Учреждение образования

«Белорусский Государственный Университет

Информатики и Радиоэлектроники»

Кафедра: СиУТ

Расчетная работа

«Расчёт сигнальной нагрузки сети ОКС №7»

Выполнил Проверил:

студент гр. 063001 Хоменок М.Ю.

Бондарь А.И.

Минск, 2014

1 АРХИТЕКТУРА И СТРУКТУРА СЕТИ ОКС №7

Система ОКС №7 разработана с учетом ее согласования с эталонной моделью ВОС. Система ОКС №7 также построена по многоуровневому принципу, но уровни модели ОКС №7 не идентичны уровням эталонной модели ВОС. Нижние уровни ОКС №7: звено передачи данных сигнализации и канал передачи сигнализации - полностью согласуются с физическим и канальным уровнями модели ВОС. Третий уровень ОКС №7 - сеть сигнализации - не обеспечивает все функции сетевого уровня модели ВОС: не выполняются полностью функции маршрутизации. Все три уровня ОКС №7 вместе называются подсистемой передачи сообщений (Message Transfer Part - МТР). Сравнение между архитектурами ВОС и системой ОКС №7 (рисунок 1):



Рисунок 1 – Соответствие ОКС №7 и модели ВОС

Для выполнения всех функций сетевого уровня в модель ОКС №7 добавлена подсистема управления соединением сигнализации (Signalling Connection Control Part - SCCP), обеспечивающая обращение подсистемы передачи сообщений к сетевой услуге (как ориентированной на соединение, так и без соединения). Заметим, что высшие уровни модели ВОС непосредственно связываются с SCCP. Подсистема передачи сообщений МТР вместе с подсистемой управления сигнальными соединениями SCCP образуют подсистему сетевых услуг (Network Service Part - NSP).

В целом модель ОКС №7 состоит из двух основных частей:

• подсистем пользователей и приложений;

• подсистемы передачи сообщений МТР.

Подсистема передачи сообщений МТР является единой транспортной платформой, над которой расположены подсистемы пользователей и приложений (TUP, ISUP, MAP, MUP, HUP, INAP, ОМАР, SCCP, TCAP), предназначенные для обеспечения соответствующих услуг связи. Подсистема пользователей может быть реализована в нескольких версиях в зависимости от протоколов верхних уровней, которые предоставляют пользователям, возможно имеющим различные технические устройства, средства связи друг с другом. Подсистемы пользователей получают в свое распоряжение услуги подсистемы передачи сообщений МТР по доставке информации в сети без установления соединения с упорядоченной последовательностью передачи.



Рисунок 2 – Архитектура ОКС №7

MTP – подсистема передачи сообщений;

SCCP – подсистема управления установлением сигнализации;

TCAP – обработка транзакций;

MAP – подсистема пользователя подвижной связи;

ISUP – подсистема пользователя ЦСИС;

TUP – подсистема пользователя телефонии;

MUP – подсистема пользователя подвижной связи (NMT);

HUP – подсистема передачи сигналов управления в процессе разговора;

INAP – подсистема пользователя интеллектуальной сети (IN);

OMAP – подсистема техобслуживания и эксплуатации.

Функциональная архитектура ОКС №7 включает четыре уровня, три из которых входят в состав подсистемы передачи сообщений МТР. Подсистемы пользователей образуют параллельные элементы на четвертом функциональном уровне (рисунок 3).



Рисунок 3 – Функциональные уровни ОКС

* **Уровень 1** (функции звена данных сигнализации) определяет физические, электрические и функциональные характеристики звена данных сигнализации и средства доступа к нему. Элементом уровня 1 является канал связи для звена сигнализации. Детальные требования к звену данных сигнализации приведены в рекомендации МСЭ Q.702.
* **Уровень 2** (функции звена сигнализации) определяет функции и процедуры, относящиеся к передаче сигнальных сообщений по отдельному звену сигнализации. Функции уровней 1 и 2 образуют звено сигнализации, обеспечивающее надежную передачу сигнальных сообщений между двумя пунктами сети сигнализации. Сигнальное сообщение, поступающее от верхних уровней, проходит по звену сигнализации в виде сигнальных единиц (Signal Unit - SU) переменной длины. Для надежной работы звена сигнализации сигнальная единица включает, помимо информации сигнального сообщения, информацию для управления передачей. Функциями звена сигнализации являются деление сигнальных сообщений на сигнальные единицы, обнаружение ошибок в сигнальных единицах, исправление ошибок, обнаружение отказа звена сигнализации, восстановление звена сигнализации и др. Подробные спецификации функций звена сигнализации приведены в рекомендации МСЭ Q.703.
* **Уровень 3** (функции сети сигнализации) определяет функции и процедуры передачи, общие для различных типов звеньев сигнализации и независимые от работы каждого из них. Эти функции подразделяются на две большие категории:

• функции обработки сигнальных сообщений, которые при правильной передаче сообщения направляют его по звену сигнализации или в соответствующую подсистему пользователя;

• функции управления сетью сигнализации, которые на основе заранее определенных данных и информации о состоянии сети сигнализации управляют маршрутизацией сообщений и конфигурацией средств сети сигнализации. В случае изменения состояний они обеспечивают также изменение конфигурации сети и другие меры, необходимые для обеспечения или восстановления нормальной работы сети сигнализации. Различные функции уровня 3 взаимодействуют друг с другом и с функциями других уровней посредством команд и индикаций. Детальные требования к функциям сети сигнализации приведены в рекомендации МСЭ Q.704.

* **Уровень 4** (функции подсистемы пользователя) состоит из различных подсистем пользователей, каждая из которых определяет функции и процедуры сигнализации, характерные для определенного типа пользователя системы. Набор функций подсистемы пользователя может значительно различаться для разных категорий пользователей системы сигнализации. В общем виде можно выделить две группы пользователей:

• пользователи, для которых большинство функций связи определено в системе сигнализации. Например, функции управления вызовами телефонии с соответствующей подсистемой пользователя телефонии;

• пользователи, для которых большинство функций связи определено вне системы сигнализации. Например, использование системы сигнализации для передачи информации, касающейся управления и техобслуживания. Для таких "внешних пользователей" подсистема пользователя может рассматриваться как интерфейс типа "почтовый ящик" между подсистемой внешнего пользователя и функцией передачи сообщений, в которой, например, передаваемая информация пользователя собирается (разбирается) в соответствующие форматы сигнальных сообщений.

Основными подсистемами пользователя ОКС №7 являются:

• подсистема пользователя телефонии (TUP);

• подсистема пользователя ISDN (ISUP);

• подсистема управления соединением сигнализации (SCCP), предоставляющая услуги сети, связанные или не связанные с установлением соединений для передачи сигнальной информации, относящейся или не относящейся к речевым каналам. Эта подсистема используется совместно с другими подсистемами пользователей;

• подсистема пользователей мобильной связи стандарта NMT-450 (MUP);

• подсистема пользователей процедуры передачи управления в процессе разговора сети мобильной связи NMT-450 (HUP);

• подсистема пользователей мобильной связи стандарта GSM (MAP);

• подсистема пользователя интеллектуальной сети (INAP);

• подсистема возможностей транзакций (ТСАР);

• подсистема эксплуатации, технического обслуживания и административного управления (ОМАР).

2 ПОСТРОЕНИЕ СЕТИ ОКС НА ГОРОДСКИХ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЯХ

При организации сети ОКС на ГТС необходимо учитывать следующее:

* АТСЭ внедряется методом наложенной сети в пределах зоны действия АТСЭ;
* Цифровые АТС внутри отдельного узлового района связываются между собой цифровыми первичными трактами напрямую;
* Цифровые АТС разных узловых районов связываются между собой или напрямую, или через УИВС.

При построении сети ОКС на ГТС следует придерживаться следующих принципов:

* Нагрузка звена сигнализации между пунктами сигнализации (SP) не должна превышать в нормальных условиях 0,2 эрл;
* Если нагрузказвена сигнализации превышает 0,2 эрл, необходимо организовывать параллельные звенья сигнализации;
* При невозможности создания альтернативных маршрутов организуются параллельные звенья сигнализации;
* Для обеспечения надежности каждая АТС должна иметь связь по ОКС не менее, чем с двумя транзитными пунктами сигнализации;
* На ГТС без узлообразования связь между пунктами сигнализации (SP) осуществляется, как правило, по принципу "каждый с каждым". Однако некоторые АТС с целью равномерной загруженности звеньев сигнализации или повышения структурной надежности сети могут выполнять функции транзитных пунктов сигнализации;
* На ГТС с узлообразованием внутри узлового района между АТСЭ могут быть организованы прямые звенья ОКС. Прямые звенья ОКС могут быть организованы и между АТСЭ разных узловых районов при наличии достаточной нагрузки;
* На узловые станции, должны быть возложены функции транзитных пунктов сигнализации;
* Связь с АМТС должна быть организована в основном связанным режиме, квазисвязанный режим предусматривается для пучков с малым количеством разговорных каналов или как альтернативный.

