



Мультипротокольные маршрутизаторы и коммутаторы пакетов NPS–7e, NSG–500, NX–300, NSG–800 (Базовое программное обеспечение)

Руководство пользователя

Часть 1 Введение в архитектуру маршрутизаторов NSG

Версия программного обеспечения 8.2.4

Обновлено 14.01.2011

АННОТАЦИЯ

Данный документ содержит руководство по настройке и применению мультипротокольных маршрутизаторов и коммутаторов пакетов компании NSG. Документ относится к продуктам серий NPS-7e, NSG-500, NX-300, NSG-800, основанным на аппаратной платформе Motorola MC68EN302, MC68EN360, MPC 855T/860 и программном обеспечении на базе ОС RTEMS. Руководства по применению других продуктов NSG, а также альтернативной версии программного обеспечения NSG Linux, содержатся в отдельных документах.

Данный документ состоит из следующих разделов:

- Часть 1. Введение в архитектуру маршрутизаторов NSG
- Часть 2. Общесистемная конфигурация
- Часть 3. Настройка физических соединений
- Часть 4. IP-маршрутизация
- Часть 5. Приложения и службы IP
- Часть 6. Службы Frame Relay и прозрачная передача трафика
- Часть 7. Коммутация и службы X.25
- Часть 8. Аутентификация, авторизация и статистика
- Часть 9. Список команд
- Приложение А. Примеры конфигурации
- Приложение Б. Настройка асинхронного доступа по протоколу PPP

Первая часть руководства посвящена особенностям продуктов NSG и их программной и аппаратной архитектуры. В ней представлено общее описание функционирования устройств и взаимодействия между различными их модулями. Данная информация носит методический характер и предназначена для лучшего понимания работы устройств, процедуры их настройки и способов поиска неисправностей. Подробное описание команд, примеры конфигурации и другая справочная информация приведены в последующих частях документа.

Помимо этого, в первой части содержится краткое описание фирменных технологий NSG, реализованных в данных продуктах, и общие указания по конфигурированию устройств.

ВНИМАНИЕ Продукция компании непрерывно совершенствуется, в связи с чем возможны изменения отдельных аппаратных и программных характеристик по сравнению с настоящим описанием. Сведения о последних изменениях приведены в файлах README.TXT, CHANGES, а также в документации на отдельные устройства.

Замечания и комментарии по документации NSG принимаются по адресу: doc@nsg.net.ru.

© ООО "Эн-Эс-Джи" 2003–2011

Логотип NSG является зарегистрированной торговой маркой ООО "Эн-Эс-Джи"

ООО "Эн-Эс-Джи"
Россия 105187 Москва
ул. Кирпичная, д.39, офис 1302
Тел.: (+7-495) 918-32-11
Факс: (+7-495) 918-27-39

<http://www.nsg.ru/>
<mailto:info@nsg.net.ru>
<mailto:sales@nsg.net.ru>
<mailto:support@nsg.net.ru>

§ СОДЕРЖАНИЕ §

Часть 1. Введение в архитектуру маршрутизаторов NSG

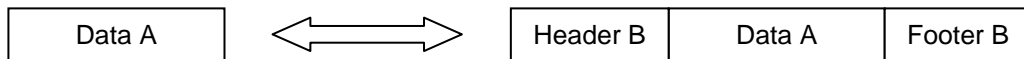
§1.1. Иерархическая архитектура протоколов в устройствах NSG	4
§1.1.1. Прикладной уровень	6
§1.1.2. Сетевой уровень	6
§1.1.3. Канальный уровень TCP/IP	7
§1.1.4. Канальный уровень Ethernet	7
§1.1.5. Канальный уровень X.25.....	8
§1.1.6. Канальный уровень Frame Relay	8
§1.1.7. Физический уровень.....	8
§1.1.8. Многоканальные физические интерфейсы E1	9
§1.2. Функциональная организация устройств NSG.....	11
§1.3. Фирменные технологии и методы NSG	14
§1.3.1. MultiLink Frame Relay	14
§1.3.2. X.25-over-Ethernet и Frame Relay-over-Ethernet	15
§1.3.3. X.25-over-X.25.....	16
§1.3.4. Шлюз X.25/Frame Relay	17
§1.3.5. Anti-PAD.....	17
§1.3.6. Multi-PAD.....	17
§1.3.7. Voice-over-IDSL.....	18
§1.3.8. Статическая IP-коммутация	19
§1.3.9. Удаленные порты Ethernet.....	19
§1.4. Общие указания по конфигурированию устройств NSG	20
Приложение 1–А. Поддерживаемые стандарты и спецификации	21

§1.1. Иерархическая архитектура протоколов в устройствах NSG

Продукты NSG — мультипротокольные маршрутизаторы и коммутаторы для сетей с коммутацией пакетов, обеспечивающие маршрутизацию пакетов IP, коммутацию пакетов Frame Relay и X.25, статическую коммутацию различных видов трафика, и многочисленные виды инкапсуляции трафика между этими и другими протоколами. Для организации потоков трафика в устройствах используется ряд промежуточных объектов, передающих пакеты от физических интерфейсов к модулям коммутации и маршрутизации и обратно. Иерархическая архитектура протоколов, используемая в продуктах NSG, представлена на рис. 1. Она основана на многоуровневой модели, аналогичной модели OSI, и представляет собой комбинацию протокольных стеков TCP/IP, X.25 и Frame Relay. На рисунке использованы следующие обозначения:

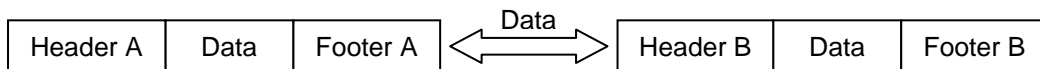
A — B Передача данных между объектами A и B без дополнительных преобразований.

A → B Инкапсуляция трафика A в пакеты протокола B. При передаче данных от объекта A к объекту B к пакетам A присоединяются заголовок и окончание, предписанные протоколом B; если трафик A представляет собой неструктурированный поток, или размер пакетов A несовместим с форматом B, то предварительно производится его разбиение или переразбиение на протокольные блоки данных (PDU) формата B. При передаче данных от объекта B к объекту A производится обратное преобразование, т.е. удаление заголовка и окончания пакета B.



A ↔ B

Преобразователь протоколов (шлюз) трафика между форматами пакетов A и B. При передаче данных от объекта A к объекту B из пакетов A извлекаются протокольные блоки данных (PDU), к которым присоединяются заголовок и окончание формата B. При передаче данных от объекта B к объекту A производится обратное преобразование. В общем случае длины PDU обоих пакетов могут не совпадать; это означает, что данные, извлеченные из одного пакета, сегментируются, объединяются или переразбиваются на блоки, соответствующие формату другого пакета.



В простейшем случае трафик, поступающий на физические интерфейсы, последовательно передается с низших уровней протокольной иерархии на высшие, по пути освобождаясь от заголовков и окончаний нижних уровней — вплоть до уровня, на котором происходит его коммутация или маршрутизация. Основные задачи данных устройств решаются, как правило, на третьем уровне: IP-маршрутизация, коммутация X.25, статическая IP-коммутация. Для этой цели используются таблицы коммутации, статической и динамической маршрутизации. Однако часть задач может решаться и на других уровнях. Например, коммутация служб Telnet с последовательным портом, к которому подключено асинхронное устройство, производится на прикладном уровне, а коммутация Frame Relay — на канальном. После коммутации или маршрутизации трафик передается по иерархической лестнице в обратном направлении, "сверху вниз", по пути претерпевая инкапсуляцию в пакеты нижних уровней.

Сетевой администратор может определять различные пути передачи трафика между объектами одного или разных протокольных стеков, одного или различных уровней, в частности:

- Инкапсуляцию в пакеты протокола нижележащего уровня, "родного" для данного стека (например, пакетов IP в пакеты Ethernet).
- Инкапсуляцию в пакеты протокола того же или нижележащего уровня, относящегося к другому стеку (например, пакетов X.25 в пакеты Frame Relay).
- Передачу пакетов на верхний уровень другого протокольного стека, где они рассматриваются в качестве пользовательских данных и последовательно обрабатываются всеми уровнями данного стека (например, пакетов IP в сеть X.25).

Именно для этой цели предназначены различные вспомогательные объекты, и этим объясняется определенная сложность самих устройств и многовариантность их конфигурирования. Поэтому в данной части руководства основное внимание уделено протокольной архитектуре устройств, объясняющей многие особенности их настройки и эксплуатации.

