



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СЕТЯМИ SDH

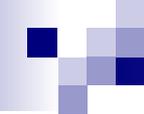
Общие положения

В настоящей главе обращено внимание на требования, возможной архитектуры, функционировании и других вопросах построения разных видов систем управления, соответствия задачам, обеспечение которых возложено на основные виды сетей телекоммуникаций, которые составляют национальную сеть телекоммуникаций общего пользования на основе транспортных сетей, построенных с использованием технологий синхронной цифровой иерархии SDH.

Основные требования к построению системы управления транспортными сетями SDH

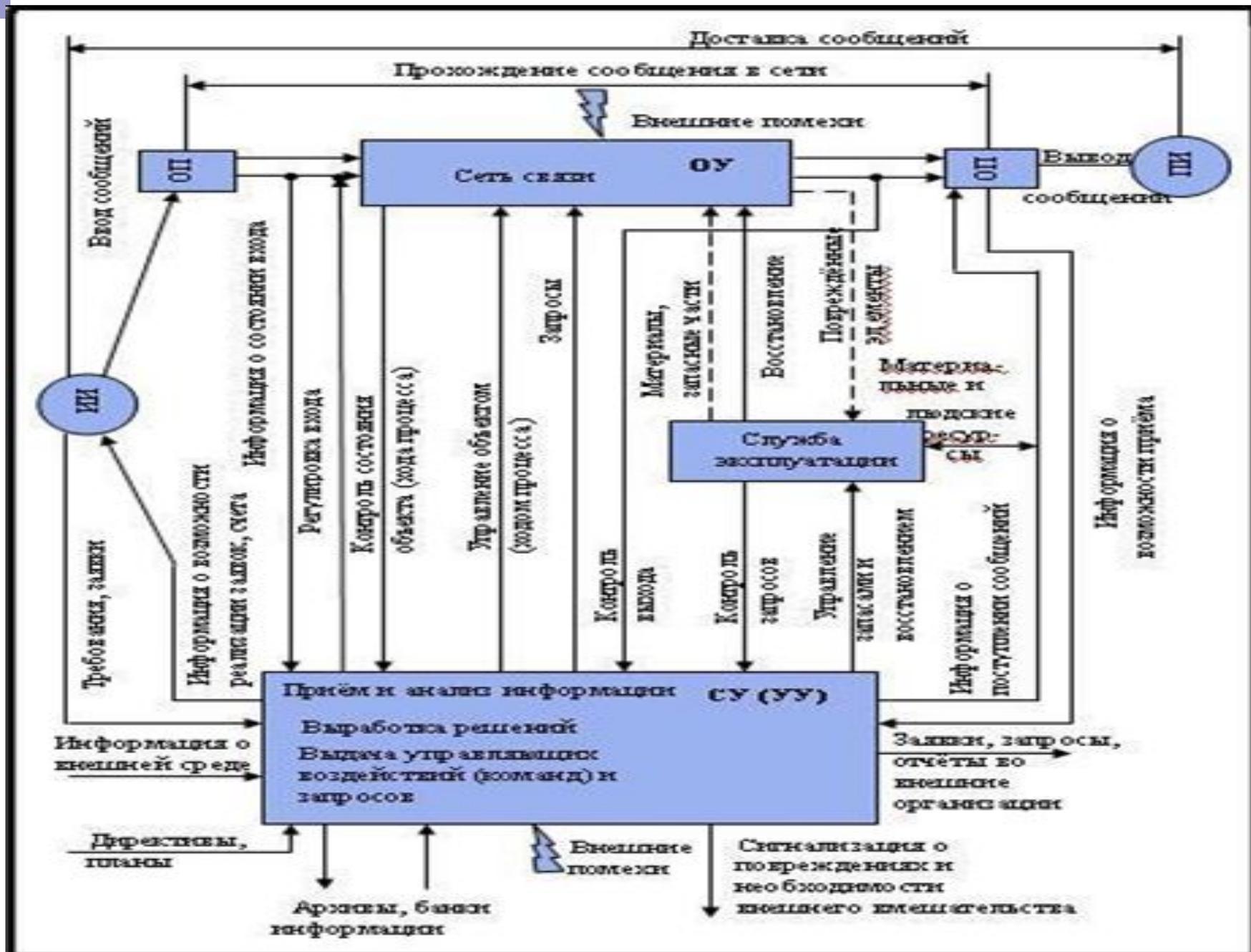


Цифровая магистральная сеть SDH



Система управления цифровой магистральной сетью (СУ ЦМС), которая строится с использованием технологии SDH , входит в общую систему управления сетями телекоммуникаций, в рамках TMN, которая состоит из автоматизированных систем управления отдельными видами сетей. Взаимодействие между этими системами должно осуществляться на уровнях главного или национального центров управления.

Таким образом, создана операционная система общесетевого уровня OS СУ ЦМС, которая обеспечивает автоматизированное управление всей сетью SDH (или совокупностью фрагментов), а также разрешает объединить в управлении существующие аналоговые магистральные сети и сети, построенные по технологии PDH.