На рисунке 4 представлен фрагмент сети без узлообразования. Связь между АТСЭ 1 - АТСЭ 2 и АТСЭ 1 - АТСЭ 3 обеспечивается прямыми сигнальными каналами, а связь между АТСЭ 2 и АТСЭ 3 - маршрутом через АТСЭ 1.

****

Разговорные каналы ОКС

Пункты сигнализации SP

Транзитный пункт сигнализации STP

Рисунок 4 – Пример сети ОКС на ГТС без узлообразования

На рисунке 5 показан фрагмент сети ГТС с узлообразованием. Все узлы ГТС образуют полносвязанную сеть ОКС с обеспечением надежности ОКС путем дублирования.



Разговорные каналы ОКС

Пункты сигнализации SP

Транзитный пункт сигнализации STP

Рисунок 5 - Пример сети ОКС на ГТС с узлообразованием

3 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Номер варианта индивидуального задания определяется последними двумя цифрами номера студенческого билета в соответствии с формулой

А\*{mod10[(В + 30) / (С+1)]+2},

 Где

А – количество соединительных линий между станциями ГТС согласно графе 3 табл. 3.3. учебного пособия [2 ] на стр.96;

В – предпоследняя цифра номера студенческого билета;

С – последняя цифра номера студенческого билета.

Номер студенческого билета: 063001-05. Откуда B=0, C=5

{mod10[(В + 30) / (С+1)]+2}={mod10[(0 + 30) / (5+1)]+2}= **7**.

4 РАСЧЁТ СЕТИ ОКС

4.1 Исходные данные по топологии информационной сети

Для проектирования сигнальной сети ОКС-7, согласно подразд.1.3, необходимо подготовить следующие исходные данные:

Перечень станций (источников нагрузки) и узлов вторичных сетей, для которых проектируется сигнальная сеть ОКС.

1. Таблица емкостей пучков каналов между станциями вторичных сетей.
2. Таблица схемы маршрутизации и распределения нагрузки информационного (телефонного) трафика.
3. Исходные данные для формирования таблицы нагрузок (в эрлангах) между станциями.

Принятые при расчете нормы прямой и обратной сигнальной нагрузки для одной соединительной линий (таблица 1):

Таблица 1 – Принятые при расчете нормы прямой и обратной сигнальной нагрузки для одной соединительной линий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип СЛ | Обозначение СЛ | Сигнальная нагрузка (\*10-5) |
| Прямая (К(1)пр) | Обратная(К(1)обр) |
| АТС-АТС | СЛ | 7 | 5 |
| АТС-АМТС | ЗСЛ | 8 | 6 |
| АМТС-АТС | СЛМ | 10 | 10 |

Таблица 2 – Перечень станций и узлов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индекс станции/узла | Наименование | Тип станции/узла |
| 206 | АТСЭ-206/207 | АТС |
| 209 | КУ-209 | АТС |
| 222 | АТСЭ-222 | АТС |
| 225 | АТСЭ-225 | АТС |
| 226 | АТСЭ-226 | АТС |
| AМТС | AМТС-1 | АМТС |
| YСП | СПУ-9 | АТС |
| Y201 | УВС-20/201 | АТС (УИВС) |
| Y226 | УВС-22/226 | АТС (УИВС) |



 Сигнальная нагрузка от станции определяется из условия

0,2 Эрл  на 1667 каналов (СЛ):

  [Эрл]

 Где  – кол-во соединительных линий (СЛ)

Таблица 3 – Емкость пучков каналов между станциями/узлами

| Направление СЛ | Кол-во СЛ | Тип СЛ | Направленность СЛ |
| --- | --- | --- | --- |
| Исх. | Вхд. |
| 206 | AМТС | 333 | АТС-АМТС | Одностор. |
| 206 | Y | 111 | АТС-АТС | Одностор. |
| 206 | Y201 | 408 | АТС-АТС | Одностор. |
| 206 | Y226 | 570 | АТС-АТС | Одностор. |
| **Кол-во СЛ на станцию:** | **3318** | **Сигнал нагрузка от станции, Эрл** | **0,3982** |
| 209 | 206 | 111 | АТС-АМТС | Одностор. |
| 209 | 206 | 1455 | АТС-АТС | Одностор. |
| **Кол-во СЛ на станцию:** | **3654** | **Нагрузка от станции, Эрл** | **0,4385** |
| 222 | 225 | 48 | АТС-АТС | Одностор. |
| 222 | 226 | 72 | АТС-АТС | Одностор. |
| 222 | AМТС | 171 | АТС-АМТС | Одностор. |
| 222 | УСП | 81 | АТС-АТС | Одностор. |
| 222 | Y201 | 384 | АТС-АТС | Одностор. |
| **Кол-во СЛ на станцию:** | **1764** | **Нагрузка от станции, Эрл** | **0,2117** |
| 225 | 222 | 48 | АТС-АТС | Одностор. |
| 225 | 226 | 36 | АТС-АТС | Одностор. |
| 225 | AМТС | 66 | АТС-АМТС | Одностор. |
| 225 | УСП | 39 | АТС-АТС | Одностор. |
| 225 | Y201 | 135 | АТС-АТС | Одностор. |
| **Кол-во СЛ на станцию:** | **756** | **Нагрузка от станции, Эрл** | **0,0907** |
| 226 | AМТС | 120 | АТС-АМТС | Одностор. |
| 226 | УСП | 60 | АТС-АТС | Одностор. |
| 226 | Y201 | 249 | АТС-АТС | Одностор. |
| 226 | Y226 | 222 | АТС-АТС | Одностор. |
| **Кол-во СЛ на станцию:** | **1519** | **Нагрузка от станции, Эрл** | **0,1823** |
| AМТС | 206 | 666 | АМТС-АТС | Одностор. |
| AМТС | 209 | 342 | АМТС-АТС | Одностор. |
| AМТС | 222 | 510 | АМТС-АТС | Одностор. |
| AМТС | 225 | 177 | АМТС-АТС | Одностор. |
| AМТС | 226 | 342 | АМТС-АТС | Одностор. |
| **Кол-во СЛ на станцию:** | **4753** | **Нагрузка от станции, Эрл** | **0,5704** |
| УСП | Y201 | 306 | АТС-АТС | Одностор. |
| УСП | Y226 | 306 | АТС-АТС | Одностор. |
| **Кол-во СЛ на станцию:** | **1428** | **Нагрузка от станции, Эрл** | **0,1714** |
| Y201 | 206 | 3078 | АТС-АТС | Одностор. |
| Y201 | 209 | 1449 | АТС-АТС | Одностор. |
| **Кол-во СЛ на станцию:** | **10563** | **Нагрузка от станции, Эрл** | **1,2676** |
| Y226 | 222 | 1470 | АТС-АТС | Одностор. |
| Y226 | 225 | 462 | АТС-АТС | Одностор. |
| Y226 | 226 | 897 | АТС-АТС | Одностор. |
| **Кол-во СЛ на станцию:** | **6601** | **Нагрузка от станции, Эрл** | **0,** |
| **Всего:** |  | **34356** |  | **4,1227** |

Сигнальную нагрузку  между станциями AiBi можно найти, учитывая, что нагрузка между каждой парой источников (станций) пропорциональна произведению их исходящих сигнальную нагрузок и обратно пропорциональна суммарной нагрузке сети за вычетом исходящей нагрузки Ai:

  = ,

где ,  - исходящая сигнальная нагрузка от станций Ai и Bi; E – суммарная исходящая сигнальная нагрузка по сети в целом.

