

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра систем телекоммуникаций

А.М. Ефремов, Н.И. Кравчук, О.А. Хацкевич

Организация магистральной связи
в Республике Беларусь

Методическое пособие по курсу

*Организация и управление предприятиями
связи*

для студентов специальности
“Телекоммуникационные системы”

Минск 2000

УДК 658.5

ББК 32.88

М Е92

Авторы:

А.М. Ефремов, Н.И. Кравчук, О.А. Хацкевич.

Ефремов А.М. и др. Организация магистральной связи в Республике Беларусь: Методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию по курсу "Организация и управление предприятиями связи" для студентов специальности "Телекоммуникационные системы". – Мн.: БГУИР, 2000. – 32с.: ил.13.

ISBN 985-44-094-X

В пособии рассмотрены принципы построения, организации и управления магистральной связи Республики Беларусь, приводятся сведения о волоконно-оптической и радиорелейной связи, дается расчет основных технико-экономических показателей.

УДК 658.5

ББК 32.88

ISBN 985-44-094-X

© А.М. Ефремов, Н.И.
Кравчук, О.А. Хацкевич, 2000

1. Основы организации магистральной связи Республики Беларусь

1.1. Общие сведения

Связь и информатика в условиях возрастания роли информатизации являются важнейшими отраслями народного хозяйства от становления и совершенствования которых существенным образом зависит прогресс Республики Беларусь в целом.

Быстрое развитие средств связи и вычислительной техники привело к эволюции сетей электросвязи с цифровой обработкой сообщений (устных, письменных, визуальных, смешанных). Новые услуги связи (электронная почта, видеотекст, телетекст, факс, видеотелефоны и кабельное телевидение) проникают во все сферы деятельности.

Современному развитию систем и сетей присущи две особенности:

- цифровая форма представления всех подлежащих передаче сигналов (речь, текст, данные ЭВМ и т.д.);
- интеграция техники и служб, что может быть полностью реализовано только путем перевода связи на цифровую технику.

Исчезнут границы между техникой коммутации и передачи, по-новому перераспределятся задачи оконечных устройств и сетей связи. Сеть связи позволит передавать речевую и текстовую информацию, данные ЭВМ и изображение через одно и то же соединение. Пользователи получают доступ к этой сети независимо от вида службы.

Существенное отставание отечественной техники телекоммуникаций от уровня, достигнутого развитыми странами, требует новых подходов к решению проблемы связи в Республике Беларусь, которые должны учитывать современные мировые тенденции в области телекоммуникаций, технико-экономические возможности республики и определили бы государственную политику в этой области.

Основой государственной политики в области связи являются:

1. Создание на основе современных технологий надежной системы связи, обеспечивающей наиболее полное удовлетворение потребностей в ее услугах всех структур общества и населения.
2. Обеспечение последовательной интеграции системы связи в мировое информационное пространство.
3. Формирование на основе действующего научного и производственного потенциала исследований, разработки и производства средств связи для нужд республики и экспорта.
4. Реализация комплексной системы государственной поддержки развития связи, сохранение монополии государства на основные виды ее услуг.

В свете этих решений в 1994 г. разработана Программа развития средств связи Республики Беларусь до 2000 года, которая одобрена Постановлением Совета Министров от 5.03.1994 г. за N124. При разработке Программы учитывались тех-

нические рекомендации по исследованию стратегии развития электросвязи Беларуси, выполненные по заказу Европейского банка реконструкции и развития специализированной фирмой “Шведтел” (Швеция), которая рассчитала емкости станций коммутации, а также схему организации международной и магистральной сети связи Республики Беларусь.

1.2. Краткая характеристика предприятий магистральной связи

Основным предприятием магистральной связи Республики Беларусь является Государственное предприятие Междугородная связь (ГП МС) Министерства связи Республики Беларусь. МС осуществляет свою деятельность на основании полученной лицензии. Структурным предприятием ГП МС является технический узел связных магистралей (ТУСМ). Всего имеется шесть ТУСМ. Они осуществляют следующие виды деятельности:

1. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация магистральных систем и сетей связи и информатики.
2. Предоставление услуг связи и сетевых телематических услуг.
3. Использование радиочастотного ресурса и технических средств с радиоизлучением.

Технический узел магистральных связей осуществляет свою деятельность на основании Положения в пределах прав предоставленных ГП МС, в соответствии с Законом Республики Беларусь "О предприятиях Республики Беларусь", руководствуется в своей деятельности Законами Республики Беларусь. Постановлениями и иными решениями Верховного Совета, Кабинета Министров, приказами, инструкциями и указаниями Министерства связи и информатики и ГП Междугородная связь.

За ТУСМ закреплены необходимые основные фонды и оборотные средства, определен Положением порядок осуществления внутрихозяйственной деятельности. ТУСМ от своего имени заключает хозяйственные договоры, формирует фонд заработной платы, фонды потребления и накопления. ГП МС при необходимости выделяет в распоряжение ТУСМ часть средств, направляемых на развитие и техническое перевооружение производства.

Штатное расписание разрабатывается и утверждается начальником ТУСМ в пределах фонда оплаты труда. В связи со спецификой работы и территориальной отдаленностью ТУСМ имеет отдельный баланс, гербовую печать и расчетный счет в банке.

Управление ТУСМ осуществляется в соответствии с действующим законодательством. Руководствуясь положением, основанным на сочетании прав и интересов трудового коллектива и собственника имущества, начальник ТУСМ, назначается на должность начальником ГП МС на условиях контракта.

Для решения основных вопросов деятельности ГП МС избран Совет, в состав которого входят два представителя от ТУСМ – один от собственника, а второй от трудового коллектива; последний избирается на конференции трудового коллектива.

Начальник ТУСМ руководит деятельностью ТУСМ и несет персональную ответственность за выполнение стоящих перед коллективом задач. Все вопросы деятельности начальник решает самостоятельно за исключением отдельных вопросов, отнесенных законодательством к компетенции конференции трудового коллектива ТУСМ и руководства ГП Междугородная связь.

Технический узел магистральных связей как хозрасчетная структурная единица ГП Междугородная связь осуществляет техническую эксплуатацию кабельных и радиорелейных магистралей, обеспечивает бесперебойную, высококачественную работу трактов и каналов первичной междугородной сети связи и телевидения.

В состав Технического узла магистральных связей входят:

- два-три линейно-технических цеха (ЛТЦ);
- один-два линейно-кабельных цеха (ЛКЦ);
- филиалы кабельного участка;
- сетевой узел связи (СУС);
- обособленный обслуживаемый усилительный пункт;
- цех радиорелейных линий (РРЛ);
- производственная лаборатория;
- автотранспортный цех;
- другие вспомогательные службы.

Организационная структура ТУСМ приведена на рис. 1.

ТУСМ эксплуатирует 100-120 линейных трактов на кабельных и радиорелейных магистралах, 200-250 необслуживаемых усилительных пунктов. 90-100 НРП и 10-12 радиорелейных станций.

На сетях применяется аналоговая аппаратура дальней связи Л-60-П, К-300, БК-960, ТН-60, ТН-960, К-1020С, VLT-1920; цифровая аппаратура ИКМ-120Р, ИКМ-480Р, а также радиорелейная аппаратура КУРС-4, КУРС-6, Радуга-4, SRF-8000, Р-6002МВ и Р-300.

Численность штата составляет 200-250 человек.

Повышение экономической эффективности магистральной связи решается в настоящее время следующими путями:

1. Строительство новых сооружений связи с внедрением прогрессивной технологии, механизации и автоматизации производства.
2. Внедрение новой, более эффективной техники, на действующих предприятиях связи.
3. Модернизация основных производственных фондов за счет капитального ремонта.
4. Проведение научно-исследовательских работ.
5. Совершенствование организации труда и производства на научной основе, внедрение централизованного метода обслуживания.
6. Внедрение средств механизации и автоматизации планово-экономической и учетно-статистической работы.
7. Повышение объема продукции связи и качества работы средств связи.

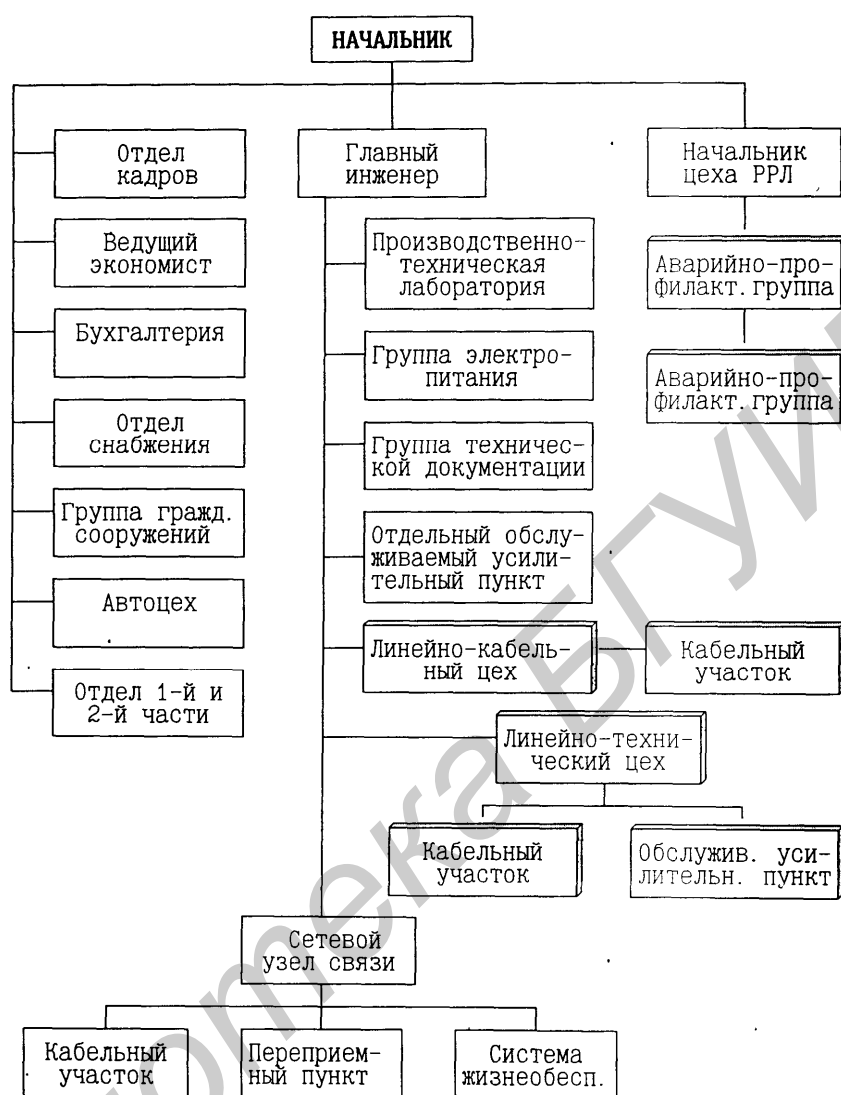


Рис. 1. Структура ТУСМ

В настоящее время наиболее экономически эффективным способом расширения междугородной связи является использование цифровой технологии. Цифровое коммутационное оборудование дешевле в установке, представляет больше возможностей для услуг за дополнительную оплату, более надежно и требует меньше человеческих затрат при эксплуатации.

