

**ЗАО «ТИМ-Р»**

**УТВЕРЖДЕН**

**80508103.00057-01 34 01-ЛУ**

## **МАРШРУТИЗАЦИЯ ТСР/Р**

**Руководство оператора**

80508103.00057-01 34 01

Редакция 1

Санкт-Петербург  
2017

## Оглавление

1. Введение.....	3
2. Используемые понятия .....	4
2.1. Адрес узла, сети и маска подсети .....	4
2.2. Интерфейс .....	4
2.3. Интерфейс по умолчанию.....	4
2.4. Таблица маршрутизации.....	4
2.5. Таблица порт-маппинга.....	5
3. Выполнение маршрутизации .....	6
3.1. Обработка таблицы порт-маппинга .....	7
3.2. Обработка таблицы маршрутизации.....	7
3.3. Выбор сетевого интерфейса .....	7
3.4. Интерфейс по умолчанию.....	7
4. Маршрутизация .....	8
4.1. Маршрутизация «Компьютер» - «сеть-3» .....	9
4.2. Маршрутизация «Компьютер» - «сеть-5» .....	9
5. Рабочий пример маршрутизации .....	11
5.1. Доступ из интернета .....	13
5.2. Доступ из устройства TM3com .....	13
5.3. Настройка маршрутизации в TM3com .....	13
5.4. Настройка маршрутизации в сопроцессорах .....	13
5.5. Настройка маршрутизации в BINOM3 .....	14

## **1. Введение**

В устройствах реализована поддержка TCP/IP стека с несколькими сетевыми интерфейсами. Каждое устройство может быть одновременно подключено к нескольким TCP/IP сетям. И устройство может быть использовано как маршрутизатор из одной сети в другую.

У всех принятых IP-пакетов проверяются адрес получателя. Если адрес получателя не совпадает ни с одним из адресов устройства, то осуществляется маршрутизация IP-пакета – передача его в другую сеть.

Также функция маршрутизации вызывается при передаче данных из сокета. На основе IP-адреса получателя данных производится поиск интерфейса для передачи кадра.

## 2. Используемые понятия

### 2.1. Адрес узла, сети и маска подсети

IP-адрес состоит из четырех байт, что позволяет адресовать 4294967295 узлов. Для логической группировки узлов в сеть используется понятие «маска подсети».

Маска подсети — битовая маска, определяющая, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая — к адресу самого узла в этой сети.

Значение «1» в бите маски подсети определяет адрес сети, а значение «0» — адрес узла. Соответственно, маска подсети определяет максимально возможное количество узлов в данной сети.

В каждой сети помимо узлов выделено два адреса: адрес сети и широковещательный адрес.

Адресом сети является IP-адрес, у которого все биты адреса узла равны «0».

Широковещательным является IP-адрес, у которого все биты адреса узла равны «1».

#### Пример:

IP-адрес узла: 192.168.99.221

Маска: 255.255.255.0

Данный узел принадлежит сети с адресом 192.168.99.0.

Широковещательный адрес сети 192.168.99.255.

Максимальное количество узлов в сети – 254.

### 2.2. Интерфейс

Точка приема/передачи данных между устройством и внешним миром.

Каждый интерфейс описывается тремя IP-значениями:

- **IP-адрес устройства**
- **Маска подсети**
- **Шлюз по умолчанию.** IP-адрес в данной сети, на который пересылать все данные для получателей из других сетей.

### 2.3. Интерфейс по умолчанию

Указатель на один из сетевых интерфейсов, который будет использован для передачи данных при невозможном определении интерфейса для передачи.

### 2.4. Таблица маршрутизации

Таблица маршрутизации - таблица перенаправления IP-пакетов по адресу получателя.

Каждая строка таблицы описывается тремя IP-значениями:

- **IP-адрес сети назначения.**
- **Маска подсети назначения.**
- **IP-адрес маршрутизатора.** Адрес, через который данные будут доставлены получателю.