Таблица 4 – Схема маршрутизации и нагрузка сигнального трафика сети

| Индекс исход. станции | Индекс вход. станции | Индексы транзитных станций/узлов в порядке следования | Сигнальная нагрузка (эрл.) |
| --- | --- | --- | --- |
| 206 | 209 | Y201 | 0,020 |
| 206 | 222 | Y226 | 0,010 |
| 206 | 225 | Y226 | 0,004 |
| 206 | 226 | Y226 | 0,008 |
| 206 | AMTC |  | 0,026 |
| 206 | YCП |  | 0,008 |
| 206 | Y201 |  | 0,058 |
| 206 | Y226 |  | 0,036 |
| 209 | 206 |  | 0,020 |
| 209 | 222 | 206,Y226 | 0,011 |
| 209 | 225 | 206,Y226 | 0,005 |
| 209 | 226 | 206,Y226 | 0,009 |
| 209 | AMTC | 206 | 0,029 |
| 209 | YCП | 206 | 0,009 |
| 209 | Y201 | 206 | 0,065 |
| 209 | Y226 | 206 | 0,040 |
| 222 | 206 | Y201 | 0,009 |
| 222 | 209 | Y201 | 0,010 |
| 222 | 225 |  | 0,002 |
| 222 | 226 |  | 0,004 |
| 222 | AMTC |  | 0,013 |
| 222 | YCП |  | 0,004 |
| 222 | Y201 |  | 0,029 |
| 225 | 206 | Y201 | 0,004 |
| 225 | 209 | Y201 | 0,004 |
| 225 | 222 |  | 0,002 |
| 225 | 226 |  | 0,002 |
| 225 | AMTC |  | 0,005 |
| 225 | YCП |  | 0,002 |
| 225 | Y201 |  | 0,012 |
| 226 | 206 | Y201 | 0,008 |
| 226 | 209 | Y201 | 0,009 |
| 226 | 222 | Y226 | 0,004 |
| 226 | 225 | Y226 | 0,002 |
| 226 | AMTC |  | 0,011 |
| 226 | YCП |  | 0,003 |
| 226 | Y201 |  | 0,025 |
| 226 | Y226 |  | 0,016 |
| AMTC | 206 | Y201 | 0,027 |
| AMTC | 209 | Y201 | 0,030 |
| AMTC | 222 |  | 0,015 |
| AMTC | 225 |  | 0,006 |
| AMTC | 226 |  | 0,013 |
| YCП | 206 | Y201 | 0,007 |
| YCП | 209 | Y201 | 0,008 |
| YCП | 222 | Y226 | 0,004 |
| YCП | 225 | Y226 | 0,002 |
| YCП | 226 | Y226 | 0,003 |
| YCП | Y201 |  | 0,024 |
| YCП | Y226 |  | 0,015 |

Таблица 5 – Исходящая сигнальная нагрузка от станций

|  |  |
| --- | --- |
| Индекс станции/узла | Исходящая сигнальная нагрузка (эрл) |
| от АТСЭ | От аналоговой подсети для УВС/УИВС |
| 206 | 0,171 |  |
| 209 | 0,188 |  |
| 222 | 0,072 |  |
| 225 | 0,031 |  |
| 226 | 0,078 |  |
| AМТС | 0 |  |
| YСП | 0,063 |  |
| Y201 |  | 0,543 |
| Y226 |  | 0,339 |
| **По сети всего: 1,486** |  |

Таблица 6 – Параметры пунктов сигнализации сети ОКС-7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень иерархии и индикатор сети (NI) | Код пункта сигнализации | Тип пункта (SP;STP; SP/STP) | Обслуживаемые станции/ узлы вторичных сетей | Для шлюзового пункта |
| Индикатор сети (NI) | Код пункта |
| Местн.,NI=10 | 1 | SP/STP | Y201 |  |  |
| Местн.,NI=10 | 6 | SP/STP | 206 |  |  |
| Местн.,NI=10 | 9 | SP | 209 |  |  |
| Местн.,NI=10 | 22 | SP | 222 |  |  |
| Местн.,NI=10 | 25 | SP | 225 |  |  |
| Местн.,NI=10 | 26 | SP/STP | 226,Y226 |  |  |
| Местн.,NI=10 | 99 | SP | УСП |  |  |
| Местн.,NI=10 | 100 | SP | АМТС |  |  |

Таблица 7 – Перечень допустимых звеньев (пучков зв.) на сигнальной сети

|  |
| --- |
| Коды пунктов сигнализации |
| Исходящий | Входящий |
| 1 | 6 |
| 1 | 9 |
| 6 | 1 |
| 6 | 26 |
| 6 | 99 |
| 6 | 100 |
| 9 | 6 |
| 22 | 1 |
| 22 | 25 |
| 22 | 26 |
| 22 | 99 |
| 22 | 100 |
| 25 | 1 |
| 25 | 22 |
| 25 | 26 |
| 25 | 99 |
| 25 | 100 |
| 26 | 1 |
| 26 | 22 |
| 26 | 25 |
| 26 | 99 |
| 26 | 100 |
| 99 | 1 |
| 99 | 26 |
| 100 | 6 |
| 100 | 9 |
| 100 | 22 |
| 100 | 25 |
| 100 | 26 |

Соответственно для подсистемы ISUP прямая (Yпр) и обратная (Yобр) сигнальная нагрузка для направления между станциями/узлами (источниками) i → j определяется по формулам:

Qпр = С\*К(1)пр ,

Qобр = С\* К(1)обр.

Здесь С – количество соединительных линий между исходящей станцией (узлом) i и входящей станцией (узлом) j в указанном направлении.

Рассчитанные значения сводятся в таблицу 7:

Таблица 7 – Расчет прямой (Qпр) и обратной (Qобр) сигнальной нагрузки для пучков соединительных линий (направлений) между станциями/узлами

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индексы станций для СЛ | Тип СЛ | Коэфф. сигн. нагрузки | Кол-во СЛ | Qпр | Qобр | Коды пунктов сигнализации |
| К(1)пр | К(1)обр |
| Исх. | Вход. | Исх | Вхд |
| 206 | АМТС | ЗСЛ | 8 | 6 | 333 | 0,06216 | 0,04662 | 6 | 100 |
| 206 | УCП | СЛ | 7 | 5 | 111 | 0,01813 | 0,01295 | 6 | 99 |
| 206 | Y201 | СЛ | 7 | 5 | 408 | 0,06664 | 0,0476 | 6 | 1 |
| 206 | Y226 | СЛ | 7 | 5 | 570 | 0,0931 | 0,0665 | 6 | 26 |
| 209 | 206 | ЗСЛ | 8 | 6 | 111 | 0,02072 | 0,01554 | 9 | 6 |
| 209 | 206 | СЛ | 7 | 5 | 1455 | 0,23765 | 0,16975 | 9 | 6 |
| 222 | 225 | СЛ | 7 | 5 | 48 | 0,00784 | 0,0056 | 22 | 25 |
| 222 | 226 | СЛ | 7 | 5 | 72 | 0,01176 | 0,0084 | 22 | 26 |
| 222 | АМТС | ЗСЛ | 8 | 6 | 171 | 0,03192 | 0,02394 | 22 | 100 |
| 222 | УCП | СЛ | 7 | 5 | 81 | 0,01323 | 0,00945 | 22 | 99 |
| 222 | Y201 | СЛ | 7 | 5 | 384 | 0,06272 | 0,0448 | 22 | 1 |
| 225 | 222 | СЛ | 7 | 5 | 48 | 0,00784 | 0,0056 | 25 | 22 |
| 225 | 226 | СЛ | 7 | 5 | 36 | 0,00588 | 0,0042 | 25 | 26 |
| 225 | АМТС | ЗСЛ | 8 | 6 | 66 | 0,01232 | 0,00924 | 22 | 100 |
| 225 | УCП | СЛ | 7 | 5 | 39 | 0,00637 | 0,00455 | 25 | 99 |
| 225 | Y201 | СЛ | 7 | 5 | 135 | 0,02205 | 0,01575 | 25 | 1 |
| 226 | АМТС | ЗСЛ | 8 | 6 | 120 | 0,0224 | 0,0168 | 26 | 100 |
| 226 | УCП | СЛ | 7 | 5 | 60 | 0,0098 | 0,007 | 26 | 99 |
| 226 | Y201 | СЛ | 7 | 5 | 249 | 0,04067 | 0,02905 | 26 | 1 |
| 226 | Y226 | СЛ | 7 | 5 | 222 | 0,03626 | 0,0259 | 26 | 26 |
| АМТС | 206 | СЛМ | 10 | 10 | 666 | 0,1554 | 0,1554 | 100 | 6 |
| АМТС | 209 | СЛМ | 10 | 10 | 342 | 0,0798 | 0,0798 | 100 | 9 |
| АМТС | 222 | СЛМ | 10 | 10 | 510 | 0,119 | 0,119 | 100 | 22 |
| АМТС | 225 | СЛМ | 10 | 10 | 177 | 0,0413 | 0,0413 | 100 | 25 |
| АМТС | 226 | СЛМ | 10 | 10 | 342 | 0,0798 | 0,0798 | 100 | 26 |
| УCП | Y201 | СЛ | 7 | 5 | 306 | 0,04998 | 0,0357 | 99 | 1 |
| УCП | Y226 | СЛ | 7 | 5 | 306 | 0,04998 | 0,0357 | 99 | 26 |
| Y201 | 206 | СЛ | 7 | 5 | 3078 | 0,50274 | 0,3591 | 1 | 6 |
| Y201 | 209 | СЛ | 7 | 5 | 1449 | 0,23667 | 0,16905 | 1 | 9 |
| Y226 | 222 | СЛ | 7 | 5 | 1470 | 0,2401 | 0,1715 | 26 | 22 |
| Y226 | 225 | СЛ | 7 | 5 | 462 | 0,07546 | 0,0539 | 26 | 25 |
| Y226 | 226 | СЛ | 7 | 5 | 897 | 0,14651 | 0,10465 | 26 | 26 |

