

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### Расчет потока транспортной сети связи

**Транспортная сеть (transport network)** – часть сети связи, охватывающая магистральные узлы, междугородные станции, а также соединяющие их каналы и узлы (национальные, междугородные). В таблице 1.1 показаны структуры моделей транспортных сетей, имеющих функциональные уровни: физический, трактов и каналов [1].

**Таблица 10.1 – Структуры многоуровневых моделей транспортных сетей**

SDH		ATM		Оптическая сеть		
Уровень каналов	Цифровые каналы E1, E3, E4	Уровни ATM	Виртуальные каналы	Уровень каналов		
Уровни трактов	Тракты виртуальных контейнеров VC-12		Виртуальные тракты	Уровни трактов	Другие электрические тракты	Тракты SDH
	Тракты виртуальных контейнеров VC-3, VC-4	Физический уровень	Цифровая секция (тракт)		Оптические транспортные системы	
Физический уровень	Секции мультиплексирования и регенерации		Секции мультиплексирования и регенерации	Уровни оптической сети	Секции оптического мультиплексирования	
	Физическая среда		Физическая среда		Оптическая ретрансляция	
					Оптоволоконная линия	

Первичные сети, являющиеся базовыми транспортными или магистральными сетями, служат основой для построения всего многообразия современных мультисервисных сетей связи. Таким образом, первичной сетью называется совокупность типовых физических цепей, типовых каналов передачи и сетевых трактов системы электросвязи, образованная на базе сетевых узлов, сетевых станций, оконечных устройств первичной сети и соединяющих их линий передачи системы электросвязи [1].

Главным требованием, предъявляемым к транспортным сетям, является выполнение сетью основной функции – обеспечения пользователям возможности доступа ко всем разделяемым ресурсам сети.

Основные информационно-технические характеристики цифровой первичной сети (ЦПС), которые существенно определяют ее возможности по предоставлению гарантированного качества обслуживания пользователей сети и возможности сети в целом, следующие: пропускная способность транспортных магистралей или базовые скорости передачи, определяемые уровнем транспортных модулей (STM-N, N=1, 4, 16,...); объем входящего и исходящего трафика в узлах сети; суммарный трафик в трактах и магистральных сети; надежность или коэффициент готовности сети в целом

К современным ЦПС и корпоративным сетям предъявляются требования, обеспечивающие возможность не только гарантировать необходимое качество обслуживания, но и дальнейшее развитие сети:

Для оценки надежности таких сложных систем, какими являются ЦПС, применяют понятие готовности, или коэффициента готовности, который определяется долей времени, в течение которого сеть может быть использована по назначению. **Готовность сети** может быть повышена путем аппаратного резервирования элементов (узлов) сети, резервирования трафика, трактов и каналов за счет соответствующей организации архитектуры всей сети, ее топологии, управления и синхронизации сети, включая сети доступа к ЦПС.

**Расширяемость** означает возможность сравнительно легкого (в ограниченных пределах) добавления отдельных элементов сети (пользователей, служб), наращивания сегментов сети доступа и замены существующей аппаратуры более мощной.

**Масштабируемость** означает, что сеть позволяет наращивать количество сетевых узлов и протяженность трактов в очень широких пределах без снижения пропускной способности транспортных магистралей.

**Управляемость** сети подразумевает возможность централизованно осуществлять конфигурацию, наблюдение, контроль и управление, как каждым сетевым элементом, так и всей сетью в целом, включая управление трафиком и планированием развития сети [15], [18].

Современная транспортная сеть строится на основе трех основных технологий: плезиохронной иерархии (PDH), синхронной иерархии (SDH) и асинхронного режима переноса (передачи) (ATM).

Используется иерархия скоростей передачи каналов в соответствии с международными рекомендациями ITU-T и получившим наибольшее распространение европейским стандартом. При этом технологии плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ/PDH) и синхронной цифровой иерархии (СЦИ/SDH) позволяют сформировать транспортную сеть с выделенными цифровыми каналами для всех пользователей первичной сети.

На основе ЦПС СЦИ/SDH можно создавать наложенные сети с коммутацией каналов, например цифровые сети интегрированного обслуживания (ЦСИО/ISDN), и коммутацией пакетов, например ATM (асинхронный режим переноса (АРП/ATM)). В ЦПС ATM–сеть интегрируется поверх сети СЦИ/SDH, как наложенная сеть, представляя собой одновременно и транспортную, и вторичную сети и одновременно являясь сетью доступа.

