

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
Используемые сокращения.....	8
Глава 1. Основы организации оперативно-технологической связи (ОТС) на железнодорожном транспорте.....	10
1.1. Исторический аспект развития систем оперативно-технологической связи на железнодорожном транспорте.....	10
1.2. Центральная станция связи. Этапы становления	17
1.3. Назначение железнодорожной ОТС.....	21
1.4. Классификация видов связи в сети ОТС.....	25
1.5. Требования, предъявляемые к различным видам ОТС.....	28
1.5.1. Общие требования к цифровой сети ОТС.....	28
1.5.2. Диспетчерские связи.....	29
1.5.3. Перегонная связь.....	31
1.5.4. Межстанционная связь.....	32
1.5.5. Связь с местом аварийно-восстановительных работ (МАВР).....	33
1.5.6. Двусторонняя парковая связь.....	33
1.6. Основные принципы построения сетей ОТС.....	37
Глава 2. Аналоговые системы ОТС.....	39
2.1. Краткая характеристика системы аналоговой передачи данных.....	39
2.2. Принципы работы вызывных и разговорных устройств.....	41
2.3. Организация каналов тональной частоты в ОТС.....	48
2.4. Принципы организации ОТС регионального уровня.....	56
2.4.1. Поездная диспетчерская связь.....	56
2.4.2. Постанционная связь.....	59
2.4.3. Энергодиспетчерская связь.....	61
2.4.4. Линейно-путевая связь.....	61
2.5. Станционная ОТС.....	62

Глава 3. Цифровые системы оперативно-технологической связи.....	65
3.1. Теоретические основы цифровых систем передачи информации.....	65
3.1.1. Плезиохронная цифровая иерархия (Plesiochronous Digital Hierarchy).....	66
3.1.2. Синхронная цифровая иерархия (Synchronous Digital Hierarchy).....	68
3.2. Развитие транспортной системы СЦИ.....	71
3.3. Контейнеризация процесса передачи информации.....	72
3.4. Оборудование синхронной цифровой иерархии.....	75
3.5. Синхронная цифровая иерархия. Топология.....	81
3.6. Способы обеспечения восстановления сетей СЦИ.....	85
3.7. Принципы построения цифровой аппаратуры ОТС с использованием TDM-технологии.....	90
3.8. Структура организации цифровой системы ОТС при централизованном управлении из диспетчерских центров.....	93
Глава 4. Организация радиосвязи на железнодорожном транспорте.....	98
4.1. Основные этапы развития железнодорожной радиосвязи.....	100
4.2. Термины и определения.....	102
4.3. Требования к организации поездной радиосвязи.....	104
4.4. Классификация сетей поездной радиосвязи.....	106
4.4.1. Аналоговые сети ПРС.....	106
4.4.2. Цифровые сети ПРС.....	110
4.5. Принципы организации станционной радиосвязи.....	112
4.6. Краткий обзор аппаратуры, применяемой в системах связи с подвижными объектами.....	113
4.6.1. Стационарные радиостанции.....	113
4.6.2. Возимые радиостанции.....	120
4.6.3. Универсальная радиостанция РВС-1.....	124

4.6.3. Универсальная радиостанция РВС-1.....	124
Глава 5. Принципы организации оперативно-технологической связи на линиях высокоскоростных магистралей.....	127
5.1. Высокоскоростное движение на железных дорогах.....	127
5.2. Организация железнодорожной электросвязи на отечественных ВСМ	129
5.3. Организация железнодорожной радиосвязи на отечественных ВСМ.....	139
Глава 6. Перспективные направления развития средств и методов организации оперативно-технологической связи.....	143
6.1. Интегрированная цифровая система технологической связи (ИЦТС).....	144
6.2. Цифровая система технологической радиосвязи стандарта DMR....	150
6.3. Применение технологий 5G на железнодорожном транспорте.....	155
Заключение.....	161
Основные понятия и определения.....	162
Список литературы.....	164