### 5 ПОРЯДОК РАСЧЕТА МАТРИЦЫ СИГНАЛЬНЫХ НАГРУЗОК МЕЖДУ ПУНКТАМИ СИГНАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПОДСИСТЕМЫ ISUP

Общая сигнальная нагрузка на пучки (звенья) состоит из собственной нагрузки и нагрузки за счет резервирования вследствие вынужденной маршрутизации. Ее расчет выполняется на основе матрицы сигнальных нагрузок между всеми пунктами сети сигнализации.

Для расчета сигнальной нагрузки подсистемы ISUP необходимо определить прямую Y(пр)AB и обратную Y(обр)AB сигнальную нагрузку между всеми источниками сети А и В, в том числе и между источниками, для которых отсутствует прямое направление (соединительные линии).

Обозначая Q(пр)ij и Q(обр)ij соответственно прямую и обратную сигнальную нагрузку для направления i→j между источниками сигнальной нагрузки i и j (таблица 7), в зависимости от структуры сети и схемы маршрутизации можно выделить следующие модели расчета нагрузок:

1. Направление A→B используется для передачи телефонного трафика только от А к В. В этом случае

Y(пр)AB = Q(пр)AB

Y(обр)AB = Q(обр)AB

1. Направление A→B используется для передачи телефонного трафика не только от А к В, но и от ряда источников (например, С и D) к В (рисунок 7). Такая структура характерна для передачи междугородней телефонной нагрузки по ЗСЛ к АМТС для зоновых телефонных сетей. Здесь в качестве источника В выступает АМТС.



Рисунок 7 – Фрагмент сети с маршрутизацией А → В, С → А → В, D → А → В

Для рассмотренного случая

  = 

  = 

  = 

  = 

  = 

  = 

1. Если соединительные линии не удовлетворяют условиям первых двух вариантов, то для расчета сигнальной нагрузки между станциями необходимо использовать данные об исходящей телефонной нагрузке. Для этого используется следующая методика:
* последовательно перебираются все соединительные линии, которые не удовлетворяют условиям первых двух вариантов расчета;
* для очередной СЛ (направления) определяется  и  согласно (таблице 7);
* для выбранного направления согласно схемы маршрутизации определяются все станции (Аi, Вi), трафик которых проходит через данное направление, и соотве6тствующие значения телефонной нагрузки ZAiBi.
* Тогда суммарная сигнальная нагрузка этих станций составляет сигнальную нагрузку направления, т.е.:

 ,

 ,

причем суммирование ведется для всех маршрутов, проходящих через выбранное направление.

Затем рассчитывается прямая  и обратная  сигнальная нагрузка между всеми станциями АiВi, маршруты информационного трафика которых проходят через рассматриваемые направления, по изложенной ниже методике.

Определяется процент телефонной нагрузки  в общей телефонной нагрузке направления:

 = 

Тогда, допуская, что объем сигнальной нагрузки пропорционален объему телефонной нагрузки , имеем:

 = , YобрAiBi. = ;

где ,  - процент телефонной нагрузки  между источниками (AiBi) в общей телефонной нагрузке, проходящей через данное направление.

Таблица 8 – Расчет передаваемой по СЛ(направ) прямой (Y(пр)ij) и обратной (Y(обр)ij) сигнальной нагрузки между станциями/узлами i,j телефонной сети