Система связи

Система управления

Система принятия решений

Интерфейс взаимодействия

Система технологической эксплуатации

Под-система контроля

Под-система измерения

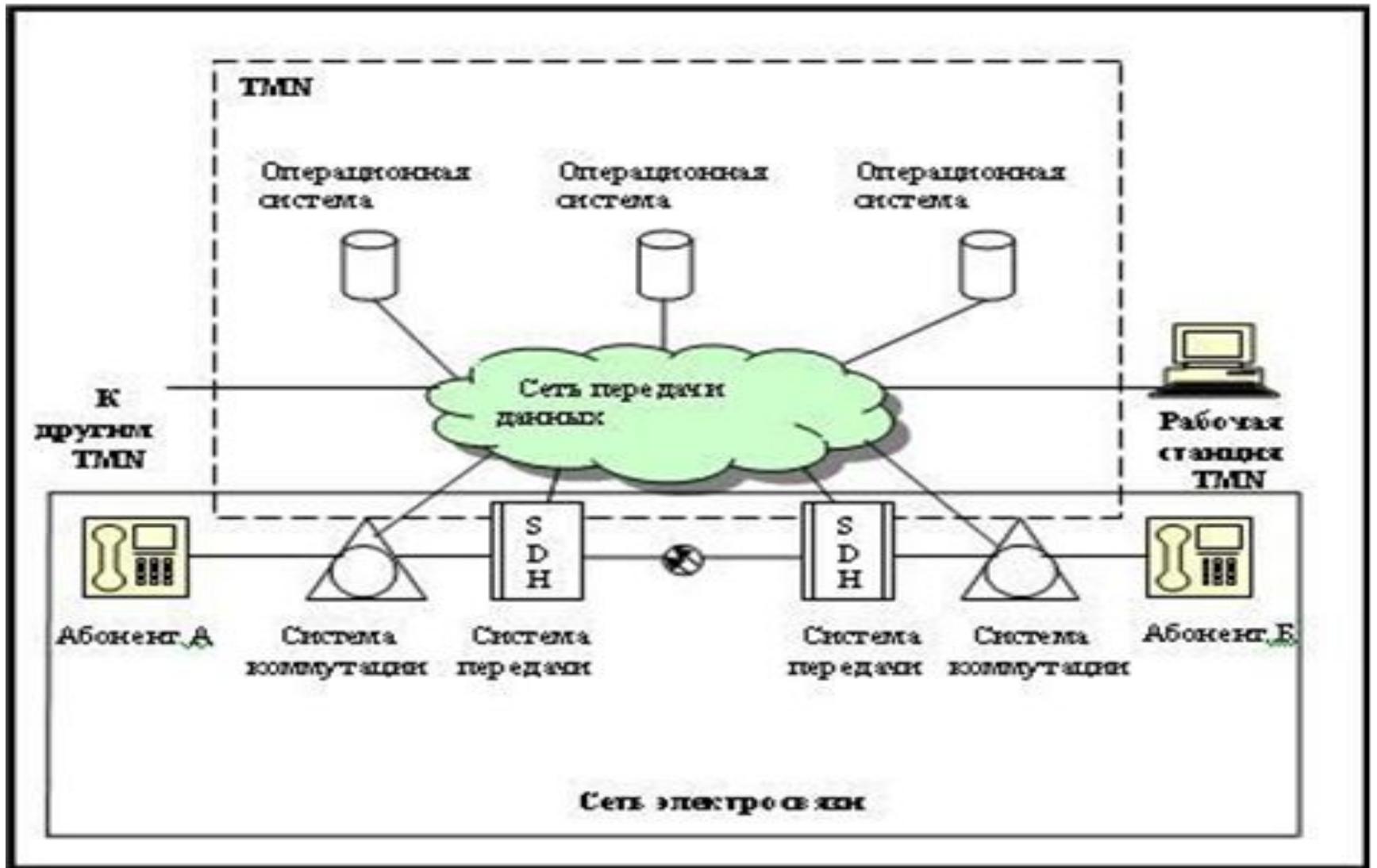
Под-система восстановления и ремонта

Под-система резервирования

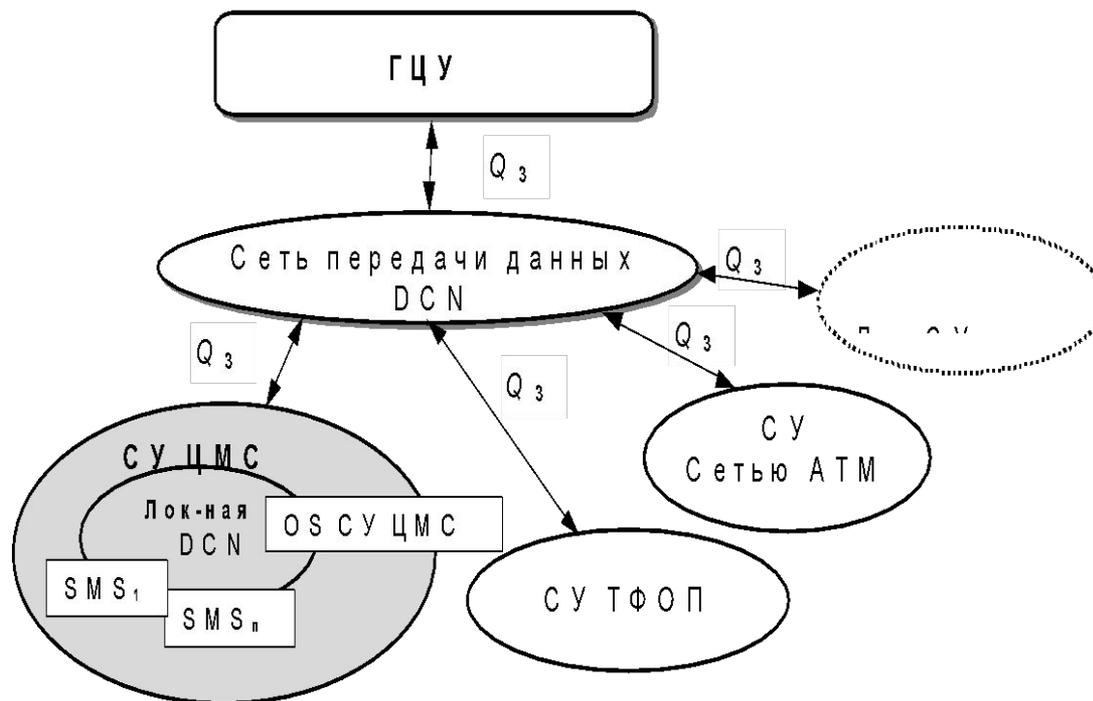
Под-система расчёта

Интерфейс взаимодействия

Сеть связи



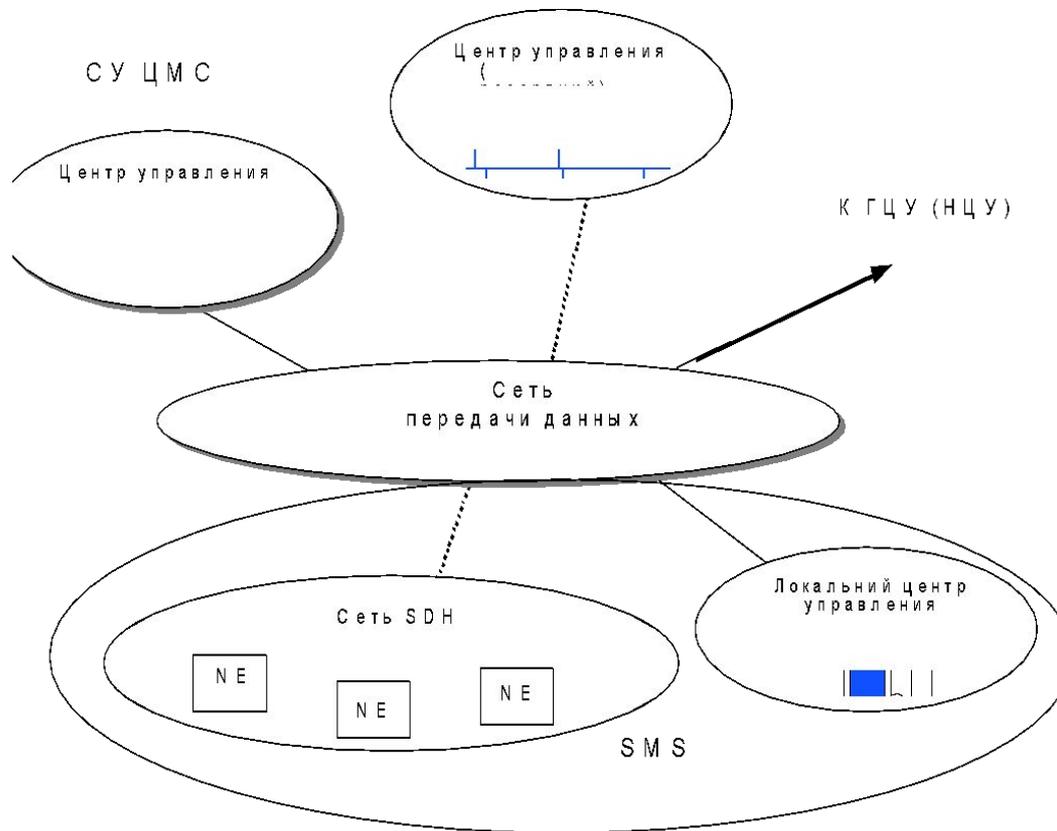
Архитектура сети управления



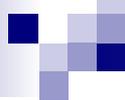
Взаимодействие СУ ЦМС (SDH) с общей структурой системы управления сетями телекоммуникаций



Система управления TC SDH состоит из центра управления (основного и, с целью безопасности, - резервного) и локальных центров управления, объединенных сетью передачи данных. Центр управления СУ ЦМС может управлять элементами сетей не непосредственно, а через локальные центры, которые обеспечивают управление элементами фрагментов сетей в границах подсистемы SMS.



Модель системы управления сетью SDH



Создаваемые центры управления должны быть соединенным несколькими независимыми путями, чтобы обеспечить надежность передачи информации управления. Можно, например, дополнительно создать постоянный канал типа (пункт-пункт), между центрами управления.

Стандарт для протоколов уровней 1-3 OSI/ISO является эластичным и допускает возможность многих решений вариантов протоколов. Эти решения представлены в форме ISP (International Standard Profiles).

На транспортном уровне OSI/ISO имеется возможность работы, как с прямыми соединениями, так и без них. В случае отсутствия прямого соединения нужный транспортный протокол четвертого уровня (надежный протокол транспортного уровня). В случае прямого соединения не требуется применение транспортного протокола четвертого уровня, хотя он рекомендован.

На сеансовом уровне необходимо устройство ядра (kernel unit), а также дуплексное оснащение. На представительном уровне нужно лишь устройство ядра.



Представительный уровень должен реализовывать синтаксис ASN.1.

На прикладном уровне используются элементы услуг:

- элемент службы управления ассоциацией ACSE
- элемент службы общей информации управления CMISE

На сетевом уровне управления (network management layer) еще нет принятой и согласованной информационной модели. Работы над такой моделью проводятся в ETSI и ITU-T.