Например: адрес сети 10.0.0.0, маска 255.255.255.0, шлюз 192.168.99.200

Все пакеты на адреса 10.0.0.0 – 10.0.0.255 будут перенаправлены на адрес 192.168.99.200.

## **2.5. Таблица порт-маппинга**

Таблица порт-маппинга - таблица перенаправления IP-пакетов по номеру порта получателя.

Все пришедшие TCP-пакеты на адрес Устройства на определённый порт будут перенаправлены заданному устройству.

Каждая строка таблицы описывается тремя значениями:

- **Номер порта Устройства.**
- **IP-адрес получателя.**
- **Номер порта на получателе.**

**Например:** номер порта 8080, адрес получателя 10.0.0.5, порт получателя 80

Все пришедшие TCP-пакеты на адрес Устройства на порт 8080 будут перенаправлены на адрес 10.0.0.5, порт 80.

### 3. Выполнение маршрутизации

При выполнении маршрутизации по IP-адресу получателя пакета определяется сетевой интерфейс, через который будет произведена передача данных.

С точки зрения маршрутизации каждый IP-пакет содержит в себе адрес получателя пакета и адрес промежуточного узла (куда будут переданы данные). По умолчанию адрес промежуточного узла равен адресу получателя.

Через таблицы порт-маппинга и маршрутизации производится изменение адреса промежуточного узла.

Затем производится поиск сетевого интерфейса, через который пакет можно доставить на промежуточный узел. При невозможности определить интерфейс, IP-пакет передается через интерфейс по умолчанию на адрес шлюза.

Основной алгоритм маршрутизации:

- по таблице порт-маппинга произвести замену адреса и порта получателя;
- по таблице маршрутизации определить адрес промежуточного узла для передачи пакета;
- по списку интерфейсов на основе адреса промежуточного узла определить интерфейс передачи;
- передать IP-пакет через выбранный интерфейс.

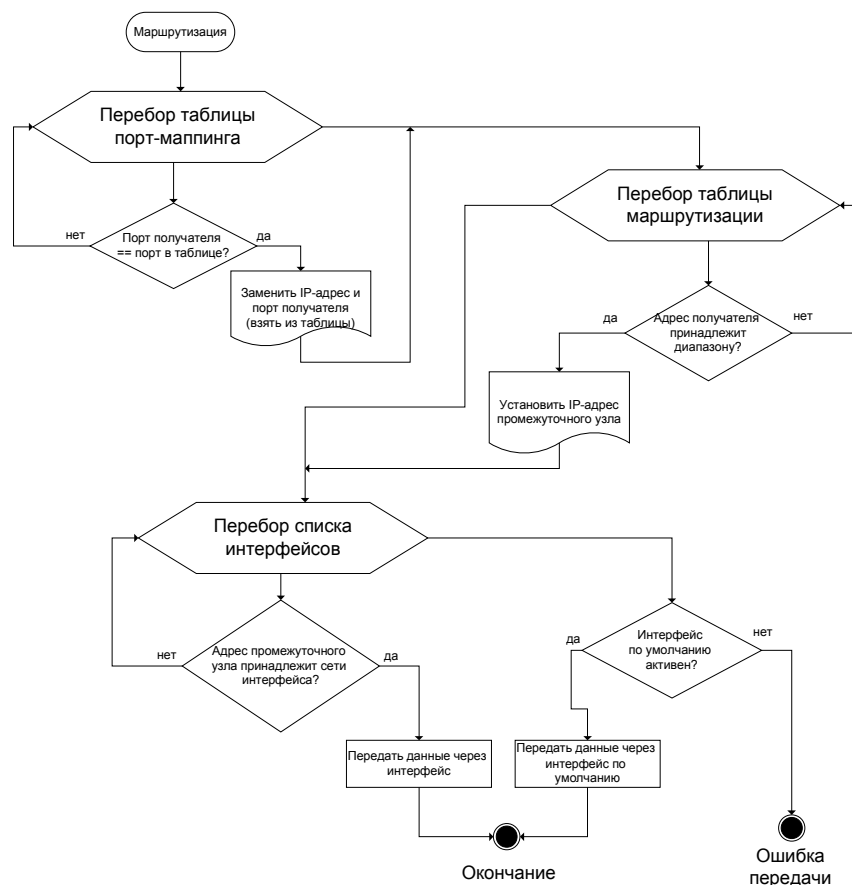


Рисунок 1. Алгоритм маршрутизации.