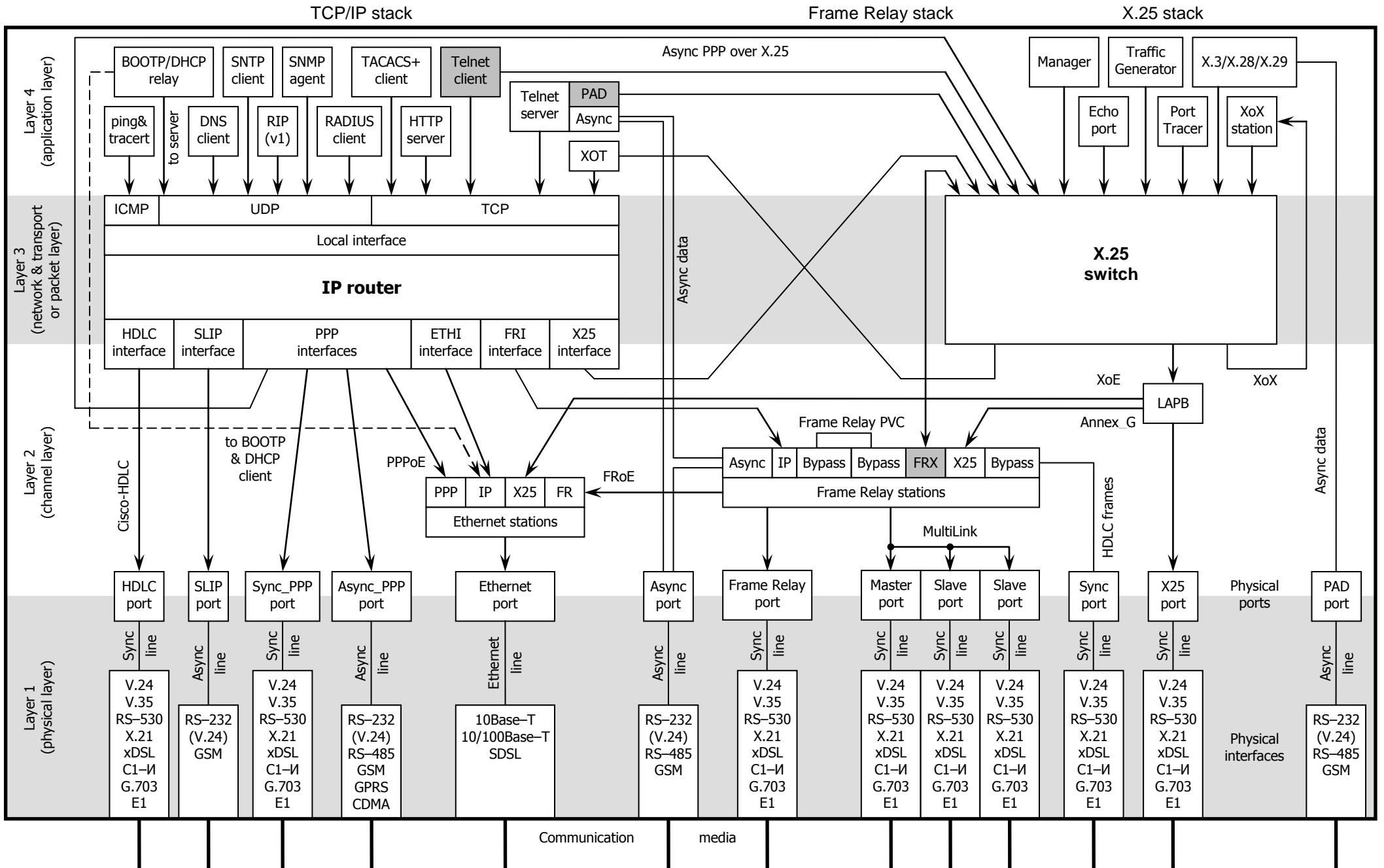


Рис. 1. Иерархическая архитектура протоколов в устройствах NSG

§1.1.1. Прикладной уровень

Простейшим типом данных, передаваемых внутри устройства, является неструктурированный поток байтов. В общем случае это может быть и структурированный поток, если заголовки и окончания кадров рассматриваются с точки зрения последующих преобразований как обычные данные.

Для передачи по сетям с пакетной коммутацией пользовательский трафик должен быть, в первую очередь, разделен на пакеты. В сетях X.25 для этой цели используется процедура сборки-разборки пакетов (Packet Assembler/Disassembler, PAD), определенная протоколами X.3/X.28/X.29. Далее пользовательские пакеты направляются на третий уровень стека X.25.

В сетях IP аналогичное преобразование выполняется службами Telnet. Однако в этом случае задача допускает больше вариантов, которые реализуются при помощи дополнительных объектов — *станций*.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ Станция — вспомогательный программный модуль, предназначенный для объединения и перенаправления потоков данных, с выполнением дополнительной инкапсуляции или без нее.

К серверу Telnet подключаются несколько станций, каждая из которых имеет один из двух типов:

ASYNС Прозрачным образом передает данные между сервером Telnet и другими асинхронными объектами. Таким объектом может быть асинхронный порт RS-232 или Frame Relay-станция типа ASYNС.

PAD Работает как шлюз между сетями IP и X.25. При передаче из сети IP в сеть X.25 данные извлекаются из пакетов Telnet, собираются в неструктурированный поток внутри станции, а затем разбиваются на пакеты X.25. При передаче из сети X.25 в сеть IP выполняется обратное преобразование.

Выбор станции может производиться по номерам портов TCP, если они определены в процессе конфигурации уникальными для каждой станции (или для групп однородных станций).

Клиент Telnet предназначен для более ограниченной задачи, а именно, для обслуживания пользователей сети X.25. По этой причине он не использует станции и всегда выполняет преобразование данных из пакетов X.25 в Telnet и обратно.

Помимо служб Telnet, на прикладном уровне стека TCP/IP выполняется еще ряд задач, генерирующих пакеты соответствующих прикладных протоколов. (Например, Web-сервер, предназначенный для управления устройством с помощью Web-браузера, генерирует пакеты протокола HTTP.) Все эти пакеты передаются на транспортный и сетевой уровень стека TCP/IP.

На прикладном уровне стека X.25 функционируют четыре служебных процесса: Manager, Traffic Generator, Echo Port и трассировщик портов. (В документации NSG они прежде именовались "логическими портами", однако ныне этот термин используется в другом смысле.) Их пакеты попадают непосредственно на третий уровень X.25. Manager обеспечивает управление устройством в режиме командной строки; остальные три процесса служат для отладки сети.

§1.1.2. Сетевой уровень

Третий уровень протокольной архитектуры NSG формально соответствует пакетному уровню стека X.25, транспортному уровню и уровню межсетевому взаимодействию в стеке TCP/IP, транспортному и сетевому уровням в модели OSI.

Пакеты прикладных протоколов TCP/IP на этом уровне пакуются сначала в пакеты TCP, UDP либо ICMP, а затем — в пакеты IP. Именно на этом уровне производится основная обработка IP-трафика — маршрутизация, трансляция сетевых адресов, фильтрация и учет пакетов. Далее пакеты IP направляются на IP-интерфейсы маршрутизатора, инкапсулирующие их в различные протоколы канального уровня.

Начиная с версии 8.0.0b, IP-интерфейсам любого типа могут назначаться, помимо основного IP-адреса, вторичные адреса (*aliases*). Таким образом, в рамках одной физической сети можно создать несколько логических подсетей с непересекающимися диапазонами IP-адресов.

На третий уровень стека X.25 поступают пользовательские пакеты X.25 от портов и Telnet-станций типа PAD, а также от других источников: Telnet-клиента, прикладных процессов X.25, IP-интерфейсов типа PPP и X.25, Frame Relay-станций типа FRX, сервера X.25-over-X.25 (ХоХ). Они инкапсулируются в пакеты третьего уровня X.25 и направляются в коммутатор. Далее эти пакеты могут быть переданы:

- Канальному уровню X.25.
- Третьему уровню стека TCP/IP для инкапсуляции в пакеты TCP (технология X.25-over-TCP/IP, ХОТ).
- Станциям ХоХ. Эти станции возвращают их на третий уровень стека X.25 в качестве данных для повторной инкапсуляции. При этом трафик "наложенной" сети X.25 может быть сжат. Это фирменная технология, совместимая только с продуктами NSG.

§1.1.3. Канальный уровень TCP/IP

На канальном уровне стека TCP/IP определен обширный набор объектов, позволяющих осуществить различные типы инкапсуляции. К ним относятся IP-интерфейсы, Ethernet-станции и физические порты.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ IP-интерфейс — программный модуль, предназначенный для инкапсуляции пакетов IP в протоколы канального уровня либо в пользовательские пакеты X.25.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ Физический порт — программно-аппаратный модуль, предназначенный для инкапсуляции данных канального уровня в данные физического уровня.

Для физических портов определяется протокол канального уровня, который используется вышестоящими программными объектами. В документации NSG он также называется *первичным протоколом* порта. Каждый порт идентифицируется уникальным номером (от 0 до максимального для данной модели), который используется при конфигурации самого порта и связывании его с другими программными объектами.

Каждый IP-интерфейс относится к одному из следующих типов:

PPP	Инкапсулирует пакеты IP в пакеты PPP и передает их одному из следующих объектов: — Физическому порту типа SYNC_PPP — Физическому порту типа ASYNC_PPP — Ethernet-станции типа PPP — Третьему уровню стека X.25 (в виде пользовательских пакетов).
SLIP	Инкапсулирует пакеты IP в пакеты SLIP и передает их физическому порту типа SLIP.
HDLC	Инкапсулирует пакеты IP в пакеты Cisco-HDLC и передает их физическому порту типа HDLC.
ETH1	Инкапсулирует пакеты IP в пакеты Ethernet и передает их Ethernet-станции типа IP.
FRI	Инкапсулирует пакеты IP в кадры Frame Relay и передает их Frame Relay-станции типа IP.
X25	Инкапсулирует пакеты IP в пользовательские пакеты X.25 и передает их на третий уровень стека X.25.

Помимо этого, в IP-маршрутизаторе определен формальный объект, называемый *локальным интерфейсом*. Он используется для конфигурации общих параметров, относящихся ко всему маршрутизатору.

Каждый IP-интерфейс типа SLIP, HDLC, ETH1 или FRI в процессе настройки должен быть связан с одним и только одним портом или станцией соответствующего типа. Каждому IP-интерфейсу типа X25 соответствует один логический канал X.25, который может быть установлен либо динамически (при помощи коммутатора X.25), либо статически (при помощи постоянных виртуальных соединений). Интерфейс типа PPP может быть связан с фиксированным портом, либо динамически связываться с портом, Ethernet-станцией или логическим каналом X.25.

Каждый физический порт типа SYNC_PPP, ASYNC_PPP, SLIP или HDLC обслуживает один и только один IP-интерфейс соответствующего типа.

§1.1.4. Канальный уровень Ethernet

Функции канального уровня Ethernet реализованы в устройствах NSG в виде виртуальных объектов — станций. Помимо традиционного IP-трафика, эти станции позволяют передавать по сети Ethernet трафик PPP (стандартная инкапсуляция PPPoE), а также, что является особенностью продуктов NSG, трафик X.25 и Frame Relay. Для этих целей определены, соответственно, четыре типа Ethernet-станций:

IP	Передают трафик IP. Каждый IP-интерфейс типа ETH1 должен быть привязан к одной из станций этого типа. Станция типа IP может обслуживать только один IP-интерфейс.
PPP	Реализуют функции сервера PPP-over-Ethernet (PPPoE). Станции позволяют удаленным клиентам PPPoE подключаться к IP-интерфейсам маршрутизатора типа PPP. Основное назначение этой технологии состоит в аутентификации клиентов средствами протокола PPP, т.е. PAP или CHAP. Станция типа PPP использует по одному IP-интерфейсу типа PPP для каждого подключенного клиента.
X25	Передают по сети Ethernet трафик второго уровня X.25, упакованный в пакеты протокола LAPB. По своим функциям каждая такая станция аналогична синхронному порту X.25, однако средой передачи для нее является не синхронное физическое соединение WAN, а логическое соединение "точка-точка" через сеть Ethernet со станцией на другом устройстве NSG.
FR	Передают по сети Ethernet трафик Frame Relay. Как и Ethernet-станции типа X25, станции этого типа, с точки зрения вышестоящих протоколов, аналогичны физическим синхронным портам WAN (в данном случае — типа Frame Relay). Подробнее о технологиях XoE и FRoE см. ниже.