Технология ATM или асинхронного режима передачи (АРП/ATM) разработана как единая универсальная транспортная технология нового поколения сетей с интеграцией услуг, так называемых широкополосных цифровых сетей интегрированного обслуживания (Ш-ЦСИО или B-ISDN) [13].

Технология ATM совместима со всеми базовыми сетевыми технологиями глобальных сетей – TCP/IP, SDH, PDH, Frame Relay – и сетевыми технологиями локальных сетей. Технология ATM обеспечивает передачу в рамках одной транспортной сети различных видов трафика (голоса, видео, данных), иерархию скоростей передачи в большом диапазоне (от 25

Мбит/с до 622 Мбит/с) с гарантированной пропускной способностью для ответственных приложений [12].

Сети TCP/IP (протокол управления передачей/протокол сети Интернет) занимают особое положение среди сетевых технологий. Они играют роль сетевой технологии, объединяющей сети любых типов и технологий, включая глобальные транспортные сети всех известных технологий.

Транспортная сеть на основе PDH/SDH состоит из узлов мультиплексирования (мультиплексоров), выполняющих роль преобразователей между каналами различных уровней иерархии стандартной пропускной способности, регенераторов, восстанавливающих цифровой поток на протяженных трактах, и цифровых кроссов, которые осуществляют коммутацию на уровне каналов и трактов первичной сети. Современные системы передачи используют в качестве среды передачи сигналов электрический и оптический кабель, а также радиочастотные средства (радиорелейные и спутниковые системы передачи). Цифровой сигнал типового канала имеет определенную логическую структуру, включающую цикловую структуру сигнала и тип линейного кода. Цикловая структура сигнала используется для синхронизации, процессов мультиплексирования и демультиплексирования между различными уровнями иерархии каналов первичной сети, а также для контроля блоковых ошибок. Линейный код обеспечивает помехоустойчивость передачи цифрового сигнала. Аппаратура передачи осуществляет преобразование цифрового сигнала с цикловой структурой в модулированный электрический сигнал, передаваемый затем по среде передачи. Тип модуляции зависит от используемой аппаратуры и среды передачи.

Таким образом, внутри цифровых систем передачи осуществляется передача электрических сигналов различной структуры, на выходе цифровых систем передачи образуются каналы цифровой первичной сети, соответствующие стандартам по скорости передачи, цикловой структуре и типу линейного кода.

Обычно каналы первичной сети приходят на узлы связи и оканчиваются в линейно-аппаратном цехе (ЛАЦе), откуда кроссируются для использования во вторичных сетях. Можно сказать, что первичная сеть представляет собой "банк каналов", которые затем используются вторичными сетями (сетью телефонной связи, сетями передачи данных, сетями специального назначения и т.д.). Существенно, что для всех вторичных сетей этот "банк каналов" един, откуда и вытекает обязательное требование, чтобы каналы первичной сети соответствовали стандартам.

**Физический уровень** (таблица 1.1) образован средой передачи сигналов (волоконно-оптической линией, медной линией, радиолинией) и секциями – участками, где происходит регенерация (ретрансляция) сигналов и мультиплексирование (объединение и разделение) различных сигналов. Благодаря наличию секции регенерации (ретрансляции) удастся "очистить" сигнал от искажений и помех. Организация секций мультиплексирования позволяет эффективно использовать физическую среду за счет временного разделения передачи каналов. При этом можно реализовать резервирование любой секции мультиплексирования, если предусмотреть дополнительную физическую цепь, оборудование для передачи сигналов по ней и оборудование автоматического переключения. Физический уровень оптической транспортной сети имеет свою особенность, которая состоит в том, что все преобразования сигналов (усиление, ретрансляция, объединение и разделение, вывод и ввод) производятся исключительно оптическими средствами. Таким способом достигаются наивысшие скорости передачи информационных данных – от десятков гигабит до десятков терабит в секунду (Тбит/с). В физической среде, представляемой одномодовым стекловолокном, объединяются (мультиплексируются) множество оптических несущих частот от 2-х до 132 и более), каждая из которых модулирована информационным сигналом.

**Уровень трактов** (таблица 1.1). Тракты каждой транспортной сети создаются, чтобы обеспечить сквозное прохождение информационных

сигналов. Тракты в сети ATM отличаются от трактов сети SDH тем, что они образуются только при наличии информационного сообщения, а в его отсутствии физические ресурсы транспортной сети отдаются для передачи других сигналов. По этой причине путь следования данных в сети ATM называют виртуальным.

