей (МСС).

1.2. Освоить способы изменения внутренних параметров МСС (канальные скорости, допустимые длины очередей и др.) для удовлетворения требований к системе по качеству обслуживания (QoS) при заданных параметрах входящих потоков пакетов.

1.3. Освоить способы построения основных функциональных зависимостей в МСС.

2. Описание моделируемой системы

Моделируется сеть коммутации пакетов, состоящая из трех узлов коммутации (рис. 1).

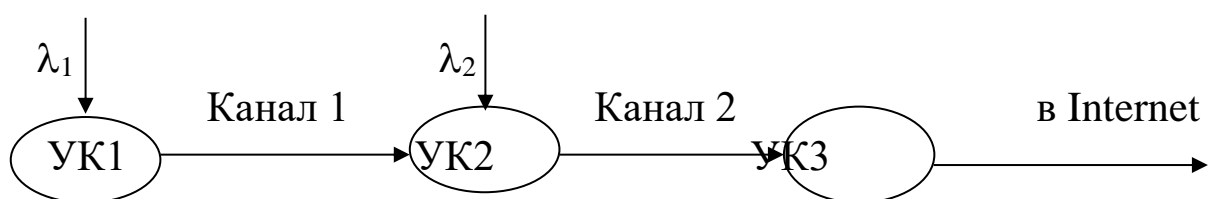


Рис. 1.

УК1 и УК2 – узлы доступа абонентов, а узел УК3 – узел выхода в Internet. Канал 1 связывает узлы УК1 и УК2, а канал 2 – УК2 и УК3.

По результатам маркетингового обследования определены входящие потоки от k абонентов зоны обслуживания УК1 и от m абонентов – УК2, т.е.

$$\lambda_1 = \sum \lambda_{1i} \text{ и } \lambda_2 = \sum \lambda_{2i}.$$

Для данной лабораторной работы входные потоки рассчитаны из условия, что в каждый узел поступают потоки от 20 абонентов по 2000 пакетов/с от каждого из них, т.е. $\lambda_1 = \lambda_2 = 40000$ пакетов/с.

В состав потоков входит трафик данных, состоящий из пакетов длиной $L_D = 600$ байт, и трафик пакетов IP-телефонии (VoIP) длиной $L_T = 100$ байт.

Соотношение между трафиком данных и трафиком VoIP принимается одинаковым для всех абонентов и равным: 70% - трафик данных, 30% - ТЛФ-трафик.

К качеству обслуживания предъявляются следующие требования:

а) По передаче данных.

Вероятность потери пакетов трафика данных в сети из-за занятости каналов и отсутствия мест ожидания в соответствующей очереди должна быть меньше заданной, т.е.

$$P_D = P_{\text{пот п.д.}} \leq Q \quad (1)$$

б) По передаче ТЛФ-трафика.

Вероятность превышения времени задержки в системе пакетов ТЛФ-трафика допустимой величины ($t_{\text{доп}}$) должна быть меньше заданной:

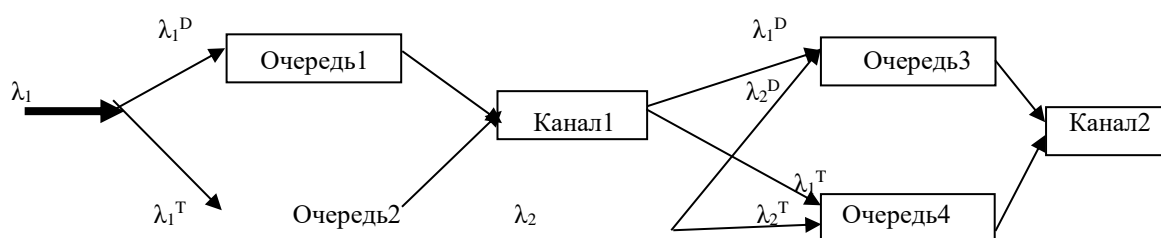
$$P_T = P(t_T > t_{\text{доп}}) \leq G \quad (2)$$

Обслуживание пакетов в каналах производится с относительным приоритетом для ТЛФ-трафика.