| Индексы станций для СЛ | Тип СЛ | Параметры трафика, передаваемого по СЛ |
| --- | --- | --- |
| Исх. | Вхд. | Маршрут | Сигнальная нагрузка | Доля в нагрузке на СЛ | Сигнал. нагрузка маршрута |
| i | j | Y(пр)ij | Y(обр)ij |
| 206 | УСП | СЛ | 206 | УСП | 0,00858 | 0,00613 | 47,319% | 0,0183 |
| 209 | УСП | 0,00955 | 0,00682 | 52,681% | 0,0204 |
| 206 | Y201 | СЛ | 206 | 209 | 0,00937 | 0,00670 | 14,066% | 0,0469 |
| 206 | Y201 | 0,02710 | 0,01936 | 40,663% | 0,1355 |
| 209 | Y201 | 0,03017 | 0,02155 | 45,271% | 0,1509 |
| 206 | Y226 | СЛ | 206 | 222 | 0,04066 | 0,02904 | 43,674% | 0,0226 |
| 206 | 225 | 0,00793 | 0,00566 | 8,517% | 0,0097 |
| 206 | 226 | 0,01402 | 0,01002 | 15,064% | 0,0195 |
| 206 | Y226 | 0,06533 | 0,04667 | 70,174% | 0,0847 |
| 209 | 222 | 0,04066 | 0,02904 | 43,674% | 0,0252 |
| 209 | 225 | 0,00793 | 0,00566 | 8,517% | 0,0108 |
| 209 | 226 | 0,01236 | 0,00883 | 13,280% | 0,0217 |
| 209 | Y226 | 0,05260 | 0,03757 | 56,501% | 0,0943 |
| 209 | 206 | СЛ | 209 | 206 | 0,00265 | 0,00199 | 12,787% | 0,0474 |
| 209 | 222 | 0,00141 | 0,00106 | 6,798% | 0,0252 |
| 209 | 225 | 0,00060 | 0,00045 | 2,913% | 0,0108 |
| 209 | 226 | 0,00121 | 0,00091 | 5,854% | 0,0217 |
| 209 | УСП | 0,00114 | 0,00086 | 5,503% | 0,0204 |
| 209 | Y201 | 0,00843 | 0,00633 | 40,707% | 0,1509 |
| 209 | Y226 | 0,00527 | 0,00395 | 25,438% | 0,0943 |
| 222 | 225 | СЛ | 222 | 225 | 0,00784 | 0,01002 | 15,064% | 0,0195 |
| 222 | 226 | СЛ | 222 | 226 | 0,01176 | 0,04667 | 70,174% | 0,0847 |
| 222 | УСП | СЛ | 222 | УСП | 0,01323 | 0,02904 | 43,674% | 0,0252 |
| 222 | Y201 | СЛ | 222 | 206 | 0,01187 | 0,00566 | 8,517% | 0,0108 |
| 222 | 209 | 0,01307 | 0,00883 | 13,280% | 0,0217 |
| 222 | Y201 | 0,03778 | 0,03757 | 56,501% | 0,0943 |
| 225 | 222 | СЛ | 225 | 222 | 0,00784 | 0,00199 | 12,787% | 0,0474 |
| 225 | 226 | СЛ | 225 | 226 | 0,00588 | 0,00106 | 6,798% | 0,0252 |
| 225 | УСП | СЛ | 225 | УСП | 0,00637 | 0,00045 | 2,913% | 0,0108 |
| 225 | Y201 | СЛ | 225 | 206 | 0,00417 | 0,00091 | 5,854% | 0,0217 |
| 225 | 209 | 0,00459 | 0,00086 | 5,503% | 0,0204 |
| 225 | Y201 | 0,01328 | 0,00633 | 40,707% | 0,1509 |
| 226 | УСП | СЛ | 226 | УСП | 0,00829 | 0,00700 | 100,00% | 0,0079 |
| 226 | Y201 | СЛ | 226 | 206 | 0,00355 | 0,00550 | 18,922% | 0,0184 |
| 226 | 209 | 0,00714 | 0,00605 | 20,838% | 0,0203 |
| 226 | Y201 | 0,03101 | 0,01750 | 60,240% | 0,0586 |
| 226 | Y226 | СЛ | 226 | 222 | 0,04459 | 0,00501 | 19,340% | 0,0098 |
| 226 | 225 | 0,01854 | 0,00215 | 8,289% | 0,0042 |
| 226 | Y226 | 0,03811 | 0,01874 | 72,371% | 0,0366 |
| УСП | Y201 | СЛ | УСП | 206 | 0,03573 | 0,00676 | 18,922% | 0,0173 |
| УСП | 209 | 0,36577 | 0,00744 | 20,838% | 0,0190 |
| УСП | Y201 | 0,03528 | 0,02151 | 60,240% | 0,0550 |
| УСП | Y226 | СЛ | УСП | 222 | 0,01786 | 0,00592 | 16,579% | 0,0092 |
| УСП | 225 | 0,00743 | 0,00254 | 7,105% | 0,0039 |
| УСП | 226 | 0,01527 | 0,00510 | 14,276% | 0,0079 |
| УСП | Y226 | 0,01431 | 0,02215 | 62,039% | 0,0344 |
| Y201 | 206 | СЛ | 222 | 206 | 0,14652 | 0,03185 | 8,870% | 0,0215 |
| 225 | 206 | 0,00829 | 0,01324 | 3,687% | 0,0090 |
| 226 | 206 | 0,00355 | 0,02722 | 7,581% | 0,0184 |
| УСП | 206 | 0,00714 | 0,02552 | 7,107% | 0,0173 |
| Y201 | 206 | 0,03101 | 0,26126 | 72,755% | 0,1768 |
| Y201 | 209 | СЛ | 206 | 209 | 0,04459 | 0,02520 | 14,907% | 0,0469 |
| 222 | 209 | 0,01854 | 0,01276 | 7,548% | 0,0237 |
| 225 | 209 | 0,03811 | 0,00530 | 3,138% | 0,0099 |
| 226 | 209 | 0,03573 | 0,01091 | 6,451% | 0,0203 |
| УСП | 209 | 0,36577 | 0,01022 | 6,048% | 0,0190 |
| Y201 | 209 | 0,03528 | 0,10466 | 61,909% | 0,1947 |
| Y226 | 222 | СЛ | 206 | 222 | 0,04638 | 0,03313 | 19,318% | 0,0226 |
| 209 | 222 | 0,05164 | 0,03688 | 21,507% | 0,0252 |
| 226 | 222 | 0,02007 | 0,01434 | 8,359% | 0,0098 |
| УСП | 222 | 0,01882 | 0,01344 | 7,837% | 0,0092 |
| Y226 | 222 | 0,10319 | 0,07371 | 42,978% | 0,0503 |
| Y226 | 225 | СЛ | 206 | 225 | 0,01458 | 0,01041 | 19,318% | 0,0097 |
| 209 | 225 | 0,01623 | 0,01159 | 21,507% | 0,0108 |
| 226 | 225 | 0,00631 | 0,00451 | 8,359% | 0,0042 |
| УСП | 225 | 0,00591 | 0,00422 | 7,837% | 0,0039 |
| Y226 | 225 | 0,03243 | 0,02317 | 42,978% | 0,0216 |
| Y226 | 226 | СЛ | УСП | 226 | 0,00645 | 0,00895 | 8,552% | 0,0079 |
| Y226 | 226 | 0,06871 | 0,04908 | 46,899% | 0,0434 |
| 206 | 226 | 0,03088 | 0,02206 | 21,080% | 0,0195 |
| 209 | 226 | 0,03438 | 0,02456 | 23,469% | 0,0217 |
| 206 | AМTC | ЗСЛ | 206 | AМTC | 0,02941 | 0,02206 | 47,319% | 0,0610 |
| 209 | AМTC | 0,03275 | 0,02456 | 52,681% | 0,0679 |
| 209 | 206 | ЗСЛ | 209 | 206 | 0,02072 | 0,01554 | 100,00% | 0,0474 |
| 222 | AМTC | ЗСЛ | 222 | AМTC | 0,03192 | 0,02394 | 100,00% | 0,0309 |
| 225 | AМTC | ЗСЛ | 225 | AМTC | 0,01232 | 0,00924 | 100,00% | 0,0128 |
| 226 | AМTC | ЗСЛ | 226 | AМTC | 0,02240 | 0,01680 | 100,00% | 0,0264 |
| AМTC | 206 | СЛМ | AМTC | 206 | 0,15540 | 0,15540 | 100,00% | 0,0639 |
| AМTC | 209 | СЛМ | AМTC | 209 | 0,07980 | 0,07980 | 100,00% | 0,0704 |
| AМTC | 222 | СЛМ | AМTC | 222 | 0,11900 | 0,11900 | 100,00% | 0,0340 |
| AМTC | 225 | СЛМ | AМTC | 225 | 0,04130 | 0,04130 | 100,00% | 0,0146 |
| AМTC | 226 | СЛМ | AМTC | 226 | 0,07980 | 0,07980 | 100,00% | 0,0293 |

После того как просмотрены все направления и рассчитана сигнальная нагрузка между источниками, возможны ситуации, когда значения для сигнальной нагрузки ,  встречаются в таблице 8 несколько раз. Это будет иметь место, когда маршрут Ai→Bi проходит через несколько СЛ. Если эти значения отличаются (за счет погрешности округления), то принимается максимальное значение.

Рассчитанные значения прямой и обратной сигнальной нагрузки между станциями/узлами телефонной сети сводятся в матрицу (шахматку).

Таблица 9 – Матрица (шахматка) прямой и обратной сигнальной нагрузки между станциями/узлами телефонной сети

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **К От**  | **206** | **209** | **222** | **225** | **226** | **AМТС** | **YСП** | **Y201** | **Y226** |
| 206  |    | 0,03528 | 0,04638 | 0,01458 | 0,03088 | 0,02941 | 0,00858 | 0,02710 | 0,06533 |
| 0,02520 | 0,03313 | 0,01041 | 0,02206 | 0,02206 | 0,00613 | 0,01936 | 0,04667 |
| 209  | 0,00265 |   | 0,05164 | 0,01623 | 0,03438 | 0,03275 | 0,00955 | 0,03017 | 0,05260 |
| 0,00199 |   | 0,03688 | 0,01159 | 0,02456 | 0,02456 | 0,00682 | 0,02155 | 0,03757 |
| 222  | 0,04459 | 0,01786 |   | 0,00784 | 0,01176 | 0,03192 | 0,01323 | 0,03778 |   |
| 0,03185 | 0,01276 |   | 0,00560 | 0,00840 | 0,02394 | 0,00945 | 0,02699 |   |
| 225  | 0,04459 | 0,00743 | 0,00784 |   | 0,00588 | 0,02240 | 0,00637 | 0,01328 |   |
| 0,03185 | 0,00530 | 0,00560 |   | 0,00420 | 0,01680 | 0,00455 | 0,00949 |   |
| 226  | 0,03811 | 0,01527 | 0,02007 | 0,00631 |   | 0,02240 | 0,00980 | 0,02450 | 0,02624 |
| 0,02722 | 0,01091 | 0,01434 | 0,00451 |   | 0,01680 | 0,00700 | 0,01750 | 0,01874 |
| AМТС  | 0,15540 | 0,07980 | 0,11900 | 0,04130 | 0,07980 |   |   |   |   |
| 0,15540 | 0,07980 | 0,11900 | 0,04130 | 0,07980 |   |   |   |   |
| YСП  | 0,03573 | 0,01431 | 0,01882 | 0,00591 | 0,00714 |   |   | 0,03011 | 0,03101 |
| 0,02552 | 0,01022 | 0,01344 | 0,00422 | 0,00895 |   |   | 0,02151 | 0,02215 |
| Y201  | 0,36577 | 0,14652 |   |   |   |   |   |   |   |
| 0,26126 | 0,10466 |   |   |   |   |   |   |   |
| Y226  |   |   | 0,10319 | 0,03243 | 0,06871 |   |   |   |   |
|   |   | 0,07371 | 0,02317 | 0,04908 |   |   |   |   |

Таблица 10 – Матрица (шахматка) прямой и обратной сигнальной нагрузки
 между пунктами сигнализации сети ОКС