**Уровень каналов** (таблица 1.1). Для любой из рассмотренных моделей транспортных сетей этот уровень выполняет функции интерфейса со вторичными сетями (коммутаторами телефонных, широкополосных, компьютерных сетей и т.д.). Как правило, на уровне каналов создаются типовые электрические и оптические интерфейсы.

Транспортные сети, построенные в соответствии с различными моделями, совместимы между собой на уровнях каналов или трактов.

Сравнивая технологию SDH с технологией PDH, можно выделить следующие особенности технологии SDH: предусматривает синхронную передачу и мультиплексирование. Элементы первичной сети SDH используют для синхронизации один задающий генератор, как следствие, вопросы построения систем синхронизации становятся особенно важными; предусматривает прямое мультиплексирование и демультиплексирование потоков PDH, так что на любом уровне иерархии SDH можно выделять загруженный поток PDH без процедуры пошагового демультиплексирования. Процедура прямого мультиплексирования называется также процедурой ввода-вывода; опирается на стандартные оптические и электрические интерфейсы, что обеспечивает лучшую совместимость оборудования различных фирм-производителей; позволяет объединить системы PDH европейской и американской иерархии, обеспечивает полную совместимость с существующими системами PDH и, в то же время, дает возможность будущего развития систем передачи, поскольку обеспечивает каналы высокой пропускной способности для передачи ATM, и так далее; обеспечивает лучшее управление и самодиагностику первичной сети. Большое количество сигналов о неисправностях, передаваемых по сети SDH, дает возможность построения

систем управления на основе платформы TMN. Технология SDH обеспечивает возможность управления сколь угодно разветвленной первичной сетью из одного центра.

Все перечисленные преимущества обеспечили широкое применение технологии SDH как современной парадигмы построения цифровой первичной сети.

Элементы транспортной сети. Опишем основные элементы системы передачи данных на основе SDH, или функциональные модули SDH. Логика работы или взаимодействия модулей в сети определяет необходимые функциональные связи модулей – топологию, или архитектуру сети SDH [19].

Сеть SDH, как и любая сеть, строиться из отдельных функциональных модулей ограниченного набора: мультиплексоров, коммутаторов, концентраторов, регенераторов и терминального оборудования. Этот набор определяется основными функциональными задачами, решаемыми сетью.

Мультиплексор. Мультиплексоры SDH выполняют как функции собственно мультиплексора, так и функции устройств терминального доступа, позволяя подключать низкоскоростные каналы PDH иерархии непосредственно к своим входным портам. Они являются универсальными и гибкими устройствами, т.е. кроме задачи мультиплексирования выполнять задачи коммутации, концентрации и регенерации. Это оказывается возможным в силу модульной конструкции SDH мультиплексора – SMUX, при которой выполняемые функции определяются лишь возможностями системы управления и составом модулей, включённых в спецификацию мультиплексора.

Терминальный мультиплексор ТМ является мультиплексором и оконечным устройством SDH сети с каналами доступа, соответствующим трибам доступа PDH и SDH иерархии (рисунок 1.1). Терминальный мультиплексор может либо вводить каналы, т.е. коммутировать их со входа трибного интерфейса на линейный выход, или выводить каналы, т.е. коммутировать с линейного входа на выход трибного интерфейса.

Мультиплексор ввода/вывода ADM может иметь на входе тот же набор трибов, что и терминальный мультиплексор (рисунок 1.1). Он позволяет вводить/выводить соответствующие им каналы. Дополнительно к возможностям коммутации, обеспечиваемым ТМ, ADM позволяет осуществлять сквозную коммутацию выходных потоков в обоих направлениях, а также осуществлять замыкание канала приёма на канал передачи на обеих сторонах ( "восточный" и "западный") в случае выхода из строя одного из направлений. Наконец, он позволяет (в случае аварийного выхода из строя мультиплексора) пропускать основной оптический поток мимо него в обходном режиме. Всё это даёт возможность использовать ADM в топологиях типа кольца [1].