### **3.1. Обработка таблицы порт-маппинга**

При обработке таблицы порт-маппинга производится ее перебор и сравнение TCP-порта получателя с номером порта в таблице.

При нахождении маршрутизируемого порта осуществляется замена в TCP-кадре адреса и номера порта получателя на параметры, заданные в таблице.

### **3.2. Обработка таблицы маршрутизации**

При обработке таблицы маршрутизации производится ее перебор и сравнение адреса получателя и маршрутизируемой сети.

На IP-адрес получателя накладывается по AND «маска подсети назначения» и результат сравнивается с «IP-адрес сети назначения». При совпадении IP-адрес промежуточного узла устанавливается как «IP-адрес маршрутизатора».

### **3.3. Выбор сетевого интерфейса**

При выборе сетевого интерфейса производится перебор списка активных интерфейсов и сравнение адреса получателя и адреса сети.

Адрес сети вычисляется как логическое AND «IP-адрес устройства в данной сети» и «Маска подсети».

На IP-адрес получателя накладывается по AND «Маска подсети», результат сравнивается с вычисленным адресом сети. При совпадении передача данных производится через данный интерфейс на IP-адрес получателя.

При передаче через интерфейс по умолчанию производится передача данных в интерфейс на IP-адрес «шлюз по умолчанию».

### **3.4. Интерфейс по умолчанию**

В устройствах поддержан только один «интерфейс по умолчанию».

Интерфейсом по умолчанию является Ethernet при его наличии, либо ведомое PPP-соединение (при физическом отсутствии Ethernet или при его отключении в конфигурации).

Исключением являются сопроцессоры TC04/05, у них интерфейсом по умолчанию является SPORT-PPP-соединение.

#### 4. Маршрутизация

При конфигурировании сетей и маршрутизации необходимо обеспечить логическое изолирование сетей. С помощью масок сети должны быть разделены на непересекающиеся сегменты.

Пример: организовано пять физически изолированных сетей.