Пропускные способности арендованных каналов 1 и 2 составляют соответственно C_1 и C_2 .

3. Описание имитационной модели

Описанный выше фрагмент МСС моделируется двухфазной, двухприоритетной системой массового обслуживания с отдельным входом во вторую фазу для потока λ_2 (рис.2).





5



Рис. 2.

Моделирующая программа представлена ниже.

```
;ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ ФРАГМЕНТА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ.
; 1 е.м.в. = 1 mks
t1 equ 1 ; Экви-
t2 equ 2 ; валент-
t3 equ 3 ; ность.
t4 equ 4
t1 table M1,0,10,30 ;Занести значение СЧА M1 (время жизни транзакта)
t2 table M1,0,10,30 ;в соответствующую таблицу. Операнд В.
t3 table M1,0,10,30 ;начало по оси X, С-интервал, D-число интервалов.
t4 table M1,0,10,30
tpd variable 8#fn$dl/fn$skor ;вычисление времени передачи пакета по каналу
dl function pr,d4 ;определение длины пакета: аргумент-приоритет,
1,600/2,100/3,600/4,100 ;функция-длина пакета в байтах
skor function p$nkan,d2 ;выбор канальной скорости: аргумент-номер канала,
1,30/2,50 ;функция-скорость канала в Мбит/с
prior function rn1,d2 ;функция распределения потоков по приоритетам.
.7,1/1,2 ;аргумент-случайное число от датчика rn1,
;функция-номер приоритета (1 или 2).
pri function pr,d2 ;изменение приоритетов:
1,3/2,4 ;1->3 и 2->4
och function pr,d4 ;число мест в очередях разных приоритетов
1,30/2,30/3,30/4,30
generate 33,33 ;генерация 2-го потока (30000пакетов/с – 33мкс)
priority fn$prior ;разделение потока на приоритеты.
transfer ,vtoru ;переход во вторую фазу.
generate 33,33 ;генерация 1-го потока пакетов.
priority fn$prior ;разделение потока на приоритеты.
assign nkan,1 ;установка в параметр nkan номера канала
assign ocher,pr ;установка в имя очереди номера приоритета
test l Q*ocher,fn$och,otk1 ;есть места в очереди?
queue pr ;Да. Установка пакета в очередь.
seize kan1 ;Занять канал.
depart pr ;Покинуть очередь данного приоритета.
advance v$tpd ;Задержать пакет в канале на время его передачи.
release kan1 ;Освободить канал.
tabulate pr ;Зафиксировать событие в таблицах t1 или t2.
vtoru priority fn$pri ;изменение приоритетов
assign nkan,2 ;установка в параметр nkan номера канала
assign ocher,pr ;установка в имя очереди номера приоритета
test l Q*ocher,fn$och,otk2 ;есть места в очереди?
queue pr ;Да. Установка пакета в очередь.
seize kan2 ;Занять канал.
depart pr ;Покинуть очередь данного приоритета.
advance v$tpd ;Задержать пакет в канале на время его передачи.
release kan2 ;Освободить канал.
tabulate pr ;Зафиксировать событие в таблицах t3 или t4.
terminate l ;Вывести пакет из системы.
otk1 savevalue ot1+,1 ;Зафиксировать потерю пакета
terminate l ;покинуть систему
otk2 savevalue ot2+,1 ;Зафиксировать потерю пакета
terminate l ;покинуть систему
```

Некоторые особенности программы.

В первой фазе обслуживания (1-й канал) разделяющемуся потоку λ , присваиваются приоритеты: 1 (для потока λ_1^D) и 2 (для потока λ_1^T), причем приоритет 2 выше.

Для упрощения программы в качестве имен очередей в первой фазе использованы номера приоритетов, т.е. “1” – имя очереди для потока λ_1^D и “2” – имя очереди для потока λ_1^T .

Чтобы применить такой же способ именования очередей и во второй фазе, произведено изменение приоритетов в блоке с меткой `vtori` с помощью функции с меткой `pr1`. Пакеты 1-го приоритета приобретают 3-й приоритет, а 2-го – 4-й. При этом приоритетность телефонного трафика сохранена, но теперь в системе организованы 4 очереди с именами “1,2,3 и 4”.

