Проектирование транспортной сети для мобильной связи стандарта GSM на базе технология SDH.

Содержание

Введение

1. Анализ существующего положения

1.1 Постановка задачи проекта

1.2 Краткая характеристика региона и сети связи

1.3 Описание системы GSM

1.3.1 Аспекты сотового планирования

1.4 Способы организации транспортной сети

1.4.1 Спутниковые линий связи

1.4.2 Проводные линий связи

1.4.3 Волоконно-оптические линии связи

1.4.4 Радиорелейные линий связи

1.5 Выбор оптимального варианта линии связи

2. Техническая часть

2.1 Классификация оптических кабелей связи

2.2 Характеристика и расчет основных параметров оптического кабеля

2.3 Расчет длины регенерационного участка

2.4 Расчет и построение диаграммы уровней передачи

3. Рабочая документация

3.1 Общие вопросы по строительству, монтажу и измерению ВОЛС

4. Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда при эксплуатации лазера

5. Технико-экономическое обоснование проекта

5.1 Расчет капитальных затрат

5.2 Расчет численности производственных работников

5.3 Расчет технико-экономических показателей

5.3.1 Расчет эксплуатационных расходов

5.3.2 Расчет доходов от услуг связи

Заключение

**Введение**

Создание современной динамичной рыночной экономики с механизмом само регуляции невозможно без надежной системы связи и телекоммуникаций, которая является важным фактором инвестиционного климата и непременным условием развития бизнеса. Современное состояние мирового рынка услуг связи характеризуется глубокими структурными сдвигами.

Компьютеризация телекоммуникационного оборудования идет параллельно с процессами приватизации национальных систем связи, появлением на рынке крупных фирм – операторов, что приводит к усилению конкурентной борьбы. В результате снижаются расценки на телекоммуникационные услуги, расширяется их ассортимент, а пользователи имеют возможность выбора.

Большинство промышленно развитых стран интенсивно переходит на цифровой стандарт связи, который позволяет мгновенно передавать колоссальные объемы информации с высокой степенью защиты ее содержания. В мировых телекоммуникациях отчетливо проявляется тенденция развития полно сервисных сетей, построенных на базе технологии коммутации пакетов услуг.

Спрос на информационные технологии, современные компьютеры и офисное оборудование в последние годы оказывает существенное влияние на динамику и структуру мировой экономики. Настоящей революцией в сфере информационных технологий стало появление и бурное развитие системы Интернет, сформировавшийся к началу третьего тысячелетия в одну из ведущих отраслей мировой экономики.

В каждой стране управление телекоммуникационной отраслью имеет свою специфику. Однако появление цифровых технологий и массовое внедрение услуг по предоставлению доступа в сеть Интернет привели к тому, что сегодня практически любой оператор связи работает не только на локальном (региональном или общенациональном), но и на мировом рынке телекоммуникационных услуг.

Появление цифровых технологий способствовало радикальным изменениям в телекоммуникационной отрасли. Услуги традиционной голосовой связи начали вытесняться интерактивными услугами, такими как Интернет, передача данных, мобильная связь.

В данном дипломном проекте рассматриваются вопросы по организации (проектированию) транспортной сети на базе технология SDH для сотовых операторов стандарта GSM вдоль автотрассы Душанбе - Рашт. Внедрения данного проекта в реальную жизнь позволить улучшить качество связи, повысить количества абонентов сотовых операторов в удаленных районах области.

**Глава 1. Анализ существующего положения.**

**1.1 Постановка задачи проекта.**

Отечественный рынок услуг связи несмотря на перемены, остается достаточно замкнутым. С одной стороны это обусловлено огромными масштабами территории страны, благодаря которым формируются основные доходы операторов связи. С другой – Таджикистан пока находится вне мирового рынка международного трафика, что до сих пор было следствием недостаточно высокого уровня цифровизации основных каналов и более низкого качества связи по сравнению с мировыми стандартами.

Несмотря на высокие темпы внедрения современных технологий, процент охвата населения Республики Таджикистан новыми видами связи, такими как сотовая связь, Интернет остается низким. Среди новых видов связи наиболее динамично развивается сотовая связь.