При конфигурировании Ethernet-станции она должна быть связана с портом Ethernet. Каждый порт Ethernet может обслуживать не более чем одну станцию типа IP, одну станцию типа PPP и несколько станций типа X25 и/или FR одновременно. Все эти станции имеют один MAC-адрес.

§1.1.5. Канальный уровень X.25

Пакеты, выходящие из коммутатора X.25 на канальный уровень, могут быть переданы следующим объектам:

- Физическому порту типа X25
- Ethernet-станции типа X25; этот вид инкапсуляции называется X.25-over-Ethernet (XoE) и поддерживается только устройствами NSG.
- Frame Relay-станции типа X25; этот вид инкапсуляции определен спецификацией ANSI T1.617a Annex_G и совместим с продукцией других производителей.

Во всех этих случаях пакеты третьего уровня X.25 предварительно инкапсулируются в кадры LAPB. Таким образом, логические каналы X.25 прокладываются либо по физическим соединениям сети X.25, либо поверх транспортной сети Ethernet или Frame Relay. С точки зрения сетевой архитектуры X.25, оба типа станций полностью эквивалентны физическим портам.

§1.1.6. Канальный уровень Frame Relay

Протокольный стек Frame Relay, как и Ethernet, представлен станциями. Каждая станция служит входом в определенный виртуальный канал (Data Link Channel, DLC). Канал определяется номером физического порта (типа Frame Relay) и идентификатором DLC (DLCI) на этом порту. Каждая станция относится к одному из следующих типов:

IP	Передает по виртуальному каналу IP-пакеты, которые могут рассматриваться процессами IP-маршрутизации. Станция этого типа является транспортной средой для соответствующего IP-интерфейса.
ASync	Используется для передачи асинхронного потока данных по виртуальному каналу Frame Relay. Станции этого типа должны быть скомутированы (посредством PVC) с другим асинхронным объектом — портом, станцией Telnet или Frame Relay типа ASync.
BYPASS	Передает весь трафик, содержащийся в кадрах Frame Relay, прозрачным образом. Используется для коммутации (посредством PVC) двух виртуальных каналов Frame Relay. Кроме того, станции этого типа могут быть скомутированы с портом типа SYNC, через который передаются данные, инкапсулированные в кадры HDLC.
X25	Устанавливает соединение X.25 через сеть Frame Relay (ANSI T1.617a Annex G).
FRX	Передает по виртуальному каналу Frame Relay данные, полученные из логического канала X.25, и наоборот. Это фирменная технология, совместимая только с продуктами NSG.

Каждая станция Frame Relay при конфигурировании должна быть связана с одним и только одним портом Frame Relay, либо с Ethernet-станцией типа FR. Таким образом, транспортом для нее может быть либо физическое соединение WAN, либо логическое соединение "точка-точка" между двумя станциями через сеть Ethernet. Инкапсуляция Frame Relay-over-Ethernet (FRoE), как и X.25-over-Ethernet, является фирменной разработкой NSG. Физический порт или Ethernet-станция типа FR может обслуживать одну или несколько станций Frame Relay одинакового или различных типов.

Каждая станция типа IP, ASync, BYPASS или FRX передает один и только один поток данных. Станция типа X25 может содержать несколько логических каналов X.25, передаваемых по одному виртуальному каналу Frame Relay.

Несколько физических портов Frame Relay могут быть объединены на канальном уровне в одно целое при помощи фирменной технологии NSG MultiLink Frame Relay. Такой подход позволяет обеспечить требуемую скорость и надежность за счет количества параллельных линий связи в тех случаях, когда это не удается сделать из-за их качества.

§1.1.7. Физический уровень

ОПРЕДЕЛЕНИЕ Физический порт — программно-аппаратный модуль, предназначенный для инкапсуляции данных канального уровня в данные физического уровня.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ Физический интерфейс — аппаратный модуль, преобразующий данные физического уровня в формат, используемый внешней средой передачи.

Каждый физический порт оснащен физическим интерфейсом и представлен одним разъемом на корпусе устройства. Внешней средой передачи, в зависимости от типа интерфейса, может быть многожильный кабель для последовательных интерфейсов, одно- или двухпарный медный кабель, либо витая пара UTP5/STP1.

Таким образом, каждый порт характеризуется, с одной стороны, протоколом канального уровня, а с другой — типом используемого физического интерфейса. Те и другие могут быть разделены на три существенно разные группы:

Асинхронные	Предполагают передачу информации в старт-стопном режиме и включают порты следующих типов: ASYNC, ASYNC_PPP, SLIP, PAD. В качестве физического интерфейса используется V.24 (RS-232) либо RS-485.
Синхронные	Предполагают передачу информации в бит-синхронном режиме в виде пакетов протокола HDLC или других протоколов на его основе. Включают порты следующих типов: SYNC_PPP, HDLC, Frame Relay, X25, SYNC, LOOPBACK. В качестве физических интерфейсов могут использоваться синхронные интерфейсы DTE/DCE (V.24, V.35, RS-530, X.21), модемные интерфейсы xDSL, интерфейсы систем цифровой иерархии G.703 и G.703.1. Особым случаем являются физические интерфейсы, способные передавать несколько независимых каналов данных — такие как E1. Каждый такой канал оканчивается собственным суб-интерфейсом. Со стороны канального уровня он представлен логическим портом WAN. Такой порт, с точки зрения вышестоящих протоколов, эквивалентен физическому и может иметь любой из вышеперечисленных синхронных типов. Создание суб-интерфейсов и их коммутация с логическими портами представляет собой отдельную задачу, решаемую на аппаратном уровне (см. ниже).
Ethernet	Предполагают ширококешательную среду передачи Ethernet. Порт может иметь только тип Ethernet (ETH), физические интерфейсы — Ethernet 10Base-T и 10/100Base-T для витой медной пары категории 5. Начиная с версии 8.2.3, физической средой для передачи пакетов Ethernet может служить также линия SDSL, при условии, что в устройстве NSG используется модернизированный интерфейсный модуль IM-SDSL <i>h/w ver.2</i> , а на удаленной стороне — устройство NSG-50 (модификация SDSL bridge).

ПРИМЕЧАНИЕ Для передачи пакетов Ethernet по физическим линиям DSL используется фирменная инкапсуляция Ethernet-over-SDSL, несовместимая с продуктами других производителей.

В рамках сложившейся терминологии и синтаксиса команд NSG тип порта обозначается, как правило, по названию протокола канального уровня. В пределах одной группы любой тип порта может сочетаться с любым физическим интерфейсом. Канальные протоколы и физические интерфейсы из разных групп несовместимы (за исключением протокола PPP и физических интерфейсов V.24, которые могут использоваться как в синхронном, так и в асинхронном режиме).

Большинство физических интерфейсов в устройствах NSG выполнено в виде сменных аппаратных модулей; синхронные порты поддерживают, при установке соответствующих интерфейсных модулей, также и асинхронный режим, а также, в ряде устройств, режим Ethernet. Поэтому такие порты часто называются в документации NSG *универсальными портами* WAN или WAN/LAN. Не универсальными являются только порты с фиксированными интерфейсами определенных типов: RS-232 (с разъемами RJ-45 либо DBH-62), Ethernet, E1, а также консольный порт.

Выделенный *консольный порт* предназначен для управления устройством в режиме асинхронного терминала. С аппаратной и программной точек зрения, он представляет собой обычный асинхронный порт RS-232 типа PAD и отличается от остальных портов тем, что скоммутирован с программным модулем Manager при включении устройства: в нормальном режиме работы — по умолчанию, при выполнении процедуры "холодный старт" — всегда.

Консольный порт может использоваться и для обмена данными, а управление при этом возможно при помощи удаленного PAD, клиента Telnet, Web-интерфейса или SNMP. Однако, в зависимости от модели устройства, он может иметь определенные аппаратные и программные ограничения (отсутствие сигнальных линий, поддержки других асинхронных протоколов, попеременная работа с одним из основных интерфейсов).

§1.1.8. Многоканальные физические интерфейсы E1

Физические интерфейсы, использующие технологию мультиплексирования по времени (TDM), способны поддерживать несколько независимых потоков трафика (каналов). Для интерфейса E1 можно организовать до 31 независимого канала данных по 64 Кбит/с, если каждому из них назначить отдельный каналный интервал (таймслот) или группу каналных интервалов. (См. рис. 2.)

Все интерфейсы TDM реализуют, в более или менее полном объеме, коммутацию каналных интервалов E1. Эта коммутация производится средствами самого интерфейсного модуля и аппаратного коммутатора; она никак не связана с протоколами вышестоящих уровней и не занимает ресурсов центрального процессора. Поэтому с точки зрения общей архитектуры устройства можно считать, что она относится исключительно к физическому уровню. Коммутатор TDM реализован непосредственно на плате интерфейсных модулей IM-xE1.

Коммутатор E1 выделяет из общего потока физического уровня индивидуальные *каналы данных*, каждый из которых представляет собой совокупность заданных каналных интервалов (таймслотов). Некоторые производители используют также термин "виртуальный порт WAN".

Если интерфейс использует для передачи данных только один канал (а остальной трафик игнорирует), то на канальном уровне он представлен обычным физическим портом. Если же интерфейс истинно многоканальный, т.е. обрабатывает несколько независимых каналов данных, то на канальном уровне эти потоки представлены *логическими портами* WAN. Для объектов канального и вышестоящих уровней каждый такой порт полностью эквивалентен физическому. Но если физический порт однозначно связан с некоторым физическим интерфейсом (по определению, одноканальным) или единственным каналом данных одноканального интерфейса E1, то логический порт соединяется с некоторым каналом данных в процессе настройки. Это вторая задача, решаемая коммутатором.