Функциональная модель транспортной сети и управления

Физическая сеть SDH состоит из таких элементов, как оконечное оборудование, регенераторы, кросс-коннекторы и т.п., соединенных между собой оптоволоконными кабелями в сеть ("решетчатую" или "кольцевую"). Благодаря стандартизации межуровневых стыков есть возможность проектировать и внедрять решения для любого уровня в отдельности. Раздел сети на уровни называется вертикальным делением. Он не зависит от сети управления, но используется при создании информационной модели сети управления. Каждый уровень сети также можно разделить на подуровни (sublayer).

Транспортная сеть SDH в рек. ITU-T G.803 разделена на три уровня (от наиболее низкого в иерархии к высшему):

- ❖ уровень транспортных средств (physical media layer);
- ❖ уровень трактов (path layer);
- ❖ уровень абонентских соединений (circuit layer).

Уровень абонентских соединений

Уровень орендованных линий

Уровень пакетной коммутации

Уровень каналов 64 кбит/с

Уровень трактов

Уровень трактов низкого порядка

Уровень трактов высокого порядка

Уровень средств передачи

Уровень секции мультиплексирования

Уровень секции регенерации

Уровень секции

Уровень физических средств

Уровень физ-ких средств

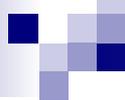
Модель уровней TC SDH

Уровень средств передачи - это сеть физических элементов SDH и соединений между ними. Распределяется на уровень секции (section layer) и уровень физических средств (physical media layer). Уровень секции отвечает за контроль соединений "пункт-пункт" между двумя смежными единицами оборудования SDH (отвечает потоку STMn SDH). Уровень секции разделенный на сегменты: регенерации и мультиплексирования.

Уровень трактов охватывает сеть логических соединений между отдельными функциональными единицами сети SDH и обеспечивает перенос информации между двумя произвольными узлами для сети соединений пользователя.

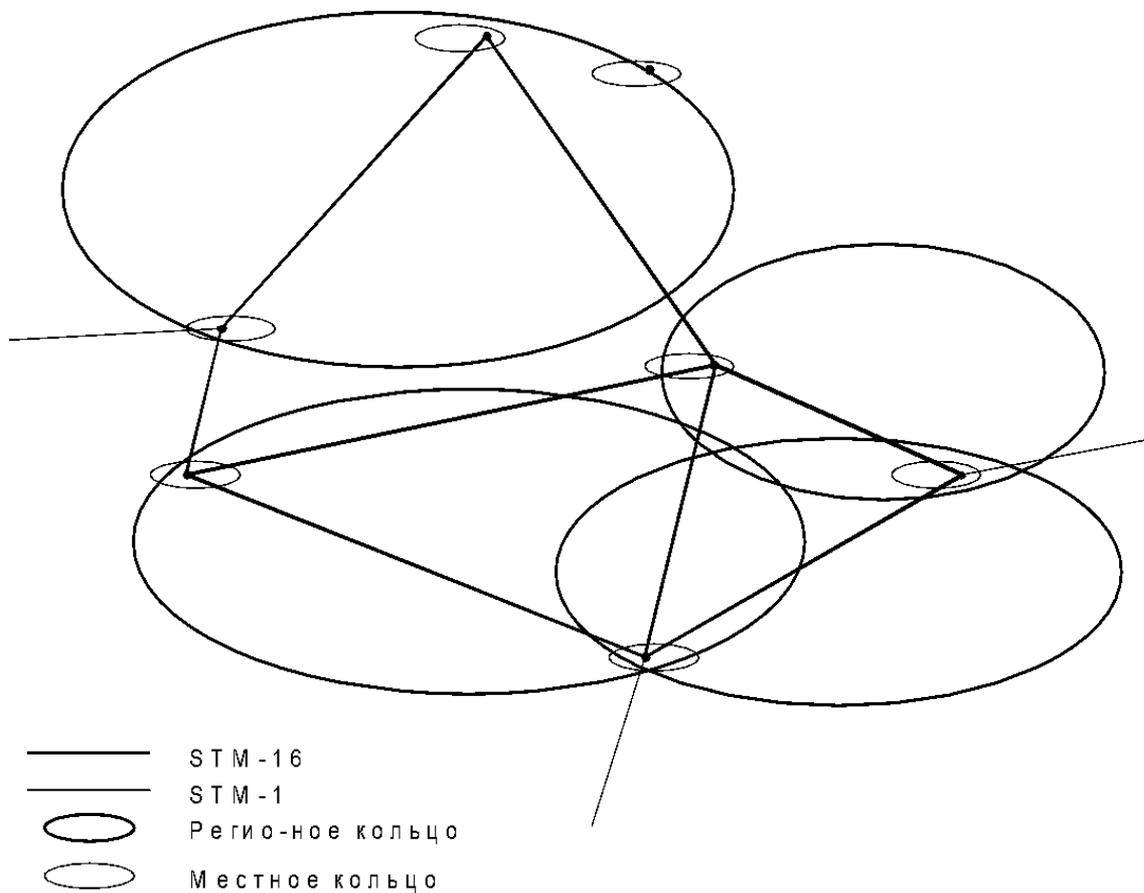
Уровень абонентских соединений - это сеть каналов пользователей, предназначенных для обеспечения услугами передачи информации. Например, каналы 2 Мбит/с телефонных станций или арендованных линий

Следует отметить разницу в делении транспортной сети на уровни и деления сетевого уровня на подсети. Раздел сети на уровне изменяется с изменением структуры сигнала, который передается, добавлением информации, битовым дополнением и т.д. (например, размещение виртуального контейнера VC-4 в структуре STM-1).



Как указано выше, транспортная сеть делится на несколько уровней. На любом уровне сеть имеет разный вид. Каждый уровень имеет свою функциональность и может быть, по выбору оператора условно разделяться на подсети независимо от других уровней.

Функциональность сети, не связана с географией, однако удобно размещать элементы сети на фоне географической карты с привязкой к конкретному маршруту, направлению, региону и т.п., благодаря чему оператор может, например, более быстро локализовать ресурсы сети или определить, из какого ближайшего пункта эффективнее направлять ремонтную бригаду для устранения повреждений. При этом не обязательно разделять сеть на подсети. Вместе с тем, разделение намного упрощает управление транспортной сетью поскольку позволяет в конкретной ситуации сосредоточиться на существенных в данный момент деталях повреждений.