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **.К** | **1** | **6** | **9** | **22** | **25** | **26** | **99** | **100** |
| **От** |
| 1 |   | 0,36577 | 0,14652 |   |   |   |   |   |
| 0,26126 | 0,10466 |   |   |   |   |   |
| 6 | 0,02710 |   | 0,03528 | 0,04638 | 0,01458 | 0,09622 | 0,00858 | 0,02941 |
| 0,01936 | 0,02520 | 0,03313 | 0,01041 | 0,06873 | 0,00613 | 0,02206 |
| 9 | 0,03017 | 0,00265 |   | 0,05164 | 0,01623 | 0,08699 | 0,00955 | 0,03275 |
| 0,02155 | 0,00199 | 0,03688 | 0,01159 | 0,06213 | 0,00682 | 0,02456 |
| 22 | 0,03778 | 0,04459 | 0,01786 |   | 0,00784 | 0,01176 | 0,01323 | 0,03192 |
| 0,02699 | 0,03185 | 0,01276 |   | 0,00560 | 0,00840 | 0,00945 | 0,02394 |
| 25 | 0,01328 | 0,04459 | 0,00743 | 0,00784 |    | 0,00588 | 0,00637 | 0,02240 |
| 0,00949 | 0,03185 | 0,00530 | 0,00560 | 0,00420 | 0,00455 | 0,01680 |
| 26 | 0,02450 | 0,03811 | 0,07980 | 0,11900 | 0,00631 |   | 0,00980 | 0,02240 |
| 0,01750 | 0,02722 | 0,07980 | 0,11900 | 0,00451 |   | 0,00700 | 0,01680 |
| 99 | 0,03011 | 0,03573 | 0,01431 | 0,01882 | 0,00591 | 0,03814 | 0,030110,02151 | 0,03573 |
| 0,02151 | 0,02552 | 0,01022 | 0,01344 | 0,00422 | 0,03110 | 0,02552 |
| 100 |   | 0,15540 | 0,07980 | 0,11900 | 0,04130 | 0,07980 |  |    |
|   | 0,15540 | 0,07980 | 0,11900 | 0,04130 | 0,07980 |  |

Таблица 11 – Перечень возможных и выбранных нормальных
маршрутов на сигнальной сети (i < j)

| Коды пунктов сигнализации | Маршрут совпадает с информационным (телефонным) | Указатель выбранных нормальных маршрутов |
| --- | --- | --- |
| Исх. (i) | Вхд. (j) | Транзитные, в порядке следования |
| 1 | 6 |  | Да | Да |
| 1 | 9 |  | Да | Да |
| 1 | 22 | 6, 26 | Да | Да |
| 1 | 25 | 6, 26 | Да | Да |
| 1 | 26 | 6 | Да | Да |
| 1 | 99 | 6 | Да | Да |
| 1 | 100 | 6 | Да | Да |
| 6 | 1 |  | Да | Да |
| 6 | 9 | 1 | Да | Да |
| 6 | 22 | 26 | Да | Да |
| 6 | 25 | 26 | Да | Да |
| 6 | 26 |  | Да | Да |
| 6 | 99 |  | Да | Да |
| 6 | 100 |  | Да | Да |
| 9 | 1 | 6 | Да | Да |
| 9 | 6 |  | Да | Да |
| 9 | 22 | 6, 26 | Да | Да |
| 9 | 25 | 6, 26 | Да | Да |
| 9 | 26 | 6 | Да | Да |
| 9 | 99 | 6 | Да | Да |
| 9 | 100 | 6 | Да | Да |
| 22 | 1 |  | Да | Да |
| 22 | 6 | 1 | Да | Да |
| 22 | 9 | 1 | Да | Да |
| 22 | 25 |  | Да | Да |
| 22 | 26 |  | Да | Да |
| 22 | 99 |  | Да | Да |
| 22 | 100 |  | Да | Да |
| 25 | 1 |  | Да | Да |
| 25 | 6 | 1 | Да | Да |
| 25 | 9 | 1 | Да | Да |
| 25 | 22 |  | Да | Да |
| 25 | 26 |  | Да | Да |
| 25 | 99 |  | Да | Да |
| 25 | 100 |  | Да | Да |
| 26 | 1 |  | Да | Да |
| 26 | 6 | 1 | Да | Да |
| 26 | 9 | 1 | Да | Да |
| 26 | 22 |  | Да | Да |
| 26 | 25 |  | Да | Да |
| 26 | 99 |  | Да | Да |
| 26 | 100 |  | Да | Да |
| 99 | 1 |  | Да | Да |
| 99 | 6 | 1 | Да | Да |
| 99 | 9 | 1 | Да | Да |
| 99 | 22 | 26 | Да | Да |
| 99 | 25 | 26 | Да | Да |
| 99 | 26 |  | Да | Да |
| 100 | 1 | 6 | Да | Да |
| 100 | 6 |  | Да | Да |
| 100 | 9 |  | Да | Да |
| 100 | 22 |  | Да | Да |
| 100 | 25 |  | Да | Да |
| 100 | 26 |  | Да | Да |

Таблица 12 – Резервные (обходные) маршруты для нормальных пучков

| Номер пункта сигнали-зации | Пункт назна-чения | Нормальный пучок | Маршрут резервирования нормального пучка | Маршрут является нормальным | Тип списка резервиро-вания |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B |
| 1 | 6 | 1 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 9 | 1 | 9 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 22 | 1 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 25 | 1 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 26 | 1 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 99 | 1 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 100 | 1 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 6 | 1 | 6 | 1 | 6 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 9 | 6 | 1 | 6 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 22 | 6 | 26 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 25 | 6 | 26 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 26 | 6 | 26 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 99 | 6 | 99 | 6 | 26 | 99 |  | Нет | Без альтерн. |
| 100 | 6 | 100 | 6 | 26 | 99 |  | Нет | Без альтерн. |
| 9 | 1 | 6 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 6 | 9 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 22 | 9 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 25 | 9 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 26 | 9 | 6 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 99 | 6 | 99 | 6 | 26 | 99 |  | Нет | Без альтерн. |
| 100 | 6 | 100 | 6 | 26 | 100 |  | Нет | Без альтерн. |
| 22 | 1 | 22 | 1 | 22 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 6 | 22 | 1 | 22 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 9 | 22 | 1 | 22 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 25 | 22 | 25 | 22 | 26 | 25 |  | Нет | Без альтерн. |
| 26 | 22 | 26 | 22 | 1 | 6 | 26 | Нет | Без альтерн. |
| 99 | 22 | 99 | 22 | 26 | 99 |  | Нет | Без альтерн. |
| 100 | 22 | 100 | 22 | 26 | 100 |  | Нет | Без альтерн. |
| 25 | 1 | 25 | 1 | 25 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 6 | 25 | 1 | 25 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 9 | 25 | 1 | 25 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 22 | 25 | 22 | 25 | 26 | 22 |  | Нет | Без альтерн. |
| 26 | 25 | 26 | 25 | 1 | 6 | 26 | Нет | Без альтерн. |
| 99 | 25 | 99 | 25 | 26 | 99 |  | Нет | Без альтерн. |
| 100 | 25 | 100 | 25 | 26 | 100 |  | Нет | Без альтерн. |
| 26 | 1 | 26 | 1 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 6 | 26 | 1 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 9 | 26 | 1 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 22 | 26 | 22 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 25 | 26 | 25 |  |  |  |  | Да | Параллельный |
| 99 | 26 | 99 | 26 | 1 | 6 | 9 | Нет | Без альтерн. |
| 26 | 100 | 26 | 100 | 26 | 1 | 6 | 100 | Нет | Без альтерн. |
| 99 | 1 | 99 | 1 | 99 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 6 | 99 | 1 | 99 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 9 | 99 | 1 | 99 | 26 | 1 |  | Нет | Без альтерн. |
| 22 | 99 | 26 | 99 | 1 | 6 | 26 | Нет | Без альтерн. |
| 25 | 99 | 26 | 99 | 1 | 6 | 26 | Нет | Без альтерн. |
| 26 | 99 | 26 | 99 | 1 | 6 | 26 | Нет | Без альтерн. |
| 100 | 6 | 100 | 6 | 100 | 26 | 6 |  | Нет | Без альтерн. |
| 9 | 100 | 9 | 100 | 6 | 1 | 9 | Нет | Без альтерн. |
| 22 | 100 | 22 | 100 | 26 | 22 |  | Нет | Без альтерн. |
| 25 | 100 | 25 | 100 | 26 | 25 |  | Нет | Без альтерн. |
| 26 | 100 | 26 | 100 | 6 | 26 |  | Нет | Без альтерн. |