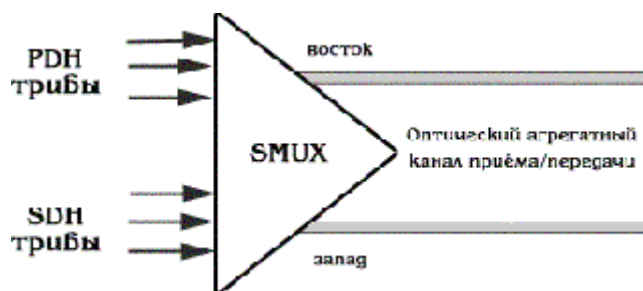


Рисунок 1.1. Синхронный мультиплексор (SMUX): терминальный мультиплексор ТМ или мультиплексор ввода/вывода ADM

Регенератор представляет собой упрощенный мультиплексор, имеющий один входной канал – как правило, оптический триб STM-N и один или два агрегатных выхода (рисунок 1.2). Он используется для увеличения допустимого расстояния между узлами сети SDH путём регенерации сигналов полезной нагрузки. Обычно это расстояние составляет 15 – 40 км для длины волны порядка 1300 нм или 40 – 80 км. – для 1500 нм.

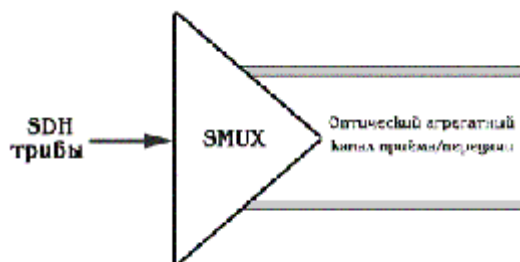


Рисунок 1.2. Мультиплексор в режиме регенератора



Коммутатор. Физически возможности внутренней коммутации каналов заложены в самом мультиплексоре SDH, что позволяет говорить о мультиплексоре как о внутреннем или локальном коммутаторе. На рисунке 1.3, например, менеджер полезной нагрузки может динамически изменять логическое соответствие между трибным блоком TU и каналом доступа, что равносильно внутренней коммутации каналов. Кроме этого, мультиплексор, как правило, имеет возможность коммутировать собственные каналы доступа, (рисунок 1.4), что равносильно локальной коммутации каналов. На мультиплексоры, например, можно возложить задачи локальной коммутации на уровне однотипных каналов доступа, т.е. задачи, решаемые концентраторами.

В общем случае приходится использовать специально разработанные синхронные коммутаторы – SDXC, осуществляющие не только локальную, но и общую или проходную (сквозную) коммутацию высокоскоростных потоков и синхронных транспортных модулей STM-N (рисунок 1.5). Важной особенностью таких коммутаторов является отсутствие блокировки других каналов при коммутации, когда коммутация одних групп TU не накладывает ограничений на процесс обработки других групп TU. Такая коммутация называется неблокирующей.

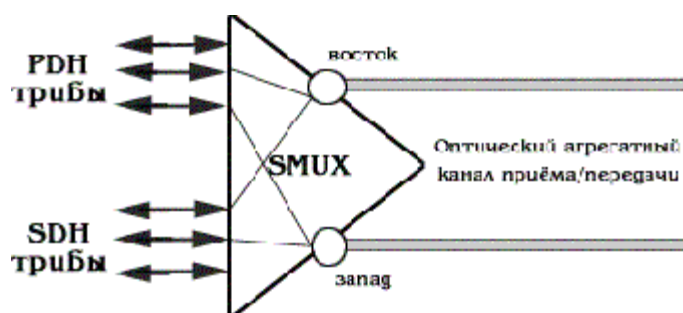


Рисунок 1.3. Мультиплексор ввода/вывода в режиме внутреннего коммутатора.

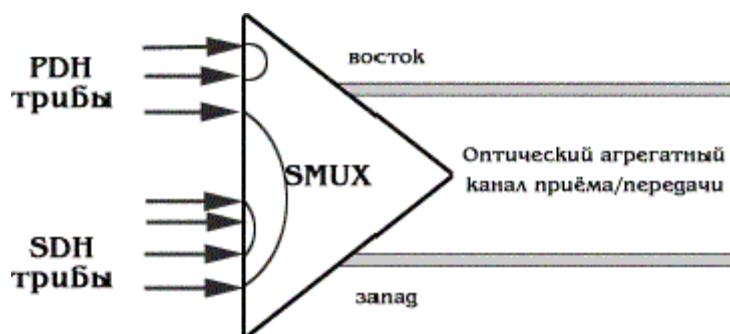


Рисунок 1.4. Мультиплексор ввода/вывода в режиме локального коммутатора.