Невозможно переделать старую аналоговую телефонную сеть очень быстро. По этой причине необходимы "мосты" между аналоговым и цифровым оборудованием. Поэтому, планируя внедрение цифровой сети, необходимо обратить внимание на проблемы интеграции между старой и новой сетями.

Чтобы снизить до минимума стоимость, число аналого-цифровых преобразователей должно быть как можно меньшим. В то же самое время большое внимание следует уделить эксплуатационным качествам АЦП, так как часто они создают проблемы при эксплуатации из-за плохой адаптации к старым аналоговым системам.

Оптико-волоконные кабели имеют почти неограниченную пропускную спо-

способность при низкой стоимости каждого канала. Благодаря этому можно создать сеть с избыточностью. Это значит, что когда случается поломка, телефонные переговоры могут быть направлены по другой линии в течение очень короткого промежутка времени.

С введением синхронно-цифровой иерархии можно более эффективно использовать сети и сократить время простоев каналов до долей секунды.

С точки зрения эксплуатации, скорейшее восстановление потока переговоров при возникновении неисправности очень важно, так как количество переговоров в одном единичном волокне кабеля очень высоко и неприемлемо ждать ремонтную бригаду несколько часов для устранения неисправности.

С введением современного цифрового передающего оборудования недостаточно устранить неисправность, когда она случается, необходимо иметь систему телеконтроля, и тогда восстановление повреждения может быть осуществлено без спешки и с высоким качеством. Отсюда высокая надежность и качество передачи информации, а следовательно, и повышение экономической эффективности работы междугородных линий связи.

1.3. Организация междугородней связи Республики Беларусь

Схема синхронной цифровой иерархии (СЦИ) магистральной сети Республики Беларусь, разработанная в соответствии со специализированной консультационной фирмой “Шведтел” (Швеция), изображена на рис. 2.

В состав сети входит ряд региональных переключющих центров (SC) и три других переключющих узла с оконечным оборудованием СЦИ. Все центры переключения соединяются волоконно-оптическими линиями связи.

Победитель тендерных торгов итальянская фирма Маркони за счет поставки волоконно-оптического кабеля с малым километрическим затуханием предложила убрать регенераторы в ряде пунктов, что значительно сократило сметную стоимость строительства.

Емкость волоконно-оптического кабеля выбрана с расчетом, что по нему на втором этапе строительства будет организована зонавая связь. Это в свою очередь касается тех районных узлов связи, в которых установлены необслуживаемые регенераторные пункты (НРП). Впоследствии к этим узлам будут проложены волоконно-оптические линии связи от других районных узлов связи и по ним организованы системы передачи на областные центры.

Схема построения магистральной сети позволяет объединиться с международной сетью. На международной сети спроектированы два международных центра коммутации (ISC) с оконечным оборудованием.

На втором этапе строительства были проложены волоконно-оптические линии связи:

- Гомель-Чернигов (Украина);
- Борисов-Москва (Россия);
- Лепель-Рига (Латвия);
- Минск-Вильнюс (Литва).

На международных и магистральных сетях Республики Беларусь использована система передачи STM-4 со скоростью передачи 622 Мбит/с, на зонавых - система передачи 155 Мбит/с.

Для того чтобы увеличить надежность и гибкость СЦИ, устанавливается система управления, которая обеспечит управление и наблюдение за любым элементом сети (ЭС), соединенным с региональным центром. В Минске установлена центральная система управления (CMS), из которой наблюдаются и поддерживаются все элементы сети. CMS имеет базу данных, содержащую всю информацию о состоянии сети.

Централизованная эксплуатация и обслуживание передающего оборудования будут осуществляться тремя региональными центрами, расположенными в городах Брест, Минск и Гомель, одним международным центром, расположенным в Борисове.

Библиотека БГУИР

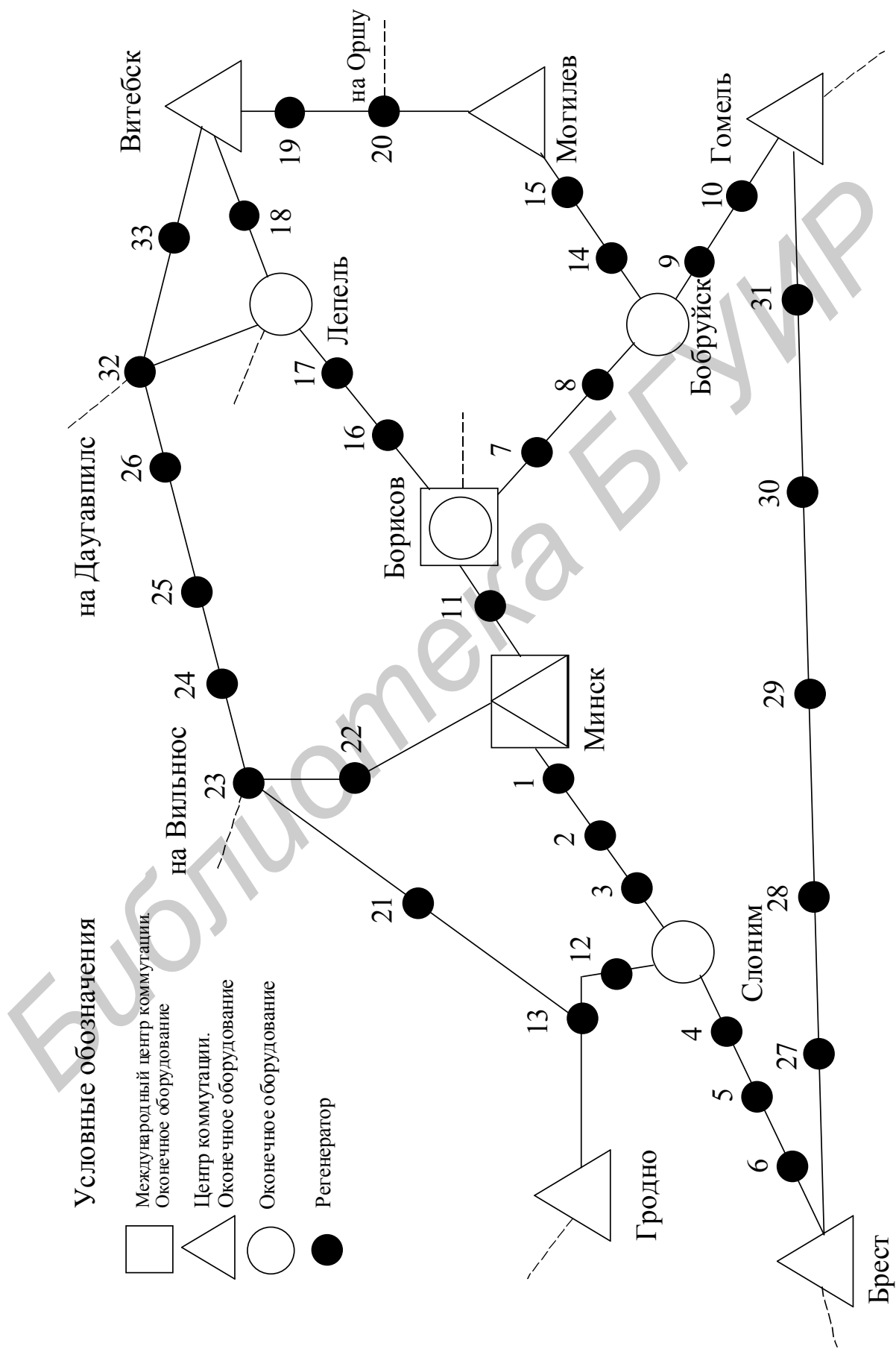


Рис.2. Структурная схема построения магистральной связи Республики Беларусь

2. Синхронные цифровые сети

Цифровые сети, разработанные и внедренные до появления синхронных сетевых технологий SONET/SDH, были, по сути, асинхронными системами, так как не использовали внешнюю синхронизацию от центрального опорного источника. В них потери бит (или невозможность их точной локализации) приводили не только к потере информации, но и к нарушению синхронизации. На принимающем конце сети было проще выбросить неверно полученные фреймы, чем инициализировать восстановление синхронизации с повторной передачей потерянного фрагмента, как это делается, например, в локальных сетях. Это значит, что указанная информация будет потеряна безвозвратно.

Практика показывает, что местные таймеры могут давать значительное отклонение от точной скорости передачи. Для сигналов DS3 (44,736 Мбит/с) такое отклонение от различных источников может достигать 1789 бит/с.