Используемые сокращения

ABC – аварийно-восстановительная связь

АРМ – автоматизированное рабочее место

ВРУ – вводно-распределительное устройство

ВСМ – высокоскоростная магистраль

ГЛОНАСС – Глобальная навигационная спутниковая система

ДСП – дежурный по станции

ДК – диспетчерский контроль

ДЦ – диспетчерская централизация

ЕСМА – Единая система мониторинга и администрирования сети связи ОАО «РЖД»

ЖАТ – железнодорожная автоматика и телемеханика

ЖЭС – железнодорожная электросвязь

ЛВС – локальная вычислительная сеть

ЛПС – линейно-путевая связь

ЛЭП – линия (линии) электропередачи

МЖС – межстанционная связь

Минкомсвязь России – Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации

ОАО «РЖД» – открытое акционерное общество «Российские железные дороги»

ОбТС – общетехнологическая телефонная связь

ОТС – оперативно-технологическая связь

ПГС – перегонная связь

ПДС – поездная диспетчерская связь

ПО – программное обеспечение

ПРС – поездная радиосвязь

ПУ – периферийный узел

ПОПС – ремонтно-оперативная радиосвязь

РУ – региональный узел

РЭС – радиоэлектронные средства
СДС – служебная диспетчерская связь
СПД ОбТН – сеть передачи данных общетехнологического назначения
СРТС – станционно-распорядительная телефонная связь
СТАКС – система технологической аудиоконференц-связи
СТВКС – система технологической видеоконференц-связи
СУДП – система управления движением поездов
СЦБ – сигнализация, централизация и блокировка
ТНЦ – диспетчер локомотивного района управления
ТПУ – транзитно-периферийный узел
ТЭ – техническая эксплуатация
ФТО – фирменное транспортное обслуживание
ЦТО – центр технического обслуживания
ЭДС – энергодиспетчерская связь
ЭМС – электромагнитная совместимость
ЭПУ – электропитающая установка
ЭЧЦ – энергодиспетчер
ЭЦ – электрическая централизация

Введение

Телекоммуникации являются одной из наиболее быстро развивающихся областей современной науки и техники. Жизнь современного общества уже невозможно представить без тех достижений, которые были сделаны в этой отрасли за немногим более ста лет развития. Отличительная особенность нашего времени – непрерывно возрастающая потребность в передаче потоков информации на большие расстояния. Это обусловлено многими причинами, и в первую очередь тем, что связь стала одним из самых мощных рычагов управления экономикой страны. Одновременно, претерпевая значительные изменения, становясь многосторонней и всеобъемлющей, электросвязь каждой страны становится все более интегрированной в мировое телекоммуникационное пространство.

Телекоммуникации – это основа современной железнодорожной инфраструктуры. Перемещение пассажиров и грузов по железным дорогам – это сочетание многих неотъемлемых компонентов (локомотивы, вагоны, станции и узлы, машинисты и диспетчеры и т. д.) единого технологического процесса. За этими различными элементами скрывается менее заметный, но не менее важный компонент отрасли – обширная и развитая телекоммуникационная сеть и системы связи, которые обеспечивают безусловную безопасность и эффективную организацию движения поездов. ОАО «Российские железные дороги» используют постоянно развивающиеся телекоммуникационные системы, которые безупречно работают по всей сети, поддерживая железнодорожную инфраструктуру в городах и регионах.

Железнодорожные телекоммуникационные системы обеспечивают необходимую поддержку систем сигнализации, централизации и блокировки, электроснабжения, диспетчеризации, железнодорожной радиосвязи, линейной и другой критически важной связи, а также систем видеонаблюдения и аудио/видеосистем информирования пассажиров и оперативных работников.

Телекоммуникационные системы играют важнейшую роль в обеспечении безопасности железнодорожной сети, обеспечивая надежную передачу важнейших данных мониторинга и контроля между системами и пользователями, а также важнейшую аудиосвязь между работниками различных служб.