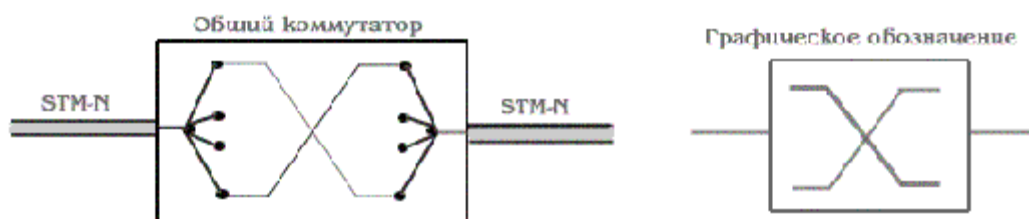


Рисунок 1.5. Общий или проходной коммутатор высокоскоростных каналов.

Можно выделить шесть различных функций, выполняемых коммутатором: маршрутизация виртуальных контейнеров VC, проводимая на основе использования информации в маршрутном заголовке ROH соответствующего контейнера; консолидация или объединение виртуальных контейнеров VC, проводимая в режиме концентратора; трансляция потока от точки к нескольким точкам, или к мультиточке, осуществляемая при использовании режима связи "точка – мультиточка"; сортировка или перегруппировка виртуальных контейнеров VC, осуществляемая с целью создания нескольких упорядоченных потоков VC из общего потока VC, поступающего на коммутатор; доступ к виртуальному контейнеру VC, осуществляемый при тестировании оборудования; ввод/вывод виртуальных контейнеров, осуществляемый при работе мультиплексора ввода/вывода;

## 1.2. Основы построения топологии цифровой первичной сети

При построении топологии планируемой транспортной сети необходимо предусматривать необходимое резервирование сетевых элементов на аппаратном и сетевом уровне, резервирование трафика, увязать

топологию сети с организацией ее управления и синхронизации, предусмотреть организацию соответствующих сетей доступа и их подключение к ЦПС [7].

Существует базовый набор стандартных топологий:

**Топология "точка–точка".** Сегмент сети, связывающий два узла А и В, или топология "точка–точка", является наиболее простым примером базовой топологии SDH сети (рисунок 1.5). Она может быть реализована с помощью терминальных мультиплексоров ТМ, как по схеме без резервирования канала приёма/передачи, так и по схеме со стопроцентным резервированием типа 1+1, использующей основной и резервный электрические или оптические агрегатные выходы (каналы приёма/передачи).

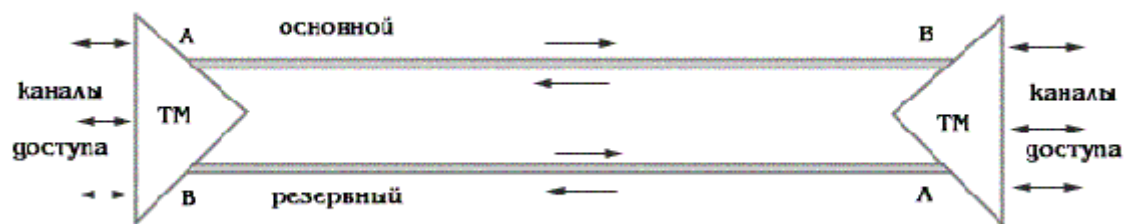


Рисунок 1.5. Топология "точка-точка", реализованная с использованием ТМ.

**Топология "последовательная линейная цепь".** Эта базовая топология используется тогда, когда интенсивность трафика в сети не так велика и существует необходимость ответвлений в ряде точек линии, где могут вводиться каналы доступа. Она может быть представлена либо в виде простой последовательной линейной цепи без резервирования, как на рисунок 1.6, либо более сложной цепью с резервированием типа 1+1, как на рисунке 1.7. Последний вариант топологии часто называют "упрощённым кольцом".



Рисунок 1.6. Топология "последовательная линейная цепь", реализованная на TM и TDM.



Рисунок 1.7. Топология "последовательная линейная цепь" типа "упрощённое кольцо" с защитой 1+1.

**Топология "кольцо".** Эта топология (рисунок 1.8) широко используется для построения SDH сетей первых двух уровней SDH иерархии (155 и 622 Мбит/с). Основное преимущество этой топологии – лёгкость организации защиты типа 1+1, благодаря наличию в синхронных мультиплексорах SMUX двух пар оптических каналов приёма/передачи: восток – запад, дающих возможность формирования двойного кольца со встречными потоками.

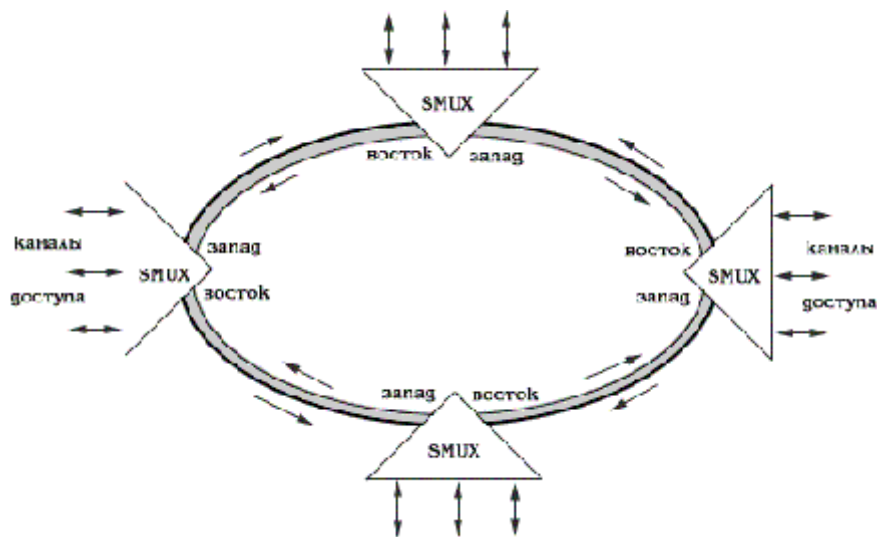


Рисунок 1.8. Топология "кольцо" с защитой 1+1

### Архитектура сети SDH.

Архитектурные решения при проектировании сети SDH могут быть сформированы на базе использования рассмотренных выше элементарных топологий сети в качестве её отдельных сегментов. Например, радиально-кольцевая архитектура SDH сети фактически строится на базе использования двух базовых топологий: "кольцо" и "последовательная линейная цепь". Другое часто используемое в архитектуре сетей SDH решение – соединение типа "кольцо-кольцо". Кольца в этом соединении могут быть либо одинакового, либо разного уровней иерархии SDH.

Линейная архитектура для сетей большой протяженности. Для линейных сетей большой протяженности расстояние между терминальными мультиплексорами больше или много больше того расстояния, которое может быть рекомендовано с точки зрения максимально допустимого затухания волоконно-оптического кабеля. В этом случае на маршруте между ТМ (рисунок 1.8) должны быть установлены кроме мультиплексоров и проходного коммутатора ещё и регенераторы для восстановления затухающего оптического сигнала. Эту линейную архитектуру можно представить в виде последовательного соединения ряда секций, специфицированных в рекомендациях ITU-T G.957 и ITU-T G.958.

Блоки MUX и LT (рисунок 1.8) конструктивно образуют единый модуль, основой которого является мультиплексор (MT). Упрощённая структура трактов и секций сети SDH приведена на рисунке 1.8.