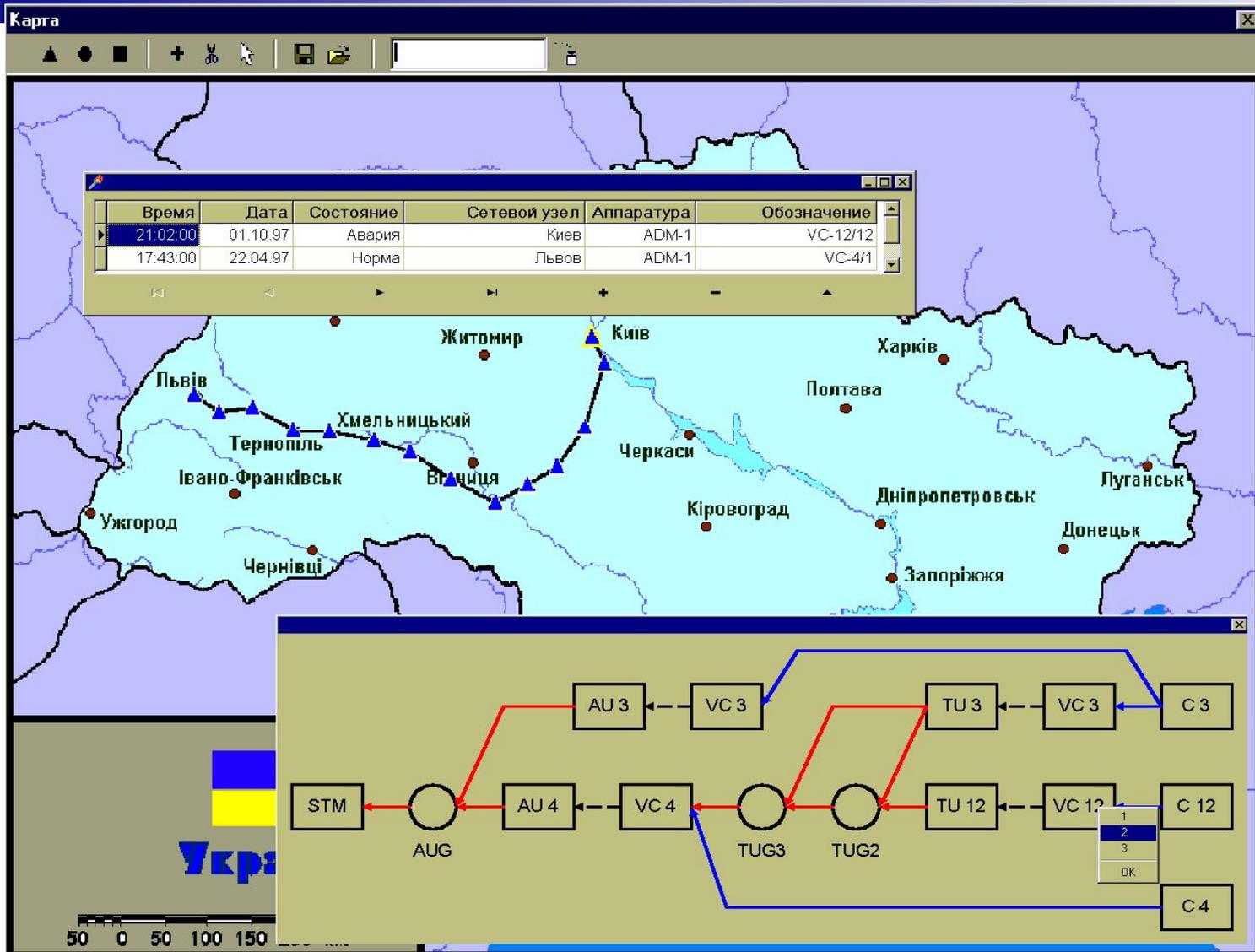
Модель простой сети SDH

Основные уровни и функции транспортной сети SDH

• Уровень пользователя	• Уровень сервера	• Соответствие рекомендациям	• Информация о характеристике уровня клиента
• 1554 kbit/s asynch	• VC-11 path	• G.709	• 1554 kbit/s □ 50 ppm
• 1554 kbit/s bit synch	• VC-11 path	• G.709	• 1554 kbit/s nominal
• 1554 kbit/s byte synch	• VC-11 path	• G.709	• 1554 kbit/s nominal G.704 octet structured
• 2048 kbit/s asynch	• VC-12 path	• G.709	• 2048 kbit/s □ 50 ppm
• 2048 kbit/s bit synch	• VC-12 path	• G.709	• 2048 kbit/s nominal
• 2048 kbit/s byte synch	• VC-12 path	• G.709	• 2048 kbit/s nominal G.704 octet strctred
• 6312 kbit/s asynch	• VC-2 path	• G.709	• 6312 kbit/s □ 30 ppm
• 34 368 kbit/s asynch	• VC-3 path	• G.709	• 34 368 kbit/s □ 20 ppm
• 44 736 kbit/s asynch	• VC-3 path	• G.709	• 44 736 kbit/s □ 20 ppm
• 139 264 kbit/s asynch	• VC-4 path	• G.709	• 139 264 kbit/s □ 15 ppm
• B-ISDN ATM virtual path	• VC-4 or VC-4-4c (note)	• G.709	• 53-octrt cells
• VC-11 path	• VC-3 HO path or • VC-4 path	• G.709	• VC-11 + frame offset
• VC-12 path	• VC-3 HO path or • VC-4 path	• G.709	• VC-12 + frame offset
• VC-2 path	• VC-3 HO path or • VC-4 path	• G.709	• VC-2 + frame offset
• VC-3 LO path	• VC-4 path	• G.709	• VC-3 + frame offset
• VC-3 HO path	• STM-n section	• G.709	• VC-3 + frame offset
• VC-4 path	• STM-n section	• G.709	• VC-4 + frame offset



На уровне средств передачи видна физическая структура сети SDH, можно также различать решетчатые и кольцевые соединения. На этом уровне можно увидеть все оснащение SDH и связь между ним. Уровень средств передачи делится на два подуровня: подуровень секции регенерации и подуровень мультиплексирования. Далее приведен пример изображения фрагмента сети SDH на экране монитора оператора СУ ЦМ



Пример изображения сети на экране монитора



На уровне физических средств передачи, национальную подсеть можно разделить на местные подсети и региональные подсети. Региональную подсеть можно разделить на региональное кольцо и местные подсети. Местные подсети можно разделить на подсети местных колец и подсети узлов (станций) связи, а в этих последних можно изображать отдельное оборудование SDH.

Основные задачи системы управления

ТС SDH

Физически транспортная сеть SDH состоит из активных элементов SDH (мультиплексоров ADM, кросс-коннекторов DXC и т.п.) вместе с набором соединений между ними, реализованных с помощью световодов и электрических проводов. Это наиболее низкий уровень этой модели, которая носит название канального уровня данных. На этом уровне доступны единые транспортные модули STM-n.

Модель состоит из следующих уровней абстракции:

- STM-n;
- VC-4;
- VC-12, VC-3;
- абонентский уровень (например, 2 Мбит/с).

Соединение между двумя элементами сети SDH называется **каналом**. Набор каналов, соединяющие два элемента, которые не имеют непосредственного соединительного канала, называют - **путь**. В модели сети OSI каналу на высшем уровне может соответствовать путь на низшем уровне.

Основные задачи системы управления сетью SDH:

- управление конфигурацией сети;
- управление соединениями и резервированием;
- управление событиями и авариями;
- сбор информации о работе сети;
- графическое изображение средств и работы сети.

Управление конфигурацией сети SDN

Управление конфигурацией сети можно разделить на три фазы:

❖ планирование

❖ построение

❖ эксплуатация

В фазе планирования сети оператор имеет возможность абстрактных соединений (созданий), составленных из объектов модели элементов сети. Возможно тестирование работы сети при дифференцированных конфигурациях без физических перемен в топологии сети. Это может выполняться на разных уровнях иерархии сети, то есть для уровня общенациональной сети, региональной, местной и так далее к уровню отдельных элементов.



В фазе построения сети возможное создание новой сети или подключение новых элементов к уже существующей. С этой целью система получает от средств управления информацию относительно их типа, количества и конфигурации а также кабельных соединений.

В фазе эксплуатации выполняются операции обслуживания.

Управление созданием соединений и резервированием сети SDH

Главной задачей системы управления сетью SDH является сложение и содержание логических соединений с очерченными приоритетами между конкретными пунктами (NE). В момент решения задачи на организацию соединения, система проверяет все возможные маршруты, их загрузку, и находит наиболее оптимальный.

Резервирование подразделяется на следующие виды:

- резервирование типа "1+1"
- резервирование типа "1:1"
- резервирование типа "1:N"

При таком виде резервирования сигнал одновременно передается двумя отдельными путями, а в конечном узле выбирается сигнал, который имеет лучшее качество. Принципиальным недостатком этого вида резервирования есть только частичное использование ресурсов сети.



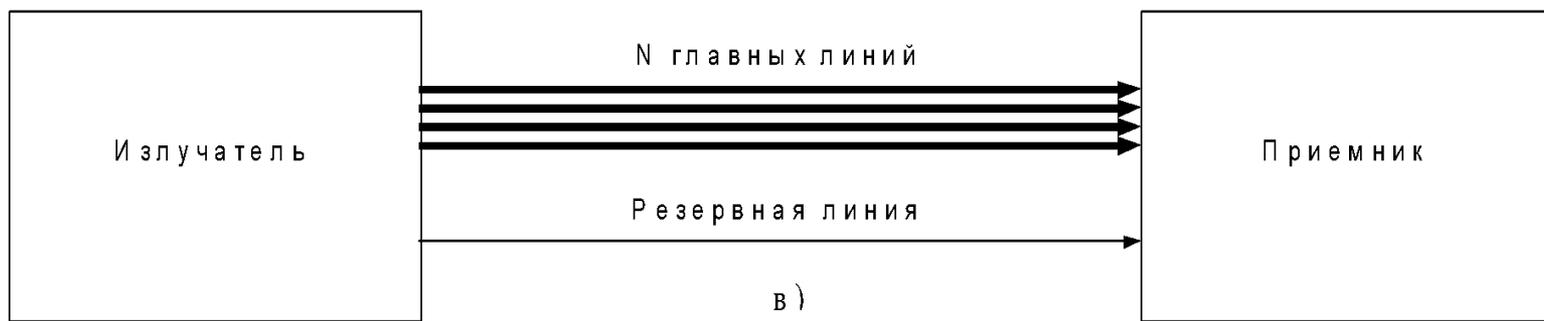
Резервирование типа "1+1"

При таком виде резервирования сигнал передается одним из двух возможных каналов (второй находится в резерве); переключение осуществляется в случае его аварии. Преимуществом этого типа резервирования есть лучшее использование ресурсов, поскольку резервный канал можно использовать для реализации соединений с низким приоритетом, недостатком – большой период переключения;



Резервирование типа "1:1"

В отличие от предшествующего вида резервирования здесь один резервный канал представляется группе из N главных каналов. Такое резервирование обеспечивает максимальное использование ресурса, но надежность соединения при этом ниже, чем в предшествующих видах.