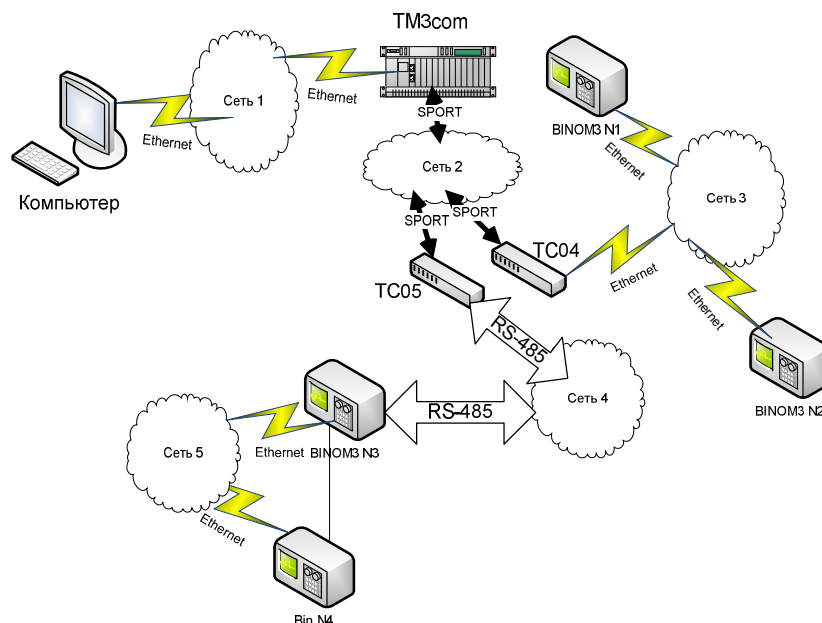


Рисунок 2. Маршрутизация

Таблица 1 – Таблица маршрутизации

Сеть	Тип сети	Адрес сети	Маска сети	Адреса устройств в сети
Сеть 1	Ethernet	192.168.150.0	255.255.255.128	192.168.150.50 – Компьютер 192.168.150.60 – TM3com
Сеть 2	SPORT	10.0.0.0	255.255.255.0	10.0.0.100 – TM3com 10.0.0.1 – TC04 10.0.0.2 – TC05
Сеть 3	Ethernet	10.1.2.0	255.255.255.0	10.1.2.1 – TC04 10.1.2.10 – BINOM3 N1 10.1.2.20 – BINOM3 N2
Сеть 4	PPP	10.0.1.0	255.255.255.255	10.0.1.0 – TC05 10.0.1.1 – Binom
Сеть 5	Ethernet	192.168.150.128	255.255.255.128	192.168.150.129 – BINOM3 N3 192.168.150.130 – BINOM3 N4

В данном примере организовано 5 независимых сетей, адреса которых не пересекаются. Поэтому возможно описание таблицы маршрутизации между всеми сетями (Таблица 1).

Если у сетей «1» и «5» установить сетевую маску как «255.255.255.0», то обе сети окажутся объединены с точки зрения маршрутизации.

При попытке передать данные с «192.168.150.129» на «192.168.150.50» данные будут переданы через Ethernet-интерфейс в «Сеть 5», т.к. именно там ожидается наличие устройств с адресами от 19.168.99.1 до 192.168.99.254.

После логического разделения сетей описываются маршруты.



#### 4.1. Маршрутизация «Компьютер» - «сеть-3»

Необходимо обеспечить соединение между «Компьютером» и «BINOM3 N1» и «BINOM3 N2».

Маршрут следования пакетов:

**Компьютер → ТМЗcom → ТС04 → BINOM3 N2**

- Компьютер все пакеты для сети-3 должен адресовать в ТМЗcom.

- ТМЗcom все пакеты для сети-3 должен адресовать в ТС04.

- ТС04 подключен в сеть-3, поэтому он автоматически ретранслирует в неё полученный пакет.

Обратный маршрут:

**BINOM3 N1 → ТС04 → ТМЗcom → Компьютер**

- BINOM3 N1 все пакеты для сети-1 должен адресовать в ТС04.

Это можно сделать как записью в таблице маршрутизации, либо указав IP-адрес ТС04 как «шлюз по умолчанию». В этом случае все пакеты не для сети-3 будут переданы в сопроцессор.

- ТС04 все пакеты для сети-1 должен адресовать в ТМЗcom.

Это можно сделать как записью в таблице маршрутизации, либо указав IP-адрес ТМЗcom как «шлюз по умолчанию».

- ТМЗcom подключен в сеть-1, поэтому он автоматически ретранслирует в неё полученный пакет.

**Таблица 2 – Записи в таблице маршрутизации «Компьютер» - «сеть-3»**

Устройство	Данные для (адрес / маска)	Переслать на	Примечание
Компьютер	10.1.2.0 / 255.255.255.0	192.168.150.60	
ТМЗcom	10.1.2.0 / 255.255.255.0	10.0.0.1	
BINOM3 N1 BINOM3 N2	192.168.150.0 / 255.255.255.128	10.0.0.1	либо указать 10.0.0.1 как шлюз по умолчанию.
ТС04	192.168.150.0 / 255.255.255.128	10.0.0.100	либо указать 10.0.0.100 как шлюз по умолчанию.

#### 4.2. Маршрутизация «Компьютер» - «сеть-5»

Необходимо обеспечить соединение между «Компьютером» и «BINOM N4».

Маршрут следования пакетов:

**Компьютер → ТМЗcom → ТС05 → BINOM3 N3 → BINOM3 N4**

- Компьютер все пакеты для сети-5 должен адресовать в ТМЗcom.

- ТМЗcom все пакеты для сети-5 должен адресовать в ТС05.