В синхронных сетях средняя частота всех местных таймеров или одинакова (синхронна) или близка к синхронной (плезиохронна) благодаря использованию центрального таймера (источника) с точностью не более 10 (что дает для DS3 возможное отклонение скорости порядка 0,045 бит/с). В этой ситуации необходимость выравнивания фреймов или мультифреймов стоит не так остро, а диапазон выравнивания значительно уже.

Более того, ситуация с выделением определенного фрагмента потока (например, канала DS1 или E1) упрощается, если ввести указатели начала этого фрагмента в структуре инкапсулирующего его фрейма. Использование указателей (техника эта стара, как компьютерный мир) позволяет гибко компоновать внутреннюю структуру контейнера-носителя. Сохранение указателей в некоем буфере (заголовке фрейма или мультифрейма) и их дополнительная защита кодами с коррекцией ошибок позволяет получить исключительно надежную систему локализации внутренней структуры передаваемой по сети полезной нагрузки (фрейма, мультифрейма или контейнера).

Все вышеизложенное указывает на то, что синхронные сети имеют ряд преимуществ перед используемыми асинхронными, основные из них следующие:

- **упрощение сети**, вызванное тем, что в синхронной сети один мультиплексор ввода-вывода, позволяя непосредственно вывести (или ввести), например сигнал E1 (2 Мбит/с) из фрейма (или в фрейм) STM-1 (155 Мбит/с), заменяет целую "гирлянду" мультиплексоров PDH, экономя не только в оборудовании (его цене и номенклатуре), но и в требуемом месте для размещения, питания и обслуживания;
- **надежность и самовосстанавливаемость сети**, обусловленные тем, что, во-первых, сеть использует волоконно-оптические кабели (ВОК), передача по которым практически не подвержена действию электромагнитных помех, во-вторых, архитектура и гибкое управление сетями позволяет использовать защищенный режим работы, допускающий два альтернативных пути распространения сигнала с почти мгновенным переключением в случае повреждения одного из них, а также обход поврежденного узла сети, что делает эти сети само-

восстанавливающимися;

- **гибкость управления сетью**, обусловленная наличием большого числа достаточно широкополосных каналов управления и компьютерной иерархической системой управления с уровнями сетевого и элементного менеджмента, а также возможностью автоматического дистанционного управления сетью из одного центра, включая динамическую реконфигурацию каналов и сбор статистики о функционировании сети;
- **выделение полосы пропускания по требованию** - сервис, который раньше мог быть осуществлен только по заранее (например за несколько дней) спланированной договоренности (например вывод требуемого канала при проведении видеоконференции), теперь может быть предоставлен в считанные секунды путем переключения на другой (широкополосный) канал;
- **прозрачность для передачи любого трафика** - факт, обусловленный использованием виртуальных контейнеров для передачи трафика, сформированного другими технологиями, включая самые современные технологии Frame Relay, ISDN и ATM;
- **универсальность применения** - технология может быть использована как для создания глобальных сетей или глобальной магистрали, передающей из точки в точку тысячи каналов ею скоростью до 40 Гбит/с, так и для компактной кольцевой корпоративной сети, объединяющей десятки локальных сетей;
- **простота наращивания мощности** - при наличии универсальной стойки для размещения аппаратуры переход на следующую более высокую скорость иерархии можно осуществить, вынув одну группу функциональных блоков и вставив новую (рассчитанную на большую скорость) группу блоков.

2.1. Общие особенности построения синхронной иерархии

Рассмотрим общие особенности построения синхронной цифровой иерархии SDH. Несмотря на очевидные преимущества сетей SDH перед сетями PDH, они не имели бы такого успеха, если бы не обеспечивали преемственность и поддержку стандартов PDH. Как мы уже отмечали, при разработке технологии SONET обеспечивалась преемственность американской, а при разработке SDH - европейской иерархий PDH. В окончательном варианте стандарты SONET/SDH поддерживали обе указанные иерархии. Это выразилось в том, что **терминальные мультиплексоры и мультиплексоры ввода/вывода** сетей SONET/SDH, через которые осуществляется **доступ в сеть**, были рассчитаны на поддержку только тех входных каналов, или **каналов доступа**, скорость передачи которых соответствовала **объединенному стандартному ряду** американской и европейской иерархий PDH, а именно: 1.5, 2, 6, 8, 34, 45, 140 Мбит/с. Цифровые сигналы каналов доступа, скорость передачи которых соответствует указанному ряду, будем называть **трибами PDH** (или в терминологии связистов **компонентными сигналами**), а сигналы, скорость передачи которых соответствует стандартному ряду скоростей SDH, - **трибами SDH**.

Итак, **первая особенность** иерархии SDH - **поддержка** в качестве входных

сигналов каналов доступа **только трибов** PDH и SDH.

Другая особенность - **процедура формирования структуры фрейма**.

Два правила относятся к разряду общих: при наличии иерархии структур структура верхнего уровня может строиться из структур нижнего уровня, несколько структур того же уровня могут быть объединены в одну более общую структуру. Остальные правила отражают специфику технологии. Например, на входе мультиплексора доступа имеем трибы PDH, которые должны быть упакованы в оболочку фрейма так, чтобы их легко можно было ввести и вывести в нужном месте с помощью мультиплексора ввода-вывода. Для этого сам фрейм достаточно представить в виде некоторого **контейнера** стандартного размера (в силу синхронности сети его размеры не должны меняться), имеющего сопровождающую документацию - **заголовок**, где собраны все необходимые для управления и маршрутизации контейнера поля-параметры, и внутреннюю емкость для размещения **полезной нагрузки**, где должны располагаться однотипные контейнеры меньшего размера (нижних уровней), которые также должны иметь некий заголовок и полезную нагрузку и т. д. по принципу матрешки, или по **методу последовательных вложений**, или инкапсуляции.

Для реализации этого метода было предложено использовать понятие **контейнер**, в который и упаковывается триб. По типоразмеру контейнеры делятся на четыре уровня, соответствующие уровням PDH. На контейнер должен наклеиваться ярлык, содержащий управляющую информацию для сбора статистики прохождения контейнера. Контейнер с таким ярлыком используется для переноса информации, т.е. является **логическим**, а не физическим **объектом**, поэтому его называют **виртуальным контейнером**.

Итак, **вторая особенность** иерархии SDH - трибы должны быть упакованы в стандартные помеченные контейнеры, размеры которых определяются уровнем триба в иерархии PDH.

Виртуальные контейнеры могут объединяться в группы двумя различными способами. Контейнеры нижних уровней могут, например, мультиплексироваться (т. е. составляться вместе) и использоваться в качестве полезной нагрузки контейнеров верхних уровней (т.е. большего размера), которые, в свою очередь, служат полезной нагрузкой контейнера самого верхнего уровня (самого большого размера) - фрейма STM-1.

Такое группирование может осуществляться по жесткой синхронной схеме, при которой место отдельного контейнера в поле для размещения нагрузки строго фиксировано. С другой стороны, из нескольких фреймов могут быть составлены новые (более крупные) образования - **мультифреймы**.

Из-за возможных различий в типе составляющих фреймов контейнеров и непредвиденных временных задержек в процессе загрузки фрейма положение контейнеров внутри мультифрейма может быть, строго говоря, не фиксировано, что может привести к ошибке при вводе/выводе контейнера, учитывая общую нестабильность синхронизации в сети. Для устранения этого факта на каждый виртуальный контейнер заводится **указатель**, содержащий фактический адрес начала виртуального контейнера на карте поля, отведенного под полезную нагрузку.

Указатель дает контейнеру некоторую степень свободы, т.е. возможность "плавать" под действием непредвиденных временных флуктуации, но при этом гарантирует, что он не будет потерян.

Итак, **третья особенность** иерархии SDH - положение виртуального контейнера может определяться с помощью указателей, позволяющих устранить противоречие между фактом синхронности обработки и возможным изменением положения контейнера внутри поля полезной нагрузки.

Хотя размеры контейнеров различны и емкость контейнеров верхних уровней достаточно велика, может оказаться так, что либо она все равно недостаточна, либо под нагрузку лучше выделить несколько (в том числе и с дробной частью) контейнеров меньшего размера. Для этого в SDH технологии предусмотрена возможность **сцепления**, или **конкатенации**, контейнеров (составление нескольких контейнеров вместе в одну структуру, называемую связистами "сцепкой"). Составной контейнер отличается соответствующим индексом от основного и рассматривается (с точки зрения размещения нагрузки) как один большой контейнер. Указанная возможность позволяет с одной стороны оптимизировать использование имеющейся номенклатуры контейнеров, с другой стороны позволяет легко приспособить технологию к новым типам нагрузок, не известных на момент ее разработки.

Итак, **четвертая особенность** иерархии SDH - несколько контейнеров одного уровня могут быть сцеплены вместе и рассматриваться как один непрерывный контейнер, используемый для размещения нестандартной полезной нагрузки.

Пятая особенность иерархии SDH состоит в том, что в ней предусмотрено формирование отдельного (нормального для технологий пакетной обработки в локальных сетях) поля заголовков размером $9 \times 9 = 81$ байт. Хотя перегруженность общим заголовком невелика и составляет всего 3,33%, он достаточно большой, чтобы разместить необходимую управляющую и контрольную информацию и отвести часть байт для организации необходимых внутренних (служебных) каналов передачи данных. Учитывая, что передача каждого байта в структуре фрейма эквивалентна потоку данных со скоростью 64 кбит/с, передача указанного заголовка соответствует организации потока служебной информации эквивалентного 5,184 Мбит/с.