Блок `tabulate pr` обеспечивает формирование гистограммы распределения длительности обслуживания системой пакетов потоков λ_1^T и λ_2^T для определения характеристики $P(t > t_{\text{доп}})$.

Числа потерянных пакетов в каналах 1 и 2 фиксируется в сохраняемых величинах с именами `ot1` и `ot2` соответственно.

4. Лабораторное задание

4.1. Открыть программу моделирования ФМСС и сохранить её под именем 1ФМСС.

4.2. Запустить модель и зафиксировать основные результаты прогона:

- числа потерянных пакетов в каждом канале (величины `ot1` и `ot2`);

- средние длины очередей (`AVE. CONT`);

- средние времена ожидания (`AVE.TAIM`);

- коэффициенты использования каждого канала (`UTIL`).

Длительность прогона на данном этапе принять равной 10000 транзактов.

4.3. Вычислить вероятность потери пакетов $P_{\text{пот}}$ по значениям величин `ot1` и `ot2`. Сравнить полученную характеристику с требованием (1).

4.4. Определить по данным таблицы `t3` вероятность $P(t > t_{\text{доп}})$ – вероятность того, что задержка в системе пакетов VoIP (от потоков λ_1 и λ_2) окажется выше допустимого времени. Сравнить полученную характеристику с требованием (2).

4.5. Для выполнения условий (1) и (2) произвести изменение

2									
• • •									
n									

Зарисовать гистограмму распределения времени задержки ТЛФ-пакетов, полученную в п. 4.7.

6. Контрольные вопросы

6.1. Какие факторы моделирующей системы являются результатом маркетингового анализа абонентской группы?

6.2. Какие факторы моделирующей системы связаны с внутренними параметрами фрагмента мультисервисной сети?

6.3. Какие отклики моделирующей системы характеризуют качество работы системы (QoS)?

6.4. Как влияют на основные характеристики системы (соотношения (1) и (2)) длины очередей?

6.5. Как устанавливается в модели канальная скорость?

Лабораторная работа №2

Моделирование мультисервисной сети связи

1. Цель работы:

Изучить основные принципы построения имитационных моделей сложных мультисервисных сетей связи.

Ознакомиться с основными приёмами анализа сложных сетей связи на имитационной модели.

2. Описание моделируемой системы

Моделируется мультисервисная сеть связи городского масштаба, состоящая из 8-и составных узлов (СУ), связанных в

кольцевую структуру оптоволоконными линиями по технологии SDH (рис. 1).

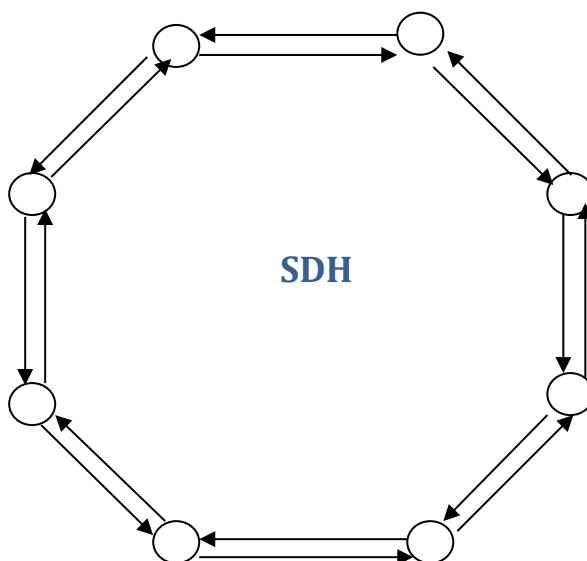


Рис. 1. Схема мультисервисной сети.

Каждый из 8-и СУ (рис. 2) является совокупностью узла абонентского доступа (АД), узла коммутации вторичной сети и мультиплексора первичной сети (мультиплексор SDH), включающий мультиплексор ввода-вывода (АДМ).