В данном учебном пособии представлены базовые сведения об основах организации оперативно-технологической связи на отечественном железнодорожном транспорте, технико-технологические основы аналоговых и цифровых систем ОТС. Особое внимание уделяется вопросам обеспечения поездной и станционной радиосвязи, которая является неотъемлемым элементом организации перевозочного процесса на участках и направлениях. Также в пособии даны краткие сведения о принципах организации железнодорожной ОТС на высокоскоростных магистралях. В заключительной части читателю предлагается ознакомиться с перспективными направлениями развития средств телекоммуникации и методами организации связи на железных дорогах России.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 09.03.02 «Информационные системы и технологии», а также для работников службы связи на железнодорожном транспорте.

Глава 1. Основы организации оперативно-технологической связи на железнодорожном транспорте

1.1. Исторический аспект развития систем оперативно-технологической связи на железнодорожном транспорте

Связь является важнейшим средством руководства работой такого огромного и сложного механизма, каким является железнодорожный транспортный комплекс.

На первых железнодорожных линиях вначале применялось оборудование телеграфной и телефонной связи, которое использовалось для организации перевозок пассажиров и грузов в организованных поездах.

Старейшим видом железнодорожной связи является телеграф. 2 марта 1791 года французский механик Клод Шапп провел первое успешное испытание своего изобретения – оптического телеграфа. Механизм Шаппа, который он назвал семафором, представлял собой три прямоугольные деревянные или металлические пластины, шарнирно скрепленные концами и укрепленные на вертикальной мачте. С помощью веревок эти пластины могли вращаться, принимая десятки различных положений, каждое из которых обозначало какую-либо букву, цифру или иной условный знак.

Революционные власти Франции высоко оценили это изобретение, позволившее многократно ускорить передачу сообщений. Уже в 1794 году заработала первая телеграфная линия между Парижем и Лиллем протяженностью 225 км. На этой дистанции были построены 22 башни с семафорами (рис. 1.1), стоявшие примерно в 10 километрах друг от друга. На таком расстоянии в более-менее ясную погоду наблюдатель мог хорошо различать в подзорную трубу знаки, транслируемые соседней станцией, и передавать их далее по цепочке.

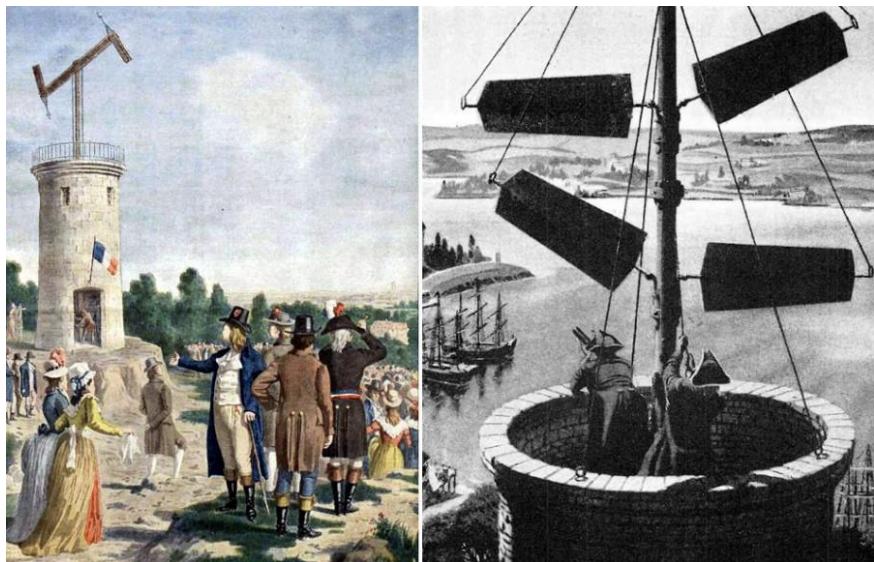


Рисунок 1.1 – Башни с семафорами механизма Шаппа

На передачу одного знака от начальной до конечной станции уходило не более двух минут, а за несколько десятков минут передавался короткий текст. Конному курьеру даже при наличии сменных лошадей требовалось как минимум двое суток, чтобы преодолеть этот путь. Неудивительно, что очень скоро вся Франция, а затем и вся Европа покрылась сетью линий оптического телеграфа, несмотря на серьезные недостатки этого средства передачи информации, главный из которых – неспособность работать ночью и в плохую погоду.