Естественно, что при построении любой иерархии должен быть определен либо ряд стандартных скоростей этой иерархии, либо правило его формирования и первый (**порождающий**) член ряда. Если для PDH значение DSO (64 кбит/с) вычислялось достаточно просто, то для SDH значение первого члена ряда можно было получить только после определения структуры фрейма и его размера. Схема логических рассуждений достаточно проста. Во-первых, поле его полезной нагрузки должно было вмещать максимальный по размеру виртуальный контейнер VC-4, формируемый при инкапсуляции триба 140 Мбит/с. Во-вторых, его размер $9 \times 261 = 2349$ байт и определил размер поля полезной нагрузки STM-1, а добавление к нему поля заголовков определило размер **синхронного транспортного модуля** STM-1:

$$9 \times 261 + 9 \times 9 = 9 \times 270 = 2430 \text{ байт или } 2430 \times 8 = 19440 \text{ бит,}$$

что при частоте повторения 8000 Гц позволяет определить и порождающий член ряда для иерархии SDH: $19440 \times 8000 = 155,52$ Мбит/с.

2.2. Функциональные модули сетей SDH

Опишем основные элементы систем передачи данных на основе SDH, или *функциональные модули* SDH. Эти модули могут быть связаны между собой в сеть SDH. Связи модулей можно рассматривать с двух сторон: *логической и физической*. С одной стороны, логика работы или взаимодействия модулей в сети определяет необходимые *функциональные связи* модулей - *топологию*, или *архитектуру*, сети SDH. Она позволяет как анализировать общие закономерности функционирования сети, достоинства и недостатки различных топологий, так и выбирать топологию сети, оптимальную для решения конкретной задачи. С другой стороны, модули связаны между собой *физической средой* распространения SDH сигнала, создаваемой кабелем (как правило, волоконно-оптическим) или эфиром при использовании радиосвязи. Это позволяет выявить физические пределы и ограничения на функционирование систем с заданной топологией.

2.3. Функциональные задачи и модули сетей SDH

Сеть SDH, как и любая сеть, строится из отдельных функциональных модулей ограниченного набора:

мультиплексоров, коммутаторов, концентраторов, регенераторов и терминального оборудования. Этот набор определяется основными функциональными задачами, решаемыми сетью:

- **сбор** входных потоков через каналы доступа в агрегатный блок, пригодный для транспортировки в сети SDH - **задача мультиплексирования**, решаемая *терминальными мультиплексорами* - ТМ сети доступа;
- **транспортировка** агрегатных блоков по сети с возможностью ввода/вывода входных/выходных потоков - **задача транспортирования**, решаемая *мультиплексорами ввода/вывода* - ADM, логически управляющими информационным потоком в сети, а физически - потоком в *физической среде*, формирующей в этой сети транспортный канал;
- **перегрузка** виртуальных контейнеров в соответствии со схемой маршрутизации из одного сегмента сети в другой, осуществляемая в выделенных узлах сети, - **задача коммутации**, или **кросскоммутации**, решаемая с помощью *цифровых коммутаторов* или *кросскоммутаторов* - DXC;
- **объединение** нескольких однотипных потоков в распределительный узел - концентратор (или хаб) - **задача концентрации**, решаемая *концентраторами*;
- **восстановление** (регенерация) формы и амплитуды сигнала, передаваемого на большие расстояния, для компенсации его затухания - **задача регенерации**, решаемая с помощью *регенераторов* - устройств, аналогичных *повторителям в LAN*;
- **сопряжение** сети пользователя с сетью SDH - **задача сопряжения**, решаемая с

помощью *оконечного оборудования* - различных согласующих устройств, например, конвертеров интерфейсов, конвертеров скоростей, конвертеров импедансов и т.д.

2.4. Мультиплексоры

Основным функциональным модулем сетей SDH является мультиплексор. Этот термин обозначает как собственно *мультиплексор*, служащий для *сборки* (мультиплексирования) высокоскоростного потока из низкоскоростных, так и *демультиплексор*, служащий для *разборки* (демультиплексирования) высокоскоростного потока с целью выделения низкоскоростных потоков.

Мультиплексоры SDH в отличие от обычных мультиплексоров, используемых, например, в сетях PDH, выполняют как функции собственно мультиплексора, так и функции устройств терминального доступа, позволяя подключать низкоскоростные каналы PDH иерархии непосредственно к своим *входным портам*. Они являются более универсальными и гибкими устройствами, позволяющими решать практически все перечисленные выше задачи, т.е. кроме задачи мультиплексирования выполнять еще и 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, включенных в спецификацию мультиплексора. Принято, однако, выделять два основных типа SDH мультиплексора: *терминальный мультиплексор* и *мультиплексор ввода/вывода*.

Терминальный мультиплексор ТМ является мультиплексором и оконечным устройством SDH сети с каналами доступа, соответствующими трибам PDH и SDH иерархий (рис.3). Терминальный мультиплексор может или *вводить каналы*, т.е. коммутировать их со входа трибного интерфейса на линейный выход, или *выводить каналы*, т.е. коммутировать их с линейного входа на выход трибного интерфейса. Он может также осуществлять *локальную коммутацию* входа одного трибного интерфейса на выход другого трибного интерфейса.

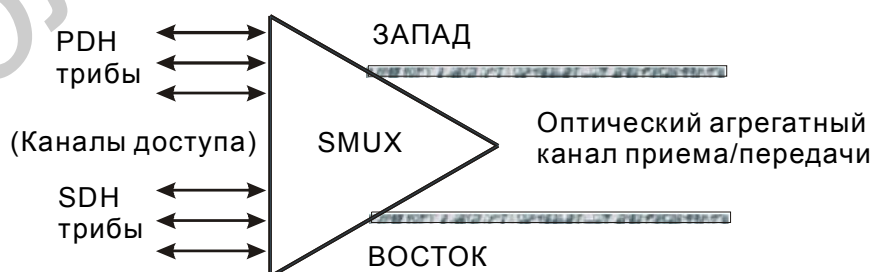


Рис.3. Синхронный мультиплексор (SMUX): терминальный мультиплексор (ТМ) или мультиплексор ввода/вывода (ADM)

Важной особенностью SDH мультиплексора является наличие двух оптических линейных выходов (каналов приема/передачи), называемых *агрегатными выходами* и используемых для создания режима стопроцентного резервирования, или защиты по схеме 1+1 с целью повышения надежности. Эти выходы (в зави-

симости от топологии сети) могут называться *основными и резервными* (линейная топология или *восточными и западными* (кольцевая топология). Нужно заметить, что термины "восточный" и "западный", применительно к сетям SDH, используются достаточно широко для указания на два прямо противоположных пути распространения сигнала в кольцевой топологии: один - по кольцу влево - "западный", другой - по кольцу вправо - "восточный".

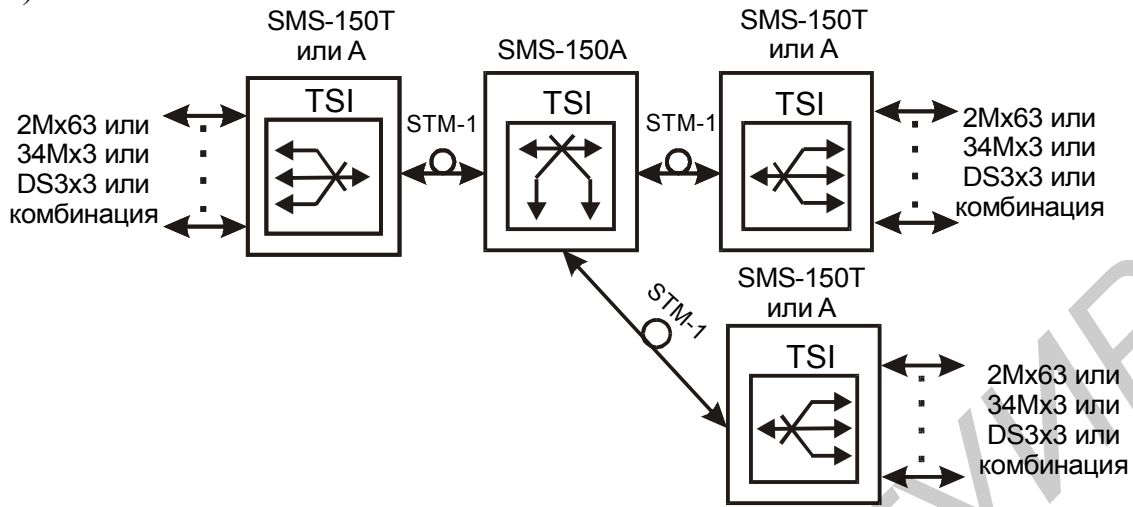
Мультиплексор ввода/вывода ADM может иметь на входе тот же набор трибов, что и терминальный мультиплексор (см. рис.3). Он позволяет вводить/выводить соответствующие им каналы. Дополнительно к возможностям коммутации, обеспечиваемым TM, ADM позволяет осуществлять сквозную коммутацию выходных потоков в обоих направлениях (например, на уровне контейнеров VC-4 в потоках, поступающих с линейных или агрегатных выходов, т.е. оптических каналов приема/передачи), а также осуществлять замыкание канала приема на канал передачи на обеих сторонах ("восточной" и "западной") 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. Все это дает возможность использовать ADM в топологиях типа кольца.

2.5. Концентраторы

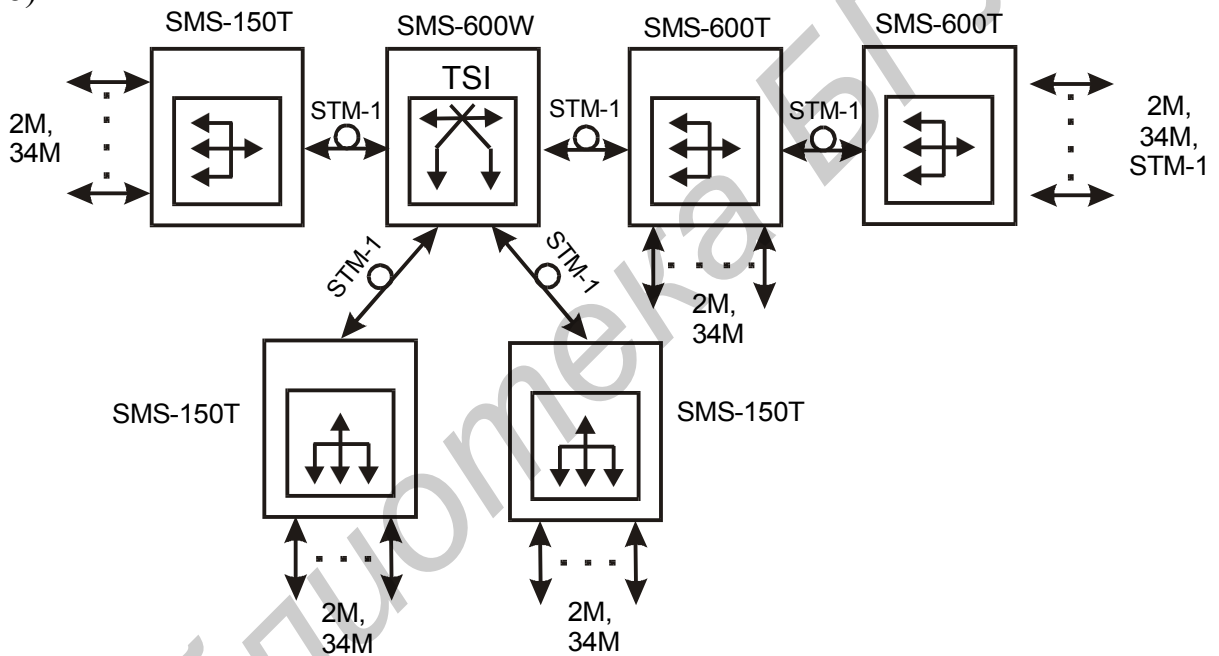
Концентратор (иногда называемый по-старому - хаб, так как используется в топологических схемах типа "звезда") представляет собой мультиплексор, объединяющий несколько, как правило, однотипных (со стороны входных портов) потоков, поступающих от удаленных узлов сети в один *распределительный узел* сети SDH, не обязательно также удаленный, но связанный с основной транспортной сетью (рис.4).

Этот узел может также иметь не два, а три, четыре или больше линейных портов типа STM-N или STM-N-1 (рис.4,а,б,в) и позволяет организовать *ответвление* от основного потока или кольца (рис.4,а), или, наоборот, подключение двух внешних ветвей к основному потоку или кольцу (см. рис.4,б) или, наконец, подключение нескольких узлов ячеистой сети к кольцу SDH (см. рис.4,в). В общем случае он позволяет уменьшить общее число каналов, подключенных непосредственно к основной транспортной сети SDH. Мультиплексор распределительного узла в порте ответвления позволяет локально коммутировать подключенные к нему каналы, давая возможность удаленным узлам обмениваться через него между собой, не загружая трафик основной транспортной сети.

а)



б)



в)

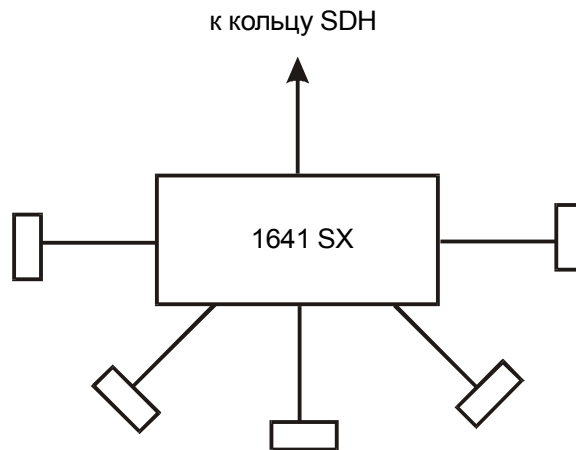


Рис.4. Синхронный мультиплексор (SMUX) в режиме концентратора

2.6. Регенераторы

Регенератор представляет собой вырожденный случай мультиплексора, имеющего один входной канал - как правило, оптический триб STM-N и один или два (при использовании схемы защиты 1 И) агрегатных выхода (рис.5).

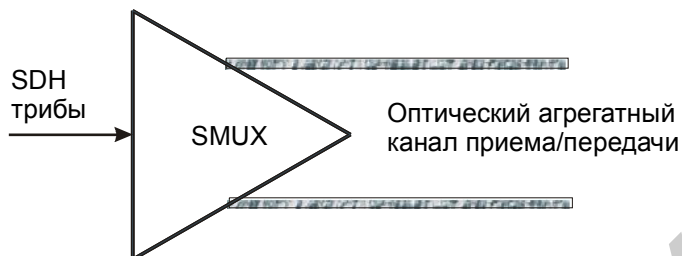


Рис.5. Мультиплексор в режиме регенератора

Он используется для увеличения допустимого расстояния между узлами сети SDH путем регенерации сигналов полезной нагрузки. Обычно это расстояние (учитывая практику использования одномодовых волоконно-оптических кабелей) составляет 15-40 км для длины волны порядка 1300 нм или 40-80 км - для 1500 нм, хотя при использовании оптических усилителей оно может достигать 100-150 км. Более точно это расстояние определяется отношением допустимых для секции регенератора суммарных потерь к затуханию на 1 км длины кабеля.

2.7. Коммутаторы

Подавляющее большинство современных мультиплексоров ввода/вывода строятся по модульному принципу. Среди этих модулей центральное место занимает *кросскоммутатор* или просто *коммутатор*, - DXC. В синхронной сети он позволяет установить связи между различными каналами, ассоциированными с определенными пользователями сети, путем организации полупостоянной (временной) перекрестной связи, или *кросскоммутации*, между ними. Возможность такой связи позволяет осуществить *маршрутизацию* в сети SDH на уровне виртуальных контейнеров VC-n, управляемую сетевым менеджером (управляющей системой) в соответствии с заданной конфигурацией сети.

Физически возможности внутренней коммутации каналов заложены в самом мультиплексоре SDH, что позволяет говорить о мультиплексоре как о *внутреннем* или *локальном коммутаторе*. На рис.6, например, менеджер полезной нагрузки может динамически изменять логическое соответствие между трибным блоком TU и каналом доступа (трибным интерфейсом), что равносильно *внутренней коммутации* каналов. Кроме этого, мультиплексор, как правило, имеет возможность коммутировать собственные каналы доступа (рис.7), что равносильно *локальной коммутации* каналов (как отмечалось у TM и ADM выше). На мультиплексоры, например, можно возложить задачи локальной коммутации на уровне одноплатных каналов доступа, т.е. задачи, решаемые концентраторами (см.рис. 7).

Все это говорит о возможности распределенного управления процессом ком-

мутации в узлах сети SDH. Однако эти возможности в большинстве своем ограничены как по числу коммутируемых каналов, так и по типу виртуальных контейнеров VC, доступных для коммутации. Поэтому в общем случае приходится использовать *специально разработанные синхронные коммутаторы* - SDXC, осуществляющие не только локальную, но и общую или *проходную* (сквозную) *коммутацию* высокоскоростных потоков (34 Мбит/с и выше) и синхронных транспортных модулей STM-N (рис.8). 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*.

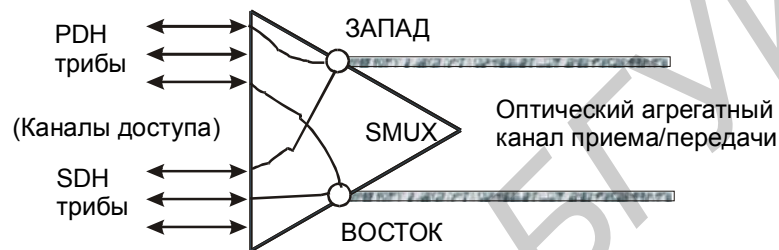


Рис.6. Мультиплексор ввода/вывода в режиме внутреннего коммутатора

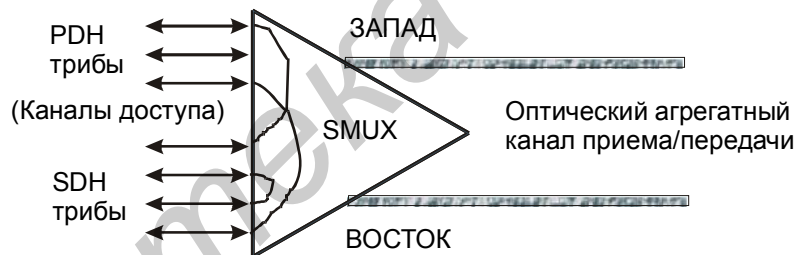


Рис.7. Мультиплексор ввода/вывода в режиме локального коммутатора

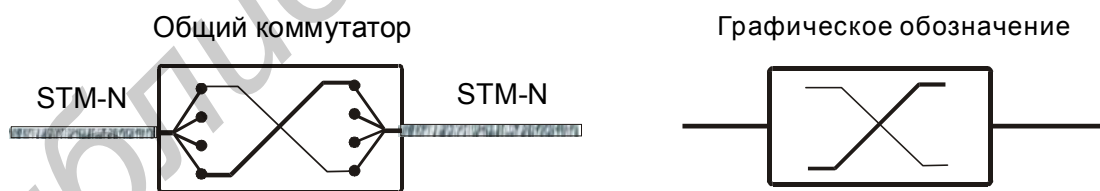


Рис.8. Общий или проходной коммутатор высокоскоростных каналов

2.8. Функции, выполняемые коммутатором

Можно выделить шесть различных функций, выполняемых коммутатором:

- **маршрутизация** (routing) виртуальных контейнеров VC, проводимая на основе использования информации в маршрутном заголовке РОН соответствующего контейнера;
- **консолидация, или объединение** (consolidation/hubbing), виртуальных контейнеров VC, проводимая в режиме работы концентратора/хаба;
- **трансляция** (translation) потока от точки к нескольким точкам, или к **мультиточке**, (point-to-multipoint), осуществляемая при использовании режима связи "точка-мультиточка";

- **сортировка или перегруппировка** (grooming) виртуальных контейнеров VC, осуществляемая с целью создания нескольких упорядоченных, например, по типу контейнеров, потоков VC из общего потока VC, поступающего на коммутатор;
- **доступ** к виртуальному контейнеру VC (test access), осуществляемый при тестировании оборудования;
- **ввод/вывод** (drop/insert) виртуальных контейнеров, осуществляемый при работе мультиплексора ввода/вывода.