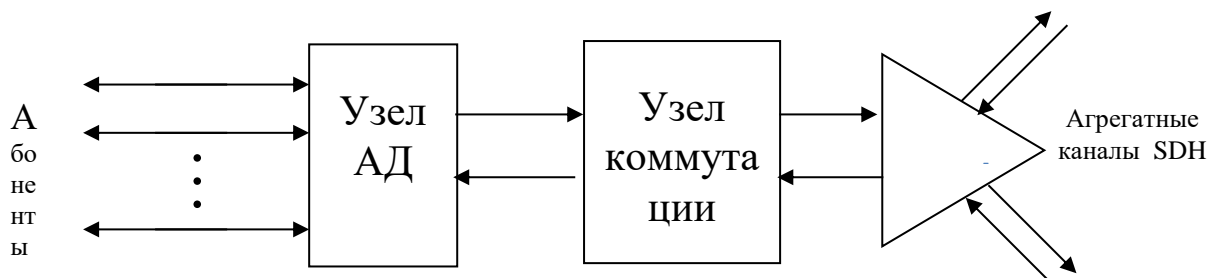


Рис. 2 Схема составного узла

Имитируемая система не предполагает реализацию какой-либо конкретной технологии абонентского доступа или коммутации вторичной сети.

В части абонентского доступа это могут быть любые технологии поддерживающие потоки аудио+видео+данные (триада A+V+D) или любую часть из них. Например, xDSL, ISDN, IP-пакеты, FR, ATM и др.

В части узла коммутации вторичной сети имитируемая система реализует режим работы, близкий к режиму быстрой коммутации пакетов (БКК), например, по технологии DTP.

3. Описание имитационной модели

3.1. Генерация входных потоков

Модель имитирует поступление потоков трех видов:

- Телефонные вызовы с устанавливаемыми интервалами между вызовами суммарного потока вызовов в сеть – $t_{и}^A$ и продолжительностью обслуживания (разговора) - t_o^A ;
- Вызовы видеоконференцсвязи (ВКС) с интервалами - $t_{и}^V$ и продолжительностью обслуживания - t_o^V ;
- Поток файлов с интервалами между их поступлениями в сеть - $t_{и}^D$ и объёмом файлов - Q^D , определяемом функцией с именем `dlina`.

Интенсивности каждого из входных потоков и длительности обслуживания устанавливаются независимо (3 отдельных оператора `generate`).

Распределение общих потоков между восемью узлами отправителя задаётся функцией `OTPR`. В исходном варианте это распределение равномерное, т.е. любой вызов любого вида может с вероятностью 0,125 (т.е. 1/8) поступить в один из 8-и узлов.

Восемь функций с метками $A1, A2, \dots, A8$ определяют распределение вызовов от каждого узла отправителя к семи узлам получателя. Эти распределения одинаковы для всех видов трафика.

В исходном варианте это распределение равномерное, т.е. получателем любого вызова любого вида может с вероятностью 0,143 (т.е. 1/7) стать один из семи узлов.

Вызовам (транзактам) присваиваются приоритеты:

- Телефонные – 2-й приоритет (высший);
- ВКС – 1-й приоритет;
- Данные (файлы) – 0-й приоритет (низший).

3.2. Обслуживание вызовов

Все вызовы обслуживаются в режиме виртуальных соединений с выделением из общего канального ресурса определённой квоты:

- для телефонных вызовов – 1 квота, за которую принята канальная скорость ОЦК – 64 кбит/с (стандарт DSO);
- для ВКС – 6 квот, что соответствует скорости 384 кбит/с;

- для передачи данных принят гибкий алгоритм, при котором для передачи файла выделяется только определённая часть из свободной в данный момент полосы канала. Эта часть может устанавливаться в параметре - doly.

Процедура установления соединения состоит в следующем:

- после определения номеров узла отправителя и получателя программа определяет кратчайшее направление по кольцу от отправителя к получателю.