- ТС05 все пакеты для сети-5 должен адресовать в BINOM3 N3

- BINOM3 N3 подключен в сеть-5, поэтому он автоматически ретранслирует в неё полученный пакет.

Обратный маршрут:

**BINOM3 N4 → BINOM3 N3 → ТС05 → ТМЗcom → Компьютер**

- BINOM3 N4 все пакеты для сети-1 должен адресовать в BINOM3 N3.

Это можно сделать как записью в таблице маршрутизации, либо указав IP-адрес BINOM3 N3 как «шлюз по умолчанию».

- BINOM3 N3 все пакеты для сети-1 должен адресовать в ТС-05.

- ТС05 все пакеты для сети-1 должен адресовать в ТМЗcom.

Это можно сделать как записью в таблице маршрутизации, так и указав IP-адрес устройства ТМЗcom как «шлюз по умолчанию».

- ТМЗcom подключен в сеть-1, поэтому он автоматически ретранслирует в неё полученный пакет.

**Таблица 3 – Записи в таблице маршрутизации «Компьютер» - «сеть-5»**

<b>Устройство</b>	<b>Данные для (адрес / маска)</b>	<b>Переслать на</b>	<b>Примечание</b>
Компьютер	192.168.150.128 / 255.255.255.128	192.168.150.60	
ТМЗcom	192.168.150.128 / 255.255.255.128	10.0.0.2	
ТС05	192.168.150.128 / 255.255.255.128	10.0.1.1	
BINOM3 N4	192.168.150.0 / 255.255.255.128	192.168.150.129	либо указать 192.168.150.129 как шлюз по умолчанию.
BINOM3 N3	192.168.150.0 / 255.255.255.128	10.0.1.0	
ТС05	192.168.150.0 / 255.255.255.128	10.0.0.100	либо указать 10.0.0.100 как шлюз по умолчанию.

## 5. Рабочий пример маршрутизации

Требуется обеспечить доступ из Интернет к 4-м счетчикам BINOM3.

Доступ из Интернета осуществляется на IP-адрес маршрутизатора на 4 отдельных порта, с которых происходит порт-маппинг к BINOM3.

В свою очередь, BINOM3 подключены через TM3com, который играет роль маршрутизатора.

В данной схеме подключены только два BINOM3, но каждый подключен через два интерфейса с разными IP-адресами. Что эмулирует 4 различных устройства.