2.9. Топология сетей SDH

Рассмотрим топологию сетей SDH и особенности ее выбора. Для того, чтобы спроектировать сеть в целом нужно пройти несколько этапов, на каждом из которых решается та или иная функциональная задача, поставленная в ТЗ на стадии проектирования. Это могут быть задачи выбора топологии сети, выбора оборудования узлов сети в соответствии с указанной топологией, формирование сетей управления и синхронизации. Первой из них является задача выбора топологии сети. Эта задача может быть решена достаточно легко, если знать возможный набор **базовых стандартных топологий**, из которых может быть составлена топология сети в целом. Ниже рассмотрены такие базовые топологии и их особенности.

2.10 Топология "точка-точка"

Сегмент сети, связывающий два узла А и В, или топология "точка-точка", является наиболее простым примером базовой топологии SDH сети (рис.9). Она может быть реализована с помощью терминальных мультиплексоров ТМ, как по схеме без резервирования канала приема/передачи, так и по схеме со стопроцентным резервированием типа 1+1, использующей основной и резервный электрические или оптические **агрегатные выходы** (каналы приема/передачи). При выходе из строя основного канала сеть в считанные десятки миллисекунд автоматически переходит на резервный.

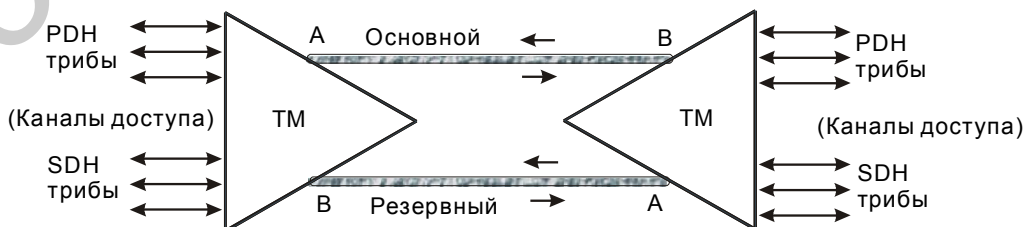


Рис.9. Топология "точка - точка", реализованная с использованием ТМ

Несмотря на свою простоту, именно эта базовая топология наиболее широко используется при передаче больших потоков данных по высокоскоростным магистральным каналам, например по трансокеанским подводным кабелям, обслуживающим цифровой телефонный трафик. Эту же топологию используют для отладки сети при переходе к новой более высокой скорости в иерархии SDH, например, с 622 Мбит/с (STM-4) на 2.5 Гбит/с (STM-16) или с 2.5 Гбит/с (STM-16) на 10

Гбит/с (STM-64). Она же используется как составная часть радиально-кольцевой топологии (используется в качестве радиусов) и является основой для топологии "последовательная линейная цепь". С другой стороны, топологию "точка-точка" с резервированием можно рассматривать как вырожденный вариант топологии "кольцо" (см. ниже).

2.11. Топология "последовательная линейная цепь"

Эта базовая топология используется тогда, когда интенсивность графика в сети не так велика и существует необходимость ответвлений в ряде точек на линии, где могут вводиться и выводиться каналы доступа. Она реализуется с использованием как терминальных мультиплексоров на обоих концах цепи, так и мультиплексоров ввода/вывода в точках ответвлений. Эта топология напоминает последовательную линейную цепь, где каждый мультиплексор ввода/вывода является отдельным ее звеном. Она может быть представлена либо в виде простой последовательной линейной цепи без резервирования, как на рис.10, либо более сложной цепью с резервированием типа 1+1, как на рис.11. Последний вариант топологии часто называют *уплощенным кольцом*.

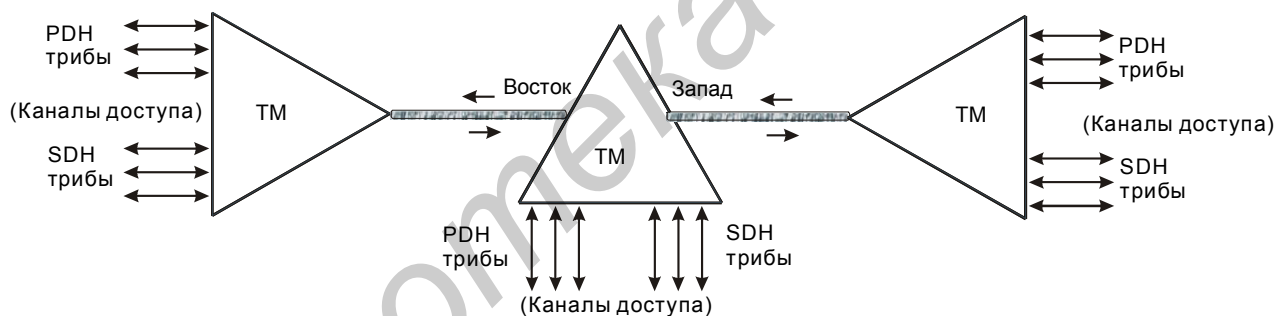


Рис.10. Топология "последовательная линейная цепь", реализованная на ТМ и ТОМ

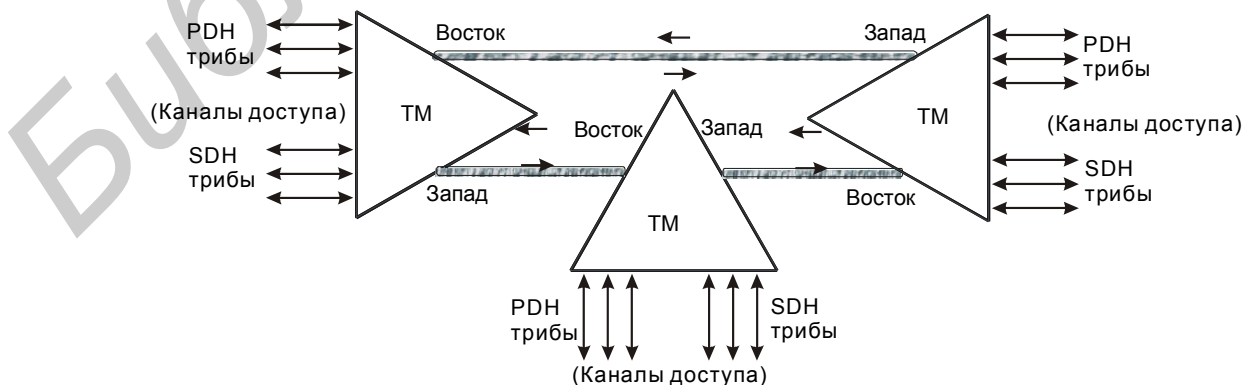


Рис.11. Топология "последовательная линейная цепь" типа "уплощенное кольцо" с защитой 1+1

2.12. Топология "звезда", реализующая функцию концентратора

В этой топологии один из удаленных узлов сети, связанный с центром коммутации (например цифровой АТС) или узлом сети SDH на центральном кольце, играет роль концентратора, или хаба, где часть графика может быть выведена на терминалы пользователей, тогда как оставшаяся его часть может быть распределена по другим удаленным узлам (рис.12). Ясно, что этот концентратор должен быть активным и интеллектуальным (в терминологии локальных сетей), т.е. быть мультиплексором ввода/вывода с развитыми возможностями кросскоммутиации (как описано выше). Иногда такую схему называют оптическим концентратором (хабом), если на его входы подаются частично заполненные потоки уровня STM-N (или потоки уровня на ступень ниже), а его выход соответствует STM-N. Фактически эта топология напоминает топологию "звезда", где в качестве центрального узла используется мультиплексор SDH.

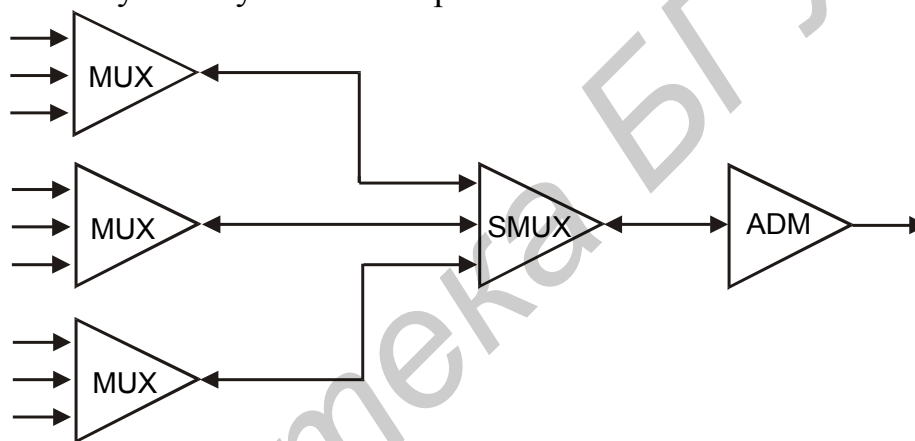


Рис.12. Топология "звезда" с мультиплексором в качестве концентратора

2.13. Топология "кольцо"

Эта топология широко используется для построения SDH сетей первых двух уровней SDH иерархии (155 и 622 Мбит/с). Основное преимущество этой топологии - легкость организации защиты типа 1+1, благодаря наличию в синхронных мультиплексорах SMUX двух пар (основной и резервной) оптических агрегатных выходов (каналов приема/передачи): *восток - запад*, дающих возможность формирования *двойного кольца* со встречными потоками (показаны стрелками на рис.13).

Кольцевая топология обладает рядом интересных свойств, позволяющих сети самовосстанавливаться, т.е. быть защищенной от некоторых достаточно характерных типов отказов.