- по каждой ветви этого маршрута определяется возможность выделения необходимых квот полосы (для ТЛФ – 1 квота, Для ВКС – 6 квот, для данных – установленная в параметре doly доля свободных квот);

- соединения для ТЛФ и ВКС устанавливаются, если по всему маршруту имеются соответствующие свободные квоты (1 квота для ТЛФ и 6 квот для ВКС). В противном случае эти вызовы удаляются из системы и фиксируются как потерянные;

- при передаче файлов для каждой ветви в установленном маршруте определяются необходимые величины квот и минимальная из них выделяется для всего соединения. При невозможности выделения в какой-либо ветви по маршруту ни одной квоты передаче файла будет отказано и фиксируется потеря файла.

Общее количество квот в ветви определяется следующим образом.

Для транспортного модуля STM-1 (скорость 155.52 Мбит/с) объём контейнера составляет 2430 байт, из которых для передачи информации могут использоваться 2349 байт. Остальные 81 байт – управление.

Контейнеры в SDH передаются с интервалами 125 мкс. Оцифрованная речь требует передачи по одному байту так же каждые 125 мкс (частота дискретизации 8 кГц). Следовательно одна квота соответствует 1 байту и общая полоса канала STM-1 составляет 2349 квот. Именно из этого числа будут занимать квоты для всех видов информации в имитационной модели.

Моделирующая программа представлена ниже.

*		1 единица модельного времени = 0.1 с	
A	equ	1	;интервалы между ТЛФ-вызовами(выз/с)
VV	equ	2	;интервалы между ВКС-вызовами (выз/с)
D	equ	1	;интервалы между поступлением файлов (ф/с)
doly	equ	0.2	;доля свободной полосы для передачи файла

```

rezp    equ    150
Asr     equ    1800          ;средняя длит. разговора
Vsr     equ    3000          ;средняя длит. видео-конференции
Tpred   equ    20            ;предельно допустимое время задержки файлов
Adlit   fvariable int(Asr#fn$raspr) ;длительности А-обслуживания
Vdlit   fvariable int(Vsr#fn$raspr) ;длительности V-обслуживания
Nkvot   equ    2349
kvot    variable int(R*vetv#doly)   ;квоты для передачи данных
dlina   function rn1,d10           ;длина передаваемого файла в кбайтах
0,1/.2,10/.3,50/.4,100/.5,200/.6,500/.7,700/.8,1000/.9,1500/1,3000
tim     fvariable int(fn$dlina#1.25/p$kvota) ;продолжительность передачи файла
Aver    fvariable mx$Mitog(2,1)/mx$Mitog(1,1);вычисление вер.потери А-вызова
Vver    fvariable mx$Mitog(4,1)/mx$Mitog(3,1);вычисление вер.потери V-вызова
Dver    fvariable mx$Mitog(6,1)/mx$Mitog(5,1);выч.вер.отказа в передаче файла
Zsr     fvariable x$Tzad/N$zz       ;выч.среднего времени задержки файла в сети
Zver    fvariable N$zzz/N$zz       ;выч.вер.превышения t-допустимого
obkrit  fvariable                  ;ОБОБЩЁННЫЙ КРИТЕРИЙ
(Au#mx$Mitog(7,1)+Vu#mx$Mitog(8,1)+Du#mx$Mitog(9,1)+Zu#mx$Mitog(11,1))#10
gru     variable x$gru@1000000+1    ;номера групп для LINK и UNLINK
Au      equ    50      ;условная стоимость потери А-вызова
Vu      equ    25      ;условная стоимость потери V-вызова
Du      equ    10      ;условная стоимость отказа в передаче файла
Zu      equ    7       ;условная стоимость задержки файла сверх t-допустимого
AA1     EQU      1          ;nomera uzlov
AA2     EQU      2
AA3     EQU      3
AA4     EQU      4
AA5     EQU      5
AA6     EQU      6
AA7     EQU      7
AA8     EQU      8
AA11    EQU      11         ;nomera tablitz marshrutizayii
AA12    EQU      12
AA13    EQU      13
AA14    EQU      14
AA15    EQU      15
AA16    EQU      16
AA17    EQU      17
AA18    EQU      18
B12     EQU      12         ;nomera vetvey
B21     EQU      21
B23     EQU      23
B32     EQU      32
B34     EQU      34
B43     EQU      43
B45     EQU      45
B54     EQU      54
B56     EQU      56
B65     EQU      65         ;nomera vetvey
B67     EQU      67
B76     EQU      76
B78     EQU      78
B87     EQU      87
B81     EQU      81
B18     EQU      18
Mitog   matrix    ,13,1      ;матрица итоговых результатов
OBMARSH MATRIX    ,8,8
OTMARSH MATRIX    ,8,8
VMARSH  MATRIX    ,8,8
TDOV    TABLE    M1,0,10,50
TMAR     TABLE    M1,0,10,50
Aotp    function  rn1,d8      ;выбор отправителя А
.125,1/.25,2/.375,3/.5,4/.625,5/.75,6/.875,7/1,8