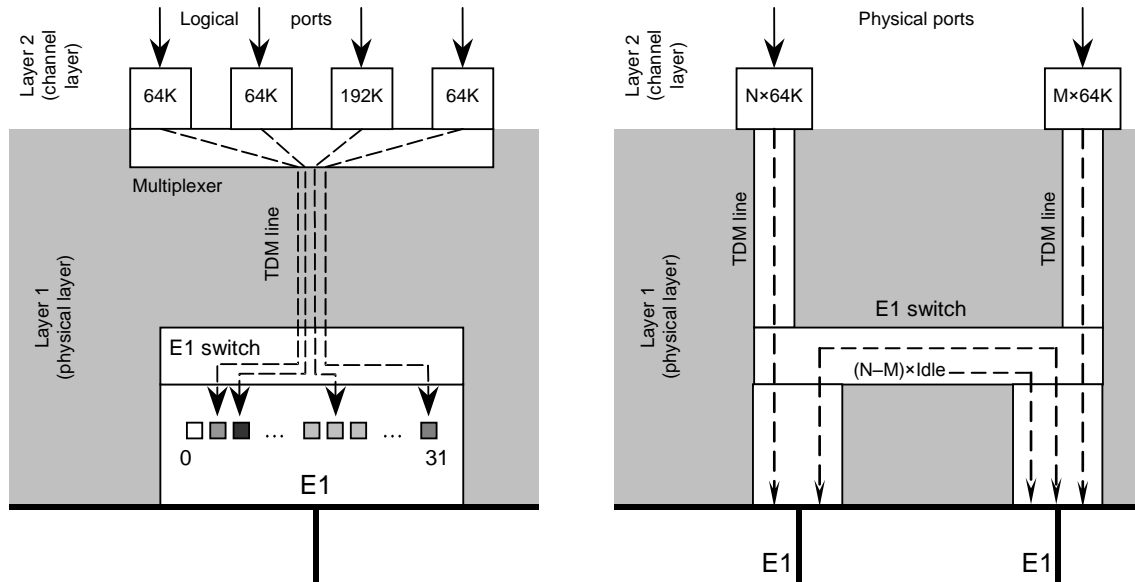


Рис. 2. Многоканальный интерфейс CE1 и сдвоенный интерфейсный модуль IM-2E1

В более общем случае, представленном сдвоенными интерфейсными модулями IM-2E1-x, по одному каналу данных из каждого интерфейса может коммутироваться в физический порт, а оставшиеся канальные интервалы — либо игнорироваться, либо прозрачно коммутироваться с одного интерфейса на другой.

Важная особенность коммутации на физическом уровне состоит в том, что она не зависит от трафика вышестоящих уровней и не связана с теми или иными протоколами, например, Frame Relay или X.25. Любые потоки данных, которые могут быть переданы в физический или логический порт, могут быть объединены на выходе одного физического интерфейса. Кроме того, технология TDM обеспечивает гарантированную и фиксированную полосу пропускания для каждого логического порта.

Для интерфейсов, позволяющих выбирать число каналов данных и их внутреннюю структуру, в документации NSG используется термин *настраиваемые физические интерфейсы*.

§1.2. Функциональная организация устройств NSG

С функциональной точки зрения, основными компонентами программного обеспечения NSG являются IP-маршрутизатор и коммутатор пакетов X.25. Каждый из них обслуживает свой тип трафика и имеет свой набор портов, станций и прикладных процессов. Подсистемы взаимодействуют друг с другом в той части работ, которая относится к передаче пакетов IP, PPP и трафика Telnet по сети X.25, а также пакетов X.25 по сети TCP/IP.

Кроме того, между различными программными модулями могут быть сконфигурированы постоянные виртуальные соединения (PVC). Коммутация с помощью PVC является основным инструментом для работы в сетях Frame Relay и в технологических системах с асинхронными последовательными интерфейсами.

Функциональная схема устройств NSG представлена на рис. 4. Она тесно связана с иерархической схемой, приведенной на рис. 1. Образно выражаясь, если рис. 1 показывает архитектуру устройств при виде «сбоку», то рис. 4 — это вид «в плане». Физический уровень не показан, чтобы не усложнять картину.

IP-маршрутизатор обеспечивает передачу пакетов IP как между своими интерфейсами, так и между прикладными процессами IP. При этом он может осуществлять трансляцию IP-адресов (NAT), фильтрацию пакетов и учет трафика по IP-адресам.

Коммутатор X.25 устанавливает *коммутируемые виртуальные каналы (SVC)* между следующими объектами:

- Портами и Telnet-станциями типа PAD
- Telnet-клиентом
- IP-интерфейсами типа PPP
- IP-интерфейсами типа X25
- Портами типа X25, станциями Ethernet и Frame Relay типа X25
- Служебными процессами: Manager, Echo Port, Traffic Generator, трассировщик портов
- Frame Relay-станциями типа FRX
- Соединениями X.25-over-TCP/IP (ХОТ)
- Станциями ХоХ
- Сервером (совокупностью станций) ХоХ

Обмен трафиком может осуществляться между любыми двумя из вышеперечисленных объектов, хотя отдельные частные случаи не представляют практического интереса. Исключениями являются следующие ситуации:

- IP-интерфейс типа PPP, Telnet-клиент и системные прикладные процессы Manager, Echo Port, Traffic Generator, трассировщик портов не могут инициировать установление SVC к другим объектам;
- IP-интерфейсы типа X25 не могут устанавливать соединения с вышеперечисленными "пассивными" объектами, а также с объектами типа PAD (физическими портами, Telnet-станциями).

Некоторые из вышеперечисленных объектов (например, порт типа PAD) могут содержать только один логический канал X.25, другие — несколько каналов. Коммутация, строго говоря, осуществляется не между объектами, а между каналами. Для одноканальных объектов эти понятия тождественны. Как частный случай, два канала одного объекта (например, порта типа X25) могут быть скомутированы друг на друга.

В процессе установки соединения коммутатор может, одновременно с маршрутизацией пакетов CALL, выполнять их фильтрацию и подстановку (трансляцию) сетевых адресов. В таблице маршрутизации выводов могут быть предусмотрены резервные маршруты, используемые, если соединение не может быть установлено по основному маршруту.

ПРИМЕЧАНИЕ Хотя для сетей X.25 основной процедурой является коммутация (передача пакетов по установленным логическим каналам), следует помнить, что на этапе установления соединения осуществляется не коммутация, а маршрутизация пакета CALL, т.е. определение дальнейшего маршрута, по которому следует послать этот пакет.

Коммутация при помощи *постоянных виртуальных каналов (PVC)* может осуществляться между парами объектов с однотипным форматом данных, а именно:

- Между следующими объектами X.25:
 - Портами и Telnet-станциями типа PAD (кроме соединений с IP-интерфейсами типа X25)
 - Портами типа X25, станциями Ethernet и Frame Relay типа X25
 - IP-интерфейсами типа X25 (кроме соединений с портами и Telnet-станциями типа PAD, а также друг с другом)
 - Frame Relay-станциями типа FRX
 - Тремя служебными процессами: Manager, Echo Port, Traffic Generator (кроме соединений друг с другом)
- Между любыми двумя портами, станциями Telnet и/или Frame Relay типа ASYNC
- Между любыми двумя станциями Frame Relay типа BYPASS и/или портами типа SYNC

Как IP-маршрутизатор, так и коммутатор X.25 окружены «оболочками» сбора статистики и фильтрации пакетов, а всё программное ядро канального, сетевого и прикладного уровней — аналогичной «оболочкой» для сбора статистики по портам. Они обрабатывают весь входящий и исходящий трафик в следующем порядке:

1. Учитываются все пакеты, входящие в физические и логические порты;
2. Учитываются все пакеты X.25, входящие в коммутатор из различных источников;
3. Все входящие пакеты IP и вызовы X.25 фильтруются при помощи заданного набора фильтров;
4. Производится маршрутизация пакетов IP, коммутация пакетов X.25 или передача пакетов X.25 по PVC;
5. Фильтруются все исходящие пакеты IP и вызовы X.25;
6. Учитываются все исходящие пакеты IP и X.25;
7. Учитываются все пакеты, исходящие через физические и логические порты.

Процедура фильтрации IP-пакетов допускает, помимо обычных действий «разрешить/запретить», еще и третий вариант — переслать пакет, подпадающий под действие фильтра, на заданный интерфейс. Подробнее об этом варианте *статической IP-коммутации* см. ниже. При мультипротокольной обработке трафик фильтруется и обрабатывается как подсистемой IP, так и подсистемой X.25, в зависимости от используемых протоколов.

Служба ARP позволяет устанавливать фиксированные соответствия между IP- и MAC-адресами, а также удалять как статические, так и динамические записи из таблицы ARP. При отправке IP-пакетов по сети Ethernet статические записи имеют приоритет над динамическими. Возможен режим Proxy ARP, при котором в ответ на запрос ARP посылается MAC-адрес интерфейса маршрутизатора.

Ретранслятор BOOTP/DHCP принимает запросы от клиентов, находящихся в локальной сети Ethernet, и передает их серверу, доступному через IP-сеть. Ответы сервера возвращаются клиентам.

Клиент DNS позволяет устанавливать соответствия между символическими именами хостов IP-сети и их адресами, необходимые для работы локальных служб: выполнения процедур *ping*, *traceroute* и т.п. Помимо этого, заданные адреса серверов DNS могут передаваться удаленным клиентам PPP в процессе установления PPP-соединения.

Клиент SNTP (Simple Network Time Protocol) обеспечивает синхронизацию системного времени устройства с сетевым временем. В качестве эталона могут использоваться до четырех серверов SNTP.

Подсистема аутентификации и авторизации состоит из стандартных клиентов RADIUS, TACACS+ и модуля локальной аутентификации. Помимо аутентификации, она позволяет автоматически конфигурировать асинхронные порты для работы в режиме PAD или PPP согласно заданной таблице пользователей. Для сеансов PPP могут быть использованы протоколы аутентификации PAP и CHAP, причем в обоих случаях устройства NSG могут выступать как в качестве сервера, так и в качестве клиента. Аутентификация производится независимо от транспортной среды, использованной для передачи трафика PPP — будь то синхронное или асинхронное соединение WAN, сеть X.25 или локальная сеть Ethernet. Одновременно с аутентификацией пользователю PPP может быть назначен IP-адрес, а также включены фильтры.

Входящие и исходящие соединения могут устанавливаться вручную, автоматически при включении питания, или по требованию (т.е. при наличии данных для передачи по этому соединению).