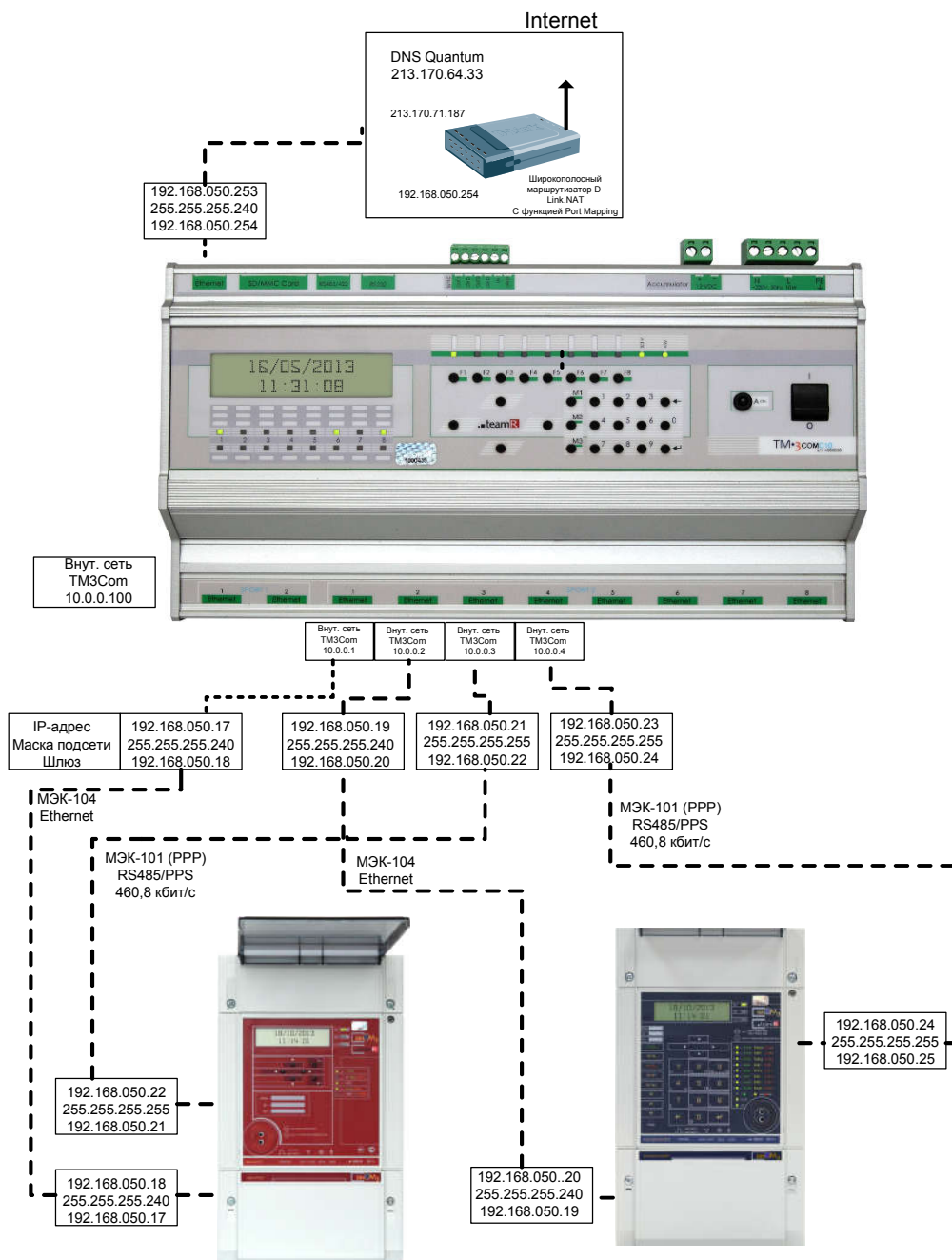


Рисунок 3. Пример маршрутизации

Доступ из Интернет производится через маршрутизатор на адрес krr2.com на различные порты.

Номера входящих портов и IP-адреса ТМЗcom и BINOM3 заданы в маршрутизаторе и не могут меняться (Таблица 4).

**Таблица 4**

<b>Устройство</b>	<b>IP-адрес</b>
Маршрутизатор в Интернет	192.168.50.253
ТМЗcom	192.168.50.254
BINOM3 N1	192.168.50.18
BINOM3 N2	192.168.50.20
BINOM3 N3	192.168.50.22
BINOM3 N4	192.168.50.24

В маршрутизаторе в Интернет прописан порт-маппинг и маршрутизация до BINOM3 (Таблица 5).

**Таблица 5**

<b>Адрес и порт в Интернете</b>	<b>Перенаправить на адрес и порт BINOM3</b>	<b>Передать через</b>
Kipp2.com:8081	192.168.50.18:80	192.168.50.254
Kipp2.com:8082	192.168.50.22:80	192.168.50.254
Kipp2.com:8085	192.168.50.20:80	192.168.50.254
Kipp2.com:8086	192.168.50.24:80	192.168.50.254

Производится логическое разделение сетей (Таблица 6).

**Таблица 6**

<b>Сеть / маска</b>	<b>Список устройств в сети</b>	
Сеть: 192.168.50.240 Маска: 255.255.255.240	192.168.50.253 – маршрутизатор 192.168.50.254 – ТМЗcom	Сеть между интернет-роутером и ТМЗcom
Сеть: 10.0.0.0 Маска: 255.255.255.00	10.0.0.100 – ТМЗcom 10.0.0.1 – сопроцессор-1 (TC04) 10.0.0.2 – сопроцессор-2 (TC04) 10.0.0.3 – сопроцессор-3 (TC05) 10.0.0.4 – сопроцессор-4 (TC05)	SPORT-сеть внутри ТМЗcom
Сеть: 192.168.50.16 Маска: 255.255.255.240	192.168.50.17 – сопроцессор-1 192.168.50.18 – BINOM34 / Ethernet 192.168.50.19 – сопроцессор-2 192.168.50.20 – BINOM37 / Ethernet 192.168.50.21 – сопроцессор-3 192.168.50.22 – BINOM34 / PPP 192.168.50.23 – сопроцессор-4 192.168.50.24 – BINOM37 / PPP	Сеть между сопроцессорами и BINOM3