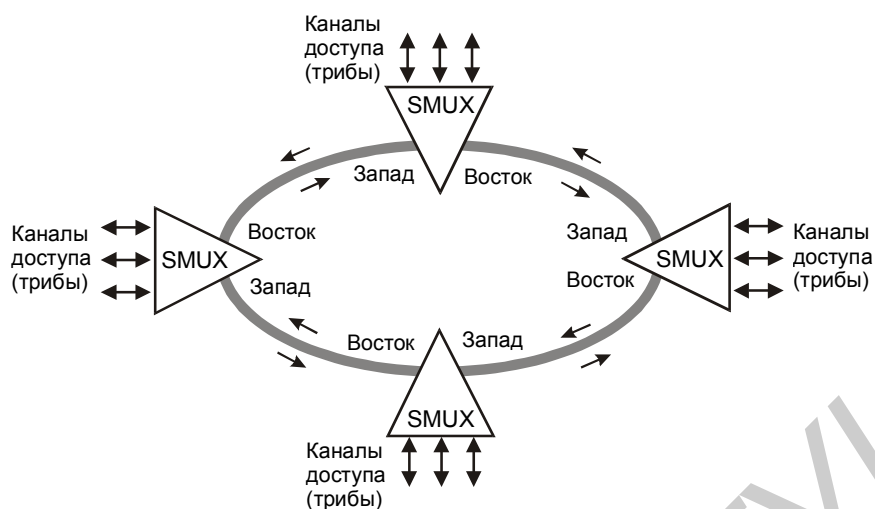


Рис.13. Топология "кольцо" с защитой 1+1 на уровне трибных блоков TU-n

3. Порядок выполнения курсового проекта

Целью работы является расчет основных технико-экономических показателей магистральной линии связи в зависимости от технических и эксплуатационных характеристик системы и проведение сравнительного анализа полученных результатов расчета.

Курсовой проект предусматривает решение следующих вопросов:

1. Выбор трассы магистральной линии.
2. Расчет числа каналов.
3. Выбор типа аппаратуры.
4. Расчет капитальных затрат.
5. Расчет штата по обслуживанию линии.
6. Расчет годовых эксплуатационных расходов.
7. Определение объема продукции.
8. Расчет прибыли и рентабельности.
9. Расчет основных производственных фондов.
10. Анализ рассчитанных параметров.

3.1. Расчет основных технико-экономических показателей сетей магистральной связи

Расчет годовых эксплуатационных затрат производится согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь, которые складываются из следующих затрат:

1. Оплата труда производственного и административного персонала.
2. Отчисления на социальные нужды.
3. Материальные затраты на эксплуатацию системы связи.
4. Амортизационные отчисления.

5. Прочие производственные затраты.

В состав затрат на оплату труда входит:

- основная заработная плата;
- выплаты стимулирующего характера;
- выплаты компенсирующего характера.

Для расчета основной заработной платы составляется штатное расписание. При установлении должностного оклада или тарифной ставки применяется единая тарифная сетка оплаты труда рабочих и служащих, рекомендованная Государственным комитетом Республики Беларусь по труду и социальным вопросам.

Отрасль связи относится ко второй группе по размеру минимальных ставок руководителей и специалистов.

Тарифные ставки водителей зависят от типа автомашин. Для водителей легковых автомашин - от объема цилиндров, грузовых - от грузоподъемности.

В штат входит сменный персонал, которому начисляется дополнительная плата в размере 40% за каждый час работы в ночное время и 40% за каждый час работы в вечернее время. Коллективным договором оговорен размер премиальных выплат, а также выплат стимулирующего характера.

В проекте расчет фонда заработной платы производят исходя из базовой средней заработной платы с учетом ее роста из-за влияния различных факторов.

Сумма годового фонда заработной платы ($Z_{ФЗП}$) определяется по формуле

$$Z_{ФЗП} = Z_{С.Г.БАЗ} \cdot T \cdot n \cdot k \cdot i,$$

где $Z_{С.Г.БАЗ}$ - средняя заработная плата базового года;

T - расчетная численность;

n - количество месяцев в году;

k - повышающий коэффициент с учетом факторов роста заработной платы;

i - коэффициент, учитывающий инфляционный фактор.

С 1 января 1995 года на всех предприятиях, согласно постановлению Госкомтруда формируется единый фонд заработной платы. Расчет фонда заработной платы с постатейной разбивкой показан в табл. 1.

Отчисления на социальные нужды складываются из:

- 1) отчислений на социальное страхование (35% от ФЗП);
- 2) отчислений в фонд занятости (1% от ФЗП) Все отчисления на социальные нужды зависят и определяются исходя из фонда заработной платы.

Общая сумма отчислений на социальные нужды составляет

$$O_{С.Н} = O_{С.С} + O_{Ф.З},$$

где $O_{С.С}$ - отчисления на социальное страхование;

$O_{Ф.З}$ - отчисления в фонд занятости.

Годовые материальные затраты на эксплуатацию аппаратуры системы сотовой связи складываются из расходов на:

- 1) материалы и запасные части;
- 2) топливо для автотранспорта;
- 3) электроэнергию;
- 4) теплоэнергию.

Годовые затраты на материалы и запасные части, потребляемые в процессе

эксплуатации и проведения профилактических и ремонтных работ, рассчитываются на основании норм на единицу оборудования с учетом транспортных и накладных расходов.

Таблица 1

Фонд заработной платы

N	Статьи расходов на оплату труда	Сумма расходов, тыс.руб.
1	Основная заработная плата	
2	<p>Выплаты стимулирующего характера</p> <p>Из них:</p> <p>премиальные (100% от ФЗП)</p> <p>профмастерство (1%)</p> <p>классность (1%)</p> <p>совмещение профессий (5%)</p> <p>расширенная зона обслуживания (10%)</p> <p>пособие к отпуску (10%)</p> <p>доплата за замену (5%)</p> <p>премия юбилярам (0,5%)</p> <p>премия за развитие средств связи и разработку (1,5%)</p>	
3	<p>Выплаты компенсирующего характера</p> <p>из них:</p> <p>разъездной характер работы (5% от ФЗП)</p> <p>ночные, вечерние и праздничны (5%)</p> <p>тяжелые и вредные условия труда (1%)</p> <p>компенсация за отпуск (1%)</p> <p>ненормированный рабочий день (1%)</p> <p>учебный отпуск (1%)</p> <p>индексация заработной платы (зависит от уровня инфляции)</p>	
	Итого:	

Возможен и другой подход: планируют расходы на материалы и запасные части для оборудования сотовой связи из расчета 0,5% от первоначальной стоимости вводимого оборудования.

Топливо для автотранспорта рассчитывается с учетом среднегодового пробега и норм расхода, также учитываются транспортные и накладные расходы. Расходы на электроэнергию рассчитываются исходя из мощности основного оборудования и вспомогательных устройств.

Расходы на теплоэнергию с учетом площади занимаемых помещений и стоимости коммунальных услуг во время отопительного сезона ориентировочно составляют 100000 руб.

В табл. 2 постатейно сведены расчеты материальных затрат.

Таблица 2

Материальные затраты

N	Статьи затрат	Сумма затрат за расчетный год, тыс.руб.	Удельный вес, %
1	Материалы и запасные части		28,6
2	Топливо для автотранспорта		15,6
3	Электроэнергия		37,7
4	Теплоэнергия		18,1
	Итого:		100

Амортизационные отчисления ($\Phi_{с.г}$) представляют собой погашение стоимости основных производственных фондов по мере их износа и служат для воспроизводства изношенных основных производственных фондов. Они рассчитываются по формуле

$$\Phi_{с.г} = (\Phi 1.01/2 + \Phi 1.02 + \Phi 1.03 + \Phi 1.04 + \Phi 1.05 + \Phi 1.06 + \Phi 1.07 + \Phi 1.08 + \Phi 1.09 + \Phi 1.10 + \Phi 1.11 + \Phi 1.12 + \Phi 1.01/2) / 12.$$

В табл. 3 произведен примерный расчет амортизационных отчислений.

В состав прочих затрат входят:

- налоги, сборы и отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
 - а) чрезвычайный налог;
 - б) отчисления на дошкольные учреждения;
 - в) отчисления в дорожный фонд;
 - г) экологический налог;
 - д) оплата за землю;
 - е) отчисления в фонд производителей с/х продукции.
- инвестиционный фонд;
- ремонтный фонд;
- расходы на служебные командировки;
- плата за воду и канализацию;
- плата за аренду помещений;
- другие расходы.

Таблица 3

Амортизационные отчисления

Виды ОПФ	Среднегодовая стоимость, тыс.руб.	Норма амортизации, %	Сумма амортизационных отчислений, тыс.руб.
1	2	3	4
Здания		5,0	
Сооружения		3,9	
Машины и оборудование Из них: рабочие машины		7,7	

Окончание табл.2

1	2	3	4
силовое оборудование		12,5	
Приборы		14,3	
Вычислительная техника		10	
Транспортные средства		8,4	
Инвентарь и принадлежности		15,4	
Итого:			

От фонда заработной платы в процентом отчислении платятся:

- чрезвычайный налог ($H_{\text{ч}}$) в размере 12 процентов;

$$H_{\text{ч}} = \Phi\text{ЗП} \cdot 12\% / 100\%;$$
- отчисления на дошкольные учреждения ($O_{\text{д.у}}$) в размере 5 процентов;

$$O_{\text{д.у}} = \Phi\text{ЗП} \cdot 5\% / 100\%.$$

От суммы доходов определяем дорожный налог ($H_{\text{дор}}$) в размере 1 процента:

$$H_{\text{дор}} = Д \cdot 1\% / 100\%,$$

где $Д$ – общая сумма годовых доходов.

Экологический налог ($H_{\text{ЭК}}$) платит предприятие за пользование природными ресурсами и за выбросы в окружающую среду в пределах установленных норм.

Выбросы подразделяются на:

- стационарные (сжигание угля и газа, вентиляция помещений и т.д.);
- передвижные (сгорание автотранспортного топлива).