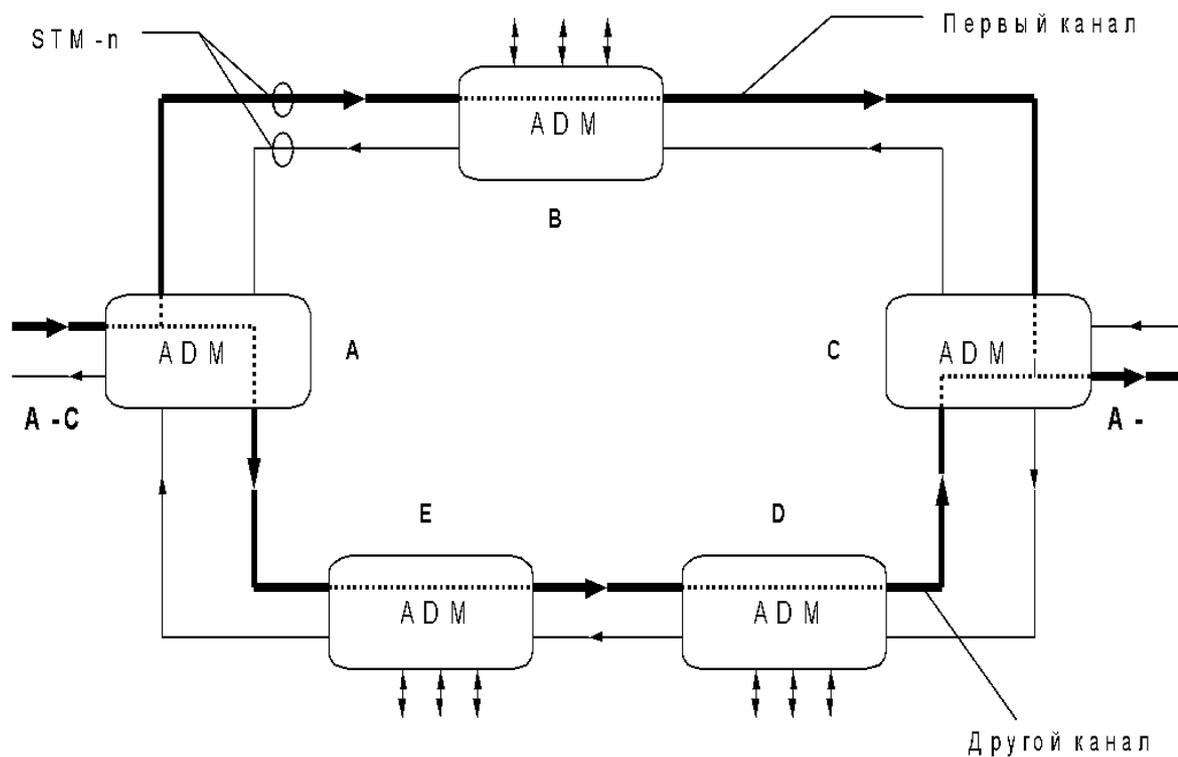


Резервирование типа "1:N"



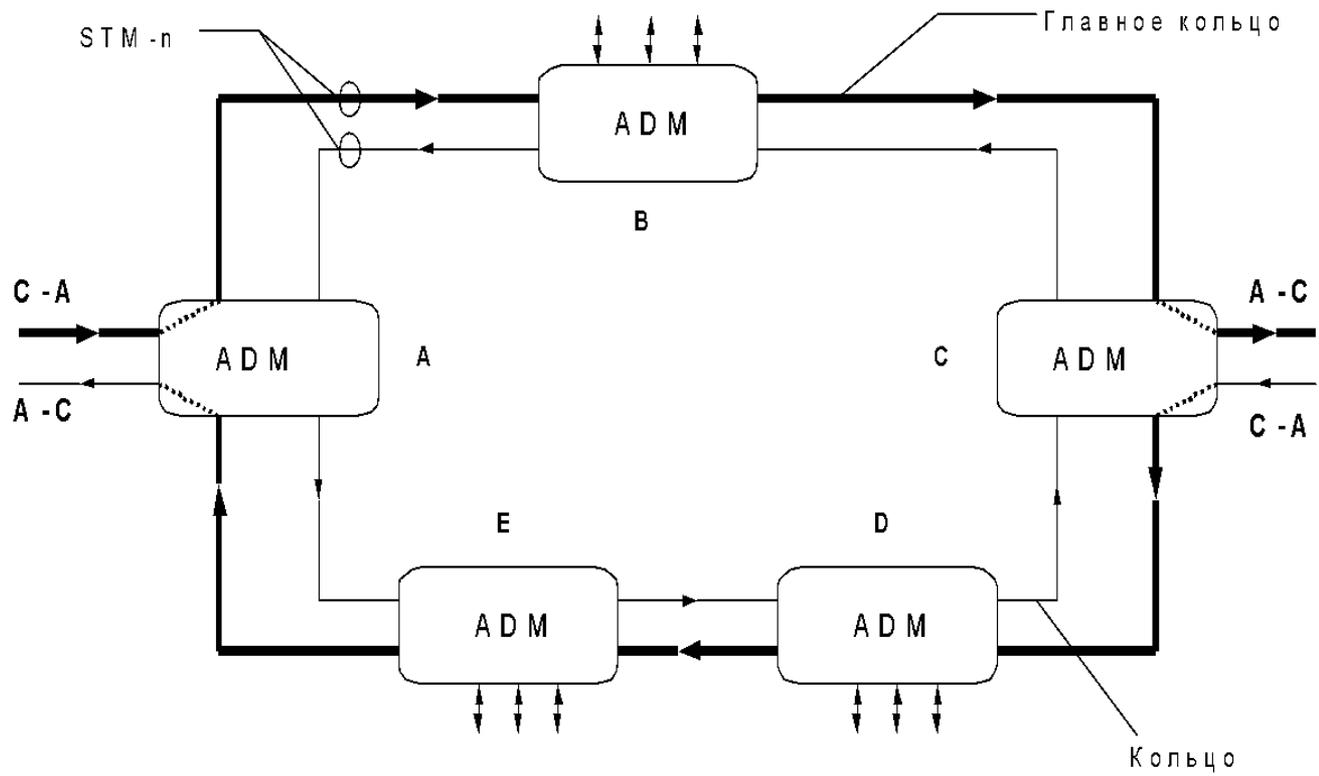
В сети решетчатой структуры соединения между отдельными узлами могут обеспечиваться в соответствии с общими схемами резервирования: "1+1", "1:1", "1:N".

В сетях с кольцевой структурой резервирование осуществляется согласно схемам резервирования ("1+1", "1:1", "1:N") и соответственно четыре способа, схемы которых изображены на рис. 4.8, 4.9, 4.11 и 4.12.