В подсистему управления и диагностики входят модули Manager, Echo Port, Traffic Generator, трассировщик портов, Web-сервер и клиент SNMP. Доступ к модулю Manager может осуществляться через консольный порт, сервер Telnet, сеть X.25 либо Frame Relay.

Специфическое место в общей архитектуре устройства занимают модули дискретного ввода-вывода (DIO). Они не предназначены для передачи данных, а только замыкают внешние электрические цепи по командам от процессов управления, либо передают в эти процессы информацию о состоянии внешних цепей.

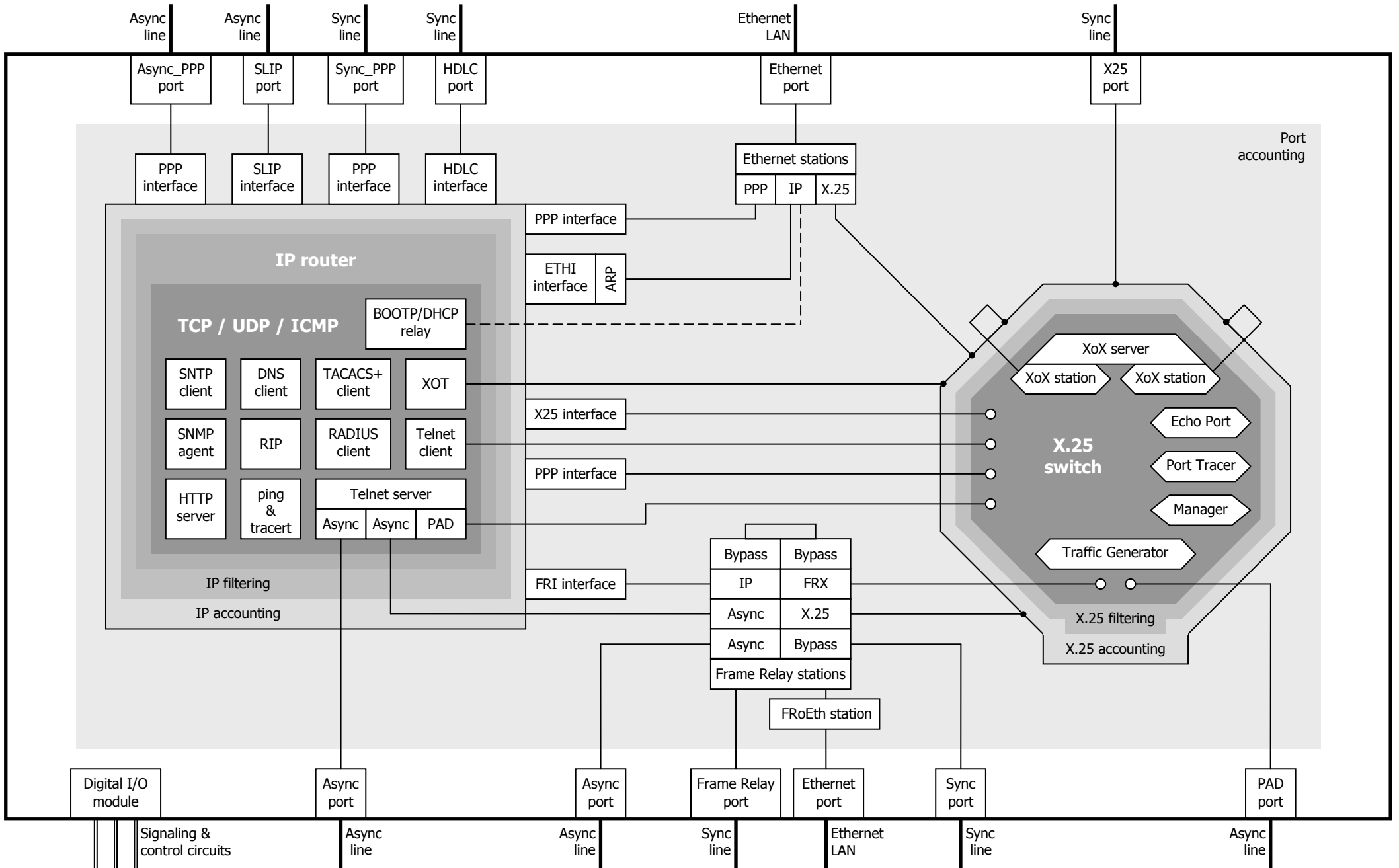


Рис. 3. Функциональные модули и подсистемы

§1.3. Фирменные технологии и методы NSG

Наряду с общеизвестными технологиями, которые определены соответствующими международными стандартами и поддерживаются аппаратурой многих производителей, в продуктах NSG реализован ряд фирменных решений и технологий. Они поддерживаются только устройствами NSG и могут применяться при наличии таких устройств на обеих сторонах соединения.

§1.3.1. MultiLink Frame Relay

Технология MultiLink Frame Relay позволяет объединить несколько физических портов Frame Relay в одно целое на канальном уровне. В этом случае один из портов назначается ведущим (Master), остальные — ведомыми (Slave). Для вышестоящих объектов (станций) доступен только ведущий порт, но формальное быстродействие этого порта равно суммарному по всем объединенным портам; именно с этим портом должны быть связаны все станции, использующие данную группу каналов связи. Кроме того, при отказе одного из физических каналов передача продолжается по параллельным каналам и соединение не разрывается, пока действует хотя бы один канал. Максимальное число портов, объединенных в одну группу, программно не ограничено.

Порты могут иметь как одинаковое, так и различное быстродействие. Балансировка нагрузки производится автоматически по принципу равной длины очередей: чем быстрее порт отправляет данные в линию, тем быстрее планировщик очередей ставит в его очередь новые пакеты. Таким образом, если используемые каналы имеют различное быстродействие и/или различный процент ошибок, то суммарный объем трафика распределяется между ними приблизительно пропорционально фактической пропускной способности.

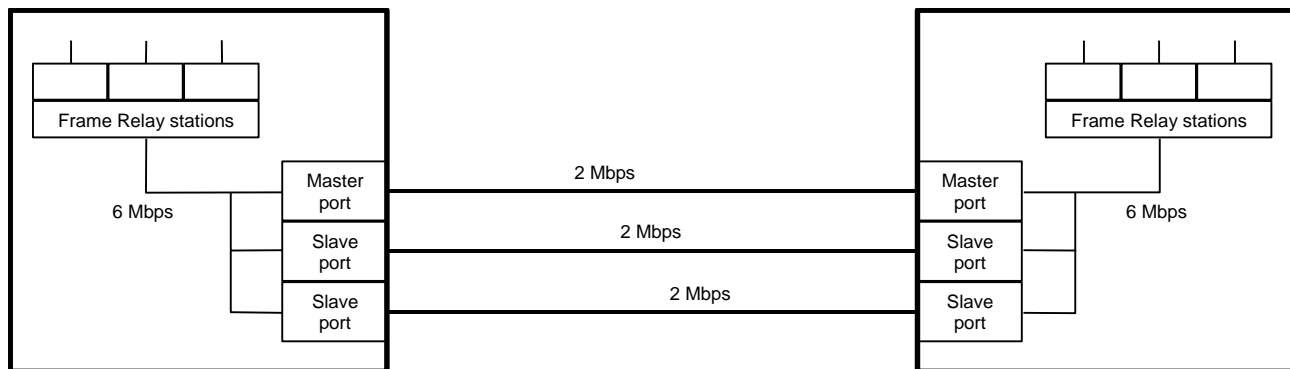


Рис. 4. Многоканальное соединение Frame Relay

Типичные применения технологии Frame Relay MultiLink включают:

- Высокоскоростное объединение локальных сетей на дальностях порядка нескольких километров. Применение многоканальных соединений позволяет заполнить эту нишу, специфическую для России и многих развивающихся стран. Она занимает промежуточное место между решениями VDSL (в т.ч. 4-проводными), практическая применимость которых сильно ограничена из-за малой дальности, и SDSL, SHDSL, быстродействие которых не всегда оказывается достаточным.

Это удобное решение для кампусных сетей, в особенности, для соединения офисов (например, центрального офиса и склада), расположенных на территориях промышленных предприятий и НИИ, которые были построены еще в советское время. Как правило, такие площадки обладают весьма густой и доступной, но низкокачественной кабельной инфраструктурой, изначально предназначавшейся для внутренней телефонной сети, а высокий уровень электромагнитного шума от работающего силового оборудования снижает дальность и быстродействие соединений еще более. Применение нескольких параллельных линий в этом случае оказывается самым простым и эффективным решением.

- Использование низкоскоростных каналов связи, например, физических междугородных телефонных линий, до сих пор сохранившихся в регионах России и стран СНГ. Объединение нескольких аналоговых (!) соединений на основе синхронных модемов позволяет на выходе предложить пользователю современную услуг цифровой сети со скоростью 64 Кбит/с или более.
- Инверсное мультиплексирование каналов цифровой иерархии — задача, актуальная не только для развивающихся стран, но и для территорий с развитой коммуникационной инфраструктурой. Объединение нескольких каналов с быстродействием 2 Мбит/с позволяет заполнить весьма существенный технологический и экономический разрыв между услугами E1 и E3 (точнее, между каналами G.703 со скоростью 2 и 34 Мбит/с), из которых первая оказывается недостаточной, а вторая — чрезмерно дорогостоящей. В силу быстрого увеличения доступности и снижения стоимости каналов E1, такое решение становится все более актуальным для корпоративных пользователей во многих странах мира.

§1.3.2. X.25-over-Ethernet и Frame Relay-over-Ethernet

Технологии X.25-over-Ethernet (XoE) и Frame Relay-over-Ethernet (FRoE) позволяют передавать трафик сетей X.25 и Frame Relay, соответственно, между двумя устройствами NSG по локальной сети Ethernet. Для этой цели на каждом устройстве создаются Ethernet-станции типа X25 или FR, соответственно; в конфигурации каждой станции указывается MAC-адрес парной к ней станции на удаленном устройстве. Логическое соединение между этими станциями полностью эквивалентно, с точки зрения протоколов X.25 и Frame Relay, физическому соединению “точка-точка”, а сами эти станции — физическим портам. Пример использования технологии XoE приведен на рис. 6. На всех локальных устройствах создано по одной станции, а на устройстве, подключенном к глобальной сети — парные станции для каждого из остальных устройств.