За первые десятилетия XIX века в Европе были построены сотни телеграфных башен, хотя нередко в этом качестве использовались замковые донжоны, колокольни или иные высокие здания. Семафоры Шаппа и их аналоги на время стали повсеместными атрибутами европейских пейзажей.

Железнодорожный оптический телеграф с двумя шарами, который действовал с 1846 г. на Варшаво-Венской железной дороге. Желтый шар – для передачи сигналов по направлению от Варшавы к Кракову, черный – от Кракова к Варшаве. Подавалось четыре сигнала: «внимание» (шар поднят не до самого верха), «поезд вышел со станции» (шар наверху), «паровозы должны вернуться» (два шара рядом), «нужен паровоз в помощь» (шары один под другим).

В ночное время шары заменялись фонарями. На некоторых железных дорогах России подобные телеграфы применялись до конца 1870-х гг.

Уникальные телеграфные аппараты, представляющие собой двухциферблочные стрелочные аппараты (рис. 1.2), созданные в начале 1840-х гг. выдающимся русским ученым, академиком Борисом Семеновичем Якоби.



Рисунок 1.2 – Двухциферблочный стрелочный аппарат Якоби

Предположительно они обеспечивали связь между кабинетами Николая I в Зимнем дворце и главноуправляющего путями сообщений графа П. А. Клейнмихеля в Юсуповском дворце.

Первыми телеграфными аппаратами, которые стали использоваться непосредственно для нужд железнодорожной связи, стали рельефные аппараты Морзе. Их установка на станциях Царскосельской железной дороги производилась в 1846 г. Подобные аппараты изготавливались в середине 1840-х гг. фирмой «Роджерс» в Нью-Йорке.

На станциях Петербурго-Московской железной дороги стали применять стрелочные телеграфные аппараты Сименса с указательной стрелкой и круглым клавиатурным передатчиком, а также несколько рельефных аппаратов Морзе середины XIX в., изготовленные фирмой «Сименс и Гальске», и чернопишащие аппараты Морзе. Среди последних особый интерес представляют два переносных поездных аппарата Морзе разных конструкций в деревянных футлярах, изготовленных фирмой «Сименс и Гальске» в конце XIX в. Такими аппаратами на многих железных дорогах снабжались пассажирские поезда для вызова помощи с ближайшей станции.

История телеграфной связи неразрывно связана с буквопечатающими аппаратами Юза фирмы «Сименс и Гальске» конца XIX в. с гиревым и электрическим приводами. Четыре образца таких устройств были установлены в 1865 г. на Николаевской железной дороге. Аппараты Юза использовались до конца 1920-х гг. на линиях железнодорожной связи средней протяженности – между крупными станциями, с управлениями дорог и МПС.

В последней четверти XIX в. на линиях дальней магистральной связи началось применение автоматизированных телеграфных аппаратов Уитстона. Основная их особенность заключалась в предварительной перфорации текста телеграммы в соответствии с кодом Морзе на бумажной ленте, которая затем на большой скорости пропускалась через передатчик. В 1880 г. два первых в России автоматических аппарата Уитстона были установлены на Николаевской железной дороге в обеих столицах.

Аппараты Уитстона применялись в системах связи на железнодорожном транспорте до середины 1940-х гг. В начале XX в. на российских железных дорогах стали применять многократные телеграфные аппараты Бодо, позволявшие передавать в линию в зависимости от кратности аппарата одновременно несколько телеграмм как в одном направлении, так и навстречу друг другу. Важным достоинством данных устройств являлась возможность создания различных комбинаций по включению их на передачу и прием, что стало конкурентным преимуществом для железнодорожного телеграфа.

