

Системы документальной электросвязи и телематические службы

Лекция № 3 Сеть телеграфной связи

доц. каф. СС и ПД, к.т.н. С. С. Владимиров

2016 г.

В состав сети телеграфной связи на территории РФ входят

1. **Сеть общего пользования (ТГОП)**, абонентами которой являются государственные учреждения, предприятия и население. По этой сети передаются телеграммы, принятые в городских отделениях (ГО) связи, районных узлах связи (РУС) или непосредственно в телеграфных узлах и доставляемые адресатам.
2. **Сеть абонентского телеграфирования (АТ)**, обеспечивающая передачу информации между учреждениями и предприятиями, имеющими большие объемы документальной информации. По сети АТ передаются телеграммы или организуются телеграфные переговоры между установленными у абонентов этой сети окончательными абонентскими установками.
3. Международные сети общего пользования и абонентского телеграфирования:
 - ▶ **Сеть международного абонентского телеграфирования «Телекс»**, по которой передаются телеграммы или организуются телеграфные переговоры между окончательными установками абонентов этой сети.
 - ▶ **Международная телеграфная сеть общего пользования «Гентекс»**, по которой осуществляется обмен телеграммами между предприятиями связи России и Европы.
4. **Сеть некоммутируемых (арендованных) каналов.**

В состав сети телеграфной связи входит следующее оборудование

1. **Коммутационное оборудование** — совокупность устройств, реализующих определенный способ оперативной коммутации.
2. **Каналообразующее оборудование** — совокупность устройств, предназначенных для образования телеграфных (дискретных) каналов на базе каналов первичной сети связи.
3. **Оконечное телеграфное оборудование** составляют *технические средства конечного пункта, предназначенные для обеспечения процессов передачи и приема телеграфных сообщений по каналам телеграфной сети* (преобразование информации в электрические сигналы на передаче и обратное преобразование электрических сигналов в телеграфное сообщение на приеме, а также управление установлением и разъединением соединений).
4. **Оборудование управления телеграфными сетями.**
5. **Оборудование кроссовой коммутации** предназначено *для переключения каналов коммутируемых сетей и организации каналов некоммутируемой сети.*
6. **Оборудование электропитания** обеспечивает питанием аппаратуру и нормальное функционирование предприятий связи.
7. **Оборудование автоматизации технологических процессов обработки и передачи телеграфных сообщений** предусмотрено для предварительной заготовки носителя информации, индексации телеграмм, автоматизации начисления оплаты за предоставляемые услуги и т. д.

Тональный телеграф (ТТ). Телеграфный канал

Системы тонального телеграфирования используют обычный канал тональной частоты (КТЧ) с полосой частот 0,3–3,4 кГц. При этом эффективно используется полоса частот 0,36–3,24 кГц. В этой полосе могут быть образованы до 24 каналов тонального телеграфа шириной 120 Гц с АМ при скорости телеграфирования 50 бод и мощности канала, равной 9 мкВт. Это так называемый канал ТТ-ЧМ-120 (ЧМ — частотная модуляция). Если канал имеет высокий уровень шума, то число телеграфных каналов ограничивается 18 при максимальной мощности 15 мкВт.

Несущие частоты каналов:

1 — 420 Гц;

2 — 540 Гц;

3 — 660 Гц;

...

24 — 3180 Гц.

Более высокоскоростные телеграфные каналы (100 и 200 Бод) получаются объединением 50-тибодных каналов. Например, при скорости передачи 200 Бод можно организовать в одном КТЧ до 6 телеграфных каналов шириной 480 Гц — канал ТТ-ЧМ-480. Для 100 Бод — канал ТТ-ЧМ-240.

Частотное разделение каналов (ЧРК) — первый способ уплотнения каналов телеграфа в КТЧ. Каналы выделяются при помощи полосовых фильтров.

Позднее на городском и сельском участках начали использовать временное разделение каналов (ВРК). При этом линия или канал занимают поочередно каждым источником через равные промежутки времени. Задачей распределения сигналов от источников занимается мультиплексор, а задачей распределения сигналов между получателями — демultipлексор (мультиплексор приема). При этом передатчик и приемник должны быть синхронизированы между собой. Этот метод позволил организовать до 60 каналов 50 Бод в одном КТЧ.