Налог на землю платится в зависимости от ставок и площадей, занимаемых предприятием.

Сумма отчислений в фонд поддержки производителей сельскохозяйственной продукции ($H_{\text{С/Х}}$):

$$H_{\text{С/Х}} = Д \cdot 1\% / 100\%,$$

где $Д$ – общая сумма годовых доходов.

Отчисления в инвестиционный фонд составляют:

- 15 процентов от доходов;
- 15 процентов от суммы амортизационных отчислений.

Общая сумма отчислений в инвестиционный фонд ($O_{\text{и}}$) составит:

$$O_{\text{и}} = O_{\text{и.д}} + O_{\text{и.а}}.$$

где $O_{\text{и.д}}$ – отчисления в инвестиционный фонд от доходов;

$O_{\text{и.а}}$ – отчисления в инвестиционный фонд от суммы амортизационных отчислений.

Ремонтный фонд ($\Phi_{\text{РЕМ}}$) рассчитывается от стоимости основных производственных фондов в размере 1 процента:

$$\Phi_{\text{РЕМ}} = \text{ОПФ} \cdot 1\% / 100\%,$$

где ОПФ – стоимость основных производственных фондов.

Плата за воду и канализацию производится в зависимости от фактического

потребления воды по счетчику.

Арендная плата определяется согласно договорам на аренду помещений.
Результаты расчетов сводятся в табл. 4.

Таблица 4

Прочие расходы

N	Статьи расходов	Годовая сумма расходов, тыс.руб.
1	Налоги и отчисления в бюджет и внебюджетные фонды В том числе: чрезвычайный налог отчисления на дошкольные учреждения отчисления в дорожный фонд экологический налог налог на землю фонд поддержки производителей сельскохозяйственной продукции	
2	Отчисления в инвестиционный фонд	
3	Отчисления в ремонтный фонд	
4	Расходы на служебные командировки	
5	Оплата за воду и канализацию	
6	Аренда помещений	
7	Другие расходы	
	Итого:	

Себестоимость единицы продукции исчисляется путем деления суммы текущих эксплуатационных затрат на объем этой продукции.

В состав себестоимости, кроме статей эксплуатационных расходов, входит научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа (НИОКР). Она определяется в размере 0,7 процента от эксплуатационных расходов.

$$\text{НИОКР} = \text{Э}_p \cdot 0,7\% / 100\%,$$

где Э_p – сумма эксплуатационных расходов.

В табл. 5 сводятся статьи эксплуатационных расходов.

Таблица 5

Эксплуатационные расходы

N	Статьи затрат	Годовая сумма затрат, тыс.руб.
1	2	3
1	Фонд заработной платы	
2	Отчисления на социальные нужды	
3	Материальные затраты	
4	Амортизационные отчисления	

5	Прочие расходы Из них: налоги, отчисления, сборы	
---	--	--

Окончание табл.5

1	2	3
		Всего:
	НИОКР	
		Итого:

В отрасли связи себестоимость продукции (С) определяется из расчета на 100 рублей доходов, то есть

$$C = \frac{\text{Эр} \cdot 100}{D}$$

где **Эр** - сумма эксплуатационных расходов;
D - общая сумма годовых доходов.

3.2. Расчет прибыли и рентабельности

Главная цель предприятия магистральной связи, как и любого другого предприятия - получение максимальной прибыли за счет удовлетворения спроса потребителей на свою продукцию. Общая сумма прибыли предприятия связи представляет собой чистый доход, полученный предприятием после возмещения всех эксплуатационных затрат.

Балансовая прибыль определяется по формуле

$$\text{П}_Б = D - (\text{Эр} + \text{НДС}) + \text{Пр} - \text{Пу}_Б,$$

где **Пр** - балансовая прибыль;
D - доход;
Эр - эксплуатационные расходы;
НДС - налог на добавленную стоимость;
Пр - прочая прибыль;
Пу_Б - убытки предприятия.

Добавленная стоимость определяется как разница между выручкой предприятия от реализации продукции и материальными затратами. Ставка налога на добавленную стоимость (НДС) составляет 20 процентов:

$$\text{НДС} = (D - \text{МЗ}) \cdot 20\% / 120\%,$$

где **D** - доход;
МЗ - материальные затраты.

Общая рентабельность (**P**) определяется как отношение балансовой прибыли к общей сумме эксплуатационных расходов:

$$P = \frac{\text{П}_Б \cdot 100\%}{\text{Эр}},$$

где **П_Б** - балансовая прибыль.

Прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, определяется как разница между балансовой прибылью и налогом на прибыль.

Налог на прибыль исчисляется из балансовой прибыли.

К прибыли, не облагаемой налогом, относится:

- прибыль, использованная на мероприятия по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы;
- прибыль, использованная на природоохранные и противопожарные мероприятия;
- прибыль, использованная на НИОКР;
- прибыль, использованная на развитие производства и погашение кредитов, полученных на эти цели.

3.3. Расчет использования основных производственных фондов

Основным стоимостным показателем экономической эффективности использования основных производственных фондов является фондоотдача. Коэффициент фондоотдачи ($K_{\text{ФО}}$) выражается в объеме доходов, приходящихся на один рубль стоимости основных производственных фондов:

$$K_{\text{ФО}} = D / \Phi_{\text{СГ}},$$

где D - доход;

$\Phi_{\text{СГ}}$ - стоимость основных производственных фондов.

Обратной величиной показателя фондоотдачи является фондоемкость ($K_{\text{ФЕ}}$). Она показывает, сколько основных производственных фондов приходится на 1 рубль доходов:

$$K_{\text{ФЕ}} = \Phi_{\text{СГ}} / D,$$

где $\Phi_{\text{СГ}}$ - стоимость основных производственных фондов;

D - доход.

Степень технической оснащенности предприятия характеризует коэффициент фондовооруженности труда ($K_{\text{ФВ}}$). Он показывает, сколько основных производственных фондов приходится на одного работника:

$$K_{\text{ФВ}} = \Phi_{\text{СГ}} / T,$$

где $\Phi_{\text{СГ}}$ - стоимость основных производственных фондов;

T - численность работников.

Показателем абсолютной экономической эффективности использования основных производственных фондов является коэффициент рентабельности ($K_{\text{РЕН}}$). Это отношение прибыли к среднегодовой стоимости основных производственных фондов:

$$K_{\text{РЕН}} = \Pi / \Phi_{\text{СГ}},$$

где Π - прибыль;

$\Phi_{\text{СГ}}$ - стоимость основных производственных фондов.

Коэффициент рентабельности показывает, сколько прибыли приходится на 1 рубль основных производственных фондов.

Коэффициент износа основных производственных фондов ($K_{\text{ИЗН}}$) характеризуется годовой суммой амортизационных отчислений к среднегодовой стоимости основных производственных фондов:

$$K_{\text{ИЗН}} = A_0 / \Phi_{\text{СГ}},$$

где A_0 - сумма амортизационных отчислений;

$\Phi_{\text{СГ}}$ - стоимость основных производственных фондов.

Если принять среднегодовую стоимость основных производственных фондов

за 100%, коэффициент готовности основных производственных фондов ($K_{Гот}$) определяется как разница от 100% и коэффициента износа:

$$K_{Гот} = 100\% - 8\% = 92\%.$$

Вышеназванные основные показатели хозяйственной деятельности предприятия сводятся в табл. 6.

Таблица 6

Сводная таблица экономических показателей

N	Наименование показателей	Значение
1	Собственные доходы, тыс.руб.	
2	Затраты на производство, тыс.руб.	
3	Себестоимость 100 руб. дохода, руб.	
4	Балансовая прибыль, тыс. руб.	
5	Общая рентабельность, %	
6	Прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, тыс.руб.	
7	Затраты на капремонт, тыс.руб.	
8	Фонд заработной платы, тыс.руб.	
9	Среднесписочная численность, чел.	
10	Среднемесячная зарплата на одного работника в месяц, руб.	
11	Производительность труда, тыс.руб.	
12	Среднегодовая стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.	
13	Фондоотдача на 1 руб. ОПФ, руб.	
14	Фондовооруженность, тыс.руб./чел	

3.4. Расчет коэффициента экономической эффективности и срока окупаемости капитальных вложений

При решении вопросов развития, технического перевооружения связи и расширения ее сети необходимо выяснить экономическую целесообразность осуществления капитальных вложений. Для этого рассчитывают коэффициент экономической эффективности (E_p), выражающий рентабельность капитальных затрат. Он определяется как отношение прибыли к сумме капитальных затрат:

$$E_p = \Pi_B / K,$$

где Π_B - балансовая прибыль;

K - сумма капитальных затрат.

Срок окупаемости капитальных затрат (T) является обратной величиной коэффициента экономической эффективности и определяется отношением капитальных затрат к балансовой прибыли:

$$T = K/\Pi_B; \text{ или } T = 1/E_p,$$

где K - сумма капитальных затрат;

E_p - коэффициент экономической эффективности.

Литература

1. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. – М. ЭКО-ТРЕНД, 1998.
2. Шляхтер и др. Аппаратура сетей связи: Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Связь, 1980. - 440 с.
3. Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH – М. ЭКОТРЕНД, 1998.
4. Срапионов О.С. Экономика и планирование связи. – М.: Связь, 1986.

Библиотека БГУИР

Учебное издание

Ефремов Андрей Михайлович
Кравчук Николай Иванович
Хацкевич Олег Александрович

Организация магистральной связи в Республике Беларусь

Методическое пособие по курсу
"Организация и управление предприятиями связи"

для студентов специальности
"Телекоммуникационные системы"

Ответственный за выпуск В.А. Ильинков
Редактор Н.В. Гриневич
Корректор Е.Н. Батурчик

		Подписано в печать	Формат 60x84 1/16
		Бумага	Печать офсетная.
Усл. печ. л.	Уч. - изд. л.	1,9	Тираж 100 экз. Заказ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Отпечатано в БГУИР. Лицензия ЛП № 156. 220027, Минск, П.Бровки, 6