```

Votp function rn1,d8 ;выбор отправителя V
 .125,1/.25,2/.375,3/.5,4/.625,5/.75,6/.875,7/1,8
 Dotp function rn1,d8 ;выбор отправителя D
 .125,1/.25,2/.375,3/.5,4/.625,5/.75,6/.875,7/1,8
 AA1 FUNCTION RN1,D7 ;выбор получателя
 .143,2/.286,3/.429,4/.572,5/.715,6/.858,7/1,8
 AA2 FUNCTION RN1,D7
 .143,1/.286,3/.429,4/.572,5/.715,6/.858,7/1,8
 AA3 FUNCTION RN1,D7
 .143,1/.286,2/.429,4/.572,5/.715,6/.858,7/1,8
 AA4 FUNCTION RN1,D7
 .143,1/.286,2/.429,3/.572,5/.715,6/.858,7/1,8
 AA5 FUNCTION RN1,D7
 .143,1/.286,2/.429,3/.572,4/.715,6/.858,7/1,8
 AA6 FUNCTION RN1,D7
 .143,1/.286,2/.429,3/.572,4/.715,5/.858,7/1,8
 AA7 FUNCTION RN1,D7
 .143,1/.286,2/.429,3/.572,4/.715,5/.858,6/1,8
 AA8 FUNCTION RN1,D7
 .143,1/.286,2/.429,3/.572,4/.715,5/.858,6/1,7
 AA11 FUNCTION P\$POL,D7 ;tabliyi marshrutizayii
 2,12/3,12/4,12/5,12/6,18/7,18/8,18
 AA12 FUNCTION P\$POL,D7
 1,21/3,23/4,23/5,23/6,23/7,21/8,21
 AA13 FUNCTION P\$POL,D7
 1,32/2,32/4,34/5,34/6,34/7,34/8,32
 AA14 FUNCTION P\$POL,D7
 1,43/2,43/3,43/5,45/6,45/7,45/8,45
 AA15 FUNCTION P\$POL,D7
 1,56/2,54/3,54/4,54/6,56/7,56/8,56
 AA16 FUNCTION P\$POL,D7
 1,67/2,67/3,65/4,65/5,65/7,67/8,67
 AA17 FUNCTION P\$POL,D7
 1,78/2,78/3,78/4,76/5,76/6,76/8,78
 AA18 FUNCTION P\$POL,D7
 1,81/2,81/3,81/4,81/5,87/6,87/7,87
 B12 STORAGE 2349 ;величины квот в ветвях
 B21 STORAGE 2349
 B23 STORAGE 2349
 B32 STORAGE 2349
 B34 STORAGE 2349
 B43 STORAGE 2349
 B45 STORAGE 2349
 B54 STORAGE 2349
 B56 STORAGE 2349
 B65 STORAGE 2349
 B67 STORAGE 2349
 B76 STORAGE 2349
 B78 STORAGE 2349
 B87 STORAGE 2349
 B81 STORAGE 2349
 B18 STORAGE 2349
 gaspr FUNCTION RN1,C24 ;табличное экспоненциальное распределение
 0,0/1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38/
 .8,1.6/.84,1.85/.88,2.12/9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/
 .97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/1,8
 MRSHR EQU 17
 PER VARIABLE 100000/VHDPOT
 MR VARIABLE P\$OTPR#10+P\$POL
 PU VARIABLE P\$POL+10
 KU VARIABLE P\$OTPR+10
 III VARIABLE (P\$VETV-p\$vetv@10)/10
 JJ VARIABLE P\$VETV@10+10