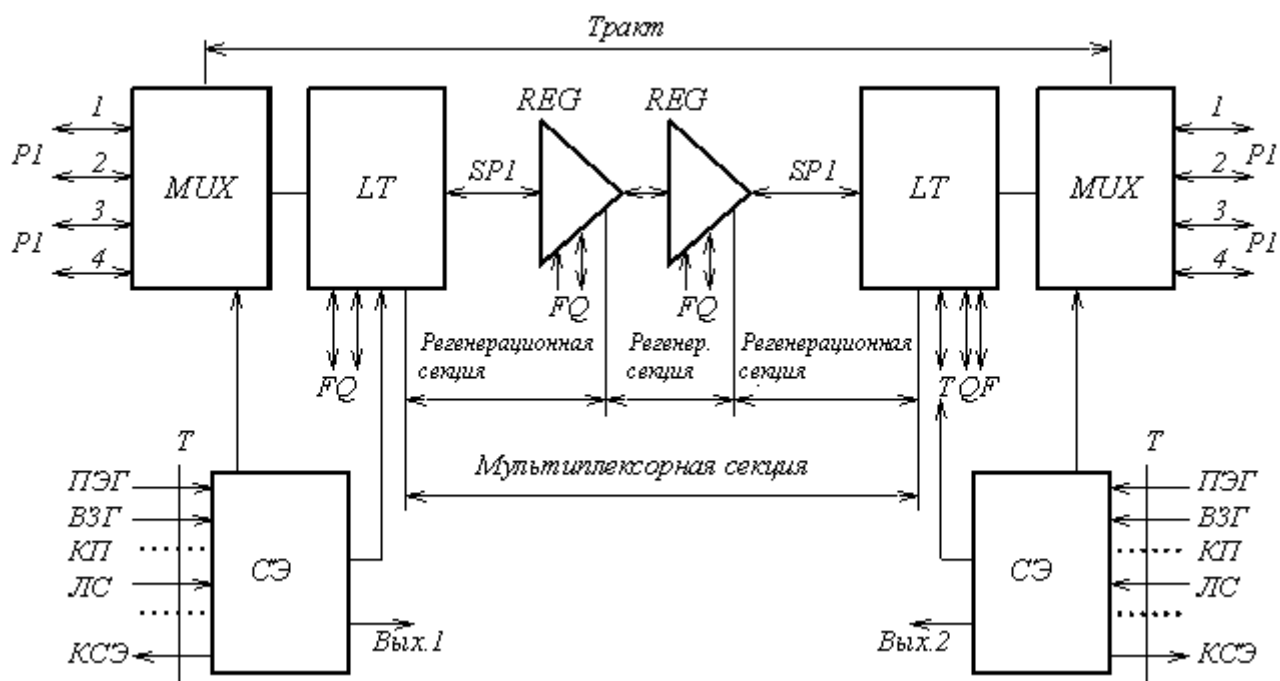


Рисунок 1.8. Структура трактов и секций

Организация взаимодействия элементов транспортной сети, а также управления сетью достигается использованием определённых интерфейсов (рисунок 1.8)

SPI – физический интерфейс STM-N, точка подключения оптического волокна.

PI – физический интерфейс компонентных потоков в PDH, либо SDH, сюда же можно включать и неоктетные цифровые потоки, например, каналы цифрового ТВ, и так далее. Этот интерфейс может быть как электрическим, так и оптическим.

T – интерфейс, предназначенный для передачи и приёма сигналов синхронизации.

Q – интерфейс сети управления, точка подключения соединительных линий для двухсторонней передачи информации от узлов управления.

F – интерфейс контроля. В эту точку подключается персональный компьютер (ПК), программное обеспечение которого позволяет

контролировать состояние не только своей станции, но и станции своей сети [21].

В интерфейс Т включен сетевой элемент (СЭ), которым могут управлять или сигнал от первичного эталонного генератора (ПЭГ); или от ведомого задающего генератора (ВЗГ), или сигнал компонентного потока (КП), или линейный сигнал (ЛС). Кроме того, сигналы синхронизации могут быть поданы на сетевые элементы других систем. С выходов СЭ управляющие сигналы поступают в тракты передачи (Вых.2) и приёма (Вых.1).

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные функции транспортной сети связи.
2. Рассмотрев структуры многоуровневых моделей транспортных сетей, дайте сравнительную оценку сетей, указав их общие черты и отличия.
3. Каковы особенности технологии SDH?
4. Охарактеризуйте физический уровень транспортной сети.
5. Перечислите основные функциональные модули SDH.
6. В чём состоят функции мультиплексора ввода-вывода?
7. Выделите основные функции, выполняемые коммутатором.
8. Перечислите стандартные топологии транспортной сети.
9. Какие схемы построения транспортных сетей используются для повышения их надёжности и живучести?
10. Для чего используется интерфейс F?

## Исходные данные

Для варианта используются ДВЕ цифры номера в журнале

Последняя цифра варианта										
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Количество жителей населенного пункта										
1	6000	5000	7000	10000	60000	80000	14000	36000	13000	65000
2	8000	6000	30000	2000	30000	60000	84000	58000	120000	12000
3	2000	8000	2000	60000	2000	10000	35000	12500	85000	48000
4	3000	50000	4000	40000	5000	20000	25000	35000	6000	2100
5	50000	4000	3000	30000	10000	8000	5000	8000	4000	32000
6	2000	60000	8000	2000	100000	10000	12000	1000	60000	10500
7	8000	8000	20000	40000	50000	30000	18000	2000	45000	45000
8	30000	2000	2000	80000	2000	80000	9500	96000	12000	5000
Предпоследняя цифра варианта										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Коэффициент тяготения	0,05	0,04	0,001	0,03	0,05	0,08	0,1	0,12	0,09	0,07
Удельная нагрузка	0,05	0,02	0,01	0,03	0,025	0,04	0,045	0,03	0,05	0,08
Коэффициент оснащённости $K_o$	0,9	0,85	0,65	0,6	0,8	0,9	0,65	0,75	0,9	0,65