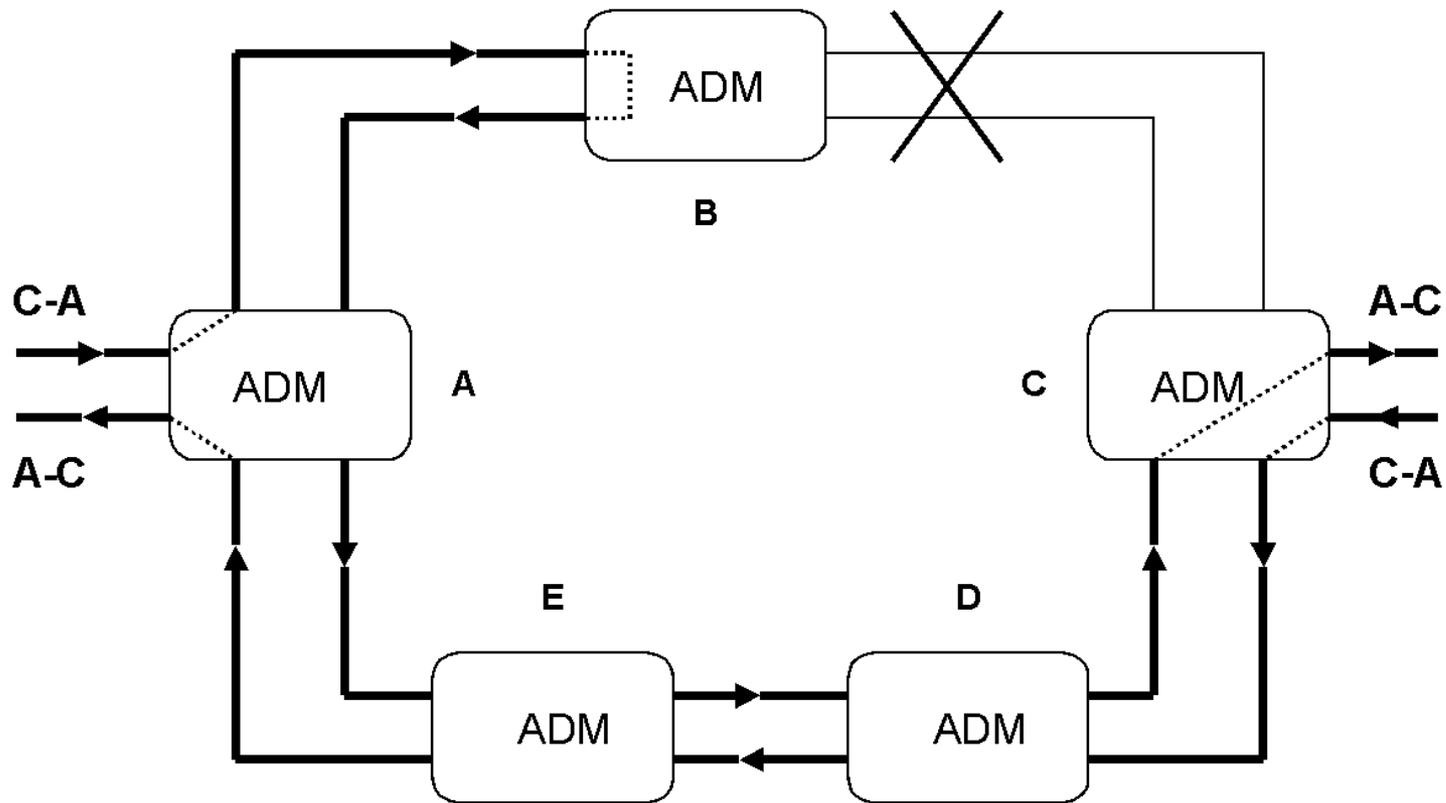


- Трасса сигнала от А
- Прохождения сигнала от А к С
- - - - Трасса сигнала от С

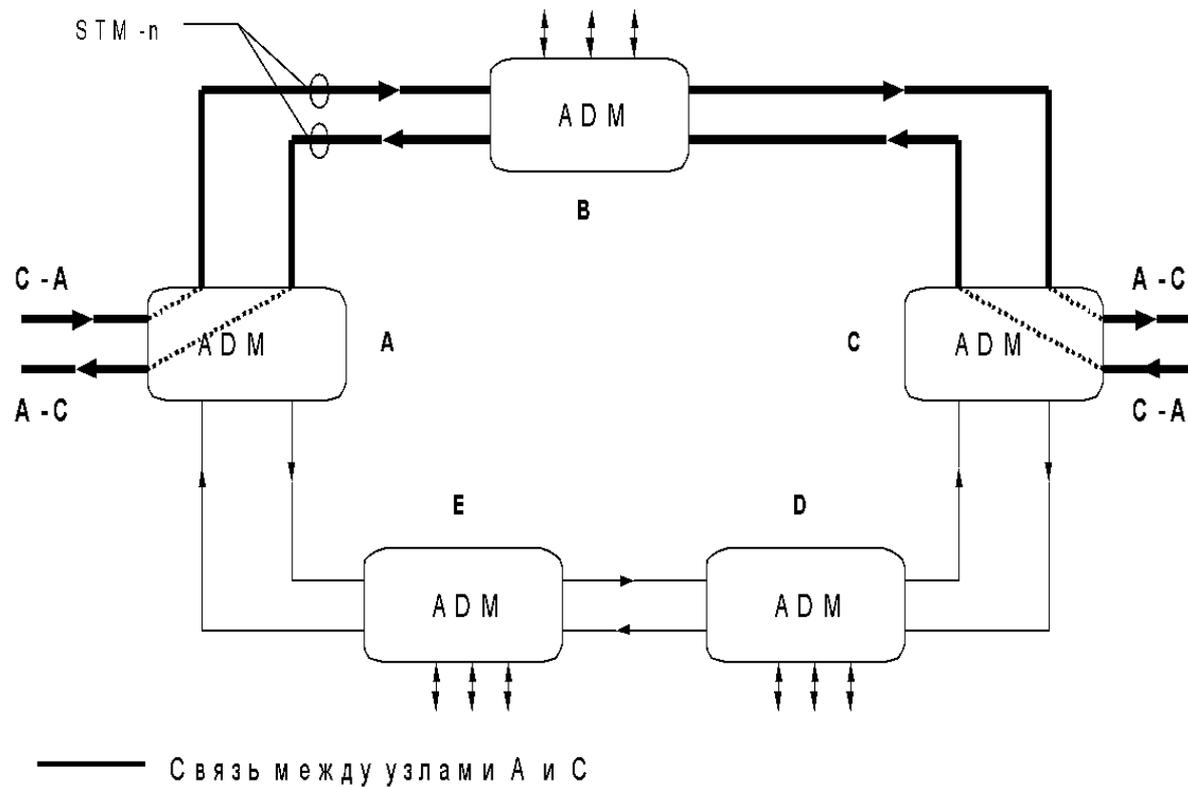
Кольцо USHR-PP



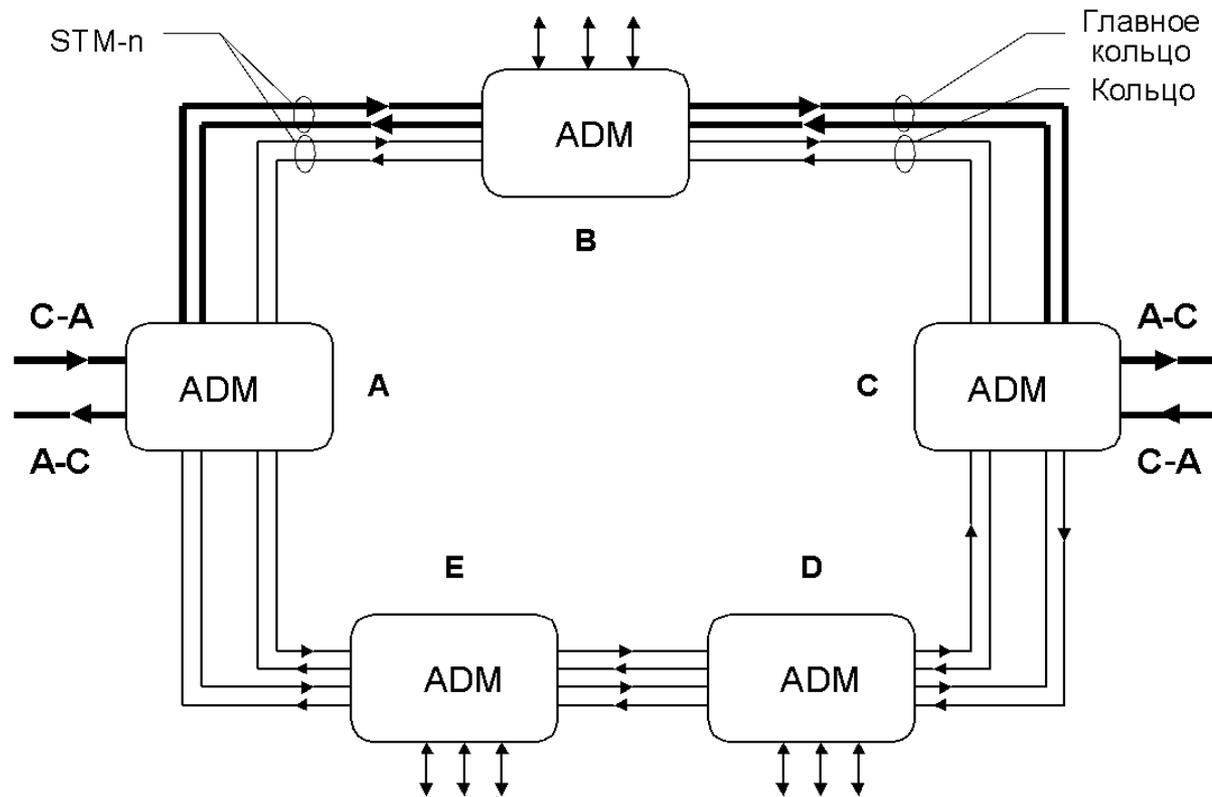
Кольцо USHR-LP



Реакция кольца USHR-LR на повреждение волокна



Кольцо BSHR-2



— Связь между узлами A и C

Кольцо BSHR-4

Методы управления событиями и устранением аварий

Сбор информации о качестве работы TC SDH

Система управления TC SDH накапливает информацию о работе сети и разносит ее в 24-часовые реестры базы данных. Общие сводные сведения о событиях, в том числе и об авариях, подаются оператору в определенном порядке, согласно принятым атрибутам.

Кроме накопления информации о событиях, которые возникают, оператор может активизировать контроль качества передачи, а также установить продолжительность этого контроля. Результаты регистрируются в соответствующих реестрах. Возможен контроль качества сети в реальном времени. Оператор получает фильтрованные данные, а критерий фильтрации может устанавливаться и модифицироваться оператором.

Системы управления накапливают также информацию относительно количества запросов на соединения, количество установленных соединений и их продолжительности.

Графическое отображение ресурсов и работы TC SDH

Система управления обеспечивает графическое представление текущего состояния действующей сети SDH, динамического изображения ее топологии, данных об ухудшении параметров и об авариях.

Программное обеспечение

Программное обеспечение системы управления транспортной сетью SDH делится на две, тесно связанные между собой части:

- программная платформа, которая предоставляет протоколы и стандартные графические визуальные элементы вместе с обслуживанием баз данных (например, Oracle);
- прикладные программы пользователя, введенные на данной платформе.

Анализ задач системы управления разрешает различать следующие программные модули:

- модуль, который отвечает за конфигурацию сети ("Config");
- модуль, который создает связи ("SetUp");
- модуль, который поддерживает обслуживание ("Maintenance");