JJJ VARIABLE P\$VETV@10
 ISP VARIABLE (SR\$B12+SR\$B23+SR\$B34+SR\$B45+SR\$B56+SR\$B67+sr\$b78+sr\$b81)/8
 MARSH FVARIABLE MX\$OTMARSH(P\$OTPR,P\$POL)/MX\$OBMARSH(P\$OTPR,P\$POL)
 VER FVARIABLE X\$OTKAZ/(N\$FIN+1)+0.5

```

*-----
      generate  A,fn$raspr,,,2      ;телефонный поток
      assign   otp,fn$Aotp          ;установка отправителя
      assign   pol,fn*otp           ;установка получателя
      msavevalue mitog+,1,1,1
      assign   ku,v$ku
aaa  assign   vetv,fn*ku
      gate snf  p$vetv,Aotk
      assign   ku,v$jj
      test e    v$pu,p$ku,aaa
      assign   kvota,1
      assign   ttt,v$Adlit
      transfer ,obshee
*-----
      generate  VV,fn$raspr,,,1     ;видеоконференцсвязь
      assign   otp,fn$Votp
      assign   pol,fn*otp
      msavevalue mitog+,3,1,1
      assign   ku,v$ku
vvv  assign   vetv,fn*ku
      test ge   R*vetv,6,Votk
      assign   ku,v$jj
      test e    v$pu,p$ku,vvv
      assign   kvota,6
      assign   ttt,v$Vdlit
      transfer ,obshee
*-----
      generate  D,fn$raspr          ;поток данных
      assign   otp,fn$Dotp
      assign   pol,fn*otp
      msavevalue mitog+,5,1,1
      assign   ku,v$ku
      savevalue delta,Nkvot
ddd  assign   vetv,fn*ku
      test ge   R*vetv,rezp,Dotk    ;резерв полосы для А и V трафиков
      test ge   delta,R*vetv,met1
      savevalue delta,R*vetv
      assign   kvota,v$kvot
met1 test g    p$kvota,0,Dotk
      assign   ku,v$jj
      test e    v$pu,p$ku,ddd
      assign   ttt,v$tim
*-----
obshee assign   ku,v$ku
      savevalue gru,v$gru
      assign   gru,x$gru
      assign   mar,v$mr
cicl  assign   vetv,fn*ku          ;выбор ветви по таблице маршрутизации
      assign   iii,v$iii           ;исходящий узел ветви
      assign   jjj,v$jjj           ;входящий узел ветви
      split    l,met
      gate snf  p$vetv,Dotk
      enter    p$vetv,p$kvota
      link     gru,fifo
met   assign   ku,v$jj
      test e    p$ku,v$pu,cicl
      advance   p$ttt
      unlink    gru,un,all,gru,p$gru
      test e    0,pr,fin

```

```

savevalue Tzad+,m1
test g m1,Tpred,zz
zzz savevalue chzad+,1
*zz tabulate tdov
zz test e p$mar,mrshr,fin
* tabulate tmar
transfer ,fin
Aotk msavevalue Mitog+,2,1,1
transfer ,otk
Votk msavevalue Mitog+,4,1,1
transfer ,otk
Dotk msavevalue Mitog+,6,1,1
otk savevalue otkaz+,1
* MSAVEVALUE OTMARSH+,P$OTPR,P$POL,1
*fin SAVEVALUE VEROT,V$VER
* MSAVEVALUE OBMARSH+,P$OTPR,P$POL,1
* MSAVEVALUE VMARSH,P$OTPR,P$POL,V$MARSH
fin test e tg1,1,final ;транзакт последний?
msavevalue Mitog,7,1,v$Aver
msavevalue Mitog,8,1,v$Vver
msavevalue Mitog,9,1,v$Dver
msavevalue Mitog,10,1,v$Zsr
msavevalue Mitog,11,1,v$Zver
msavevalue Mitog,12,1,v$obkrit
msavevalue Mitog,13,1,N$fin
final terminate 1
un leave p$vetv,p$kvota
terminate