Основной целью данного проекта является: повышение качества связи; увеличение доходов по исходящему трафику; расширение и укрепление позиций сотовых операторов на рынке услуг связи; избежание потери потенциальных потребителей услуг связи; увеличение денежного потока операторов и т. д. Для достижения цели в проекте рассматриваются вопросы по организации (проектированию) транспортной сети на базе технология SDH для сотовых операторов стандарта GSM вдоль автотрассы Душанбе – Тавильдара , что позволит значительно повысить качество предоставляемых услуг и соответственно увеличить исходящий трафик.

Базисом стратегии проекта является удовлетворение спроса на улучшение качества связи, завоевание лидерской позиции по предоставлению услуг телекоммуникаций, расширение рынка, предоставляя потребителям двух районов (Раштского и Тавильдаринского) самые современные, качественные услуги связи.

Актуальность проекта заключается в первую очередь в том, что существующая система связи (транспортная сеть сотовых операторов- разнородная, т.е. частично аналогово-цифровые РРЛ и уплотненные с помощью ИКМ электрические кабели), эксплуатация которой на протяжении последних лет оставалась без внимания, не удовлетворяет запросы населения, как в качестве связи, так и в своевременных установках.

Планируемое проектирование транспортной сети на базе ВОЛС создает предпосылки стабильного роста трафика, предоставления высокоскоростных услуг передачи данных, а также предоставление в аренду цифровых каналов сторонним операторам.

В связи с тем, данный проект необходим для устранения всех недостатков работы сети телекоммуникаций, что повлияет на увеличение количества абонентов, каналов и принесет оператору стабильный финансовый рост, дополнительно позволит увеличить рынки по предоставлению услуг телекоммуникаций, и соответственно увеличит денежный поток.

Следовательно, своевременное внедрение данного проекта позволить расширение рынка по предоставлению услуг телекоммуникаций, обеспечит существенное превосходство в конкурентной борьбе с компаниями, которые в настоящее время предоставляют аналогичные услуги [8].

**1.2 Краткая характеристика региона и сети связи**

Южно-Казахстанская область является одним из крупных регионов республики и граничит на востоке с Жамбылской областью, на севере с Жезказганской, на западе Кызылординской областью и на юге с Узбекистаном. Ее территория - 117,3 тыс.кв.км, здесь проживает около 2 млн.человек. В административно-территориальную структуру области входят 4 города, 11 сельских районов.

Регион богат месторождениями полезных ископаемых, таких как барит, уголь, железные и полиметаллические руды, бентонитовые глины, вермикулит, тальк, известняк, гранит, мрамор, гипс, кварцевые пески. По запасам урана область занимает первое место, фосфоритов и железных руд - третье место в Казахстане.

Южно-Казахстанская область располагает значительным производственно-экономическим потенциалом. Это один из самых трудоизбыточных регионов Казахстана.

Область является крупным производителем и поставщиком хлопка, каракуля, кожевенного сырья, растительного масла, фруктов, овощей, винограда, бахчевых, кондитерских, макаронных, табачных изделий, пивобезалкогольной продукции. В области производятся также свинец, цемент, желтый фосфор, нефтепродукты, кислота серная, шифер, автотракторные шины, экскаваторы, трансформаторы силовые, масляные выключатели, хлопчатобумажные ткани, чулочно-носочные, швейные изделия, мебель.

Область располагает двумя направлениями железных дорог, общей протяженностью 444,6 км, автомобильными дорогами общего пользования 5,2 тыс.километров, в т.ч. с твердым покрытием - 5,1 тыс. километров.Гражданская авиация работает на линиях, протяженностью 18,3 тыс.км.

Областной центр расположен на оси международной магистрали Оренбург - Ташкент и Туркестано-Сибирской магистрали. Кроме того, имеет удобные связи по автомагистралям: Ташкент - Шымкент - Тараз - Алматы и Ташкент - Шымкент - Туркестан - Самара.

Основными направлениями социально-экономического развития области являются подчинение региональной политики приоритетам устойчивого экономического развития реального сектора экономики, особенно тех отраслей, которые обеспечивают занятость путем повышения емкости внутреннего рынка и расширения платежеспособного спроса, формирование привлекательного инвестиционного климата, активизация деятельности по привлечению прямых отечественных и иностранных инвестиций в приоритетные секторы экономики. В социальной сфере - реализация комплексной программы социальной защиты населения, построение системы адресной социальной защиты на местном уровне и обеспечение эффективных мер по борьбе с бедностью и безработицей.