- модуль, который обслуживает повреждения, сообщение и аварии ("Events");
- модуль, который регистрирует сообщение о повреждении, которые поступают ("Register");
- модуль, который собирает информацию о качестве соединений ("Info");
- модуль, который отвечает за графическое представление ("Graph").

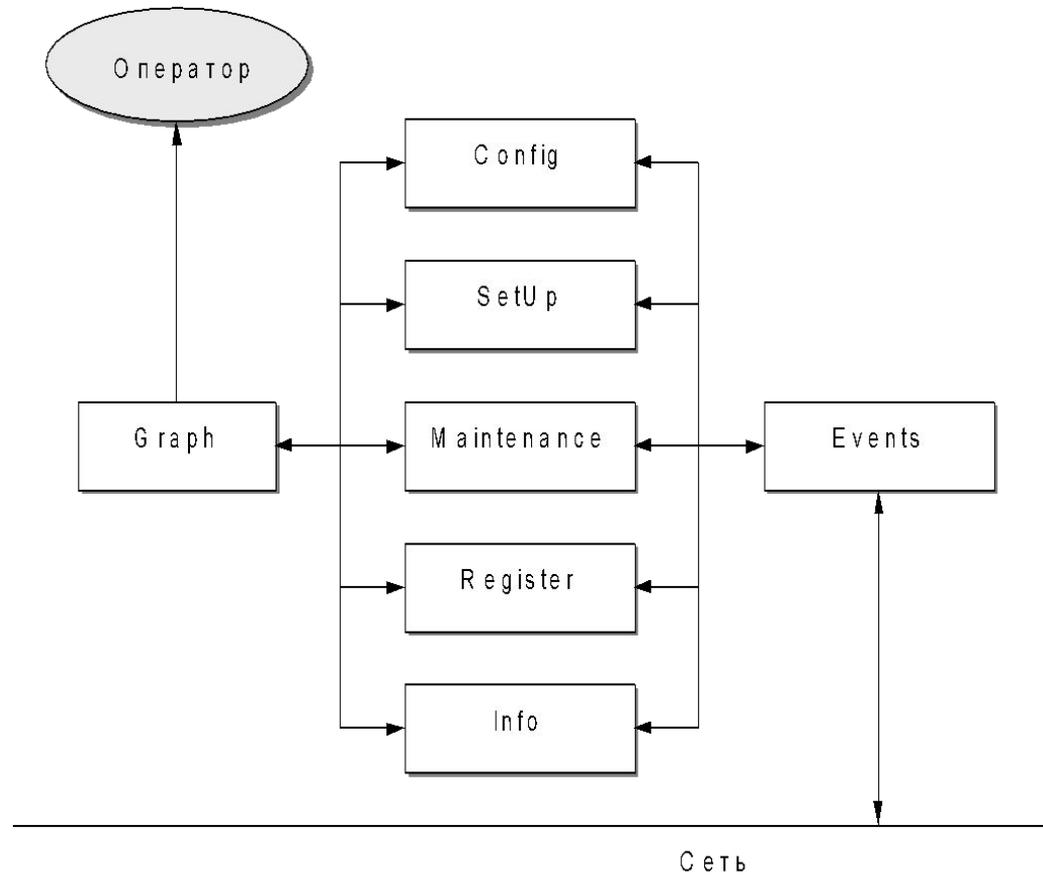


Схема взаимосвязи между программами модулями и системой управления сетью SDH

Структура информации в системе управления TC SDH

Система управления TC SDH оперирует большим количеством данных. Эти данные сохраняются в нескольких базах данных:

- ❖ базы данных конфигурации;
- ❖ базы данных активных логических соединений;
- ❖ базы данных мониторинга качества связи;
- ❖ базы данных регистрации работы сети;
- ❖ базы данных пользователей системы управления сетью.
- ❖ В базах данных конфигурации находится информация об элементах сети.

В базах данных конфигурации находится информация об элементах сети. Для любого из них предусмотрена начальная запись, которая имеет следующие поля:

- ❖ тип элемента;
- ❖ вид элемента (конечный элемент, соединение);
- ❖ уникальное название элемента;
- ❖ конфигурация;
- ❖ статус элемента (поврежденный, исправный);

База данных логических соединений содержит информацию о действующих организованных трактах на всех уровнях иерархии (виртуальных контейнеров, абонентских соединений).

Информацию, которая получена во время мониторинга производительности работы сети, система сохраняет в отдельной базе данных. Записи этой базы включают в себя:

- ❖ уникальное название элемента;
- ❖ теоретическую производительность;
- ❖ реальную загрузку;
- ❖ время, если последний раз исследовалась производительность;
- ❖ допустимый период времени, после которого необходимо очередное исследование производительности.

Каждый пользователь (оператор) системы управления сетью SDN должен иметь полномочия для работы на сети. Система отмечает в специальной базе данных каждое подключение оператора к системе, все его действия, а также момент окончания работы. Эта база данных содержит следующие данные:

- ❖ идентификатор оператора;
- ❖ время записи;
- ❖ вид работы.