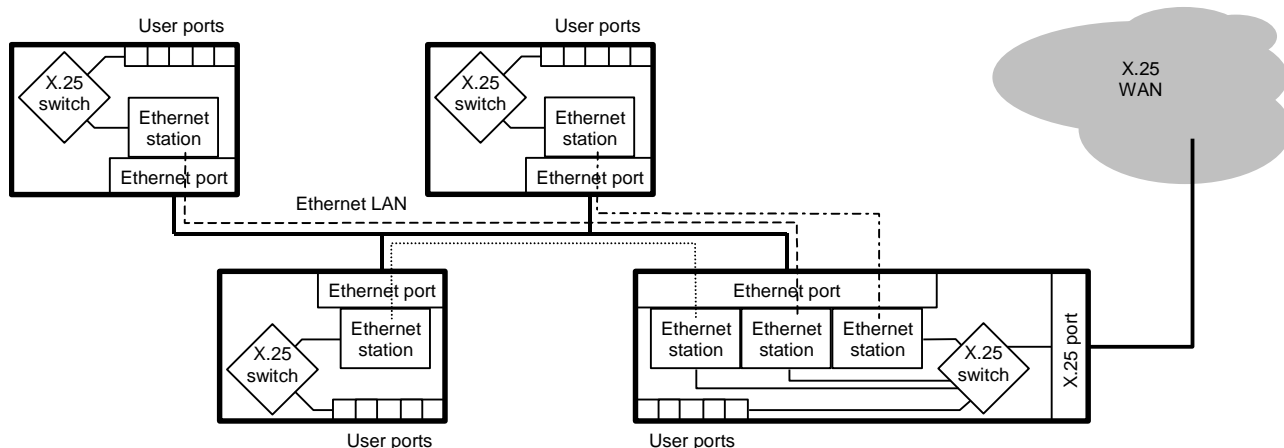


Рис. 5. Многопортовый узел доступа X.25-over-Ethernet

Использование этих технологий позволяет решить ряд практических задач, в частности:

- Каскадировать устройства NSG, используя в качестве шины локальную сеть Ethernet, для увеличения числа портов при массовом подключении терминального оборудования (см. рис. 6). При этом достигается значительная экономия дорогостоящих портов коммутатора: если при традиционном последовательном подключении требуется 2 порта на каждое дополнительное устройство, то при использовании XoE — один.
- Аналогичным образом каскадировать устройства NSG для построения многопортовых узлов коммутации пакетов. Схема такого узла, составленного из пяти устройств NX-300/7WL и насчитывающего, в общей сложности, 35 портов WAN, приведена на рис. 7. Сеть Frame Relay-over-Ethernet между коммутаторами имеет полносвязную топологию, т.е. каждое устройство соединено с каждым. (Любопытно заметить, что при этом сама сеть Ethernet 10Base-T имеет логическую топологию “шина” и физическую топологию “звезда”).
- Создавать распределенные системы, например, размещать сеть банкоматов и POS-терминалов в пределах крупного здания или комплекса зданий (супермаркета, делового центра, аэропорта и т.п.). Использование транспорта Ethernet позволяет создавать системы диаметром до нескольких сотен метров, что в большинстве случаев нереально при использовании обычных последовательных интерфейсов (V.35, X.21, RS-530 и т.п.); с другой стороны, оно оказывается значительно дешевле выделенных модемных интерфейсов. Кроме того, прокладка кабельной сети Ethernet с практической точки зрения существенно проще, удобнее и дешевле, чем многожильных кабелей для последовательных интерфейсов. Впоследствии же она инфраструктура Ethernet образует готовую основу для перехода “чистые” IP-решения.
- Транслировать трафик сетей X.25 и Frame Relay через городские сети Ethernet (радио, волоконно-оптические и т.п.) и широкополосные системы местного доступа (ADSL/SDSL/SHDSL, кабельные модемы, оптические мосты прямой видимости и т.п.) — в общем случае, через любое оборудование, оснащенное портами Ethernet.

ПРИМЕЧАНИЕ При передаче трафика Frame Relay необходимо учитывать, что длина пакетов Frame Relay может оказаться больше, чем максимальная длина пакета Ethernet. Чтобы избежать ошибок при передаче, следует ограничить длину пакетов Frame Relay на конечных узлах сети (при помощи параметра MTU или иного, в зависимости от характера трафика).

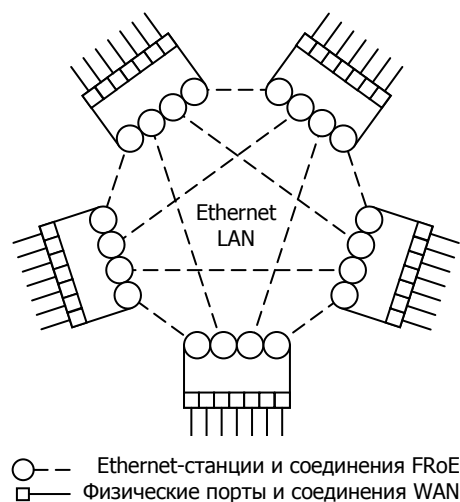


Рис. 6. Узел коммутации Frame Relay на 35 портов

§1.3.3. X.25-over-X.25

В качестве транспорта для сети X.25 может также выступать сеть X.25. Для этой цели пакеты третьего уровня снова инкапсулируются, в качестве пользовательских данных, в пакеты второго, а затем первого уровня. Это преобразование осуществляется станциями XoX. Соединение между двумя станциями XoX является *туннелем*, внутри которого может существовать одно или несколько вложенных соединений, которые передают пользовательские данные (или, в свою очередь, также могут являться туннелями). Такой подход позволяет решить несколько прикладных задач:

- Разрывать туннели между станциями при отсутствии трафика и восстанавливать их по требованию, не разрывая при этом вложенные логические соединения между узлами корпоративной сети. Это может обеспечить значительную экономию средств, если в качестве транспортной сети используется сеть X.25 общего пользования, а время фактического обмена данными (например, между банкоматом и процессинговым центром) невелико.
- Передавать трафик нескольких логических соединений по одному физическому соединению, не способному поддерживать более одного логического соединения (например, по асинхронной линии в режиме PAD–AntiPAD).
- Устанавливать большее число логических соединений, чем непосредственно допускается данной линией X.25.
- Реализовать сжатие трафика X.25 с помощью алгоритма BSD Compression.

Каждая станция может обслуживать несколько логических каналов; максимальное число каналов и станций программно не ограничено, но должно быть указано при настройке службы XoX. Для каждой станции устанавливается X.121 адрес парной к ней станции. Логическое соединение с этой станцией является особенным, поскольку именно внутри него прокладываются все остальные соединения. По отношению ко всем другим логическим каналам XoX-станция полностью эквивалентна порту X.25.

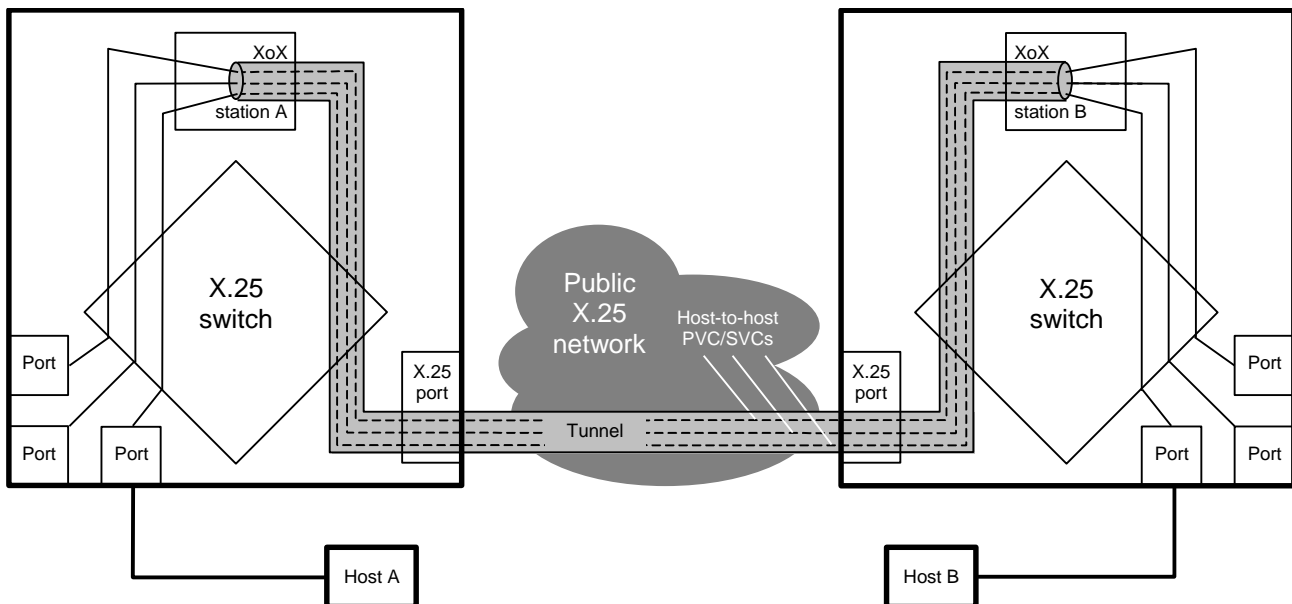


Рис. 7. Технология X.25-over-X.25

Пример применения технологии XoX приведен на рис. 8. Логическое соединение между хостами А и В (например, банкоматом и процессинговым центром) проходит внутри туннеля, установленного между двумя станциями XoX (на рисунке показан серым цветом). Последний проходит через сеть X.25 общего пользования с высокой повременной оплатой. Трафик между хостами невелик, однако специфика их программного обеспечения требует, чтобы соединение между ними поддерживалось постоянно.

В этом случае при длительном отсутствии активности во всех вложенных логических соединениях туннель между станциями может быть принудительно разорван. Это позволяет сэкономить значительные средства на оплату услуг оператора сети X.25. Конечные узлы при этом не получают никакой информации о разрыве соединения; с их точки зрения, связь поддерживается непрерывно — что и требуется. Если в одном из вложенных соединений возникает какой-либо трафик, например, узел А посылает пакет узлу В, то этот пакет задерживается на небольшое время на станции А; станция восстанавливает туннель до станции В и после этого передает ей пакет; станция В отправляет его по оставшейся части логического соединения между узлами. Если после этого трафик снова становится нулевым на длительное время в ожидании следующей транзакции, туннель между станциями снова может быть разорван.