Таблица 13 – Перечень всех используемых маршрутов на сигнальной сети

| Коды пунктов сигнализации | Тип маршрута |
| --- | --- |
| Исх | Вхд | Транзитные, в порядке следования |
| 1 | 6 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 1 | 6 |  |  |  |  |  | Резервный |
| 1 | 9 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 1 | 9 |  |  |  |  |  | Резервный |
| 1 | 22 | 6 | 26 |  |  |  | Нормальный |
| 1 | 22 | 6 | 26 |  |  |  | Резервный |
| 1 | 25 | 6 | 26 |  |  |  | Нормальный |
| 1 | 25 | 6 | 26 |  |  |  | Резервный |
| 1 | 26 | 6 |  |  |  |  | Нормальный |
| 1 | 26 | 6 |  |  |  |  | Резервный |
| 1 | 99 | 6 |  |  |  |  | Нормальный |
| 1 | 99 | 6 | 26 |  |  |  | Резервный |
| 6 | 1 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 6 | 1 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 6 | 9 | 1 |  |  |  |  | Нормальный |
| 6 | 9 | 26 | 1 |  |  |  | Резервный |
| 6 | 22 | 26 |  |  |  |  | Нормальный |
| 6 | 22 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 6 | 25 | 26 |  |  |  |  | Нормальный |
| 6 | 25 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 6 | 26 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 6 | 26 |  |  |  |  |  | Резервный |
| 6 | 99 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 6 | 99 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 6 | 100 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 6 | 100 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 9 | 1 | 6 |  |  |  |  | Нормальный |
| 9 | 1 | 6 | 26 |  |  |  | Резервный |
| 9 | 6 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 9 | 6 |  |  |  |  |  | Резервный |
| 9 | 22 | 6 | 26 |  |  |  | Нормальный |
| 9 | 22 | 6 | 26 |  |  |  | Резервный |
| 9 | 25 | 6 | 26 |  |  |  | Нормальный |
| 9 | 25 | 6 | 26 |  |  |  | Резервный |
| 9 | 26 | 6 |  |  |  |  | Нормальный |
| 9 | 26 | 6 |  |  |  |  | Резервный |
| 9 | 99 | 6 |  |  |  |  | Нормальный |
| 9 | 99 | 6 | 26 |  |  |  | Резервный |
| 9 | 100 | 6 |  |  |  |  | Нормальный |
| 9 | 100 | 6 | 26 |  |  |  | Резервный |
| 22 | 1 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 22 | 1 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 22 | 6 | 1 |  |  |  |  | Нормальный |
| 22 | 6 | 26 | 1 |  |  |  | Резервный |
| 22 | 9 | 1 |  |  |  |  | Нормальный |
| 22 | 9 | 26 | 1 |  |  |  | Резервный |
| 22 | 25 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 22 | 25 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 22 | 26 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 22 | 26 | 1 | 6 |  |  |  | Резервный |
| 22 | 99 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 22 | 99 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 22 | 100 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 22 | 100 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 25 | 1 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 25 | 1 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 25 | 6 | 1 |  |  |  |  | Нормальный |
| 25 | 6 | 26 | 1 |  |  |  | Резервный |
| 25 | 9 | 1 |  |  |  |  | Нормальный |
| 25 | 9 | 26 | 1 |  |  |  | Резервный |
| 25 | 22 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 25 | 22 |  |  |  |  |  | Резервный |
| 25 | 26 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 25 | 26 | 1 | 6 |  |  |  | Резервный |
| 25 | 99 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 25 | 99 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 25 | 100 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 25 | 100 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 26 | 1 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 26 | 1 |  |  |  |  |  | Резервный |
| 26 | 6 | 1 |  |  |  |  | Нормальный |
| 26 | 6 | 1 |  |  |  |  | Резервный |
| 26 | 9 | 1 |  |  |  |  | Нормальный |
| 26 | 9 | 1 |  |  |  |  | Резервный |
| 26 | 22 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 26 | 22 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 26 | 25 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 26 | 25 |  |  |  |  |  | Резервный |
| 26 | 99 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 26 | 99 | 1 | 6 |  |  |  | Резервный |
| 26 | 100 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 26 | 100 | 1 | 6 |  |  |  | Резервный |
| 99 | 6 | 1 |  |  |  |  | Нормальный |
| 99 | 6 | 26 | 1 |  |  |  | Резервный |
| 99 | 9 | 1 |  |  |  |  | Нормальный |
| 99 | 9 | 26 | 1 |  |  |  | Резервный |
| 99 | 22 | 26 |  |  |  |  | Нормальный |
| 99 | 22 | 1 | 6 | 26 |  |  | Резервный |
| 99 | 25 | 26 |  |  |  |  | Нормальный |
| 99 | 25 | 1 | 6 | 26 |  |  | Резервный |
| 99 | 26 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 99 | 26 | 1 | 6 |  |  |  | Резервный |
| 100 | 6 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 100 | 6 | 26 | 1 |  |  |  | Резервный |
| 100 | 9 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 100 | 9 | 6 | 1 |  |  |  | Резервный |
| 100 | 22 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 100 | 22 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 100 | 25 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 100 | 25 | 26 |  |  |  |  | Резервный |
| 100 | 26 |  |  |  |  |  | Нормальный |
| 100 | 26 | 1 | 6 |  |  |  | Резервный |

####

#### 6 РАСЧЕТ СИГНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ И КОЛИЧЕСТВА ЗВЕНЬЕВ В ПУЧКЕ

На базе табл. 13 осуществляется расчет общей сигнальной нагрузки на пучки звеньев с учетом добавленной нагрузки после резервирования пучков.

Сигнальная нагрузка на пучки звеньев рассчитывается по следующему алгоритму:

По каждому нормальному и резервному маршруту (А → F) из матрицы (шахматки) сигнальной нагрузки определяется прямая (Y(пр)AF) и обратная (Y(обр)AF) сигнальная нагрузка маршрута.

Помимо маршрута (А → F) имеется и противоположный маршрут (F → A). Для него аналогично определяется прямая (Y(пр)FA) и обратная (Y(обр)FA) сигнальная нагрузка маршрута.

Данная сигнальная нагрузка (как для основных маршрутов, так и для противоположных) передается по всем звеньям (пучкам), через который проходит данный маршрут. Пусть через звено (i, j) проходит как основной, так и противоположный маршрут, тогда нагрузка передаваемая по звену (пучку звеньев) в направлении i→j равна Yij(пр) + Yji(обр), а в направлении j→i равна Y(обр) ij + Y(пр) ji.

Через одно и то же звено (пучок звеньев) может передаваться сигнальная нагрузка нескольких маршрутов. В этом случае надо просуммировать соответствующие нагрузки в звене (пучке) как для направления i→j , так и для направления j→i. Обозначим соответствующие нагрузки Sum\_ij и Sum\_ji.

После того, как для каждого звена (пучка зв) найдены для всех маршрутов Sum\_ij и Sum\_ji, определяется итоговая сигнальная нагрузка на звено (пучок).

Звено ОКС является дуплексным и величины Sum\_ij и Sum\_ji задают нагрузку для направления дуплексного звена (пучка звеньев). Поэтому в качестве нагрузки на звено берется максимальное из значений Sum\_ij и Sum\_ji. Это значение и принимается в качестве сигнальной нагрузки (Yобщ) на пучок звеньев, создаваемой нормальными маршрутами и резервными маршрутами.

Аналогично рассмотренному выше алгоритму можно вычислить сигнальную нагрузку на пучки звеньев только от нормальных маршрутов и от резервных маршрутов.

Количество звеньев в пучке определяется из того условия, что нагрузка на одно звено не превосходит 0,2 эрл, т.е. количество звеньев в пучке равно

 K = [Yобщ / 0,2],

где Yобщ – общая сигнальная нагрузка на пучок звеньев;

[…] – целочисленное округление в большую сторону.

Процент загрузки звена определяется по формуле R = Yобщ / (0,2⋅K).