Развитие промышленности определяет нефтеперерабатывающая и металлургическая промышленность. В металлургии произойдет стабилизация производства по свинцу рафинированному, золоту, серебру. В легкой и пищевой промышленности предусматривается рост производства почти в два раза, однако это не окажет существенного влияния на структуру промышленного производства.

Приоритетное развитие получили субъекты производственного сектора малого бизнеса, занимающиеся переработкой продукции сельского хозяйства. Развитие животноводства повлечет за собой создание новых предприятий по переработке кожи, шерсти, мяса и молока. Особое внимание будет уделено созданию малых предприятий с законченным циклом переработки хлопка-сырца, развитию рисоводства и виноградарства.

Стратегия развития сельского хозяйства основана на поддержку эффективных хозяйствующих субъектов, производящих конкурентоспособную продукцию и расширении емкости внутреннего и внешнего рынков сбыта отечественной сельхозпродукции, формировании общеэкономических условий для стабилизации отрасли.

Наблюдаются увеличение объемов работ предприятий транспортно-коммуникационного комплекса. Отправление грузов всеми видами транспорта общего пользования за 2000-2008 гг. увеличился на 29,6%, в том числе железнодорожным транспортом на 23,1%, автомобильным на 38,6%, воздушным в 2,5 раза. На автомобильных дорогах работа будет в основном направлена на улучшение их технического состояния и реконструкцию для обеспечения пропуска большегрузных автомобилей.

Южно-Казахстанская область располагает значительным производственно-экономическим потенциалом. Основу его составляют огромные природные запасы, высокий промышленный потенциал и достаточные трудовые ресурсы.

Область является крупным производителем и поставщиком хлопка, кожевенного сырья, растительного масла, фруктов, овощей, винограда, бахчевых, макаронных, табачных изделий, пивобезалкогольной продукции, свинца, цемента, нефтепродуктов, серной кислоты, шифера, автотракторных шин, экскаваторов, силовых трансформаторов, масляных выключателей, чулочно-носочных, швейных изделий, мебели.

На сегодняшний день Южный Казахстан – один из самых динамично развивающихся промышленных регионов республики. На лучших предприятиях региона наблюдается устойчивый рост экономических показателей. Другим свидетельством успешного развития экономики стало появление новых предприятий и создание новых рабочих мест, прежде всего в сфере переработки хлопка. Запущена в эксплуатацию хлопкопрядильная фабрика. Развитие крупного производства сопровождается ростом числа предприятий малого и среднего бизнеса.

Крупнейшая узловая станция ЮКО с тремя направлениями – станция Арысь. Она основана в 1900 году как железнодорожная станция во время строительства железнодорожной линии Оренбург-Ташкент. Станцию Арысь называют "фабрикой маршрутов" и "воротами в Среднюю Азию", поскольку она является главным диспетчером южной магистрали Казахстана.

В области предоставляют услуг связи населению и организациям несколько операторов. Среди них можно отметить следующих: "Kaзахтелеком", "Казтранском", "Транстелеком", "Нурсат" , "Аstel", Golden Telecom", "КCeel", "Билайн", "Dalacom", транкинговые компании и др.

Важную роль в развитии экономики области играет Южно-Казахстанская областная дирекция телекоммуникаций - филиал АО "Kaзахтелеком". Данная организация предоставляет услуги местной, междугородной и международной телефонной связи, передачи данных и телеграфной связи, подвижной радиотелефонной связи, услуг по трансляции телевизионных и звуковых программ.

С 1998 года действует Транснациональная Азиатско-Европейская Волоконно-Оптическая Линия Связи (ТАЕ BOЛС), проходящая по территории области. В конце 2000 года сдан в эксплуатацию участок Шымкент - Актобе Западной ветки Национальной информационной супермагистрали (НИСМ), с 2005 г. восточная ветка Шымкент-Тараз.