```

3.3. Регистрация событий в модели

Кроме результатов, помещаемых в стандартном отчёте, в данной модели снимаются следующие характеристики:

а). Матрица mitog в виде вектора столбца:

- 1-я строка – общее число ТЛФ вызовов;
- 2-я строка – число потерянных ТЛФ вызовов;
- 3-я строка – общее число ВКС вызовов;
- 4-я строка – число потерянных ВКС вызовов;
- 5-я строка – общее число инициированных файлов ПД;
- 6-я строка – число потерянных файлов ПД;
- 7-я строка – доля потерянных ТЛФ вызовов ($P_{\text{пот.ТЛФ}}$);
- 8-я строка – доля потерянных ВКС вызовов ($P_{\text{пот.ВКС}}$);
- 9-я строка – доля потерянных файлов ПД ($P_{\text{пот.ПД}}$);
- 10-я строка – доля файлов, задержанных сверх

допустимого времени (α). Допустимое время задержки устанавливается в параметре T_{pred} .

- 11-я строка – среднее время задержки файлов $T_{\text{ср}}$;
- 12-я строка – обобщённый критерий потерь,

подсчитываемый как сумма взвешенных потерь

$$K = P_{\text{тлф}} * V_{\text{тлф}} + P_{\text{вкс}} * V_{\text{вкс}} + P_D * V_D + P_Z * V_Z$$

где P_i – доли соответствующих потерь по результатам прогона;
 V_i – вес соответствующих потерь в обобщённом критерии –
 устанавливаются в параметрах A_u , V_u , D_u и Z_u .

- 13-я строка – общее число пропущенных через модель транзактов – вызовов.

б). OBMARSH – матрица (8*8) – общее число вызовов между парами узлов;

OTMARSH – матрица (8*8) – числа потерянных вызовов между парами узлов;

VMARSH – матрица (8*8) – доля потерянных вызовов по матрицам.

Вопросы для допуска к лабораторной работе:

1. Опишите структуру моделируемой сети.
2. В чём особенности мультисервисных сетей.
3. В каком виде вводятся в модель параметры нагрузок по видам трафика (A, V и D).
4. Какая полоса пропускания выделяется в модели МСС для каждого вида трафика.
5. Какие параметры мультисервисной сети оптимизируются в данной модели?
6. Как формируется обобщённый критерий эффективности сети?
7. Принцип передачи фрагментов данных в реальной сети.
8. Как вводятся в модель параметры по интенсивностям трафиков?

4. Лабораторное задание

4.1. Открыть программу моделирования МСС и сохранить её под именем 1МСС.

4.2. Запустить модель и зафиксировать основные результаты прогона, представленные в матрице Mitog.

4.3. Снять зависимости характеристик, представленных в матрице Mitog (см. п. 3.3) от следующих параметров:

- доля свободной полосы, выделяемой для передачи файлов (параметр doly);

- резерв полосы для приоритетных трафиков A и V (параметр rezp).

4.4. Провести оптимизацию системы по обобщённому критерию S (минимизация потерь) в зависимости одновременно от двух параметров, приведённых в п. 4.3 (doly и rezp).

4.5. Провести оптимизацию системы при резком изменении соотношения нагрузок по видам трафика. Например, трафиков речи и данных.

5. Содержание отчёта

Зафиксировать в табличном виде результаты прогонов по пунктам 4.3, 4.4 и 4.5 и построить графики этих зависимостей.

6. Контрольные вопросы

6.1. Опишите структуру моделируемой сети.

6.2. В чём особенности мультисервисных сетей.

6.3. В каком виде вводятся в модель параметры нагрузок по видам трафика (A, V и D).

6.4. Какая полоса пропускания выделяется в модели МСС для каждого вида трафика.

6.5. Объяснить ход кривых в графиках по пункту 4.