Таблица 14 – Основные параметры пучков звеньев сигнализации сети ОКС

| **Пучок звеньев сигнализации** | Сигнальная нагрузка на пучок (эрл) | **Кол-во звеньев в пучке** |  | **% загрузки звеньев пучка** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Исх | Вхд | Общая | Нормальная | С учетом резервирования | Пр. |
| 1 | 6 | 0,84971 | 0,62469 | 0,22502 | 10 | 42,49% | 0,84971 |
| 1 | 9 | 0,54653 | 0,44217 | 0,10436 | 6 | 45,54% | 0,54653 |
| 6 | 1 | 0,42999 | 0,32563 | 0,10436 | 3 | 71,66% | 0,42999 |
| 6 | 26 | 1,57574 | 0,55480 | 1,02095 | 16 | 49,24% | 1,57574 |
| 6 | 99 | 0,11628 | 0,07538 | 0,04090 | 1 | 58,14% | 0,11628 |
| 6 | 100 | 0,39956 | 0,29736 | 0,10220 | 2 | 99,89% | 0,39956 |
| 9 | 6 | 0,02785 | 0,02785 | 0 | 2 | 6,96% | 0,02785 |
| 22 | 1 | 0,03778 | 0,03778 | 0 | 1 | 18,89% | 0,03778 |
| 22 | 25 | 0,01344 | 0,01344 | 0 | 1 | 6,72% | 0,01344 |
| 22 | 26 | 0,4786 | 0,13076 | 0,34784 | 3 | 79,77% | 0,4786 |
| 22 | 100 | 0,15092 | 0,15092 | 0 | 1 | 75,46% | 0,15092 |
| 25 | 1 | 0,09769 | 0,08731 | 0,01039 | 1 | 48,85% | 0,09769 |
| 25 | 22 | 0,01344 | 0,01344 | 0 | 1 | 6,72% | 0,01344 |
| 25 | 26 | 0,18543 | 0,01039 | 0,17504 | 1 | 92,71% | 0,18543 |
| 25 | 99 | 0,010594 | 0,01059 | 0 | 1 | 5,30% | 0,010594 |
| 25 | 100 | 0,0637 | 0,06370 | 0 | 1 | 31,85% | 0,0637 |
| 26 | 1 | 1,22712 | 0,27327 | 0,95385 | 14 | 43,83% | 1,22712 |
| 26 | 22 | 0,1274 | 0,12740 | 0 | 2 | 31,85% | 0,1274 |
| 26 | 25 | 0,01051 | 0,01051 | 0 | 2 | 2,63% | 0,01051 |
| 26 | 99 | 0,15354 | 0,04090 | 0,11264 | 1 | 76,77% | 0,15354 |
| 26 | 100 | 0,60858 | 0,10220 | 0,50638 | 4 | 76,07% | 0,60858 |
| 99 | 1 | 0,17697 | 0,09310 | 0,08387 | 1 | 88,49% | 0,17697 |
| 99 | 26 | 0,17697 | 0,08387 | 0,09310 | 1 | 88,49% | 0,17697 |
| 100 | 6 | 0,37842 | 0,17746 | 0,20096 | 2 | 94,61% | 0,37842 |
| 100 | 9 | 0,10436 | 0,10436 | 0 | 1 | 52,18% | 0,10436 |
| 100 | 22 | 0,29764 | 0,09660 | 0,20104 | 2 | 74,41% | 0,29764 |
| 100 | 25 | 0,14294 | 0,14294 | 0 | 1 | 71,47% | 0,14294 |
| 100 | 26 | 0,0581 | 0,05810 | 0 | 1 | 29,05% | 0,0581 |

Таблица 15 – Таблицы маршрутизации для пунктов сигнализации

| Код пункта сигн. | Пункт назна-чения | Нормальный пучок | Резервный пучок | Приоритет |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Направление | SLS | Направление | SLS |
| 1 | 6 | 1 | 6 | 0000 | 1 | 6 | 1000 | 1 |
| 9 | 1 | 9 | 0000 | 1 | 9 | X100 | 1 |
| 22 | 1 | 6 | X001 | 1 | 6 | 1001 | 1 |
| 25 | 1 | 6 | 0010 | 1 | 6 | 1010 | 1 |
| 26 | 1 | 6 | 0011 | 1 | 6 | 1011 | 1 |
| 99 | 1 | 6 | 0100 | 1 | 6 | 1100 | 1 |
| 6 | 1 | 6 | 1 | 0000 | 6 | 26 | 0000 | 2 |
| 9 | 6 | 1 | 0001 | 6 | 26 | 0001 | 2 |
| 22 | 6 | 26 | 0001 | 6 | 26 | 0110 | 1 |
| 25 | 6 | 26 | 0010 | 6 | 26 | 0110 | 1 |
| 26 | 6 | 26 | 0011 | 6 | 26 | 0111 | 1 |
| 99 | 6 | 99 | 0100 | 6 | 26 | 0111 | 1 |
| 100 | 6 | 100 | 0101 | 6 | 26 | 0111 | 1 |
| 9 | 1 | 9 | 6 | 0000 | 9 | 6 | 0001 | 1 |
| 6 | 9 | 6 | 0000 | 9 | 6 | 0001 | 1 |
| 22 | 9 | 6 | 0000 | 9 | 6 | 0001 | 1 |
| 25 | 9 | 6 | 0000 | 9 | 6 | 0001 | 1 |
| 26 | 9 | 6 | 0000 | 9 | 6 | 0001 | 1 |
| 99 | 9 | 6 | 0000 | 9 | 6 | 0001 | 1 |
| 100 | 9 | 6 | 0000 | 9 | 6 | 0001 | 1 |
| 22 | 1 | 22 | 1 | 0000 | 22 | 26 | 0000 | 2 |
| 6 | 22 | 1 | 0000 | 22 | 26 | 0001 | 2 |
| 9 | 22 | 1 | 0000 | 22 | 26 | 0001 | 2 |
| 25 | 22 | 25 | 0000 | 22 | 26 | 0010 | 2 |
| 26 | 22 | 26 | 0000 | 22 | 1 | 0000 | 2 |
| 99 | 22 | 99 | 0000 | 22 | 26 | 0010 | 2 |
| 100 | 22 | 100 | 000Х | 22 | 26 | 0011 | 2 |
| 25 | 1 | 25 | 1 | 0000 | 25 | 26 | 0000 | 2 |
| 6 | 25 | 1 | 0000 | 25 | 26 | 0000 | 2 |
| 25 | 9 | 25 | 1 | 0000 | 25 | 26 | 0001 | 2 |
| 22 | 25 | 22 | 0000 | 25 | 26 | 0001 | 2 |
| 26 | 25 | 26 | 0000 | 25 | 1 | 0000 | 2 |
| 99 | 25 | 99 | 0000 | 25 | 26 | 0001 | 2 |
| 100 | 25 | 100 | 0000 | 25 | 26 | 0001 | 2 |
| 26 | 1 | 26 | 1 | 0000 | 26 | 1 | 0011 | 1 |
| 6 | 26 | 1 | 0001 | 26 | 1 | 0100 | 1 |
| 9 | 26 | 1 | 0010 | 26 | 1 | 0101 | 1 |
| 22 | 26 | 22 | 0000 | 26 | 22 | 0001 | 1 |
| 25 | 26 | 25 | 0000 | 26 | 25 | 0001 | 1 |
| 99 | 26 | 99 | 0000 | 26 | 1 | 0110 | 2 |
| 100 | 26 | 100 | 0000 | 26 | 1 | 0111 | 2 |
| 99 | 1 | 99 | 1 | 0000 | 99 | 26 | 0001 | 2 |
| 6 | 99 | 1 | 0000 | 99 | 26 | 0001 | 2 |
| 9 | 99 | 1 | 0000 | 99 | 26 | 0001 | 2 |
| 22 | 99 | 26 | 0000 | 99 | 1 | 0001 | 2 |
| 25 | 99 | 26 | 0000 | 99 | 1 | 0001 | 2 |
| 26 | 99 | 26 | 0000 | 99 | 1 | 0001 | 2 |
| 100 | 6 | 100 | 6 | 0000 | 100 | 26 | 0000 |  |
| 9 | 100 | 9 | 0000 | 100 | 6 | 0001 |  |
| 22 | 100 | 22 | 0000 | 100 | 26 | 0001 |  |
| 25 | 100 | 25 | 0000 | 100 | 26 | 0010 |  |
| 26 | 100 | 26 | 0000 | 100 | 6 | 0010 |  |

Примечание.

Приоритет 1 – при отсутствии отказов используются с разделением нагрузки нормального пучка;

Приоритет 2 – используется только тогда, когда все пучки приоритета 1 недоступны.