Совокупность всех станций XoX называется сервером XoX; это вспомогательное понятие, используемое при настройке общих параметров для всех станций и при установлении туннелей.

§1.3.4. Шлюз X.25/Frame Relay

Основное назначение этой технологии — обеспечение связи между хостами, подключенными к сети X.25 и к сети Frame Relay. Из пакетов X.25, приходящих на Frame Relay-станцию типа FRX, удаляются все заголовки второго и третьего уровней, а пользовательские данные инкапсулируются в пакет Frame Relay и передаются адресату по виртуальному соединению Frame Relay. Если пакеты приходят со стороны сети Frame Relay, то станция извлекает из них пользовательские данные и инкапсулирует их в пакет данных X.25. Этот пакет передается по логическому каналу в сети X.25 — либо существующему на данный момент, либо вновь установленному между станцией и заданным узлом.

Как можно видеть, станция типа FRX работает в качестве шлюза между сетями разных типов и является окончательным устройством для каждой из сетей. Как частные случаи, возможен обмен данными между двумя сетями X.25 через сеть Frame Relay или, наоборот, между двумя сетями Frame Relay через сеть X.25. В сочетании с другими возможностями устройств NSG возможны и более сложные решения, например, передача трафика Frame Relay *через* IP-сеть: Frame Relay-to-X.25-over-TCP/IP.

При использовании станций типа FRX необходимо помнить, что механизмы контроля ошибок и обеспечения целостности данных, имеющиеся в сети X.25, за пределами этой сети не действуют и, следовательно, надежность и устойчивость соединения ограничиваются возможностями сети Frame Relay; с другой стороны, быстродействие соединения, как правило, ограничивается сетью X.25. Кроме того, имеются ограничения, связанные с максимальной длиной пакета Frame Relay — 1600 байт.

§1.3.5. Anti-PAD

Режим Anti-PAD предназначен для подключения терминальных устройств, оснащенных встроенными PAD, к сети, которая уже предлагает сервис PAD (и только PAD). Такая задача типична для случая постепенной модернизации или расширения парка терминального оборудования, когда радикальная перестройка сети в соответствии с особенностями новых терминалов невозможна или нецелесообразна, либо для подключения через сеть X.25 общего пользования. Порт, подключенный к устройству, конфигурируется для работы в режиме X.25, а порт, подключенный к сети — в режиме Anti-PAD.

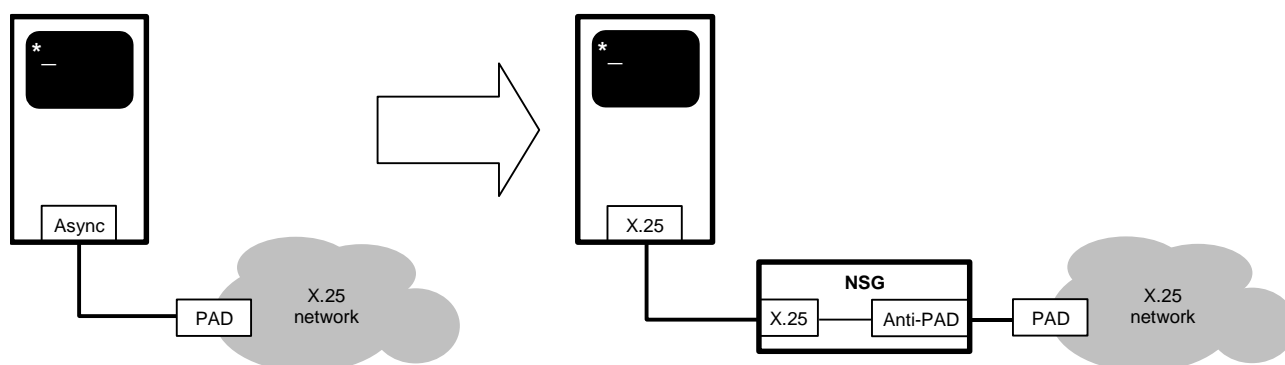


Рис. 8. Применение устройства Anti-PAD при модернизации терминального оборудования

В сочетании с технологией ХоХ этот режим позволяет решить и более сложную задачу, а именно, установить неограниченное число логических соединений X.25 по одной асинхронной линии, работающей в режиме PAD.

§1.3.6. Multi-PAD

Режим Multi-PAD представляет собой расширение возможностей обычного PAD и позволяет передавать в сеть X.25 одновременно несколько неструктурированных потоков данных по одной асинхронной линии связи. Эти потоки разбиваются на пакеты при помощи фирменного протокола, построенного на основе SLIP. Протокол несложен в реализации и открыт для сторонних разработчиков. В заголовке каждого пакета содержится уникальный идентификатор, позволяющий определить, к какому из исходных потоков относится данный пакет. На стороне пользователя такое преобразование осуществляется заказным приложением, разработанным в соответствии с потребностями данного заказчика. На стороне сети устройство NSG разбирает входящий асинхронный трафик на отдельные потоки, преобразует их в пакеты X.25 согласно заданным профилям PAD, и передает в сеть. При этом для каждого из первоначальных потоков устанавливается свой логический канал X.25.

§1.3.7. Voice-over-IDSL

Технология NSG для передачи голоса и данных по одной медной паре сочетает в себе элементы IDSL и ISDN. Для передачи данных используются оба В-канала соединения IDSL с суммарной скоростью 128 Кбит/с. При активации голосового канала (поднятии трубки на телефонном аппарате, поступлении входящего звонка) один из В-каналов автоматически перераспределяется для передачи голоса, в то время как передача данных продолжается по другому каналу со скоростью 64 Кбит/с. После окончания телефонного разговора скорость передачи данных восстанавливается. Схематически это решение показано на рис. 10.

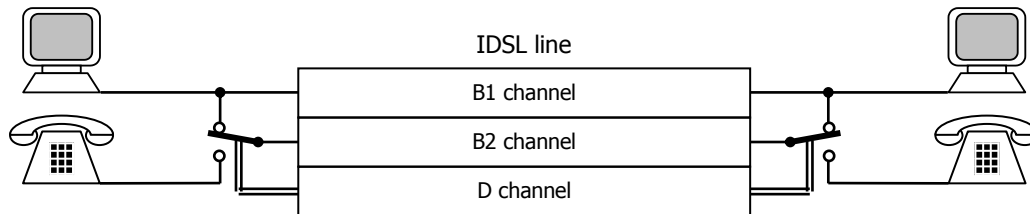


Рис. 9. Интеграция голоса и данных на линии IDSL

Устройства VoIDSL оснащены аналоговыми телефонными портами FXS/FXO и могут образовывать либо телефонную мини-сеть на 2 аппарата (FXS–FXS), либо прозрачный удлинитель телефонной линии (FXS–FXO). Технология VoIDSL поддерживается абонентскими маршрутизаторами NSG–504/Voice и серверами доступа NSG–800/maxI (снят с производства), NSG–800/maxU (в разработке). Учитывая назначение этих устройств, основные применения VoIDSL состоят в следующем:

- Подключение телефона прямой связи с оператором службы поддержки ("горячей линии"), установленного при банкомате.
- Подключение удаленного рабочего места или небольшого филиала к локальной сети и УАТС (см. рис. 11).
- Предоставление услуг передачи голоса и данных в данных в районах с протяженной и слабо развитой кабельной сетью (сельская местность, сложившаяся жилая застройка и т.п.)
- Управление технологическим оборудованием на удаленных площадках с встроенным голосовым каналом, особенно в тех случаях, когда требуется только эпизодическая связь с выездными бригадами на необслуживаемых площадках.

Большая дальность, обеспечиваемая технологией IDSL, позволяет эффективно применять данную технологию для информатизации сельских населенных пунктов, промышленных площадок и протяженных технологических систем.

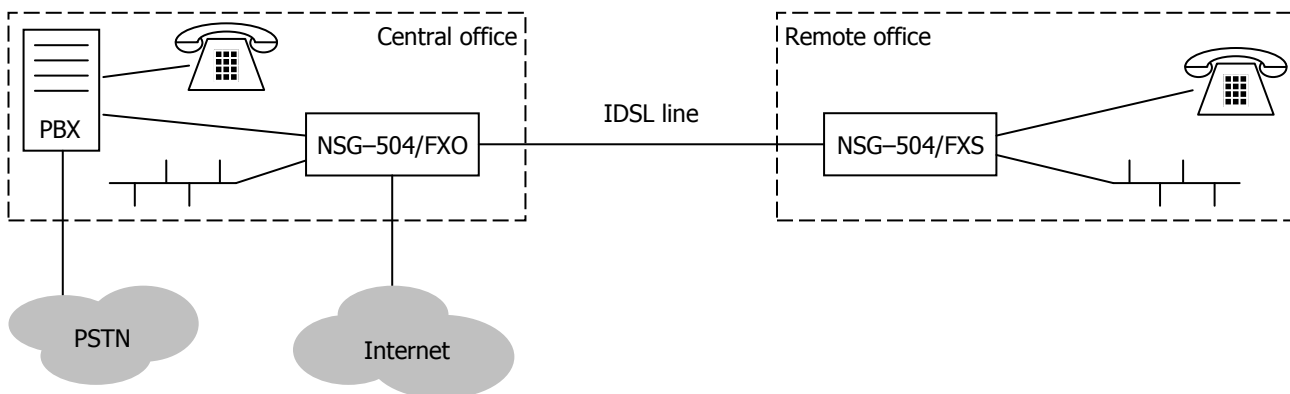


Рис. 10. Подключение удаленного филиала к офисной сети по IDSL с поддержкой голоса

Другая важная особенность VoIDSL состоит в том, что передача голоса производится без сжатия и без потери качества — используется только ИКМ-модуляция, как и в обычных наземных телефонных сетях. Хотя такое решение выглядит весьма расточительным по отношению к полосе пропускания, оно имеет и положительную сторону: голосовое соединение не страдает от ограничений, присущих IP-телефонии и другим подобным решениям, и может быть проклучено дальше в сеть IP-телефонии, междугородный канал с высокой степенью сжатия и т.п. (В тех случаях, когда голос сжимается с потерей качества, повторное сжатие редко приносит удовлетворительный результат.) Таким образом, технология передачи голоса на участке местного доступа в данном случае никак не связана с технологиями, применяемыми внутри сети оператора и между операторами.