Запись базы данных конфигурации TC SDH

№	Название поля	Описание поля
1.	тип	тип и модель управления, которые описываются этой записью
2.	вид	конечный элемент, соединение
3.	название	Уникальное название элемента в границах всей сети
4.	конфигурация	указатель на табл., что содержит данные об элементе этого типа
5.	статус	Поврежденный, исправный, выведенный из эксплуатации
6.	ресурс	свободный ресурс, которым может пользоваться система управления

Запись базы данных логических соединений

№	Название поля	Описание поля
1.	Начало	начальный элемент соединения
2.	Конец	конечный элемент соединения
3.	Трасса	список сетевых элементов, которые входят в состав тракта
4.	Параметры	параметр, который характеризует нужную пропускную способность
5.	Резервирование	вид используемого резервирования
6.	приоритет	приоритет соединения
7.	время	время, если созданы соединения
8.	время соединения	срок, на который создано данное соединение

Запись базы данных производительности

№	Название поля	Описание поля
1.	Начало	начальный элемент соединения
2.	Конец	конечный элемент соединения
3.	Трасса	список сетевых элементов, которые входят в состав тракта
4.	Параметры	параметр, который характеризует нужную пропускную способность
5.	Резервирование	вид используемого резервирования
6.	приоритет	приоритет соединения
7.	время	время, если созданы соединения
8.	время соединения	срок, на который создано данное соединение

Запись базы данных регистрации работы сети

№	Название поля	Описание поля
1.	вид	вид информации: авария, сигнал системы, составление соединения и др.
2.	источник	отправитель сообщения
3.	время	время выдачи сообщения
4.	детали (подробности)	специфические параметры данного сообщения

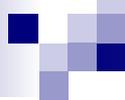
Запись базы данных пользователей системы

№	Название поля	Описание поля
1.	идентификатор	идентификатор оператора системы
2.	полномочие	идентификатор консоли, которой пользуется оператор
3.	время	точное время записи
4.	вид	вид действия, которое выполнял оператор
5.	детали (подробности)	специфические параметры для оператора

Безопасность системы управления ТС SDH

Мероприятия по защите ТС SDH:

- определение состава полномочий и связанных с ними прав;
- авторизация работ, выполненных на сети и в системе управления;
- организация доступа к системе лишь через определенные графические терминалы;
- использование резервного сервера;
- использование системы бесперебойного энергоснабжения;
- организационные мероприятия (охрана, режим, проверки и т.п.).



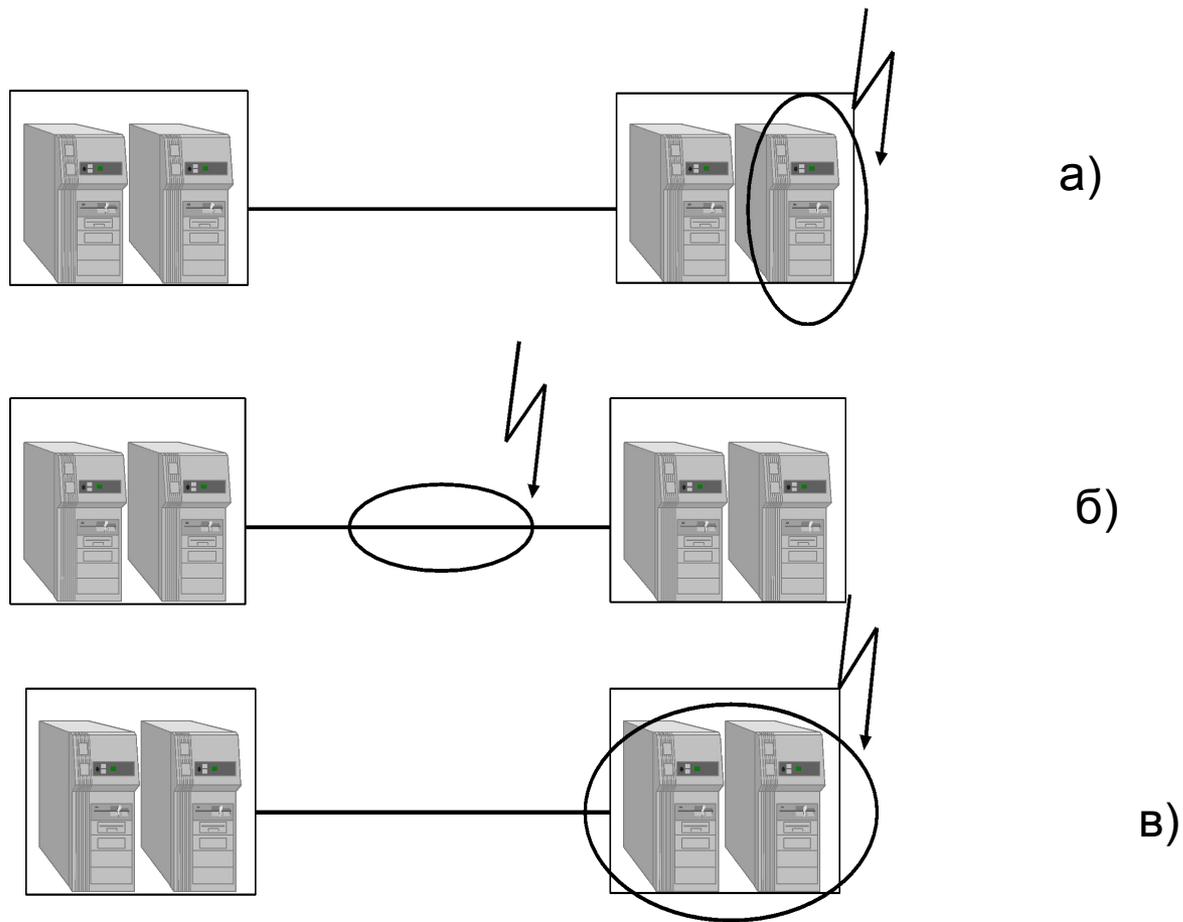
Примеры полномочий пользователя по отношению к операциям управления сетью:

- create - создание новых пользователей;
- get - получение параметров объектов системы;
- set - установка параметров объектов системы;
- delete - удаление объектов системы;
- event report - получение информации о событиях;
- action - выполнение действий с объектами.

Мероприятия для защиты от непредвиденных случаев:

- использование двух серверов (главного и резервного);
- дублирование компьютеров в границах любого из серверов.

Автоматическая система надзора за ТС SDH



Структурная схема резервирования сервера управления ТС SDH



Эффективное управление общенациональной сетью SDN есть очень ответственной и сложной задачей. Для исключения влияния человеческого фактора в системе управления необходимо предусмотреть выполнение некоторых работ автоматическим способом без необходимости вмешательства обслуживающего персонала. С помощью специальных программных модулей появляется возможность автоматизировать следующие действия:

- отбор и фильтрация событий в их связи с определенными акциями персонала;
- конфигурирование сети, нахождение оптимальных маршрутов и каналов, оптимизация конфигурации (относительно использованных ресурсов), реконфигурации сети во время аварии.

Модули, которые обеспечивают автоматизацию выполнения перечисленных действий, могут быть введены администратором системы управления.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Пояснить особенности архитектуры системы управления TC SDH
2. Взаимодействие TC SDH с общей структурой системы управления сетями телекоммуникаций
3. Из чего складывается функциональная модель транспортной сети с использованием технологии SDH и как это отражается на структуре системы управления?
4. Рассказать о задачах системы управления сетью SDH. Дать характеристику методам управления конфигурацией сети.
5. Что означает управление соединениями и резервированием ?
6. Рассказать об основных принципах управления событиями и авариями
7. Как и для чего используется графическое изображение средств и работы сети.
8. Из чего складываются программные модули системы управления сетью SDH ?
9. Рассказать о структуре информации в системе управления сетью SDH.
10. Какие применяются мероприятия защиты от несанкционированного доступа и от потери данных контролируемой сети?

Письменные задания

1. Представить и пояснить платформы уровней эталонной модели открытых систем (OSI).
2. Привести структурную схему и рассказать о модели уровней TC SDH.
3. Описать пример простой сети SDH. Для чего применяется условное деление сети на уровни и подсистемы ?
4. Привести и пояснить схемы резервирования TC SDH.
5. Обосновать выбор физического состава TC SDH.
6. Представить и пояснить порядок сбора информации о качестве работы TC SDH.
7. Пояснить порядок формирования базы данных информационного обеспечения СУ TC SDH.
8. Привести и пояснить структурную схему резервирования сервера СУ TC SDH.