Активно ведется работы по цифровизации местных сетей (ГТС, СТС), а также зоновой сети. В городе Шымкенте заканчиваются работы по строительству сети NGN. Внедряются станции спутниковой связи ДАМА, обеспечивающие связью отдаленные участки. В области возрос интерес к Интернету.

Но, существуют и проблемы, например в сфере связи и телекоммуникаций необходимо удовлетворение спроса населения на услуги. Необходимо дальнейшее развитие работы по модернизации систем связи путем замены аналогового оборудования на цифровое, а также по внедрению новых современных стандартов сотовой, мобильной и других видов связи. Активизировать работ по строительству вторичных сегментов (внутризоновый и местный) национальной информационной супермагистрали, по расширению спутниковой сети, а также по обеспечению сотовой связи отдаленные районы и аулы.

Ниже в разделе 1.3 данного дипломного проектирования приведены основные аспекты сотового планирования, так как цель проекта – создание транспортной сети для операторов стандарта GSM вдоль автотрассы Шардара- Арысь на базе ВОЛС.

**1.3 Описание системы GSM**

Общие характеристики системы. В соответствии с рекомендацией СЕРТ 1980 г, касающейся использования спектра частот подвижной связи в диапазоне частот 862-960МГц, стандарт GSM на цифровую общеевропейскую (глобальную) сотовую систему наземной подвижной связи предусматривает работу передатчиков в двух диапазонах частот: 890-915МГц (для передатчиков подвижных станций – MS), 935-960МГц (для передатчиков базовых станций- BTS) [22].

В стандарте GSM используется узкополосный многостанционный доступ с временным разделением каналов (NB TDMA).В структуре TDMA кадра содержится 8 временных позиций на каждой из 124 несущих.

Для защиты от ошибок в радиоканалах при передачи информационных сообщений применяется блочное и сверточное кодирование с перемежением. Повышение эффективности кодирования и перемежения при малой скорости перемещения подвижных станций достигается медленным переключением рабочих частот (SFH) в процессе сеанса связи со скоростью 217 скачков в секунду.

Для борьбы с интерференционными замираниями принимаемых сигналов, вызванных многолучевым распространением радиоволн в условиях города, в аппаратуре связи используются эквалайзеры, обеспечивающие выравнивание импульсных сигналов со среднеквадратическим отклонением времени задержки до 16 мкс.

Система синхронизации рассчитана на компенсацию абсолютного времени задержки сигналов до 233мкс, что соответствует максимальной дальности связи или максимальному радиусу ячейки (соты) 35 км.

В стандарте GSM выбрана гауссовская частотная манипуляция с минимальным частотным сдвигом (GMSK). Обработка речи осуществляется в рамках принятой системы прерывистой передачи речи (DTX), которая обеспечивает включение передатчика только при наличии речевого сигнала и отключение передатчика в паузах и конце разговора. В качестве речепреобразующего устройства выбран речевой кодек с регулярным импульсным возбуждением/долговременным предсказанием и линейным предикативным кодированием с предсказанием (RPE/LTR-LTP-кодек). Общая скорость преобразования речевого сигнала – 13 кбит/с [8].

В стандарте GSM достигается высокая степень безопасности передачи сообщений; осуществляется шифрование сообщений по алгоритму шифрования с открытым ключом (RSA).

В целом система связи, действующая в стандарте GSM , рассчитана на ее использование в различных сферах. Она предоставляет пользователям широкий диапазон услуг и возможность применять разнообразное оборудование для передачи речевых сообщений и данных, вызывных и аварийных сигналов; подключаться к телефонным сетям общего пользования (PSTN),сетям передачи данных (PDN) и цифровым сетям с интеграцией служб (ISDN). Характеристика стандарта GSM приведена в конце пояснительной записки [П.А.].

Структура системы. Сеть GSM делится на две системы. Каждая из этих систем включает в себя ряд функциональных устройств, которые в свою очередь, являются компонентами сети мобильной радиосвязи. Данными системами являются:

- коммутационная система - Switching System (SS);

- система базовых станций - Base Station System (BSS).

Каждая из этих систем контролируется компьютерным центром управления.