§1.3.8. Статическая IP-коммутация

Термин "IP-коммутация" представляет собой весьма общее понятие, которое использовалось в разное время и разными производителями в различных, не связанных между собой значениях, поэтому следует уточнить его смысл применительно к продукции NSG.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ В устройствах NSG и в данной документации статической IP-коммутацией называется пересылка пакетов с одного IP-интерфейса на другой по заданному набору правил.

По существу, статическая IP-коммутация представляет собой расширенный вариант фильтрации пакетов: помимо того, что входящий пакет может быть пропущен или заблокирован, он может быть направлен на заданный интерфейс. Некоторые производители используют для такого алгоритма термин *IP Bridging* или производные от него.

Правила коммутации, как и остальные фильтры, могут включать номер IP-интерфейса, с которого получен пакет, адрес источника и/или назначения, номера портов TCP/UDP и тип пакетов ICMP. Они входят в общую таблицу фильтров и рассматриваются наряду с остальными фильтрами, в порядке убывания приоритета. Таким образом, статическая IP-коммутация может рассматриваться и как вариант статической маршрутизации, осуществляемой не по IP-адресу назначения, а по иным вышеперечисленным критериям.

Правила коммутации являются односторонними, т.е. если установлено правило "пересылать пакеты с интерфейса А на интерфейс В", то оно никак не определяет пересылку пакетов, поступающих с интерфейса В. Для двусторонней коммутации интерфейсов необходимо установить два правила, определяющие передачу пакетов в том и другом направлениях.

Применение статической IP-коммутации, как правило, целесообразно только в том случае, если она определена согласованным образом на всех смежных устройствах сети. Однако в определенных ситуациях она может быть полезна и при использовании на одном устройстве. Например, трафик некоторой приоритетной подсети или хоста может быть направлен по отдельному виртуальному каналу Frame Relay или физическому каналу — более быстродействующему, надежному, или менее загруженному.

§1.3.9. Удаленные порты Ethernet

В сочетании с мультипротокольными маршрутизаторами NSG могут использоваться недорогие неуправляемые абонентские окончания серии NSG-50. Данные устройства аппаратно реализуют инкапсуляцию Ethernet-over-SDSL и, таким образом, позволяют транслировать кадры Ethernet по синхронным каналам WAN. На стороне центрального маршрутизатора NSG в этом случае порт оснащается модулем IM-SDSL *h/w ver.2* и настраивается с физическим интерфейсом IF:SDSL и типом Ethernet (TY:ETH). В совокупности интерфейсный модуль и устройство NSG-50 образуют "удаленный порт" Ethernet центрального маршрутизатора.

ВНИМАНИЕ Режим работы Ethernet-over-SDSL поддерживается только следующими аппаратными продуктами и модификациями:

- Модулями IM-SDSL *h/w ver.2* (обр. 2006 г. и позже)
- Шасси NSG-800, NSG-900 (все порты)
- Шасси NX-300/4W-2 (порт 0) и NX-300/2WL (порт 1)
- Шасси NSG-700/4AU, NSG-700/8A, NSG-700/12A (порт s1)

Данный режим не поддерживается модификацией IM-SDSL *h/w ver.1*, никакими шасси серий NSG-5xx и NPS-7e, а также неуказанными шасси и портами NX-300.

Устройства NSG-50 могут также использоваться в качестве моста для объединения двух локальных сетей на канальном (втором) уровне по схеме "точка-точка".

ПРИМЕЧАНИЕ Используемая инкапсуляция Ethernet-over-SDSL является фирменной и не совместима с продуктами других производителей.

Инкапсуляция Ethernet-over-HDLC, совместимая с продуктами других производителей, реализована в программном обеспечении NSG Linux для всех типов синхронных физических интерфейсов.

§1.4. Общие указания по конфигурированию устройств NSG

Как можно видеть, маршрутизаторы NSG имеют весьма сложную внутреннюю архитектуру, и для их правильной настройки необходимо, в первую очередь, четкое представление о том, какие операции и в какой последовательности должны быть произведены с пользовательскими данными. Общая задача настройки устройств разбивается в этом случае на ряд более или менее изолированных задач, например:

- Установить общие системные параметры (пароль, системное время, SNMP-управление и т.п.)
- Настроить физические порты и убедиться в работоспособности соединений на физическом уровне. (Например, при помощи генератора тестового трафика или кольцевого теста.)
- Сконфигурировать станции и IP-интерфейсы.
- Сконфигурировать подсети IP на каждом из интерфейсов и убедиться, что каждый из интерфейсов доступен для других хостов своей подсети. (Процедура ring успешно выполняется как с маршрутизатора на другие компьютеры, так и в обратном направлении.)
- Настроить параметры и составить таблицы статической маршрутизации, NAT, установить постоянные виртуальные соединения.
- Настроить маршрутизацию на всех смежных узлах. (В частном случае локальной сети — установить IP-адрес маршрутизатора в качестве шлюза по умолчанию на всех пользовательских компьютерах.)
- Настроить каждый из дополнительных сервисов: фильтрацию, сбор статистики, аутентификацию и авторизацию, входящие/исходящие соединения по требованию и т.п.

Выполнять эти процедуры рекомендуется поочередно от физического уровня к прикладному и к дополнительным сервисам. В этом случае результат каждого следующего шага будет однозначно виден как дополнение к уже настроенным объектам и процедурам.

Все устройства NSG рассчитаны на длительную (круглосуточную и круглогодичную) эксплуатацию в необслуживаемом режиме. По этой причине все аппаратные органы управления (переключатели, тумблеры и т.п.) сведены в их конструкции к минимуму, а все имеющиеся функции программного управления равно доступны как с локальной консоли, так и с удаленной административной станции в сети IP, X.25 или Frame Relay. Тем не менее, светодиодная индикация позволяет судить о состоянии физических соединений и наличии трафика в них. В дополнение к функциям передачи данных, программное обеспечение NSG имеет встроенные средства для трассировки физических портов и вывода отладочных сообщений различных подсистем.

Приложение 1–А. Поддерживаемые стандарты и спецификации

Физические интерфейсы

DTE/DCE	ITU–T V.24, V.35 TIA/EIA RS–232, RS–485, RS–530 ITU–T X.21
xDSL и модемы для физических линий	IDSL ITU–T G.961 MDSL фирменная спецификация Level One SDSL фирменная спецификация Conexant SRM фирменная спецификация Mitel SHDSL ITU–T G.991.2, Annex A, Annex B
Цифровая плезиохронная иерархия	ITU–T G.703, G.704, G.706, G.732, G.823
Ethernet 10Base–T, 10/100Base–T	IEEE 802.3
GSM/GPRS	ETSI GSM Phase 2+ 900/1800 МГц
CDMA	CDMA 2000 1X 450 МГц

Стек TCP/IP

IPv4	IETF RFC–791
IP over Ethernet	IETF RFC–894, RFC–1042
IP over Cisco–HDLC	фирменная спецификация Cisco Systems
IP over PPP	IETF RFC–1332, RFC–1661
IP over SLIP	IETF RFC–1055
IP over Frame Relay	IETF RFC–1490 фирменная спецификация Cisco Systems
IP over X.25	IETF RFC–1356
Async PPP over X.25	прозрачная передача
PPP over Ethernet	IETF RFC–2516
TCP	IETF RFC–793
UDP	IETF RFC–768
ICMP	IETF RFC–792
RIPv1	IETF RFC–1058
NAT	IETF RFC–1631
ARP	IETF RFC–826
DNS (клиент)	IETF RFC–883
BOOTP (ретранслятор)	IETF RFC–951
DHCP (ретранслятор)	IETF RFC–1542
Telnet (клиент и сервер)	IETF RFC–854
SNMPv1, MIB II	IETF RFC–1156, RFC–1157, RFC–1158
HTTPv1	IETF RFC–1945
TFTP (клиент)	IETF RFC–1350
SNTP (клиент)	IETF RFC–1361

Стек Frame Relay

Коммутация Frame Relay PVC	}	ITU-T X.36, X.76
Интерфейсы DTE/DCE/NNI		
Механизмы QoS (CIR, BC, BE)		
Управляющие протоколы		ITU-T Q.933 Annex A ANSI T1.617 Annex D LMI
MultiLink Frame Relay		фирменная спецификация NSG
Frame Relay-over-Ethernet		фирменная спецификация NSG

Стек X.25

Коммутация X.25	ITU-T X.25
Адресация X.25	ITU-T X.121
PAD	ITU-T X.3, X.28, X.29
X.25-over-TCP/IP (XOT)	IETF RFC-1613
X.25-over-Frame Relay	ANSI T1.617a Annex G
X.25-over-Ethernet (XoE)	фирменная спецификация NSG
X.25-over-X.25 (XoX)	фирменная спецификация NSG
Сжатие трафика X.25	фирменная спецификация NSG, BSD compression
Передача пакетного трафика X.25 по асинхронным линиям (Anti-PAD)	фирменная спецификация NSG
Многоканальный асинхронный порт (Multi-PAD)	фирменная спецификация NSG

Аутентификация, авторизация и статистика

PAP (клиент и сервер)	IETF RFC-1661
CHAP (клиент и сервер)	IETF RFC-1661, RFC-1994
RADIUS (клиент)	IETF RFC-2138, RFC-2139
TACACS+ (клиент)	фирменная спецификация Cisco Systems
Вывод статистики X.25	фирменная спецификация Motorola/VanguardMS

Другое

Voice over IDSL	фирменная спецификация NSG
Передача пакетного трафика общего вида по сети Frame Relay	фирменная спецификация NSG
Передача неструктурированного асинхронного трафика по сети Frame Relay	фирменная спецификация NSG
Трансляция сигналов асинхронного интерфейса по сети Frame Relay	фирменная спецификация NSG
Трансляция кадров Ethernet по каналу WAN "точка-точка" (xDSL, E12, E1, etc.)	фирменная спецификация NSG
Дискретный ввод-вывод	фирменная спецификация NSG
RDI (Radio Data Interface)	фирменная спецификация Ericsson
Интерфейс C-ИИ	ГОСТ 27232-87