Организовано три независимые сети.

При этом все сопроцессоры и BINOM3 оказались логически в одной сети, это связано с исходными настройками маршрутизатора в Интернет.

Данное решение допустимо, т.к. не требуется связи между BINOM3.

Т.к. все BINOM3 оказались логически в одной сети, то маршрутизацию придется делать не на всю сеть, а на конкретный IP-адрес, т.е. маска будет указана как 255.255.255.255.

### 5.1. Доступ из интернета

Для доступа к BINOM3 из интернета формируются маршруты от интернет-роутера к каждому BINOM3 и обратно.

Точка начала маршрутизации: Ethernet ТМЗcom, адрес 192.168.50.253

Т.к. IP-адрес источника может быть любым, то невозможно прописать ответный маршрут. Ответ должен передаваться через интерфейс по умолчанию.

Для BINOM3 и ТМЗcom интерфейсами по умолчанию являются Ethernet, для сопроцессоров интерфейсами по умолчанию является PPP через SPORT. Таким образом, ответный маршрут сформирован автоматически.

### 5.2. Доступ из устройства ТМЗcom

Опрос счетчиков и сбор данных. Формируются маршруты от ТМЗcom к каждому BINOM3 и обратно.

ТМЗcom будет опрашивать все счетчики с одного и того же IP-адреса, это будет адрес SPORT-интерфейса (10.0.0.100).

Т.к. знаем адрес источника, то в BINOM3 можно прописать маршрутизацию ответа. Например, направив через PPP-интерфейс.

При отсутствии маршрутизации данные пойдут через интерфейс по умолчанию, через Ethernet.

### 5.3. Настройка маршрутизации в ТМЗcom

Для настройки маршрутизации в ТМЗcom прописываются маршруты на каждый BINOM3. Для каждого BINOM3 данные пересылаются через индивидуальный сопроцессор (Таблица 7).

**Таблица 7**

Данные для (адрес / маска)	Перенаправить через (адрес)
192.168.50.18 / 255.255.255.255	10.0.0.1
192.168.50.20 / 255.255.255.255	10.0.0.2
192.168.50.22 / 255.255.255.255	10.0.0.3
192.168.50.24 / 255.255.255.255	10.0.0.4

Ответы от BINOM3 для интернета необходимо переслать на интернет-маршрутизатор. Т.к. адрес источника в интернете неизвестен, то передача будет произведена через интерфейс по умолчанию на адрес шлюза по умолчанию.

Для ТМЗcom интерфейсом по умолчанию является Ethernet. В настройках TCP/IP необходимо указать адрес интернет-маршрутизатора (192.168.50.253) как шлюз по умолчанию.

### 5.4. Настройка маршрутизации в сопроцессорах

Сопроцессоры подключены как в сеть BINOM3, так и в SPORT-сеть, поэтому им маршрутизация не требуется.

Данные для BINOM3, полученные извне (через SPORT) автоматически будут ретранслированы в Устройство.

Ответы от BINOM3 на SPORT-адрес ТМЗcom (10.0.0.100) автоматически будут ретранслированы в ТМЗcom.

Ответы от BINOM3 на интернет-адрес (неизвестный) будут перенаправлены через интерфейс по умолчанию, которым является SPORT-PPP.

#### **5.5. Настройка маршрутизации в BINOM3**

BINOM3 подключены напрямую к сопроцессору, и используют его как шлюз по умолчанию. Маршрутизация не требуется.