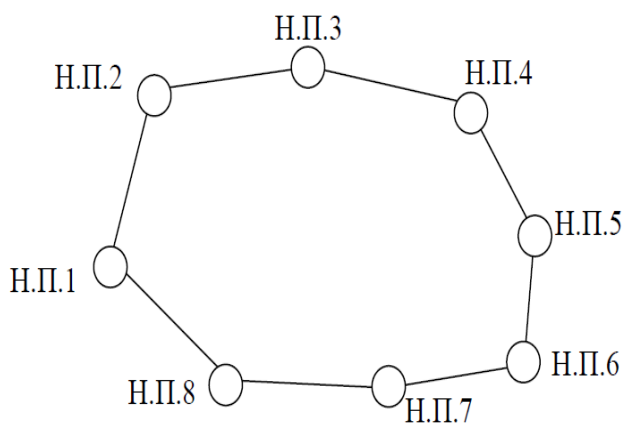


Рисунок 1 – Топология кольцевой сети

Населенные пункты (НП), соединены в кольцевую структуру, необходимо произвести соответствующие расчеты, связанные с определением количества потока информации, в зависимости от емкости станции, коэффициента тяготения абонентов их к друг другу и удельной телефонной нагрузки, характерной для абонента данной сети связи.

Расчет необходимо произвести в следующей последовательности.

- определение года перспективного проектирования;



- определения прироста населения с учётом года проектирования;
- определения количества абонентов;
- расчет количества каналов связи;
- составить матрицу каналов;
- рассчитать скорость транспортной сети.

Год перспективного проектирования принимается на 5÷10 лет вперёд по сравнению с текущим временем. Если в расчете принять 5 лет вперёд, то

$$t = 5 + (t_n - t_0),$$

где  $t_n$  – год составления проекта;

$t_0$  – год, к которому относятся данные  $N_0$  (2016).

$$t = 5 + (2020 - 2016) = 9.$$

Численность населения в любом населённом пункте может быть определена на основании статистических данных последней переписи населения. Обычно перепись населения осуществляется один раз в пять лет, поэтому при перспективности проектировании следует учесть прирост населения. Количество населения в заданном пункте и его подчинённых окрестностях с учётом среднего прироста определяется по формуле (2).

$$N_t = N_0 [1 + \Delta N]^t, \text{ чел},$$

где  $N_0$  – число жителей во время проведения переписи населения, чел;

$\Delta N$  – средний годовой прирост населения в данной местности, % (принимается  $(2 \div 3)\%$ );

$t$  – период, определяемый как разность между назначенным годом перспективного проектирования и годом проведения переписи населения, год.

Используя формулу (2) рассчитаем численность населения ( $N_t$ ) во всех выбранных пунктах.

В перспективе количество абонентов, обслуживаемых оператором связи, определяются в зависимости от численности населения, проживающего в зоне обслуживания. Принимая средний коэффициент оснащённости населения, количество абонентов может быть определено, как

$$m = (K_0) \cdot N_t \tag{3}$$

Взаимосвязь между выбранными окончательными и промежуточными пунктами определяется на основе статистических данных, полученных операторами связи за предшествующие проектированию годы. Практически эти взаимосвязи выражают через коэффициент тяготения КТ, который, как показывают исследования, колеблется в широких пределах, от 0,1% до 12%. В при расчете КТ выбирается из табл. Исходные данные.

Для расчёта количества каналов связи можно воспользоваться приближенной формулой (3).

$$n_{\text{тлф}} = k \cdot KT \cdot y \cdot \frac{m_a m_b}{m_a + m_b} + \beta \quad (3)$$

где  $k$  и  $\beta$  – постоянные коэффициенты, соответствующие фиксированной доступности и заданным потерям, обычно потери задаются равными 5%, тогда  $k = 1,3$ ;  $\beta = 5,6$ ;

$y$  – удельная нагрузка, то есть средняя нагрузка, создаваемая одним абонентом, (табл. Исходные данные);

$m_a$  и  $m_b$  – количество абонентов, обслуживаемых соответственно в пунктах А и Б.

Из рассчитанных значений числа каналов составим матрицу каналов.

*Таблица 1*

Населённые пункты	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Суммируя все значения матрицы, получим общее число каналов  $n$ , необходимых для организации связи по данному «кольцу».

$n =$  (каналов).

Полученное число каналов, поделив на 30, определим число потоков Е1, циркулирующих по кольцу. Для определения пропускной способности число Е1 умножить на 2048Мбит\с.