Для передачи сообщений телеграфная аппаратура использует два вида кодов: пятиэлементный МТК-2 (большинство аппаратуры) и семиэлементный КОИ-7.

Телеграфная сеть общего пользования (ТГОП). Структура ТГОП

Функционирующая в настоящее время сеть телеграфной связи построена по иерархическому принципу с использованием узлов коммутации (центров коммутации сообщений, ЦКС) трех уровней иерархии и конечных пунктов. Высший уровень иерархии имеет полностью связанную структуру, а остальные уровни — радиальную. Такая структура сети применительно к большой территории страны является экономически наиболее рациональной.

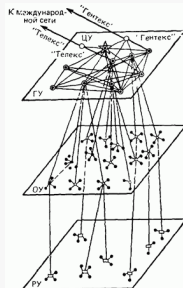
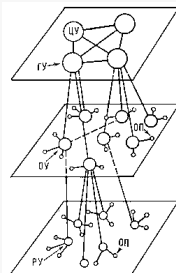
На сети имеются три типа узлов:

- ▶ Главные (ГУ) расположены в г. Москве, столицах некоторых республик и крупных областных (краевых) центрах, где проходят большие потоки телеграфных сообщений.
- ▶ Областные (ОУ) являются центрами областных телеграфных связей.
- ▶ Районные (РУ) являются центрами районных телеграфных связей.

Телеграфный узел г. Москвы является центральным руководящим в оперативном отношении узлом. ГУ соединены между собой, с ОУ зоны и в некоторых случаях с ОУ других зон по принципу «каждый с каждым». Такая многосвязная структура позволяет обеспечить резервирование маршрутов доставки сообщений. ОУ соединяются с соответствующими ГУ, в зону которых они входят, и с РУ своей зоны, которые в свою очередь, соединены с городскими и сельскими отделениями.

В качестве местных телеграфных каналов используются уплотненные либо неуплотненные физические цепи городских и сельских линий связи. Магистральные и внутризональные телеграфные каналы организуются с помощью соответствующей каналообразующей аппаратуры. Телеграфные каналы, соединяющие УК, расположенные в разных городах, иногда называют междугородными.

На сегодня на сети осталось очень небольшое количество РУ — только в больших областях (Московская, Ленинградская) и на периферии, где темпы развития сети невысоки. На большей же части европейской территории РФ остались лишь ОУ с ЦКС, на которые сводятся все линии ТГОП и АТ/ТХ. При этом каждый ОУ подключен к 2–4 ГУ (как правило к 3).



Телеграфная сеть общего пользования (2)

В узлах коммутации (ЦКС) устанавливаются телеграфные станции — совокупность коммутационной и управляющей аппаратуры, устройств сопряжения и накопления, которая обеспечивает установление местных, исходящих, входящих или транзитных соединений и реализует определенный способ коммутации.

В ТГОП связь между оконечными пунктами организуется путем установления непосредственных соединений между ними с возможностью переприема в случае отказа в соединении. На территории страны в населенных пунктах организуются оконечные пункты связи — городские и сельские отделения связи, обеспечивающие прием телеграмм, подлежащих отправлению, и доставку телеграмм непосредственно получателю. Телеграммы различных категорий (обыкновенные, срочные, правительственные, высшие правительственные, внеочередные, вне категории) и вида (например, «с оплаченным ответом», на художественном бланке) могут быть адресованы в любой населенный пункт страны, где имеется оконечный пункт (ОП) Федерального агентства связи. Прием и доставку телеграмм, помимо ОП, могут осуществлять телеграфы и почтамты. Передача телеграмм осуществляется в установленные для каждой категории контрольные сроки.

Каждый ЦКС и ОП имеет свой адресный индекс, имеющий определённый формат. На сети ТГОП используется шестизначная нумерация. Маршрутный индекс конечного пункта телеграфной связи состоит из трехзначного номера района и трехзначного номера пункта. Например, индекс КП С.-Петербурга — 121xxx; Москвы — 111xxx; Республики Крым — 222xxx (например, Керченский КП — 222511); в Ленобласти используются индексы 121xxx и 122xxx (например, КП в Пушкине — 121501, а КП в Тихвине имеют индексы 1223xx). Полный список индексов приведен на сайте Россвязи.

При передаче большого количества телеграмм из одного ОП в другой их пачкой записывают на перфоленду, после чего автоматически передают. В случае, если на приемном конце хотя бы одна из телеграмм была принята с ошибкой, передают заново всю перфоленду целиком. После трех неудачных передач делают новую перфоленду и повторяют передачу.

ТГОП не в полной мере удовлетворяет запросы предприятий и учреждений в оперативной связи по следующим причинам:

- ▶ телеграммы накапливаются в течение дня, прежде чем курьер предприятия доставляет их в отделение связи;
- ▶ процесс передачи и последующей доставки телеграмм адресату также требует определенного времени;
- ▶ большое число телеграмм, поступающих в отделение связи к концу рабочего дня от предприятий, создает значительные пики нагрузки на сети ОП, что замедляет прохождение телеграммы от отправителя до адресата.

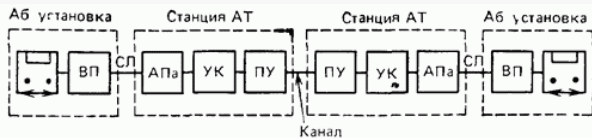
Эти недостатки сети ОП отсутствуют в телеграфной сети абонентского телеграфирования за счет установки оконечных телеграфных аппаратов непосредственно на предприятиях и в учреждениях.

Абоненту сети АТ предоставляются следующие возможности:

- ▶ получение немедленного соединения с любым другим абонентом этой сети и ведение с ним телеграфных переговоров поочередной двусторонней связи;
- ▶ передача телеграмм другим абонентам сети АТ независимо от присутствия обслуживающего персонала у приемного аппарата;
- ▶ соединение со станционным аппаратом своего узла коммутации для передачи сообщений абонентам, не включенным в сеть АТ; прием информации, поступившей от абонента другой сети через местный узел коммутации.

Сеть абонентского телеграфирования (2)

Структурная схема абонентской телеграфной связи



ВП — вызывной прибор;
АПа — абонентская панель;
УК — устройство коммутации;
ПУ — переходное устройство

В качестве оконечной телеграфной аппаратуры в основном применяются рулонные аппараты, в последние годы — персональные компьютеры с адаптерами.

Аппарат снабжается устройством автоответа. Вызывной прибор, оборудованный номеронабирателем, вызывной и отбойной кнопками и двумя сигнальными лампочками, позволяет производить вызов узла коммутации станции АТ и автоматическое включение аппарата по команде со станции. Абонентские установки соединены с ближайшими станциями АТ. Вызов станции производится нажатием кнопки «вызов» на ВП. Аппаратура абонентской панели регистрирует сигнал вызова, и устройство коммутации приводится в состояние готовности приема адресного блока (в сети АТ — импульсов набора номера). При этом на вызывной прибор посылается сигнал «Разрешение набора номера». Кроме абонентской панели и устройства коммутации, в состав станции АТ входит переходное устройство, которое обеспечивает подключение к станции междугородных каналов. После установления соединения с требуемым абонентом сообщение передается из одного абонентского пункта в другой.

Телеграфный аппарат F-2000



Телеграфный модем Альфа-телекс



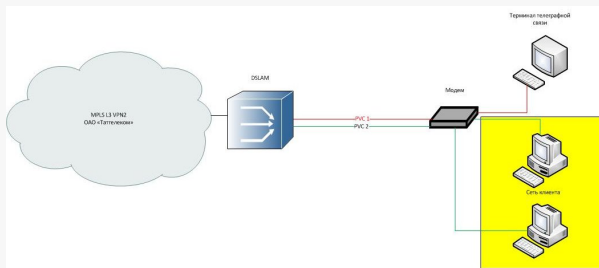
Международный абонентский телеграф «Телекс» является разновидностью абонентского телеграфа. Он предназначен для обеспечения документальной связью посольств, торговых представительств, иностранных корреспондентов и иных абонентов, передающих сообщения в другие страны. Эта сеть объединяет до 100 стран. Набор номера абонента обычно осуществляется с клавиатуры телеграфного аппарата.

При этом телеграфный аппарат вызывающего абонента включается сразу же после сигнала вызова.

В результате слияния сети «Телекс» и современных телетайпов, имеющих расширенные возможности, возникла служба «Телетекс» — документальная система передачи деловой буквенно-цифровой корреспонденции, построенная по абонентскому принципу, т. е. с возможностью диалога.

Номер абонента сети «Телекс» состоит из кода страны (согласно рек. МСЭ-Т F.69) и номера абонента телексной сети. Например, код РФ — 64; код Ирландии — 500. Свои коды есть у некоторых крупных операторов связи. Например, телеграфная сеть Western Union имеет код 230.

Подключение клиента к сети АТ/ТХ на современных сетях (по технологии ADSL)



PVC 1 Используется для подключения телеграфной сети

PVC 2 Используется для существующего подключения абонента

В качестве устройства абонентского доступа используются модемы Zyxel P660HT3 EE или SAGEMCOM F@ST 2804v5 с двумя каналами

Система управления телеграфными сетями

Основные элементы системы управления

- ▶ Пункт управления главного центра управления (ГЦУ);
- ▶ Служба оперативного управления тонального телеграфа СОУ-ТТ при главных телеграфных узлах (ГТУ) или аналогичные по назначению службы, например, служба управления зоной (СУЗ);
- ▶ Региональный расчетный центр при ГТУ;
- ▶ Эксплуатационно-технический отдел (ЭТО) при ГТУ.

Основные задачи службы оперативного управления тонального телеграфа

- ▶ обеспечение бесперебойной и качественной работы телеграфных сетей на основе технического перевооружения;
- ▶ осуществление круглосуточного оперативно-технического контроля и управления телеграфными техническими средствами и потоками информации с целью своевременной и качественной ее передачи по телеграфным сетям;
- ▶ оперативное управление перестройкой телеграфных сетей зоны при работе в различных аварийных и чрезвычайных ситуациях;
- ▶ обеспечение и контроль своевременной и качественной обработки особо важных телеграмм предприятиями связи на закрепленной территории;
- ▶ переоснащение технических средств сетей: общего пользования, абонентского телеграфирования, телекса, передачи газетных полос, аренды каналов;
- ▶ совершенствование процессов управления телеграфными сетями с применением средств вычислительной техники и современных методов управления;
- ▶ разработка предложений по созданию сетей передачи данных, систем обработки сообщений и служб для предоставления новых услуг документальной связи.

Система управления телеграфными сетями (2)

Функции регионального расчетного центра

- ▶ Основная: **осуществление взаиморасчетов в зоне;**
- ▶ получение сведений (данных) о взаиморасчетах в областных расчетных центрах (1 раз в месяц), их согласование и сверка. Обмен производится по сети абонентского телеграфирования (АТ), почте, факсу;
- ▶ составление данных по взаиморасчетам со всеми областными расчетными центрами;
- ▶ методическая помощь областным расчетным центрам и совместное решение спорных вопросов;
- ▶ взаимодействие с СОУ-ТТ по вопросам получения исходных данных для коррекции базы данных в системе взаиморасчетов (точки подключения, организация новых каналов АТ, организация новых транзитов и др.);
- ▶ предоставление СОУ-ТТ сведений об экономической целесообразности организации новых каналов или закрытии имеющихся;
- ▶ взаиморасчеты с абонентами ГТУ.

Задачи эксплуатационно-технического отдела

- ▶ организация, анализ и совершенствование технической эксплуатации как составной части процесса оперативно-технического управления телеграфными сетями;
- ▶ координация и контроль решения вопросов технической эксплуатации во взаимодействии с СОУ-ТТ;
- ▶ организация испытаний и внедрения новой техники;
- ▶ планирование развития технических средств на телеграфных сетях;
- ▶ повышение квалификации эксплуатационного персонала и организация его обучения.

Основные технические средства, используемые в СОУ-ТТ

- ▶ контрольное устройство (дисплей) для отображения текущего состояния телеграфных связей и нагрузки сети;
- ▶ табло отображения текущего состояния сетей телеграфной связи и абонентского телеграфирования в зоне действия ГТУ;
- ▶ пульт оперативного управления, который позволяет осуществлять взаимодействие:
 - ▶ по телефонной информационной сети с персоналом МТС, цехов и радиобюро объекта через концентраторы телефонной связи;
 - ▶ по информационной сети с внешними объектами (пункты управления ГЦУ, СОУ-ТТ зон других ГТУ, телеграфы зоны);
 - ▶ по каналам телеграфной сети, сети АТ, телефонной сети, факсу.

Группа контроля и управления СОУ-ТТ при взаимодействии с пунктом управления ГЦУ использует телефонную связь. Для получения данных о планах ремонтно-настроечных работ и графиках обходов и замен от пункта управления ГЦУ используются технические средства сменно-оперативного персонала СОУ-ТТ (телефонные аппараты и терминалы абонентского телеграфирования).

Показатели сетей телеграфной связи

Показатели сетей телеграфной связи условно делятся на две группы

1. Количественные.
2. Качественные.

Количественные показатели

1. Скорость передачи элементов сигнала (техническая скорость).
2. Скорость передачи символов (информационная скорость).
3. Пропускная способность.

Качественные показатели

1. Верность.
2. Краевые искажения передатчика.
3. Исправляющая способность приемника.
4. Надежность канала.

Скорость передачи элементов сигнала (техническая скорость)

Количество единичных элементов сигнала, передаваемых в секунду.

$$V = \frac{1}{T_0},$$

где T_0 — длительность значащей позиции единичного элемента сигнала в секундах.

Единица скорости V имеет размерность с^{-1} и называется «бод», 1 Бод — скорость, соответствующая передаче единичного элемента в секунду.

Все разрешенные к применению скорости передачи телеграфных сообщений стандартизированы следующим образом:

- ▶ малые скорости — 50, 100 и 200 Бод;
- ▶ средние скорости — 600, 1200, 2400, 4800 и 9600 Бод;
- ▶ большие скорости — более 9600 Бод.

Группа малых скоростей используется в телеграфной связи, т. е. там, где в передаче и приеме сообщений участвует оператор. Значения этих скоростей выбраны с учетом возможностей человека работать на клавиатуре при передаче или читать текст при приеме. Средние и большие скорости применяются при передаче данных между ЭВМ и другими автоматическими устройствами.

Скорость передачи символов и пропускная способность

Скорость передачи символов (информационная скорость)

Количество символов, передаваемых в единицу времени.

Обычно измеряется числом двоичных символов (бит) в секунду (бит/с, bps).

Можно установить связь между информационной и технической скоростями, если считать, что символ кода отображается элементом сигнала длительностью T_0 . Если символы кода двоичные (основание кода $m = 2$), то элемент сигнала «несет» один двоичный символ (один бит). Тогда скорость передачи в бодах численно равна скорости в бит/с. Если символы кода принимают m значений, то и элемент сигнала должен принимать m дискретных состояний. Теперь каждый элемент сигнала будет «нести» $\log_2 m$ бит ($\log_2 2 = 1$ бит при $m = 2$). Таким образом, если скорость передачи элементов сигнала, принимающего m состояний, составляет V Бод, то скорость передачи символов будет определяться формулой

$$R = V \cdot \log_2 m.$$

Техническая и информационная скорости передачи учитывают все передаваемые элементы — как информационные, так и служебные. Для оценки чисто информационных возможностей передачи вводят характеристику, называемую пропускной способностью системы передачи дискретных сообщений.

Пропускная способность

Максимально возможное количество информационных единичных элементов, передаваемых в сети за секунду.

Численно пропускная способность C всегда меньше или равна скорости передачи V в зависимости от того, какое количество служебных элементов приходится передавать наряду с информационными. Так, для стартстопного метода передачи, использующего пятиэлементный код (МТК-2) и стандартную скорость передачи V , равную 50 Бод, пропускная способность составит

$$C = V \cdot \frac{m}{n_k} = 50 \cdot \frac{5}{7,5} = 33,3,$$

где m — число информационных элементов комбинации; n_k — общее число элементов в комбинации, включая стартовый и стоповый.

Верность передачи определяет степень соответствия принятого сообщения переданному, т. е. характеризуется наличием ошибок в принимаемой информации. Обратной характеристикой верности является **вероятность ошибок**.

$$P_{\text{ош}} = \frac{n_{\text{ош}}}{n_{\text{пер}}} = \frac{N_{\text{ош}}}{N_{\text{пер}}},$$

где $n_{\text{ош}}$, $N_{\text{ош}}$ — соответственно количество ошибок по элементам и комбинациям на приеме; $n_{\text{пер}}$, $N_{\text{пер}}$ — общее количество переданных элементов и комбинаций соответственно.

Нормируемая вероятность искажения знака при передаче телеграмм в телеграфной сети общего пользования составляет:

- ▶ в телеграфном канале связи $(0,5..5,0) \cdot 10^{-4}$ (в зависимости от протяженности составных каналов);
- ▶ на двух оконечных телеграфных аппаратах $2 \cdot 10^{-5}$;
- ▶ на четырех станциях коммутации сообщений $5 \cdot 10^{-7}$.

Норма вероятности искажения по знакам телеграммы средней длины составляет $2,5 \cdot 10^{-5}$, вероятность искажения по смыслу телеграммы — 10^{-2} .

В реальных условиях эксплуатации, когда выполнить вероятностные требования сложно, верность выражают коэффициентом ошибок по элементам $k_{\text{ош}}$ или по комбинациям $K_{\text{ош}}$ за конечный интервал времени. Коэффициент ошибок нормируется, причем норма определяется степенью важности передаваемой информации. При передаче телеграфных сообщений МСЭ-Т рекомендует коэффициент ошибок по знакам $k_{\text{ош}} = 3 \cdot 10^{-5}$, т. е. допускается не более трех ошибок на 100 тыс. переданных знаков.

Нормы для сети АТ аналогичны нормам для сети ТГОП. Однако в отличие от пользователей сети ТГОП операторы терминалов АТ при подозрении на ошибку текста могут это сообщение повторить, не разрушая установленное соединение.

Надежность канала

Надежность канала телеграфной связи характеризует способность этого канала передавать информацию с заданными показателями верности, объема и срока. Невыполнение вышеперечисленных требований является отказом или сбоем. **Отказ** — это невозможность вести передачу из-за выхода из строя аппаратуры канала. Сохранение работоспособности при частичном ухудшении показателей работы называют **сбоем**.

Характеристики, используемые для оценки и нормирования надежности канала

Интенсивность отказов λ элемента или системы из N элементов

Среднее число отказов за один час. Измеряется в 1/ч, или ч^{-1} .

Среднее время наработки на отказ T_o

— это усредненное время нормальной работы канала между двумя смежными отказами. Величина T_o обратно пропорциональна интенсивности отказов

$$T_o = \frac{1}{\lambda}.$$

Коэффициент готовности K_{Γ} канала

$$K_{\Gamma} = \frac{T_o}{T_o + T_{\text{в}}}.$$

где $T_{\text{в}}$ — среднее время восстановления канала, зависящее от квалификации обслуживающего персонала и ремонтнопригодности аппаратуры.

Все перечисленные характеристики надежности являются усредненными, т. е. позволяют лишь приблизительно оценить качество работы. Для успешной передачи сообщения по сети телеграфной связи необходимо обеспечить выполнение норм для вышеперечисленных характеристик. Кроме технологических способов их выполнения существуют и организационно-технические. Например, наиболее распространенным способом повышения надежности каналов, узлов и сети в целом является резервирование.

- ▶ Передача дискретных сообщений. Учебник для вузов / В.П. Шувалов, Н.В. Захарченко, В.О. Шварцман и др.; под ред. В.П. Шувалова. — М.: Радио и связь, — 1990 — 464 с.
- ▶ Теория электрической связи: учебное пособие / К.К. Васильев, В.А. Глушков, А.В. Дормидонтов, А.Г. Нестеренко; под общ. ред. К.К. Васильева. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – 452 с.