Система SS выполняет функции обслуживания вызовов и установления соединений, а также отвечает за реализацию всех назначенных абоненту услуг. SS включает в себя следующие функциональные устройства:

* Центр коммутации мобильной связи (MSC).
* Опорный регистр местоположения (HLR).
* Визитный регистр (VLR).
* Центр аутентификации (AUC).
* Регистр идентификация оборудования (EIR).

Система BSS отвечает за все функции, относящиеся к радиоинтерфейсу, и включает в себя следующие функциональные блоки:

* Контроллер базовых станций (BSC).
* Базовую станцию (BTS).

Центр технического обслуживания (ОМС) выполняет все задачи по эксплуатационно-техническому обслуживанию для сети, например, из него проводится наблюдение за сетевым трафиком, за аварийными сигналами от всех сетевых элементов.

Из ОМС доступ осуществляется как к системе SS, так и к системе BSS.

MS не принадлежит ни к одной из этих систем, но рассматривается как элемент сети.

Состав системы коммутации SS. Центр коммутации мобильной связи. Центр коммутации мобильной связи (MSC) выполняет функции коммутации для мобильной связи. Этот центр контролирует все входящие и исходящие вызовы, поступающие из других телефонных сетей и сетей передачи данных. К таким сетям можно отнести PSTN, ISDN, сети данных общего пользования, корпоративные сети, а также сети мобильной связи других операторов. Функции проверки подлинности абонентов также выполняются в MSC. MSC обеспечивает маршрутизацию вызовов и функции управления вызовами. На MSC возлагаются функции коммутации радиоканалов. К ним относятся "эстафетная передача", в процессе которой достигается непрерывность связи при перемещении мобильной станции из соты в соту, и переключение рабочих каналов в соте при появлении помех или неисправностях.

MSC формирует данные, необходимые для выписки счетов за предоставленные сетью услуги связи, накапливает данные по состоявшимся разговорам и передаёт их в центр расчётов (биллинг-центр). MSC составляет также статистические данные, необходимые для контроля работы и оптимизации сети.

MSC не только участвует в управлении вызовами, но также управляет процедурами регистрации местоположения и передачи управления.

Центр коммутации осуществляет постоянное слежение за мобильными станциями, используя регистры местоположения (HLR) и перемещения (VLR).

Опорный регистр местоположения. В системе GSM каждый оператор располагает базой данных (HLR), содержащей информацию обо всех абонентах, принадлежащих своей PLMN. Эта база данных может быть организована в одном или более HLR. Информация об абоненте заносится в HLR в момент регистрации абонента (заключения абонентом контракта на обслуживание) и хранится до тех пор, пока абонент не расторгнет контракт и не будет удалён из регистра HLR.

Хранящаяся информация в HLR включает в себя:

* Идентификатор абонента.
* Дополнительные услуги, закрепленные за абонентом.
* Информацию о местоположении абонента.
* Аутентификационную информацию абонента.

HLR может быть выполнен как в собственном узле сети, так и отдельно. Если емкость HLR исчерпана, то может быть добавлен дополнительный HLR. И в случае организации нескольких HLR база данных остаётся единой - распределённой. Запись данных об абоненте всегда остаётся единственной. К данным, хранящихся в HLR, могут получить доступ MSC и VLR, относящиеся к другим сетям в рамках обеспечения межсетевого роуминга абонентов.

Визитный регистр (VLR). База данных VLR содержит информацию о всех абонентах мобильной связи, расположенных в данный момент в зоне обслуживания MSC. Таким образом, для каждого MSC на сети существует свой VLR. В VLR временно хранится информация об абонировании, и, благодаря этому, связанный с ним MSC может обслуживать всех абонентов, находящихся в зоне обслуживания данного MSC. VLR может рассматриваться как распределенный HLR, поскольку в VLR хранится копия информации об абоненте, хранящаяся в HLR.

Когда абонент перемещается в зону обслуживания нового MSC, VLR, подключенный к данному MSC, запрашивает информацию об абоненте из того HLR, в котором хранятся данные этого абонента. HLR посылает копию информации в VLR и обновляет у себя информацию о местоположении абонента. Когда абонент звонит из новой зоны обслуживания, VLR уже располагает всей информацией, необходимой для обслуживания вызова. В случае роуминга абонента в зону действия другого MSC, VLR запрашивает данные об абоненте из HLR, к которому принадлежит данный абонент. HLR в свою очередь передаёт копию данных об абоненте в запрашивающий VLR и, в свою очередь, обновляет информацию о новом местоположении абонента. После того как информация обновится, MS может осуществлять исходящие/входящие соединения.

Центр аутентификации (AUC). Для исключения несанкционированного использования ресурсов системы связи вводятся механизмы аутентификации -удостоверения подлинности абонента. AUC - центр проверки подлинности абонента состоит из нескольких блоков и формирует ключи и алгоритмы аутентификации (осуществляется генерация паролей). С его помощью проверяются полномочия абонента, и осуществляется его доступ к сети связи. AUC принимает решения о параметра процесса аутентификации и определяет ключи шифрования абонентских станций на основе базы данных, сосредоточенной в регистре идентификации оборудования EIR.

Регистр идентификации оборудования абонента (EIR). EIR - это база данных, содержащая информацию о идентификационных номерах мобильных телефонов. Данная информация необходима для осуществления блокировки краденых телефонов. Данный регистр (EIR) предлагается операторам как опция, поэтому многие операторы не используют данный регистр.

Состав системы базовых станций BSS. Контроллер базовых станций (BSC).BSC управляет всеми функциями, относящимися к работе радиоканалов в сети GSM. Это коммутатор большой емкости, который обеспечивает такие функции как хэндовер MS, назначение радиоканалов и сбор данных о конфигурации сот. Каждый MSC может управлять несколькими BSC.

Базовая станция (BTS). BTS управляет радиоинтерфейсом с MS. BTS включает в себя такое радиооборудование как трансиверы (приемопередатчики) и антенны, которые необходимы для обслуживание каждой соты в сети. Контроллер BSC управляет несколькими BTS.

Центры наблюдения за работой сети. Центр технического обслуживания (OMC/OSS). ОМС или OSS представляет собой компьютеризованный центр наблюдения за работой сети, подключенный через каналы передачи данных Х.25 к различным компонентам сети, таким, например, как MSC и BSC. Персонал центра обеспечивается информацией о состоянии сети и может наблюдать за различными системными параметрами и управлять ими. В одной сети может быть один или несколько центров - это зависит от размера сети.

Центр управления сетью (NMT). Централизованное управление сетью выполняется в Центре управления сетью (NMT). На сети необходим только один центр, из которого может осуществляться управление подчиненными ОМС/OSS. Преимуществом такого централизованного подхода является то, что персонал NMT может сосредоточиться на решении долгосрочных стратегических проблем, связанных со всей сетью в целом, а локальный персонал каждого OMC/OSS может сосредоточиться на решении краткосрочных региональных или тактических проблем.

Совокупность функций OMC/OSS и NMC может быть комбинацией, реализованной в одном и том же физическом сетевом узле или в различных физических объектах.

Мобильная станция (MS).MS используется абонентом сети мобильной связи для осуществления связи в пределах сети. Существует несколько типов MS, каждый из которых позволяет абоненту устанавливать входящие и исходящие соединения. Производители MS предлагают абонентам большое число разнообразных, отличающихся по дизайну и возможностям аппаратов, удовлетворяющих потребности различных рынков.

Диапазон зоны покрытия каждого мобильного терминала зависит от его выходной мощности. Различные типы MS располагают разными выходными уровнями мощности и, соответственно, могут осуществлять уверенную работу в пределах зон разных размеров. Так, например, выходная мощность обычного телефона, который абоненты носят с собой, меньше, чем мощность установленного в автомобиле аппарата с выносной антенной, следовательно, зона ее работы меньше.

MS стандарта GSM состоится из следующих элементов:

* Мобильного терминала (трубки).
* Модуля идентификации абонента (SIM).

В стандарте GSM, в отличие от других стандартов, информация об абоненте отделена от информации о мобильном терминале. Абонентская информация хранится на сим-карте SIM. SIM может вставляться в любой аппарат, поддерживающий стандарт GSM. Это является для абонентов преимуществом, потому что они могут легко менять аппараты по своему желанию, что никак не влияет на обслуживание абонента сетью. Кроме того, это обеспечивает повышенную безопасность абонента. Структурная схема системы приведена в конце пояснительной записки [П.А.].

**1.4 Сравнение способов организации транспортной сети.**

1.4.1 Спутниковые линий связи

Спутниковая связь обладает важнейшими достоинствами, необходимыми для построения крупномасштабных телекоммуникационных сетей. Во-первых, с ее помощью можно достаточно быстро сформировать сетевую инфраструктуру, охватывающую большую территорию и не зависящую от наличия или состояния наземных каналов связи. Во-вторых, использование современных технологий доступа к ресурсу спутниковых ретрансляторов и возможность доставки информации практически неограниченному числу потребителей одновременно значительно снижают затраты на эксплуатацию сети.

1.4.2 Проводные линий связи

Кабельные линии представляют собой достаточно сложную конструкцию. Кабель состоит из проводников, заключенных в несколько слоев изоляции: электрической, электромагнитной, механической, а также, возможно, климатической. Кроме того, кабель может быть оснащен разъемами, позволяющими быстро выполнять присоединение к нему различного оборудования. Скрученная пара проводов называется витой парой (twisted pair) (симметричный кабель). Скручивание проводов снижает влияние внешних помех на полезные сигналы, передаваемые по кабелю.

Общими недостатками кабельных структур являются: большое время строительства, связанное с земляными или подводными работами, подверженность воздействию природных катаклизмов, актов вандализма и терроризма и все возрастающая стоимость прокладочных работ. Работы по развертыванию проводных систем трудоемки, а в некоторых местах, особенно исторической части городов, в охраняемых районах или при сложном рельефе, практически неосуществимы. А связанные с ними неудобства для жителей, нарушения работы транспорта, поврежденные дороги и прочие сопутствующие проблемы, усложняют и без того непростые процедуры согласования с различными инстанциями и уменьшают экономические выгоды.

1.4.3 Волоконно-оптические линии связи

В настоящее время на магистральных транспортных сетях все чаще используются оптические линии связи. Основным элементом таких линий является волоконно-оптический кабель (optical fiber), который состоит из тонких (3-60 микрон) волокон, по которым распространяются световые сигналы. Это наиболее качественный тип кабеля - он обеспечивает передачу данных с очень высокой скоростью (до 10 Гбит/с и выше) и к тому же лучше других типов передающей среды обеспечивает защиту данных от внешних помех.

Оптический кабель (ОК) по своим свойствам является невосприимчивым к любым внешним электромагнитным влияниям, а по механическим и иным характеристикам сопоставим с традиционными электрическими кабелями связи. Оптические кабели могут прокладываться в коллекторах, телефонной канализации, непосредственно в грунте, по стенам, под водой и подвешиваться на опорах. Оптический кабель можно прокладывать в непосредственной близости от сильных энергетических источников, параллельно высоковольтным кабелям, нефте–и газопроводам, а также вблизи от электрофицированных железных дорог и других источников электрических помех.

Волоконно-оптические линии связи нашли свое применение при организации межстанционной связи на ГТС (в последнее время и на СТС), где они с успехом заменяют электрические кабели, при организации связи на междугородных сетях и на местных сетях для передачи широкополосной информации (кабельного телевидения) и других видов связи.

Волоконно-оптические линии связи применяются на всех участках первичной сети для магистральной, зоновой и местной связи. Требования, которые предъявляются к таким системам передачи, отличаются числом каналов, параметрами и технико-экономическими показателями.

На магистральных и зоновых сетях применяются цифровые волоконно-оптические линии связи, на местных сетях для организации соединительных линий между АТС также применяются цифровые волоконно-оптические линии связи, а на абонентском участке сети могут использоваться как аналоговые (например, для организации канала телевидения), так и цифровые линии связи.

1.4.4 Радиорелейные линий связи

Одним из основных видов современных средств связи являются радиорелейные линии связи, которые используют для передачи сигналов многоканальных телефонных сообщений, радиовещания и телевидения, фототелеграфных сигналов и других видов связи. Все виды сообщений передаются по радиорелейным линиям с высоким качеством на большие расстояния.

Большая разветвленность сетей радиорелейных линий позволяет передавать значительных технических нужд при обслуживании энергосистем железнодорожного и авиационного транспорта, нефтепроводов и т.д. т. е. для создания корпоративных независимых сетей.

Быстрый рост удельного веса ЦРРЛ при создании сетей связи определяется высоки качеством передачи сигналов и высокой помехоустойчивостью цифровых систем, их значительной экономической эффективностью. Передача сигналов в цифровой форме имеет ряд преимуществ, а именно: возможность передачи всех сигналов связи (как аналоговых, так и дискретных) в единой цифровой форме по универсальному линейному тракту; снижение эксплуатационных расходов (примерно на 25%); значительное снижение требований к линейности характеристик трактов передачи сигналов (группового тракта, ВЧ тракта); практически исключение (вследствие применения регенераторов) накопления напряжений при ретрансляции; упрощение и удешевление каналообразующей аппаратуры; лучшее обеспечение скрытности связи; резкое повышение качества связи при наличии замирании сигналов на пролетах РРЛ.

1.5 Выбор оптимального варианта линии связи

При выборе оптимального варианта линии связи необходимо оценить ее по основным стоимостным показателям. Основным стоимостным показателем экономической эффективности являются удельные затраты строительства и эксплуатации (капитальные вложения и годовые эксплуатационные расходы), отнесённые на 1 канало-км. Удельные затраты на строительство отечественных многоканальных линий проводной и радиорелейной связи значительно снижаются при увеличении числа каналов. На РРЛ число каналов можно увеличить дополнительной установкой аппаратуры новых стволов при прежних основных сооружениях (технических зданиях, антенных башнях, устройствах электроснабжения). В таблице 1 приведены сравнительные данные годового экономического эффекта от внедрения проводных и РРЛ [П.А.]. Применение РРЛ, ВОЛС в качестве транспортной среды характеризует переход электрических средств связи на более высокий уровень своего развития относительно проводных средств связи по техническим, экономическим и социальным показателям. Современные более совершенные радиорелейные системы передачи (на интегральных схемах) по удельным стоимостным показателям не уступают аналогам на линиях симметричного кабеля. Удельные затраты их ниже, чем у кабельных систем, при несколько больших эксплуатационных расходах. Вместе с этим имеются возможности дальнейшего снижения стоимости радиорелейной аппаратуры связи. Вторым важным критерием оценки технико-экономической эффективности линии связи являются натуральные показатели: расход электроэнергии, занятость производственных площадей, повышение производительности труда, оцениваемое числом канало-километров, а так же экономия цветных металлов цепей связи. В телекоммуникационных сетях сегодня применяются практически все описанные типы физических сред передачи данных, но наиболее перспективными являются волоконно-оптические. На них сегодня строятся как магистрали крупных территориальных сетей, так и высокоскоростные линии связи локальных сетей. Сравнительные технические характеристики перспективных оптических кабелей с электрическими кабелями, а также другими направляющими системами дано в таблице 2 [П.А.].

Основным преимуществам оптического кабеля относятся:

- высокая помехозащищенность, нечувствительность к внешним электромагнитным полям; отсутствие переходных помех между волокнами;

- значительно большая широкополосность (до 3000 МГц/км), возможность передачи большого потока информации (несколько тысяч каналов);

- большая длина регенерационного участка, определяемая малым затуханием оптического кабеля, равной 0,7 дБ/км (и ниже) при длине волны 1,3 мкм, что позволяет увеличить длину регенерационного участка до 100 км;

- безопасность применения оптического кабеля в зонах с горючими и легковоспламеняющимися средами из-за отсутствия короткого замыкания и искрообразования;

- при массовом производстве – невысокая стоимость вследствие значительной экономии дорогостоящих и дефицитных цветных металлов;

- малые габаритные размеры и масса оптического кабеля (в 10 раз меньше электрических кабелей) позволяют эффективнее использовать дорогостоящую телефонную канализацию и значительно снизить затраты при транспортировке и прокладке кабеля;

- полная электрическая изоляция между входом и выходом системы связи, что не требует общего заземления передатчика и приемника;

- отсутствие электромагнитных излучений и, как следствие, скрытность передачи.

Сравнивая характеристик различных линии связи и учитывая, явного преимущества ОК, остановим свой выбор именно на оптическом кабеле [19].