Телеграфная аппаратура железнодорожной связи XX в. включала различные типы стартстопных телеграфных аппаратов (телефайпов), в числе которых: ленточные и рулонные, электромеханические и электронные (Ш-29, СТ-35, СТА-2М, Т-51, Т-63, СТА-М67Б, F-1100, F-2000), фототелеграфный аппарат «Штрих» для передачи документов и др.

В 1880 г. на отечественном железнодорожном транспорте началось по-всеместное внедрение телефонов. Инженер Бендеро-Галацкой железной дороги П. М. Голубицкий организовал разработку и внедрение изобретенных им многополюсных телефонов и коммутаторов. В 1883 г. в петербургском паровозном депо была организована первая на сети телефонная станция на 10 линий, что послужило отправной точкой в развитии местных телефонных сетей на железнодорожном транспорте страны.

К началу XX в. телефоны получили широкое распространение на отечественных железных дорогах, которые использовали для вызова помощи поезду с перегона; для связи органов управления с железными дорогами, их частей и отделов; для сообщения с линейными агентами службы пути, живущими на перегонах. Также с их помощью обеспечивалась связь дежурных по движению агентов соседних станций. Для этого телефоны системы МБ (местной батареи) устанавливались на окончательных и промежуточных станциях и включались в однопроводную линию. При этом нужная станция вызывалась условным числом звонков. Среди оборудования, применявшегося в тот период для организации оперативной связи, следует выделить: телефонные аппараты общего назначения для местных сетей – систем МБ и ЦБ для ручных и автоматических телефонных станций, настенные, настольные и унифицированные производства заводов «Красная заря» (Ленинград), ВЭФ (Рига); концентраторы, гарнитуры телефонисток, телефонные коммутаторы различных типов, специальные телефонные аппараты для стрелочной, постанционной, диспетчерской связей. Представляет интерес один из первых ламповых бесшнуровых коммутаторов стрелочной связи – настольный коммутатор типа КСС-13 на 13 номеров с кнопочным вызовом выпуска 1945 г.

Бурное развитие систем оперативно-технологической связи с избирательным вызовом пришлось на период 1930–1950-е гг. В их числе поездная диспетчерская, постстанционная, линейно-путевая связь. Аппаратура избирательной телефонной связи с селекторным вызовом этого периода включала: вызывные ключи разных конструкций, ключевые шкафы и селекторы, изготовленные заводами им. Кулакова (Ленинград), «Трансвязь» (Харьков), Алма-Атинским ЭТЗ; установки распорядительного пункта постстанционной связи системы инженера А. Ф. Булата (1933); селекторные установки диспетчерской связи для промежуточных станций (1935); опытную соединительную трансляцию типа СТ-1 для цепей поездной диспетчерской связи (1950); стойки поездной диспетчерской связи типа СПД-5М (рис. 1.3) для распорядительных станций и другую аппаратуру.



Рисунок 1.3 – Стойка поездной диспетчерской связи типа СПД-5М 1957 г. [12]

С начала 1960-х гг. аппаратура избирательной телефонной связи с селекторным вызовом из-за ряда недостатков стала заменяться аппаратурой с тональным вызовом, состоящим из двух сигналов тональной частоты, от специального датчика. Диспетчерский пульт типа ПДТ-61 (рис. 1.4) является частью распорядительной станции поездной диспетчерской телефонной связи с тональным избирательным вызовом. С помощью кнопок на пульте можно послать в линию 35 индивидуальных, 3 групповых и 1 циркулярный вызов. Известен в истории опытный образец стойки магистральной связи совещаний типа МСС-1, который был изготовлен в 1952 г. на заводе «Трансвязь» и послужил основой для серийного выпуска.



Рисунок 1.4 – Пульт диспетчерской связи с тональным вызовом «ПДТ-61» [13]

Представляет большой интерес в истории становления ОТС внедрение первой железнодорожной радиостанции ЖР-1 (рис. 1.5) с амплитудной модуляцией, разработанной в 1947 г. Она работала в гектометровом диапазоне волн и обеспечивала радиотелефонную симплексную связь (т. е. в режиме поперемен-

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru