

Н. Ф. СЕМЕНИЮТА

**ИСТОРИЯ
ЦИФРОВОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
—
ОТ ТЕЛЕГРАФА ДО ИНТЕРНЕТА**

*К 185-летию со дня публичной демонстрации
выдающимся российским академиком
Павлом Львовичем Шиллингом
первого в истории человечества
электромагнитного телеграфного аппарата,
продемонстрированного в С.-Петербурге
21 октября 1832 году*

Минск
«Колорград»
2017

УДК [621.39+004.7](091)
ББК 32.88
С30

Р е ц е н з е н т ы:

директор Гомельского филиала РУП «Белтелеком» *А. А. Радчиков*;
заведующий кафедрой «Системы передачи информации»
доцент *В. Г. Шевчук*, Белорусский государственный университет
транспорта (БелГУТ)

Семенюта, Н. Ф.

С30 История цифровой телекоммуникации – от телеграфа до Интернет: к 185-летию со дня публичной демонстрации выдающимся российским академиком Павлом Львовичем Шиллингом первого в истории человечества электромагнитного телеграфного аппарата, продемонстрированного в С.-Петербурге 21 октября 1832 году / Н. Ф. Семенюта. – Минск : Колорград, 2017. – 162 с.
ISBN 978-985-7170-93-7.

Рассмотрены исторические аспекты становления и развития цифровых систем передачи сообщений, начиная с первых устройств оптических и электрических телеграфов до современной всемирной цифровой сети связи Интернет.

Наряду с историческими сведениями, приводятся описания некоторых технических особенностей и принципы действия телеграфных аппаратов, организация сетей телеграфной связи и передачи данных, становление Интернета и Интернет вещей. Показано влияние телеграфа и Интернета на общество.

Предназначено для специалистов в области телекоммуникаций и вычислительной техники, преподавателей и студентов учебных заведений, а также широкого круга читателей, кто интересуется становлением и развитием информационно-коммуникационных технологий, систем и сетей передачи дискретной (цифровой) информации – телеграфа, передачи данных, Интернета.

УДК [621.39+004.7](091)
ББК 32.88

ISBN 978-985-7170-93-7

© Семенюта Н. Ф., 2017
© Оформление. ЧПТУП «Колорград», 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Бедный наш век – сколько на него нападок, каким чудовищем считают его! И все за железные дороги – эти великие победы его. Уже не над материей только, но над пространством и временем

В. Г. Белинский (1811 – 1841)

Это издание завершает, в основном обращенные в прошлое, исторические исследование и личные воспоминания автора о телеграфе, явившем начало оптических и электрических телекоммуникаций и достигшем своей вершины цифровым Интернетом. Осознание этого факта и личное участие автора в процессе становления и развития телекоммуникаций на железнодорожном транспорте, вызвало желание изложить историю телеграфа от первых оптических и до наших дней, тем более, что автор принимал непосредственное участие в восстановлении телекоммуникаций в первые годы после окончания Великой Отечественной войны 1941–1945 гг., строительстве и эксплуатации телеграфа на железных дорогах в последующие годы, а также многие годы занимался теоретическими проблемами телеграфа, передачи данных в вычислительные центры железных дорог. Первоначально это желание было воплощено в статьях научно-технических журналов, затем в учебных пособиях Белорусского государственного университета транспорта и научно-популярной книге «История электрической связи на железнодорожном транспорте: прошлое, настоящее, будущее» [65, 66, 76].

Актуальность исследований истории телеграфа автор видит также в том, что молодое поколение недостаточно информировано об истории становления и развития телеграфа, как первой цифровой системе, так и других цифровых систем телекоммуникаций. Кроме того, начало моей трудовой деятельности во многом связана с телеграфом и другими видами телекоммуникаций на железнодорожном транспорте. Я начинал свою трудовую деятельность монтером, а затем электромехаником связи по обслуживанию телеграфных аппаратов Морзе и Бодо в Запорожской дистанции сигнализации и связи Сталинской (ныне Приднепровской) железной дороги, затем служба в Советской армии в звании гвардии рядового – радиотелеграфиста, потом инженером радиопередающего центра, обеспечивающего телеграфную связь Министерства Путей Сообщения с управлениями железных дорог страны.

В последующие годы принимал участие в исследовании первой экспериментальной автоматизированной системе управления железнодорожного транспорта (АСУЖТ) «Светофор» и после защиты кандидатской диссертации делился своими знаниями и опытом при подготовке инженеров-электриков по телекоммуникациям в институтах

железнодорожного транспорта, читая такие курсы как «Телеграфия», «Передача дискретной информации на железнодорожном транспорте», «Дальняя связь», «Многоканальная связь на железнодорожном транспорте», «Каналообразующие устройства передачи данных» и др. [2, 23]. Был соавтором учебников «Дальняя связь», «Телеграфия и передача дискретной информации», «Многоканальная связь на железнодорожном транспорте», «Передача дискретной информации на железнодорожном транспорте», автором учебных пособий «Передача данных на железнодорожном транспорте», «Каналообразующие устройства передачи данных» и др. [2, 23, 71].

Эволюция телеграфа до Интернета впервые была изложена автором в статье «От телеграфа к Интернету» в научно-производственном журнале «Автоматика, связь, информатика» [74]. Затем аналогичное сообщение было сделано на конференции Политехнического музея Москвы (2016) [73]. Новому этапу развитию Интернета – Интернету вещей посвящена статья в журнале «Автоматика, связь, информатика» (2017) [72]. Эти темы концентрируют в себе как исторические и технические, так и социальные и экономические аспекты телеграфа и Интернета.

В последние десятилетия телекоммуникационная отрасль, в которой автор проработал более полувека, переживает революционный перелом – от телеграфа к Интернету, от аналоговых к цифровым системам передачи и распределения информации. Осознание этого факта и мое личное участие в процессе развития телекоммуникаций на железнодорожном транспорте вызвало желание изложить историю становления и развития телеграфа до Интернета, тем более, что автор принимал непосредственное участие в строительстве и эксплуатации телеграфа, а также многие годы занимался теоретическими проблемами телеграфа и передаче данных. Первоначально это желание было воплощено в статьях и учебных пособия Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта, Петербургского государственного университета транспорта, Белорусского государственного университета транспорта [22, 67, 75], затем в научно-популярной книге [76]. За прошедшие годы произошли разительные изменения систем и средств телекоммуникаций, небывалое развитие получили сети цифровой телекоммуникации, вершиной которых стал Интернет. Все это и явилось побудительным мотивом изложить историю дискретной телекоммуникации от телеграфа до Интернета.

Начавшееся в конце XVIII века развитие капитализма в начале XIX века получило свое дальнейшее развитие. Началось активное превращение естественных наук в производительную силу (изобретение паровой машины, пароходы, железные дороги, электрическое освещение, телеграф, телефон и др.). Особенностью XIX века было значительное развитие строительства и промышленного производства, добычи руды, выплавки металлов и др., а также водного и железнодорожного транспорта. Среди

многих достижений того периода отметим развитие искусства, начало широкого распространения книгопечатания, строительства первых железных дорог. Во второй половине XIX века начала бурно развиваться наука, в том числе электротехника и электрический телеграф. Эти достижения американские художники Натаняль Карриер (1813–1888) и Джеймс Айвис (1824–1895) изобразили на художественном полотне «Прогресс века» (1876), фрагмент которого приведен на титуле издания.

В правом верхнем углу дымящиеся трубы – символы промышленных предприятий того времени, тоннель, воздушная телеграфная линия связи и железная дорога с дымящимся паровозом и вагонами. На переднем плане полотна изображен телеграфист, передающий депешу и телеграфная лента с принятым сообщением. Центральное место в картине отведено телеграфисту не случайно, так как телеграф был основным достижением XIX века.

Во второй половине XIX века во всех странах и России получили широкое распространение телеграфы, которые являлись средством обмена сообщениями, как государственных организаций, так и населения. Телеграф также впервые начал использоваться на железных дорогах для управления движением поездов и обеспечения безопасности перевозки грузов и пассажиров. Значение железных дорог и телеграфа в развитии России увековечено на цоколе Храма Воскресения Христова (С.-Петербург). На нем установлено 20 памятных гранитных досок, на которых золотыми буквами отмечены знаменательные исторические события в период царствования императора Александра II. На одной из таких досок отмечено: 1862–1866. РАЗВИТИЕ СЪБИ ЖЕЛЪЗНЫХЪ ДОРОГЪ И ТЕЛЕГРАФОВЪ.

Телеграф (др.-греч. τῆλε – «далеко» + γράφω — «пишу») в современном значении – средство передачи сигнала по проводам, радио или другим каналам связи. Телеграф в своем развитии и становлении прошел долгий путь от примитивных средств передачи сообщений до современных интеллектуальных устройств и систем с использованием ЭВМ, волоконно-оптических, радиорелейных и спутниковых линий связи. Вершиной развития телеграфа стал Интернет – глобальная цифровая система телекоммуникаций.

С древних времен было стремление народов к передаче сообщений на расстояние. Исторически начала передачи сообщений были связаны с простейшими акустическими и оптическими способами создания сигналов: звук (трубы, рожки, барабаны) и свет (огонь дым костров и др.). Основным достижением на этом этапе развития передачи сообщений было появление оптического телеграфа семафорного типа [81].

В России первый оптический телеграф от Зимнего Дворца до Кронштадта построил в 1833 г. французский изобретатель Клод Шато. В 1835 г. такой же телеграф был устроен между Зимним Дворцом,

Царскосельским и Гатчинским дворцами. В 1839 г оптический телеграф был построен между С.-Петербургом и Варшавой.

Сложность передачи и приема сигналов оптического телеграфа, много времени затрачивается на передачу сообщений, влияние погоды на верность передачи явились причиной поиска других способов передачи сигналов. Появились телеграфы со «смоляными фитилями», зеркальный телеграф, акустические телеграф и др.

С появлением первых химических источников тока (гальванических элементов) во всех странах мира начались интенсивные разработки электрических телеграфов. К середине XIX столетия теоретическая и экспериментальная наука об электричестве заняла выдающееся положение среди остальных разделов физики. Появились первые электродвигатели и динамомашин (генераторы), началась передача электрической энергии по проводам, проходили интенсивные исследования по практическому применению электричества для телеграфирования по проводам. В эти годы появились также первые системы электрических телеграфов (электролитический, электрохимический, электромагнитный и др.) [17].

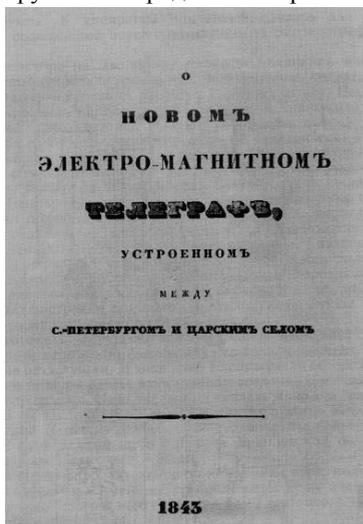
Первым в России и мире электромагнитным телеграфным аппаратом был аппарат русского барона Павла Львовича Шиллинга (1786–1837), практически примененный в С.-Петербурге для связи между Зимним дворцом и зданием Министерства путей сообщения. Это была также первая в мире линия электрического телеграфа. Сложность передачи и приема сообщений не позволили его дальнейшему применению, но идеи, в частности электромагнитный приемник и цифровой код, получили широкое применение в системах дискретной, а затем и аналоговой связи.

В те же годы американский художник-портретист Сэмюэль Финли Морзе (1798–1872), познакомившись с опытами Шиллинга, увлекся идеей о передаче сообщений электрическими сигналами. В результате этого увлечения он 4 сентября 1837 г., т. е. на пять лет позже изобретения Шиллинга, в только что открытом Нью-Йоркском университете, продемонстрировал электромагнитный телеграфный аппарат. Сигналы постоянного тока были переданы по проволоке протяженностью 1700 футов.

Первоначально телеграф в России начали использовать на железных дорогах. Так, в 1847 г., для связи Главного управления путей сообщения с Зимним дворцом в Петербурге и Царским Селом начали действовать первые две линия электрического телеграфа. В 1843 г. вышло первое печатное издание описания устройства телеграфа «О новом электромагнитном телеграфе, устроенном между С.-Петербургом и Царским Селом». Вероятно, это первое в России издание о электромагнитном телеграфе.

На всех вновь строящихся железных дорогах, в том числе на С.-Петербурге–Московской (ныне Октябрьской), были созданы службы телеграфа. К 1860 г. столица Российской империи С.-Петербург получила

телеграфную связь со всеми городами в европейской части России и крупными городами Сибири.



Обложка книги «О новом электромагнитном телеграфе, устроенном между С.-Петербургом и Царским селом»

В связи со столь бурным началом практического применения электричества во многих отраслях хозяйства, перед страной возникло ряд проблем. Одна из таких проблем была связана с острой нехваткой профессиональных кадров для телеграфов. В 1886 г. в С.-Петербурге состоялось открытие технического училища почтово-телеграфного ведомства – первого в России специализированного учебного заведения связи. Директором технического училища был назначен Николай Григорьевич Писаревский (1821–1895), известный специалист в области электрической связи. В 1878 г.

вышла первая его книга «Руководство по устройству воздушных телеграфных линий», которая многие годы являлась справочником для телеграфных техников.

В начале 30-х годов прошлого столетия на железных дорогах для связи НКПС и Управлений железных дорог и Управлений дорог между собой начали внедряться быстродействующие аппараты английского изобретателя Чарльза Уитстона (1802–1875), буквопечатающие многократные телеграфные аппараты французского изобретателя Жана Бодо (1845–1903). Особенностью аппарата Бодо было то, что по одному проводу и Земле можно было организовать 2, 4, 6 и 8 телеграфных связей. Аппарат Бодо фактически явился началом широкого внедрения цифровой техники не только в телеграф, но и телефон, телевидение и др.

В начале XX века за рубежом и в Советском Союзе велись также разработки буквопечатающих телеграфных аппаратов – телетайпов. В Советском Союзе под руководством инженера А. Ф. Шорина (1890–1941) в 1935 г. был создан стартстопный буквопечатающий телеграфный аппарат СТ-35. Прием сообщений производился на телеграфную ленту, что создавало сложности с оформлением телеграмм. Поэтому в дальнейшем разработаны стартстопные рулонные телеграфные аппараты, прием сообщений в которых производился на рулон бумаги, что практически не требовало последующей работы над оформлением телеграмм.

Значительным прорывом в развитие телеграфной связи явилось переход от телеграфирования импульсами постоянного тока к телеграфированию импульсами переменного тока и создания многоканальной аппаратуры тонального телеграфирования в диапазоне частот телефонного канала 300–3400 Гц. Благодаря использованию тональных частот по телефонным каналам (каналам тональной частоты) можно было организовать 6, 12 и 24 телеграфных каналов со скоростью передачи дискретных сигналов соответственно 200, 100 и 50 Бод практически на любые расстояния.

В 60-х годах прошлого столетия, благодаря быстрому развитию ЭВМ и начала дистанционной обработке цифровой информации, на базе систем телеграфной и телефонной связи начинает создаваться новый вид дискретной связи – передача данных, которая в научно-технической литературе на английском языке называется *Computer Communications*, что в смысловом отношении означает обмен информацией (обычно в цифровой форме) между человеком и ЭВМ или между разными ЭВМ.

Передача данных с середины 50-х годов прошлого столетия начал развиваться исключительно бурными темпами. На смену аппаратуре тонального телеграфирования со скоростью телеграфирования 50, 100, 200 бит/с пришли более совершенные модемы со скоростью передачи данных 600, 1200, 2400, 4800 и 9600 бит/с и более. К концу столетия скорость возросла до 5–10 Тбит/с.

Совместное использование вычислительных машин и средств передачи данных открыло новые возможности как в вопросах сбора, хранения, распределения информации, так и в вопросах коллективного пользования растущими вычислительными ресурсами.

Наличие быстрой и надежной системы передачи данных позволило от автономных вычислительных центров, в которых ЭВМ, устройства ввода-вывода и подготовки данных находятся в одном месте, перейти к многомашинным вычислительным комплексам с разнесенными на значительные расстояния входящими в них оконечными (абонентскими) устройствами и оборудованием передачи данных. Такие многомашинные вычислительные комплексы получили название «сети вычислительных машин» (или «сети ЭВМ») [9, 86].

Развитие сетей ЭВМ, возможности дистанционного использования средств вычислительной техники большим числом пользователей с терминалами, расположенными на значительном удалении от ЭВМ привело к созданию всемирной цифровой сети телекоммуникаций

Интернет — всемирная система объединённых компьютерных сетей для хранения и передачи цифровой информации явилась триумфом телеграфа. часто упоминается как Всемирная паутина (*World Wide Web, WWW*). Таков краткий путь дискретной (цифровой) связи – от примитивных способов передачи простейших дискретных сообщений до

Всемирной паутины с передачей любых сообщений, практически на любые расстояния и с неограниченной скоростью.

За свою почти двухвековую историю телеграф прошел путь от простейших оптических и электрических систем до современной всемирной цифровой сети Интернет с многомиллионными пользователями. Поражают не только результаты, достигнутые на этом пути, но и тот колоссальный объем творческой и созидательной работы, который за прошедшие годы был выполнен многими изобретателями и механиками, инженерами и учеными разных стран мира. То, что ими создано за прошедшие годы, стало возможным только в результате совместных усилий ученых и изобретателей всех стран мира – России, Америки, Англии, Франции, Дании, Германии, Швеции и многих других.

Истоки развития телеграфа являются лишь составной частью истории развития телекоммуникаций – области, включающей в себя такие бурно развивающиеся направления, как техника цифровой связи, цифровой обработки сигналов оптических и спутниковых каналов связи, техники коммутации каналов и сообщений, цифровой сети Интернет, IP-телефонии и т. д.

Настоящее издание «От телеграфа до Интернета – история телекоммуникации цифровыми сигналами» посвящено историческим аспектам становления и развития телеграфной связи, в основе которой лежит передача дискретных (цифровых) сигналов. В пособии рассматривается более чем полуторостолетняя история творческих поисков и напряженного труда ученых, изобретателей, инженеров и механиков, благодаря которым произошел огромный прогресс в развитии цифровой связи.

Без знания истории трудно оценить успехи, достигнутые за годы прошедшие с появления первых телеграфов до современной всемирной сети Интернет, IP-телефонии, цифрового телевидения и др. Будущим специалистам и не только им, важно знать историю телеграфа, телефона, телевидения и др., знать логику развития цифровой телекоммуникации, становление науки передачи дискретных сообщений.

В подтверждение к сказанному можно привести замечательное по своей глубине изречение английского физика и общественного деятеля Джона Бернала (1901–1971): “В науке больше, чем в других институтах человечества, необходимо изучать прошлое для понимания настоящего и господства над природой в будущем”. В полной мере это относится и к телекоммуникациям [76].

Знание истории делает человека более мудрым и человечным, так как история учит истинному уважению к напряженному созидательному труду тех людей, с именами которых связано развитие телекоммуникаций. Недаром Альберт Эйнштейн (1879–1955) не раз говорил, что выдающиеся ученые оказывают воздействие на современников и последующие

поколения не столько своими интеллектуальными достижениями, сколько нравственным влиянием.

Таким образом, знание истории науки и техники, в том числе телекоммуникаций, развивает мысль, расширяет кругозор, приносит наслаждение и побуждает стремление к более совершенному. Квалифицированным и компетентным специалистом в области телекоммуникаций можно стать, только изучив всю историю ее становления и развития, начиная с первых исследований магнетизма и электричества в XVII–XVIII вв., простейшего оптического телеграфа начала XIX века и до наших дней. Трудно с этим не согласиться всем, кто приступает к изучению телекоммуникаций на железнодорожном и других видах транспорта.

Особого внимания заслуживают также проблемы и перспективы развития Интернет, в том числе такого амбициозного направления современного информационного общества как «Интернет вещей» (Internet of Things). «Интернет вещей» позволит производить мониторинг практически любого объекта и параметра окружающей среды. При этом мы сможем не только отслеживать эти объекты и параметры, но и управлять ими, а также включать информацию о них в общую «цифровую вселенную». Уже сегодня количество объектов «Интернет вещей» значительно превышает количество населения земли [72, 101].

Для читателей заинтересованных в более глубоких сведениях о телеграфе приведен список использованной литературы. Среди использованной литературы выделим такие учебные пособия для студентов Белорусского государственного университета транспорта как «Электротехника и связь на железнодорожном транспорте (начальный период истории развития)» (2004) и «Системы и сети связи на железнодорожном транспорте» (2007) [66, 67], а также книги «150 лет отечественному телеграфу» (1982) [70], «Развитие автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте» (1986) [62], «История электрической связи на железнодорожном транспорте» (2008) [77]. Из зарубежных изданий отметим замечательную книгу американского журналиста *Tom Standage*. «*The Victorian Internet: The Remarkable Story of the Telegraph and the Nineteenth Century's Online Pioneers*». (1998) [101], где приведены многие исторические факты становление и развитие телеграфа Морзе и Интернет в США. Много интересного материала по истории телеграфа и современному развитию Интернет читатель может найти также во всемирной цифровой сети Интернет. В области ЭВМ заслуживают внимания учебное пособие Б. А. Гладких «Информатика. Введение в специальность» и книга казахского ученого Батыра Карьева «Интернет, краткая история и влияние на общество» [9, 19].

Надеюсь, что пособие вызовет интерес у студентов всех специальностей, специалистов автоматики, телекоммуникаций,

телеинформатики, вычислительной техники и др. Все критические замечания, возможные неточности, а может и ошибки, а также пожелания читателей будут с благодарностью приняты автором. Моя электронная почта: nikolay.semeniuta@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

В науке больше, чем в других институтах человечества, необходимо изучать прошлое для понимания настоящего и господства над природой в будущем.

Джон Бернал (1901–1971)

Телекоммуникации – комплексы технических средств, предназначенных для передачи сообщений (информации) на расстояние. При этом для передачи сообщений используются два основных вида сигналов: непрерывные (аналоговые) и дискретные (цифровые). Аналоговые сигналы поступают в форме непрерывной функции сигналов, например, голосовая речь человека. Дискретные сигналы состоят из серии импульсов, конечной продолжительности (кодовых комбинаций), соответствующих цифрам в той или иной системе счисления. В простейшем случае, например, в случае телеграфной связи импульсы соответствуют двоичным цифрам 0 и 1.

На начальном периоде развития цивилизаций для телекоммуникаций основным носителем сообщений был звук, огонь, а средой распространения сигналов была естественная среда природы. В наше время наибольшее применение на практике получили телекоммуникации в основе которых лежат электромагнитные процессы и возможности использования энергии электромагнитного поля для передачи сообщений (электрическая проводная связь, беспроводная связь, волоконно-оптическая связь, фотонная связь и др.).

Появлению электрической связи способствовали первые опыты и исследования в области электричества. В России исследования электричества начиналось с практических опытов Михаила Васильевича Ломоносова (1711–1765) и его коллеги Георга Вильгельма Рихмана (1711–1753), трагически погибшего во время своих опытов с атмосферным электричеством: он был смертельно поражен молнией [42].

Затем были великолепные работы профессора физики Петербургского медико-хирургической академии В. В. Петрова (1761–1834), замечательные исследования профессора Тартуского университета Э. Х. Ленца (1804–1865) в области теории электричества, академика Б. С. Якоби ((1801–1874), внесшего большой вклад в развитие практической электротехники и электромагнитного телеграфа, и многих других ученых России [75]. Велики заслуги в области телекоммуникаций и зарубежных ученых, начиная с американского просветителя

Бенджамина Франклина (1706–1790) – изобретателя громоотвода, французского физика А. М. Ампера (1775–1836) – автора первой теории магнетизма, Х. К. Эрстеда (1777–1851), открывшего магнитное действие электрического тока, М. Фарадея (1791–1875) – основоположника учения об электромагнитной индукции, Д. К. Максвелла (1831–1879) – создателя теории электромагнитного поля, У. Томсона (1824–1907) – первого ученого по теории передачи телеграфных сигналов по кабелю, О. Хэвисайда (1850–1925) – автора теории передачи сигналов на дальние расстояния по линиям связи и многих других изобретателей и ученых [42, 76].

В России опытами с электричеством и телеграфированием по проводам в течение многих лет активно занимался академик Павел Львович Шиллинг (1786–1837). Первый практически пригодный стрелочный телеграфный аппарат П. Л. Шиллинг продемонстрировал в Санкт-Петербурге в 1832 г. Этой знаменательной дате и посвящено настоящее издание .

В 1841 г. российский академик Борис Семенович Якоби (1801–1874) создал пригодную конструкцию пишущего телеграфного аппарата и организовал связь между Зимним дворцом и Главным штабом в Санкт-Петербурге [17, 77]. Первый буквопечатающий телеграфный аппарат был также разработан Б. С. Якоби в 1850 г. Этот аппарат явился прототипом многих других буквопечатающих аппаратов, из которых наибольшее применение получил многократный телеграфный буквопечатающий аппарат (1874) французского изобретателя Ж. Бодо (1845–1903).

За рубежом также активно разрабатывались различные типы телеграфных аппаратов, наиболее удачным из которых был пишущий телеграфный аппарат американского живописца С. Ф. Морзе (1791–1872), который в 1837 г. продемонстрировал его широкой общественности. Большое применение получили также телеграфные аппараты Уитстона (1802–1875), Юза (1831–1900), Сименса (1816–1892), Бодо (1845–1903) и других изобретателей.

С середины XX века начались практические разработки систем фототелеграфной связи для передачи плоских неподвижных изображений, метеорологических карт, фотографий, рисунков, графиков и т. д. Первый фототелеграфный (факсимильный) аппарат был изобретен в 1855 г. итальянским физиком Дж. Казелли (1815–1891).

Выдающимся событием конца XIX века явилось изобретение и начало практического применения «телеграфирования без проводов» – радиосвязи. Становление радиосвязи пришлось на конец XIX века, когда российским физиком и электротехником Александром Степановичем Поповым (1859–1905) была продемонстрирована первая реальная передача сообщения без проводов – по радио. Значительный вклад в практическое становление и развитие радио внес также итальянский инженер Гульельмо Маркони (1874–1937). Ему и немецкому ученому

Фердинанду Брауну (1850–1918) в 1909 году была присуждена Нобелевская премия по разделу физики «в знак признания их заслуг в развитии беспроводной телеграфии».

В XX веке телеграф как дискретный вид связи закрепил свое положение и от первых опытов передачи цифровой информации для обработки электронными вычислительными машинами до всемирной цифровой сети Интернет. Торжеством цифровой передачи информации стала всемирная цифровая информационная сеть связи Интернет, которая сегодня является, и телеграфом, и телефоном, и почтой, и телевидением, и справочной службой, и библиотекой, и кинотеатром, и многими другими средствами информационными услуг. И все это благодаря цифровым методам передачи информации, начала которых были заложены в первых электрических телеграфах и продолжены в Интернет.

Современный Интернет продолжает развиваться, растет количество пользователей, расширяется области применения. Наступил новый этап – Интернета вещей (IoT– Internet of Things) и Всеобъемлющего Интернета (IoE– Internet of Everything). Быстрый рост и распространение технологий IoT и IoE представляются сегодня неизбежными. Ожидаются существенные улучшения в сферах транспорта, экологии, безопасности и др. Носимые устройства для контроля состояния здоровья и физической активности, "умные" дома, автомобильный и железнодорожный транспорт, электроснабжения, подключённые буровые вышки и производственные цеха — всё это лишь начало грядущего переворота в нашем образе жизни, работы, учёбы и отдыха.

1 НАЧАЛО ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНЫХ СООБЩЕНИЙ

Развитие железных дорог и электрического телеграфа как средства управления движения и безопасности перевозки пассажиров и грузов или рука об руку.

Н.Ф. Семенюта (р. 1929 г.)

1.1 Исходные положения

С древнейших времен человечество искало способы и пути телекоммуникации. На начальном этапе для передачи сообщений (сигнализации) на расстояния люди использовали звук и свет, а приемником сообщений служили органы человека.

Звук – основа нашего естественного общения и он, как наиболее простой носитель сигналов, получил широкое применение в коммуникации. Однако дальность передачи сообщений была ограничена небольшим расстоянием. Причиной этого было как в небольшой мощности звуковых сигналов человека, так и относительно низкой чувствительностью приемника звуковых сигналов – ушей. Для

увеличением дальности передачи сообщений путем использования звуковых сигналов, создаваемых рожками трубы, так и боевыми трубами, барабанами, гонгами и др. Для увеличения разнообразия передаваемых сообщений (количества передаваемой информации), применяли многозвучные барабаны, трубы и др. Например, барабаны индейцев Южной Америки очень многозвучные, и с их помощью стало возможным передавать сообщения и о вторжении врага, и о прибытии корабля, и об удачной охоте. Об этом же писал древнегреческий государственный деятель и полководец Юлий Цезарь (102–44 до н.э.): «Когда случается важное событие, то галлы сообщают о нем посредством пронзительного крика другим, которые таким же путем передают его далеко» [60].

С древних времен для телекоммуникации применяется и свет. До нас дошла легенда трехтысячилетней давности о том, что как огнями костров, зажженных на вершинах гор, за ночь донесли Клитемиестре, супруге микенского царя Агамемнона, предводителя греков в Троянской войне, весть о падении Трои (1250 до н.э.).

За 250 лет до нашей эры в походах карфагенского полководца Ганнибала (247 – 183 до н.э.) сигнальные огни уже не были чем-то необычным, и даже сегодня, в наш технический и информационный век, мы не можем от них отказаться и широко используем в нашей жизни. Вот как об использовании сигнальных огней пишет «Всеобщая история» знаменитого греческого историка и полководца Полибия (около 201–120 г. до н.э.): «Последний способ, изобретенный Клеоксеном и Демоклитом (V век до н.э.) и усовершенствованный нами, отличается наибольшей определенностью и может доставлять точные сведения обо всех нуждах, но применение его требует старания и неослабленного внимания». Они предложили для передачи сообщений на видимое расстояние отдельные буквы греческого алфавита посредством комбинаций факелов (разумеется, только ночью). Греческий алфавит, в котором 24 буквы, они представили в виде кодовой таблицы, состоящей из пяти строк и пяти столбцов (рисунок 1.1, а). На передающей стороне имелись две стены с пятью проемами

а)

Α	Β	Γ	Δ	Ε
Ζ	Η	Θ	Ι	Κ
Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο
Π	Ρ	Σ	Τ	Υ
Φ	Χ	Ψ	Ω	

б)

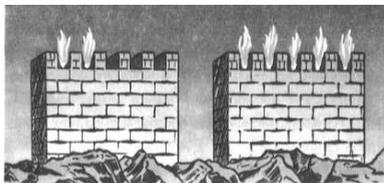


Рисунок 1.1 – Факельная передача сообщений: а – кодовая таблица; б – стены передачи (регистры)

Сообщения передавались горящими факелами, вставляемыми в проемы стен (рисунок 1.1, б). Факелы первой стены указывали на номер строки таблицы, а факелы второй стены – на номер буквы в строке. Таким образом, при «факельном» способе передачи сообщений древние греки фактически предложили использовать код. Код – совокупность факелов (знаков, символов) и система определенных правил, при помощи которых сообщения могут быть представлены в виде набора факелов

Здесь обратим внимание, что в основу факельного телеграфа был положен способ передачи сообщений двумя сигналами: наличие огня или его отсутствие, что соответствует двум символам (цифрам) 1 и 0. Кодовой последовательности соответствовала комбинация состоящая из пяти двоичных символов ($n = 5$). На рисунке 1.1 кодовым комбинациям соответствуют последовательности двоичных символов 11000 и 11111. Общее число комбинаций такого пятиэлементного двоичного кода $2^n = 32$), поэтому для передачи 24 букв греческого алфавита древние греки предложили использовать две стены – регистры. Регистр – с тех давних времен и до настоящего времени, позволяет передавать одними и теми же комбинациями двоичных символов различные знаки.

Время передачи сообщений в «факельном телеграфе» как и при звуковой передаче, оставалась большим. Поэтому мечта о быстрой передаче сообщения на далекие расстояния не оставляла лучшие умы человечества, но ее свершение все же задержалось на долгие столетия. Зато и радости свершения этой мечты не было конца. Вот как восторженно писала «Энциклопедия промышленных знаний» о том далеком времени [96]: «Удивительна та глубокая таинственная связь, которая существует между нашими крупными изобретениями и развитием мировых отношений. Благодаря этим изобретениям, самые смелые мечты поэтов былых времен превращаются в действительность, нередко даже реальные факты этой действительности оставляют далеко за собой самую пылкую фантазию. Напомним самоуверенные и смелые слов шаловливого духа Пэка в комедии Вильяма Шекспира (1564–1616) «Сон в летнюю ночь» (1600). Получив от своего повелителя Оберона приказание разыскать волшебное растение, затратив на поиск время не больше того, которое потребно Левифану для преодоления одной мили пути, Пэк, не задумываясь, обещает опоясать землю за 40 минут. Влагая в уста Пэка этот ответ, гениальный английский поэт едва ли подозревал, что менее чем через тридцать десятилетий его поэтическая метафора превратится в реальный факт, и земля действительно будет скована кольцом, при посредстве которого люди будут обмениваться мыслями». Под таким кольцом авторы энциклопедии понимали линии электрического телеграфа. Электричество было тем революционным началом, которое привело к изобретению телеграфа, а в дальнейшем и телефона, и других видов телекоммуникаций.

1.2 Оптический телеграф

В оптических телеграфах знаки сообщений передавались не с помощью световых источников и их лучей, посылаемых с одного места в другое, а посредством особых механизмов с некоторыми подвижными частями в виде линеек, видимых с дальнего расстояния. Одним из первых предложивших такого рода оптического телеграфа был известный английского естествоиспытатель Роберт Гук (1635–1703). Практическое воплощение такого телеграфа было реализовано французским механиком Клодом Шаппом (1763–1805) и его братом Игнасом Шаппом. Вот как в то время оценили изобретение оптического телеграфа: «Клод Шапп выдумал такую машину, которая при величайшей своей простоте, столь легко и столь многие фигуры представляет, что отдаленному наблюдателю, коего глаз должен быть вооружен зрительною трубою, самым легчайшим и вразумительным способом можно видеть и понимать все то, что только хочет сказать ему управляющий машиною, и что только может быть сказано или написано».



В 1794 г. линия оптического телеграфа К. Шаппа соединила французские города Париж и Лилль, расстояние между которыми было 225 км. Всего были устроено 22 станции с шестью и подвижными планками. Передача осуществлялась от одной башни к другой. Телеграфист на башне с помощью подзорной трубы принимал сигналы, передаваемый с другой башни, расположенной на расстоянии пятнадцати миль от первой. Получив сигнал, телеграфист спускался в нижнюю часть башни и с помощью ручной механической тяги устанавливал планки для передачи знаков сообщений на следующую башню. Для передачи одного знака требовалось при этом около 2 мин. Три подвижные планки могли принимать 196 различных относительных положений и изображать таким образом столько же отдельных знаков, букв и слов, наблюдаемых при помощи зрительных труб, поэтому требовала длительного времени.

Первый семафорный телеграф поначалу назывался "тахиграф" – скорописец, но потом не соответствующее действительности название упразднили и назвали устройство скромно, но с достоинством – "телеграф" – дальнописец. Здесь отметим, что был создан также первый мобильный оптический телеграф с конной тягой. Несмотря на недостатки оптической телеграфии, заключающиеся главным образом в зависимости её от погоды, её активно использовали почти до середины XIX века.

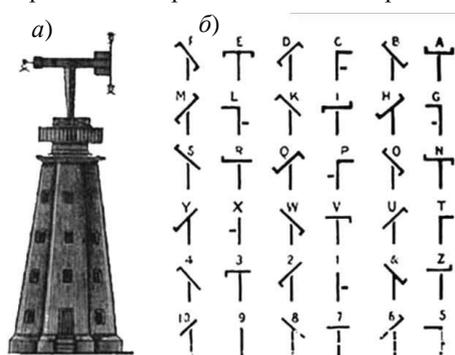
Первая в Европе междугородная линия оптического телеграфа была построена в 1798 г. в Испании инженером-механиком и строителем Августином Бетанкуром (1758–1824) между городами Мадрид и Кадис.

Бетанкур использовал собственную систему оптической связи, признанную позднее лучшей в Европе. Здесь отметим, что Августин Бетанкур был впоследствии первым инспектором (директором) образованного в 1809 г. в России Института Корпуса инженеров путей сообщения (ныне С.-Петербургский государственный университет путей сообщения – ПГУПС [21].



В России наиболее применение получили оптические телеграфы системы французского инженера-механика Пьера Шато, ученика Клода Шаппа. Приглашенный русским правительством на службу Пьер Шато использовал большой опыт эксплуатации телеграфов Шаппа в ряде стран Европы и значительно усовершенствовал их, придя к простой и надежной конструкции [98]. Его брат Игнатий (1760–1823), помогавший ему при работах по открытию его системы телеграфа, был главным директором французских телеграфов и известен своим сочинением "*Histoire de la telegraphie*" (1824).

Телеграф Шато состоял из ряда башен с вертикальными мачтами на вершине которых находились равноплечие горизонтальные рычаги,



которые могли вращаться вокруг своей середины (рисунок 1.2, а).

Рисунок 1.2 – Оптический телеграф Шато: а – башня; б – код

Башни имели два окна, расположенные так, чтобы из них в подзорную трубу можно было видеть ближайшие башни. На одном конце рычага перпендикулярно к нему было закреплено

более короткое плечо, образующее вместе с рычагом подобие буквы «Т». Эта конструкция могла занимать различные пространственные положения со сдвигом 45 градусов одно по отношению к другому. В ночное время на концах подвижного рычага помещали фонари.

К. Шато создал также очень простой семафорный код (см. рисунок 1.2, б). Различные комбинации переключенных и реверсивных рычагов позволяли получить 196 отчетливых фигур, посредством которых можно было передавать буквы, цифры и даже условные стандартные фразы. Взаимное положение крыльев регулировалось сигнальщиком (телеграфистом) изнутри башни.

В Англии Джордж Муррей (1761–1803) разработал так называемый визуальный телеграф (рисунок 1.3). В устройстве кодовые комбинации формировались открытием/закрытием шести створок на специальной раме. Эта система получила огромную популярность в Англии и США.

Рисунок 1.3 – Визуальный телеграф Муррея



В 1794 г. оптический телеграф был создан также известным русским самоучкой – механиком И. П. Кулибиным (1735–1818). Его система семафоров была подобна системе К. Шаппа. Проект Кулибина, как часто было в России, сдан был в архив, а через несколько лет русскому правительству, пришлось закупать изобретенный французом Клодом Шаппом оптический телеграф.

В те же годы появилось еще несколько предложений по организации оптического телеграфа. Известно несколько таких проектов.

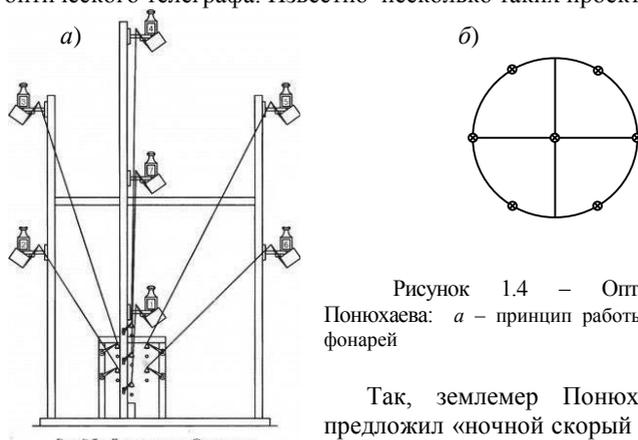


Рисунок 1.4 – Оптический телеграф Поноухаева: *a* – принцип работы; *б* – расположение фонарей

Так, землемер Поноухаев в 1815 г. предложил «ночной скорый дальнописец или телеграф о семи фонарях, которым несравненно скорее противу сего времени изобретенных дневных (ибо ночного еще нет) телеграфов доставлять можно сведения» рисунок 1.4, *a*).

Кодирование в телеграфе Поноухаева отличалось оригинальностью конструкции. По окружности было размещено семь фонарей с зеркальными отражателями: шесть на самой окружности, а седьмой – в центре (рисунок 1.4, *б*).

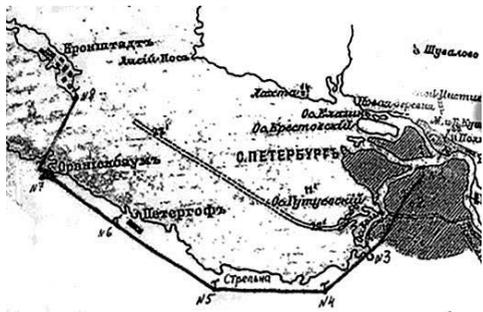
Из семи фонарей «дальнописца» шесть были расположены по углам шестиугольника, а седьмой в центре. При помощи тяг, сведенных в пульт центрального управления, каждый фонарь можно было затемнять особым подвижным щитком, сочетание же освещенных фонарей обозначало какую-либо букву. При помощи тяг, сведенных в пульт управления,

каждый фонарь можно было затемнять особым подвижным щитком, сочетание же освещенных фонарей обозначало какую-либо букву. Военный комитет рассмотрел предложение Понюхаева, но вместо практического использования сдал его в архив канцелярии военного министерства.

Оптические телеграфы быстро нашли практическое применение на железных дорогах, так как работа железнодорожного транспорта не могла происходить без хорошо налаженной сигнализации. До середины XIX в. единственным средством такой сигнализации, были оптические телеграфы, несмотря на их явные недостатки: низкая скорость передачи информации, зависимость от времени суток и погоды, невозможность соблюдать скрытность передачи.

1.3 Первые оптические телеграфы России

В 1824 году была сооружена первая в России линия оптического телеграфа между Санкт-Петербургом и Шлиссельбургом, по которой передавались сведения о судоходстве на Неве и Ладожском озере. За основу была взята система Беганкура, получившая к тому времени повсеместное распространение. Линия служила для передачи сообщений о



движении судов по Ладожскому озеру. Линия оптического телеграфа была сооружена под руководством русского генерал-лейтенанта Ф. А. Козена и просуществовала до 1836 г.

Рисунок 1.7 – Линия оптического телеграфа Зимний дворец – Кронштадт

В царствование Николая I был создан особый Комитет при Военном Министерстве для рассмотрения предлагаемых к использованию в России оптических телеграфов. С 1827 по 1833 год комитет рассмотрел множество проектов русских и иностранных изобретателей: выбрали оптический телеграф, разработанный бывшим сотрудником К. Шаппа инженером Жаком Шато.

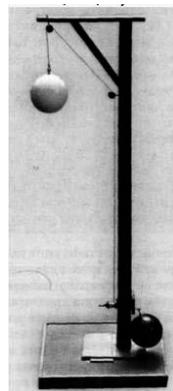
В 1833 году Ж. Шато построил вторую линию оптического телеграфа Зимний дворец — Стрельна — Петергоф — Оранienбаум — Кронштадт (рисунок 1.7). При этом код Шато был «приноровлен» к русской азбуке. Линия хорошо себя зарекомендовала, что послужило поводом для строительства телеграфных линий системы Шато по другим направлениям. В 1835 году построена линия Зимний дворец — Царское село — Гатчина.

Оптический телеграф применили также для управления движением поездов на Царкосельской железной дороге (1837). Железная дорога была открыта в 1837 г. для перевозки пассажиров и грузов между С.-Петербургом и Царским Селом. Строительство железной дороги началось после того, как австрийский инженер, профессор Венского политехнического института Франц Антон фон Герстнер (1796–1840), известный как автор проекта и строитель конной железной дороги между Молдовой и Дунаем, протяженностью около 200 км, ознакомившись в 1834 г. с ситуацией в России, подал императору Николаю I обстоятельную записку о возможностях строительства железных дорог. В ней, в частности, отмечалось, что «нет такой страны в мире, где железные дороги были более выгодны и даже необходимы, чем в России, так как они дают возможность сокращать большие расстояния путем увеличения скорости передвижения». Примерно через год после этого 15 апреля 1836 г. был опубликован Указ Николая I о сооружении Царкосельской железной дороги исключительно в виде опыта с целью «испробовать насколько наши климатические условия допускают вообще возможность сооружения у нас рельсовых путей».

Для безопасности движения на Царкосельской дороге был устроен первый в России оптический телеграф (1838). При этом телеграфные посты размещались в Зимнем Дворце (Канцелярия Императора), Институте Горных инженеров, Чесменской военной Богодельне, 1-й версте Петергофской дороги, Стрельнинском дворце, Александрии (Петергофе) и сигнальные мачты располагались через одну-две версты друг от друга и сигналы передавались «дежурными телеграфщиками» или сторожами.

По телеграфу передавались «наинужнейшие по движению сигналы не более трех: 1 — «об остановке в следовании поезда»; 2 — «о востребовании в помощь резервного паровоза»; 3 — «о востребовании одного с экипажами». Для сигнализации использовались простейшие сигналы: днем черные шары (рисунок 1.9), а ночью — красные фонари.

Рисунок 1.9 – Сигнальная мачта



Ненастная погода препятствовала правильному действию такой сигнализации и порой даже искажала сигналы, что могло привести к нарушению безопасности движения. В виду этого в 1846–1847 гг. на Царкосельской дороге была первая попытка применения электромагнитного телеграфа Морзе. Однако молнии, поражавшие линии и аппараты, а также частые кражи медной проволоки явились причиной закрытия телеграфа в 1848 г.

В эти же годы российские и иностранные ученые интенсивно работали над применением нового вида передачи сообщений – электромагнитного телеграфа. Из исследований в России различных телеграфных систем пришли к выводу: «что компания Царскосельской железной дороги, например, для собственной пользы, могла бы устроить электромагнитную линию между С.-Петербургом и Царским Селом». Остановились на электромагнитном телеграфе Морзе. Аппарата Морзе, по сравнению с другими был значительно проще других аппаратов, его передатчиком был телеграфный ключ, а приемником – электромагнит. Передача и прием сообщений осуществлялся также относительно простым кодом (азбукой Морзе). Преимуществом телеграфной связи на аппаратах Морзе было также то, что другие системы телеграфа требовали множества проводов, а аппарат Морзе требовал только одного провода (второй провод заменяла земля), он имел простой и удобный передатчик в виде ключа для замыкания и размыкания электрической цепи.

В России в 1846—1847 годах на Царскосельской железной дороге был установлен электромагнитный телеграф Морзе. Однако в 1848 году он же был закрыт. Причиной закрытия явились частые грозовые разряды (молнии), которые нарушали действие связи, а также кражи медной проволоки воздушной линии связи. Повторно электромагнитный телеграф Морзе в России по настоянию и под наблюдением профессора Петербургского института Корпуса инженеров путей сообщения В. С. Глухова (1813–1894) был открыт в 1856 г.

Опыт строительства и эксплуатации Царскосельской железной дороги имел для России большое значение. Она явилась первым шагом «к устройению в нашем Отечестве этих сообщений ... и они произведут благотворные последствия, которых нельзя даже предвидеть». Кроме того, она показала эффективность управления и безопасности движения поездов с помощью телеграфа. С тех пор телеграф оставался единственным способом управления движением поездов.

Коммерческая эксплуатация Царскосельской дороги оказалась столь успешной, что банковскими кругами Царства Польского, находящегося в составе Российской империи, в 1838 г. был заявлен проект о строительстве Варшаво-Венской железной дороги на конной тяге. Проект был одобрен, но не под конную, а под паровую тягу, и в 1835 г. началось строительство железной дороги. Строительство дороги завершилось в 1848 г. Она имела протяженность 305 верст и явилась второй в России паровой железной дорогой общего назначения. Для управления движением поездов на дороге использовался оптический телеграф. К строительству третьей и последней телеграфной линии С.Петербург–Варшава приступили в 1835 г.

Открытие линии состоялось в декабре 1839 г. Она состояла из шести Дирекций в городах С.-Петербург, Псков, Динабург, Вильно, Гродно, Варшава и обслуживало линию 1908 человек (рисунок 1.10).

Рисунок 1.10 – Линия
оптического телеграфа С.-
Петербург – Варшава

Для передачи сообщений «При всяком телеграфе полагается два шара, желтый и черный; желтый для сигналов по направлению от Варшавы к Кракову, а черный от Кракова к Варшаве». В ночное время в качестве сигналов использовались фонари. Общая протяженность оптического телеграфа составляла 1200 км. На линии было установлено 149 башен высотой 21,5 м с металлическим шестом со стрелкой» высотой 3 м. Сообщения от С.-Петербурга до Варшавы передавался за 15–20 минут. Общее число обслуживающего персонала составляло около 2 тыс. человек Телеграфом могли пользоваться только правительственные учреждения, военные, полицейские. Частным лицам и организациям пользоваться телеграфом не разрешалось.



Стремясь получить более высокие скорости и надежные системы передачи информации, изобретатели обращались к новым научным открытиям и прежде всего – к электричеству. В первой половине XIX в. у оптического телеграфа появился конкурент – электрический телеграф. С появлением электрического телеграф, все линии механического оптического телеграфа начали "погасать", так как преимущества электромагнитного телеграфа – более быстрая и надежность передачи сообщений, а также меньшая зависимость передачи сообщений от состояния небесного свода были очевидными.

2 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ТЕЛЕГРАФНЫЕ АППАРАТЫ И ТРАНСЛЯЦИИ

Электричество было тем революционным началом, которое привело к изобретению телеграфа, а в дальнейшем и телефона, и другим видам связи.

Энциклопедия промышленных знаний [60]

Все телеграфные приборы основаны на двух свойствах гальванического тока, а именно, на действии его на магнитную стрелку и намагничивании мягкого железа проходящим вокруг его током.

М. Ф. Паррот (1831–1882)

2.1 Исходные положения

С появлением гальванических источников тока стало возможным создание аппаратов, передающих сообщения на дальние расстояния электрическими сигналами.

Одним из первых, кто пытался использовать гальванические источники для передачи телеграмм был испанский медик Франциско де Сальва (1751–1828). Сначала он выступил в Барселонской академии наук с трактатом "Гальванизм и его применение в телеграфии" (1800), в котором предложил нечто иное, как "лягушачий телеграф". Он считал возможным для посылки телеграфного сигнала использовать "электричество, создаваемое большим количеством лягушек".

В качестве приемника сигналов изобретатель намеревался также использовать лягушку, у которой поступивший сигнал "вызвал бы конвульсии". При этом Сальва ссылаясь на успешное действие устроенного им подобного телеграфа через изолированные провода на расстояние свыше 300 м. В 1804 г. в той же Академии о прочитал «Второй трактат о применении гальванизма для целей телеграфии». На этот раз Сальва выдвинул проект "пузырькового" телеграфа. Сигнал посылался подключением вольтова столба к соответствующей паре проводов, концы которых в пункте приема были подключены к паре металлических стержней, опущенных в сосуд с подкисленной водой. Число пар проводов и число сосудов в таком электрохимическом телеграфе должны были бы равняться числу букв алфавита. Каждый сосуд, в котором выделялись пузырьки газа, соответствовал определенной букве.

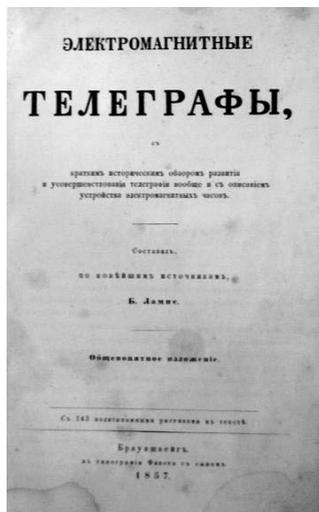
Дальше Сальвы в направлении создания телеграфа, который долгие годы называли электрохимическим, пока его не предложили именовать электролитическим, продвинулся мюнхенский анатом Самуил Томас Земмеринг (1755 — 1830). В 1809 г. он соорудил более совершенную систему электролитического телеграфа, в котором позолоченные концы всех 25 проводов располагались не в 25 отдельных, а в одном общем сосуде с подкисленной водой. Электролитический телеграф действовал на расстоянии до 600 м. Увеличив число проводов до 35, можно было передавать и цифры.

С установлением Г.-Х. Эрстедом электромагнитных свойств тока французский физик А. М. Ампер (1775–1836) сформулировал предложения о создании электромагнитного телеграфа: «Ввиду успеха опыта, указанного мне маркизом Де-Лапласом, можно было бы, взяв столько проводников и магнитных стрелок, сколько имеется букв, и, помещая каждую букву на отдельной стрелке, устроить своего рода телеграф с помощью одного вольтова столба, расположенного вдали от стрелок. Соединяя поочередно концы столба с концами соответствующих проводников, можно было бы лицу, которое наблюдало бы за буквами на

стрелках, передавать сведения со всеми подробностями и через какие угодно препятствия. Если установить со стороны столба клавиатуру с буквами и производить соединение нажатием клавиш, то этот способ сообщения мог бы применяться достаточно просто и не требовал бы больше времени, чем необходимо для нажатия клавиш на одной стороне и чтения каждой буквы на другой» [42].

Конечно, предложенный А. М. Ампером проект был слишком сложен для реализации где-либо за пределами небольшой лаборатории. Ведь протянуть на достаточно большое расстояние такое большое количество проводов (столько проводов, сколько букв в алфавите) было просто нереально.

Однако, старт применения электричества для телеграфа был дан. Начался настоящий бум изобретений телеграфных аппаратов. Профессор института Корпуса инженеров путей сообщения М. Ф. Паррот (1831 – 1882) так характеризовал этот период становления телеграфа: «В короткое время существования телеграфов их устройство уже несколько раз изменялась и по всей вероятности еще изменится, потому что самые аппараты постоянно совершенствуются и деятельность телеграфной корреспонденции быстро развивается». Отмеченное М. Ф. Парротом подтверждается тем, что в истории телеграфа в период с 1753–1839 гг. насчитывалось более 47 различных систем передачи. Большинство из них так и не нашли применения, но были и такие, которые настойчиво пробивали себе дорогу к практическому применению. В те же годы появилось краткий исторический обзор развития и усовершенствования телеграфов и электромагнитных часов, написанный Б. Лампе и изданный в Брауншвейге (Германия) в 1857 г.



Один из первых электромагнитных телеграфов изобрел Шиллинг. Его основу составляли приборы передачи и приема сообщений. В передающей части телеграфных аппаратов, как правило, использовались манипуляторы, замыкающие и размыкающие электрические цепи [108].

Прием сигналов фиксировался человеком по отклонению магнитной стрелки мультипликатора с диском и успокоителем колебаний. Во всех последующих телеграфных аппаратах прием сигналов производился исключительно электромагнитами.

2.2 Стрелочный телеграфный аппарат Шиллинга

Павел Львович Шиллинг фон Канштадт (1786–1837), российский изобретатель первого в мире практически пригодного электромагнитного телеграфа. Будучи сотрудником российского посольства в Мюнхене, он принимал активное участие в опытах мюнхенского анатома С. Т. Земмеринга (1775–1830) с электричеством и устройством электролитического телеграфа

В Мюнхене Шиллинг задумался над созданием электрического телеграфа, не имеющего недостатков электролитического телеграфа. На протяжении многих лет Шиллинг проводил эксперименты с электромагнитным телеграфом, пригодным для практической передачи депеш. И только в 1828 г. появился первый вариант такого телеграфа – двухпроводный одномультипликаторный (однострелочный) аппарат Шиллинга, предназначенный для работы по двухпроводной линии связи (рисунок 2.1).

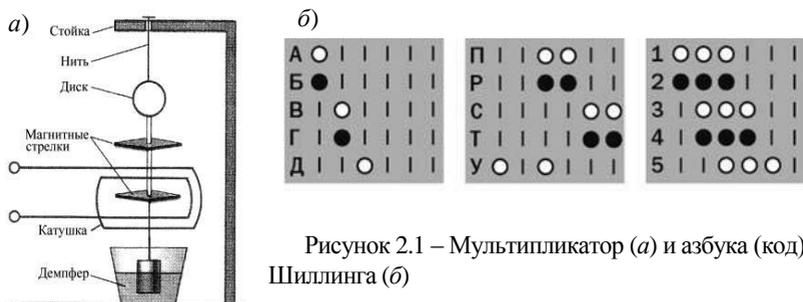


Рисунок 2.1 – Мультипликатор (а) и азбука (код) Шиллинга (б)

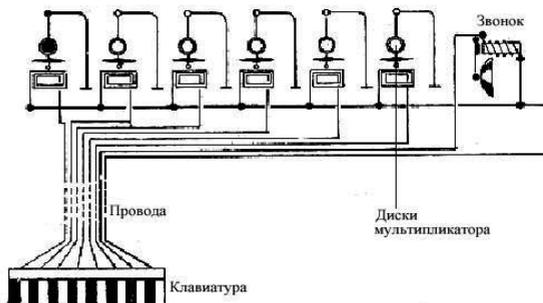
Основными элементами аппарата были – источник питания (батарея гальванических элементов или «вольтов столб») и передатчик, который позволял телеграфисту изменять направление электрического тока в двухпроводной телеграфной цепи, соединяющей передающую и приёмную части двух аппаратов, а также коммутатор, который производил переключение телеграфных аппаратов с передачи на прием и наоборот.

Приёмника служил мультипликатор, «способный умножать электрическую силу» (рисунок 4.1) и состоящий из рамки, намотанной из нескольких сот витков изолированного медного провода, внутри которой на шелковой нити укреплялся также небольшим диском (диаметром около 40 мм). Одна сторона диска окрашивалась в чёрный цвет, другая – в белый. Внизу к нити прикреплялся груз опущенный в сосуд со ртутью, которые выполняли роль демпфера – гасителя колебаний стрелки и диска. Если ток в катушку мультипликатора не поступал, то телеграфист, принимающий депешу, видел ребро диска. При поступлении одного или другого направления

тока магнитная стрелка мультипликатора поворачивалась то в правую, то в левую сторону и телеграфист видел либо черную (Ч), либо белую (Б) сторону диска.

Для передачи букв латинского алфавита и цифр Шиллингом была разработан специальный код, состоящий из комбинаций разного числа (от одного до пяти) последовательных посылок, передаваемых токами разного направления (см. рисунок 2.1). Код Шиллинга стал основой первой цифровой системы передачи информации.

Рисунок 2.2 – Электрическая схема стрелочного электромагнитного телеграфного аппарата Шиллинга (1832 г.)



Процесс передачи и приема депеш был трудоемким и происходил очень медленно. Все это явилось причиной того, что аппарат не получил практического применения, проблема электрического аппарата оставалась не решенной. Хотя основное направление решения проблемы электрического телеграфа было установлено.

В новом варианте аппарата Шиллинг предложил для передачи букв алфавита и цифр использовать специальную азбуку и с помощью коммутатора передавать комбинации посылок тока разного направления в соответствии с кодом Шиллинга. Комбинации белых и черных сторон шести дисков давали возможность передавать все буквы алфавита, цифры от нуля 0 до единицы 1.

Телеграфный аппарат был выполнен в виде конторки (рисунок 4.3). Наверху конторки находились мультипликаторы с сигнальными дисками и магнитными стрелками. Сообщения передавались с помощью клавиатуры, которая состояла из восьми пар черных и белых клавиш. Одна пара служила для посылки вызова и одна пара являлась общей. Для передачи букв и цифр требовалось нажать комбинации соответственно из двух или трёх белых и черных клавиш на клавиатуре, что обеспечивало отклонение в левую и правую стороны соответствующее число дисков (магнитных стрелок) мультипликаторов. Первая публичная демонстрация нового аппарата состоялась 21 октября 1832 года на квартире Шиллинга на Марсовом поле в С.-Петербурге. Передатчик был установлен на одном конце здания, а приёмник – на другом, на расстоянии примерно 100 м, в рабочем кабинете Шиллинга. Телеграмма состояла из десяти слов и была

принята в присутствии зрителей быстро и верно. Воодушевленный успехом своего изобретения, Шиллинг обратился к царю Николаю I с предложением устроить телеграфное сообщение между летней резиденцией царя в Петергофе и Кронштадтом.

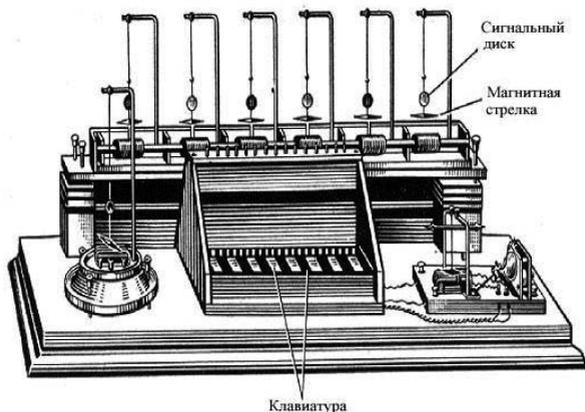


Рисунок 2.3 – Общий вид электромагнитного телеграфного аппарата Шиллинга

Опираясь на результаты этих опытов, Шиллинг настаивал на прокладке большей части линий на участке между Петергофом и Кронштадтом по суше голым проводом на столбах вдоль Петергофской дороги. Способ отвергли члены Комитета не только потому, что он показался их фантастическим, но и потому, что он не соответствовал желанию правительства сохранить в тайне новое средство связи. По свидетельству Б. С. Якоби, один из членов Комитета заявил П. Л. Шиллину: «Ваше предложение — безумие, ваши воздушные проволоки поистине смешны».

Однако, как это часто уже было и ранее, царское правительство не очень торопилось с внедрением телеграфных аппаратов Шиллинга. В 1835 г. Шиллинг увез свой телеграф из С.-Петербурга в Бонн для демонстрации его действия на съезде естествоиспытателей и врачей (отделение физики и химии). Доклад в Бонне вызвал большой интерес среди зарубежных предпринимателей, они просили ученого продать право на свое изобретение. Но Шиллинг настойчиво добивался внедрения своего телеграфа в России.

И только после съезда естествоиспытателей «Комитет для рассмотрения электромагнитического телеграфа» предложил Шиллингу установить телеграф в здании Главного Адмиралтейства с целью его испытания в условиях, близких к эксплуатационным. Аппараты располагались в противоположных концах длинного здания Адмиралтейства, провода были проложены частично под землёй, частично

под водой. Из-за частых неполадок связь так и не была введена в действие, но опыты с подводным кабелем в Адмиралтейском канале были удачны (1836).

В мае 1837 г. Комитет предписал Шиллингу устроить телеграфную связь между Петергофом и Кронштадтом. Но выполнить это предписание изобретатель не смог, так как летом 1837г. Шиллинг скончался.

И немного о приоритете. В марте 1836 г. профессор Мунке в Гейдельберге демонстрировал электромагнитный телеграф, идею которого он заимствовал у Шиллинга. Присутствовавший при демонстрации отставной офицер индийских колониальных войск Вильям Кук познакомил с его конструкцией известного физика и механика Ч. Уитстона. В 1837 г. Кук и Уитстон получил патент на усовершенствованный телеграфный аппарат. В 1840 г. в Англии начала успешно действовать телеграфная компания «Электрик Телеграф Компании». Аппараты У. Кука и Ч. Уитстона в течение 50 лет широко применялись в Англии [42].

2.3 Телеграфные аппараты Якоби

После смерти Шиллинга работы по совершенствованию электрического телеграфа были выполнены Б. С. Якоби (1801–1874), выдающимся физиком и электротехником, академиком Петербургской академии наук. Зимой 1839 г. Б. С. Якоби получил от начальника штаба военных поселений П. А. Клейнмихеля (1793—1869) приглашение на аудиенцию. «Я пригласил вас, милостивый государь, на не совсем обычное рандеву, – сказал генерал-адъютант по-немецки. – Открою вам небольшой секрет, дорогой Мориц, я тоже увлекаюсь электромагнетизмом. Да, да, не удивляйтесь, но моё увлечение имеет свой интерес. Мне говорили о вас как о российском патриоте, успевшем оказать услуги государству и к тому умеющему держать язык за зубами». Далее генерал продолжал: «так вот, об электромагнетизме. Покойный барон Шиллинг, ваш коллега по академии, как вам известно, изобрёл электромагнитный телеграф для передачи депеш, но не успел закончить свою работу. С его аппаратами, находящимися в помещении охраны государя, вы можете познакомиться. Но самое главное вот что, – с этими словами Клейнмихель взял толстую папку и продолжал. – В этом деле из секретного архива хранятся коды семафорных систем Франции, Англии и Пруссии. Вы должны не только сделать электротелеграф для Государя Императора, но и составить шифр. ... Больше о вашей работе никто не должен знать. Государь не желает, чтобы вы сообщали или публиковали любые сведения о работе над электромагнитным телеграфом.



Не позднее осени будущего года должны заработать два аппарата: у государя и в этом кабинете».

Здесь следует обратить внимание на то, что, очевидно, впервые на разработку электротехнического устройства связи была наложена секретность. Кроме того, для разработки устройств были поставлены короткие сроки. Когда Якоби спросил об этом Клейнмихеля, тот ответил: «Шесть лет тому назад, в Бонне, барон Шиллинг сделал большую ошибку. Он показал действие своего телеграфа, и англичане решили, что такой телеграф весьма нужен и им...».

В 1841 г. Якоби создал пригодную конструкцию пишущего аппарата и организовал телеграфную связь между Зимним дворцом и Главным штабом в Петербурге, а затем между Зимним Дворцом и Главным Управлением путей сообщения. В 1843 г. начала действовать телеграфная связь между Петербургом и Царским Селом протяжённостью 25 км.

Схема первого телеграфного аппарата Б. С. Якоби приведена на рисунке 2.4. С помощью манипулятора (телеграфного ключа) комбинации посылок постоянного тока, распространялись по подземной линии, состоящей из изолированных проводников, и поступали в приёмный электромагнит. Якорь электромагнита был соединён через штангу с карандашом, опирающимся на вертикальное матовое стекло.

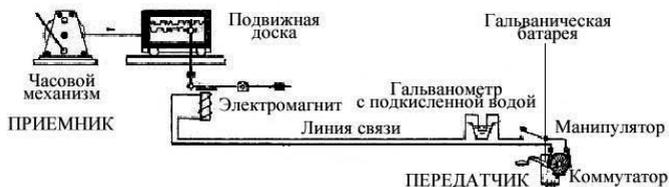
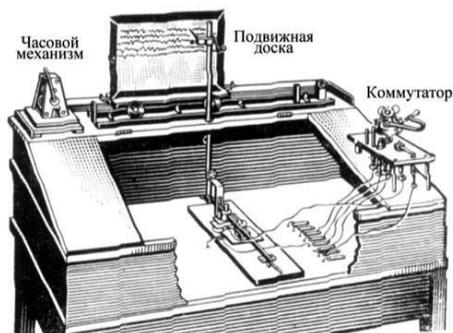


Рисунок 2.4 – Принцип работы пишущего телеграфного аппарата Якоби

При движении с помощью часового механизма матового стекла карандаш прочерчивал зубцы (точки и тире) в соответствии с переданными манипулятором посылками тока. Контроль работы цепи производился по появлению пузырьков в сосуде с подкисленной водой – гальванометром.

Телеграфист специальным манипулятором включал и выключал электромагнит, который вертикально перемещал карандаш, оставлявший на стекле зубцы разной величины. Такие же зубцы появлялись на стекле другого аппарата, соединенного с первым. Перед включением аппарата в работу проводился контроль прохождения тока по линейной цепи по появлению пузырьков в сосуде с подкисленной водой.

Телеграфные аппараты были выполнены в виде конторок: один – из карельской березы – для Зимнего дворца, другой из красного дерева – для Главного штаба (рисунок 2.5)



Наверху конторки находилась каретка на колесиках с вертикальным матовым стеклом. Под действием часового механизма с противовесом она медленно двигалась по направляющим.

Рисунок 2. 5 – Общий вид пишущего телеграфного аппарата Якоби

Однако пишущий аппарат Якоби, как и аппарат Шиллинга, имел серьезный недостаток: переданную телеграмму было необходимо расшифровать, а затем записать. Эти операции существенно снижали скорость передачи сообщения. Этот недостаток побуждает Б. С. Якоби начать разработку буквопечатающего телеграфного аппарата. В 1845 г. Б. С. Якоби публично демонстрирует в физико-математическом классе Академии наук стрелочный аппарат синхронно-синфазного действия (рисунок 2.6).

Основой приёмной части аппарата являлся циферблат с центральной стрелкой. По окружности циферблата были обозначены буквы французского алфавита. Аппарат позволял передавать и принимать буквы и цифры не пользуясь какой-либо условной азбукой. Переданная буква или цифра указывалась вращающейся стрелкой непосредственно на циферблате. Аппарат был применен для связи между кабинетами императора Николая I в Зимнем дворце и – Главноуправляющего путями сообщения и публичными зданиями П.А. Клейнмихеля во дворце Юсуповых на набережной реки Фонтанки.

Рисунок 2.6 – Общий вид телеграфного аппарата Якоби



Совершенствуя свое изобретение Б. С. Якоби в 1850 г. создает первый в мире телеграфный аппарат, отпечатывающий принимаемые буквы и цифры на бумажной телеграфной ленте (рисунок 2.7).

В этом аппарате имелось печатающее колесо, которое вращалось с такой же скоростью, что и колесо другого аппарата, установленного на

соседней станции. На ободьях обоих колес были выгравированы буквы, цифры и другие знаки, необходимые для передачи телеграмм. В процессе работы они смачивались краской. Под колесами аппаратов располагались электромагниты, а между якорями электромагнитов и колесами протягивалась бумажная лента и «регистрация знаков осуществлялась с помощью типографского шрифта.

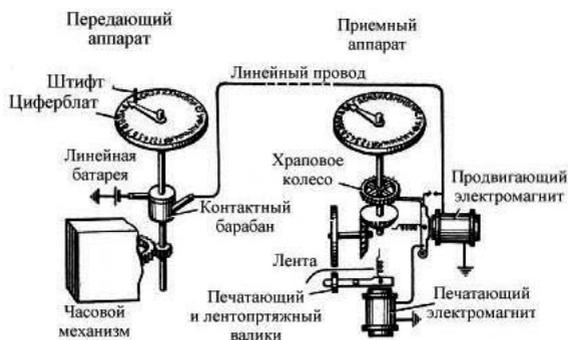


Рисунок 2.7 – Принцип работы работы буквопечатающего телеграфного аппарата Якоби.

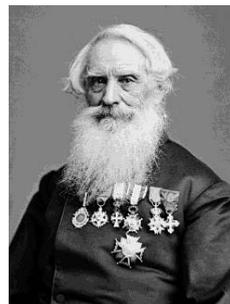
Это изобретение было одним из крупнейших достижений электротехники середины XIX века. Принцип его работы в последующем стал образцом для всех синхронных электромагнитных телеграфных аппаратов, создаваемых в России и Европе.

Правительство России считало изобретение Якоби военным секретом и поэтому не разрешало ученому публиковать его описание. О нем даже в России знали немногие, до тех пор пока в Берлине Якоби не показал чертежи своим "давнишним друзьям". Этим воспользовался В. Сименс, внесший в конструкцию устройства Якоби некоторые изменения и совместно с механиком И. Гальске организовавший серийное производство таких телеграфных аппаратов. Так было положено начало деятельности всемирно известной электротехнической фирмы "Сименс и Гальске". А Якоби в 1851 году писал, что "та же самая система, которую я впервые ввел, принята в настоящее время в Америке и в большинстве стран Европы".

Однако буквопечатающий аппарат Якоби не получил применения. Правительство Николая I подписало соглашение с прусским предпринимателем Вернером фон Сименсом о поставке в Россию стрелочных аппаратов Сименса, мало в чем отличавшимся от стрелочного аппарата Якоби.

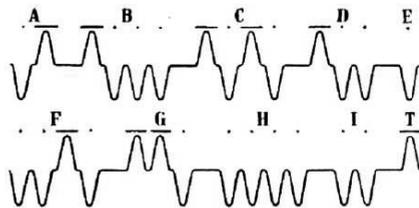
2.4 Пишущий телеграфный аппарат Морзе

Самуэль Финли Морзе (1791–1872) – один из наиболее часто упоминаемых изобретателей телеграфного аппарата. На самом же деле он был только одним из изобретателей, и ему почти всю жизнь пришлось оспаривать свое изобретение. Такое положение возникло в связи с тем, что он неоднократно посещал Европу и был знаком со многими разработками других изобретателей того времени.



Первый телеграфный аппарат Морзе во многом был подобен аппарату Якоби. Только на конец стрелки мультиплексора он поместил карандаш, который рисовал полученные кодовые комбинации зигзагообразной линией на протягиваемой через аппарат бумажной ленте (рисунок 2.8). 4 сентября 1837 года Морзе впервые продемонстрировал свое изобретение. Демонстрация состоялась в Нью-Йоркском университете. По предложению одной из участниц эксперимента были переданы слова из Библии: «Чудны дела твои, Господи!» (What Hath God Wrought!).

Рисунок 4.8 – Знаки сообщений на телеграфной ленте первого варианта аппарата Морзе



На тот момент версия кодов Морзе предполагала передачу только цифр. Далее, их требовалось перевести в буквы и слова, что было весьма утомительно. Преуспевающий промышленник Стивен Вейль для усовершенствования аппарата предложил Морзе две тысячи долларов и помещение для опытов, а также помощь своего сына Альфреда Вейля (1807–1859). В течение четырех месяцев телеграфный аппарат был усовершенствован, и, самое главное, Вейль и Морзе разработали знаменитую азбуку – сочетание точек и тире, получившую название азбука Морзе («морзянка»).

Особенность кода Морзе (1938) заключалась в том, что часто встречающимся буквам английского алфавита соответствовали короткие кодовые комбинации, а редко встречающимся, длинные кодовые комбинации (рисунок 2.9).

Код Морзе стал первым примером эффективного метода статистического кодирования источника сообщений. Общие принципы статистического кодирования были установлены только через 100 лет К. Шенноном – создателем теории информации. В 1851 г., а затем в 1939 г. и 2004 г. код Морзе был несколько модифицирован и стал

связи на аппаратах Морзе было то, что прежние системы телеграфа имели множество проводов, сложные и неудобные в обращении аппараты, аппарат Морзе требовал только одного провода (второй заменяла земля), имел простой и удобный передатчик в виде ключа для замыкания и размыкания электрической цепи.

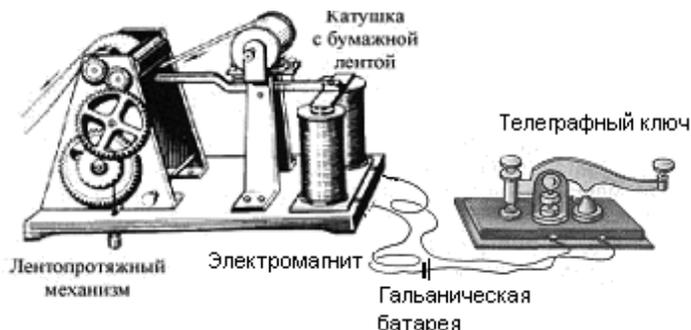


Рисунок 2.11 – Телеграфный системы связи Морзе (1844)

Кроме того, в нем имелась возможность получать контроль передачи собственного сообщения по телеграфной ленте, которая являлась документом по управлению движением поездов, а также то, что по гальваноскопу (миллиамперметру) можно было контролировать состояние цепи связи – обрыв или короткое замыкание (начало диагностики состояния цепей).

Внешний вид телеграфного аппарата Морзе 1944 г. и его электрическая схема приведена на рисунке 2.12. Его основными частями являются телеграфный ключ, электромагнит и лентопротяжный механизм с системой колес, приводимых в движение пружиной. Телеграфная лента наматывается на специальный барабан.

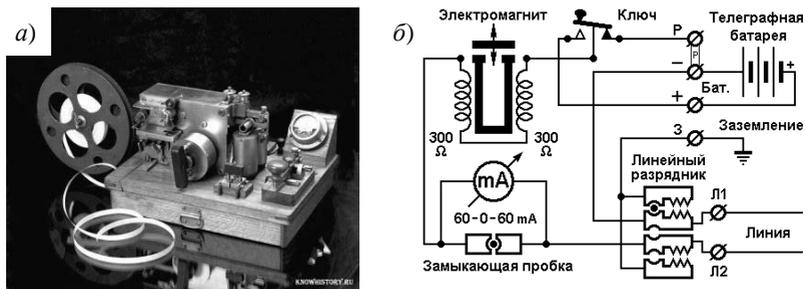
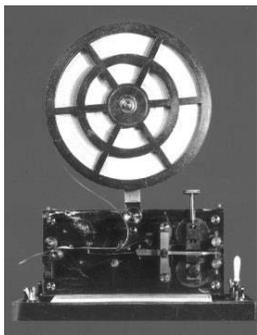


Рисунок 2.12 – Телеграфный аппарат Морзе: а – внешний вид; б – принципиальная электрическая схема

Здесь обратим внимание, что в аппарате появился линейный разрядник – устройств для защиты аппарата и телеграфиста от статических и грозовых электрических разрядов. Каждый воздушный разрядник представляет собой две металлических ребристых поверхности размером 30 x 30 мм, обращенных друг к другу своими трехгранными ребрами, повернутыми под 90 градусов.

В дальнейшем для предохранения телеграфных аппаратов от вредного влияния атмосферного электричества на коммутаторах предусматривались специальные приборы – линейные разрядники, которые получили название громоотводы. «Устройство громоотводов бывает весьма различное, но они всегда состоят из двух главных частей, из которых одна соединяется с линейным, а другая с земляным проводом» [47, 48].

Телеграфная связь могла поддерживаться не только между стационарными станциями, но и в движении. В 1853 г. в Австрии был организован военно-полевой телеграф, который вскоре был принят на вооружение и другими армиями.. На конной повозке везли телеграфный аппарат Морзе с телеграфистом, а за ним с катушек разматывалась проволока до 20–30 верст.



Для связи остановившегося в пути поезда с ближайшей станцией участка были разработаны переносные телеграфные аппараты (рисунок 2.13). Для включения переносного телеграфного аппарата в провода ВЛС применялся складной шести с металлическим крючком, посредством которого крючок соединялся с проводом телеграфной цепи.

Рисунок 2.13 – Переносный телеграфный аппарат Морзе.

Приведённая на рисунке 2.10 схема позволяет телеграфировать только в одном направлении (симплекс) – от станции А к станции Б с работоспособностью примерно 500 слов в час. На практике также применялись схемы, дающие возможность поочередно телеграфировать как от ст. А к ст. Б, так и наоборот – от ст. Б к ст. А (полудуплекс – *half duplex*) или одновременно телеграфировать в обоих направлениях (полный дуплекс – *Full duplex*). Скорость передачи (пропускная способность линии) по телеграфу Морзе достигает десятков букв в минуту (около 15 слов в минуту). При дуплексном телеграфировании пропускная способность линии возрастает примерно в два раза.

Отметим также, что на первоначальном этапе применялось однополосное телеграфирование (рисунок 2.14, а).

С развитием телеграфа и применением телеграфных трансляций прием сообщений в которых осуществлялся высокочувствительными

электромагнитными реле, начали применять двухполюсное телеграфирование (рисунок 2.15).

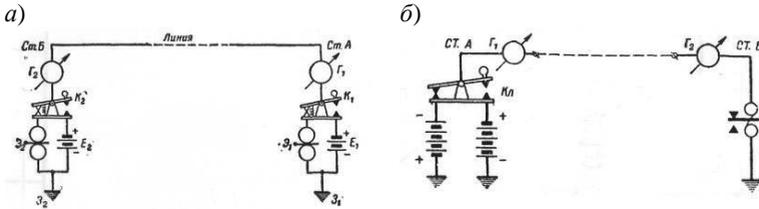


Рисунок 2.14 – Телеграфные линии связи: а – однополюсное телеграфирование; б – двухполюсное телеграфирование

Код Морзе является двухпозиционным: каждому знаку соответствует комбинация из коротких и длинных импульсов тока. Короткий импульс (точка), длинный (тире) по своей длительности трем точкам. Точки и тире, составляющие комбинацию знака, отделяются друг от друга пробелами, равными по длительности одной точки, а буквы и цифры в слове пробелами, равными по длительности трем точкам. Слова друг от друга отделяются пробелами равными по длительности пяти точкам (рисунок 2.15). Таким образом, время, которое необходимо затратить на передачу отдельных букв и цифр, неодинаково. Самая короткая комбинация буквы Е с учетом пробела равна по времени 4 точкам, а самая длинная (ноль) – 22 точкам. В среднем для передачи кодом Морзе с учетом пробелов в среднем требуется 9,5 импульсов на каждый знак.

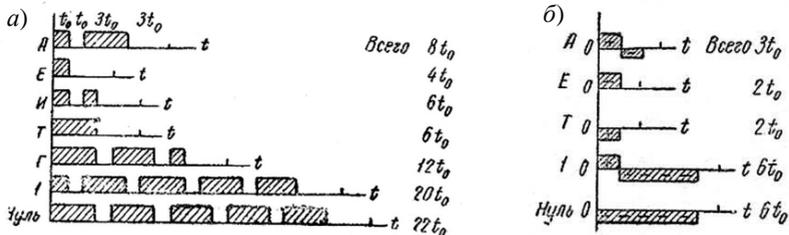


Рисунок 2.15 – Код Морзе: а – простой; б – кабельный

Неравномерность комбинаций – основной недостаток кода Морзе – сильно усложняет конструкцию буквопечатающих телеграфных аппаратов, вследствие чего изобретатели буквопечатающих аппаратов применяли равномерные коды, состоящие из одинакового числа импульсов тока. Второй недостаток – большое количество импульсов на каждый знак. К положительным свойствам кода следует отнести: простые

устройства записи точек и тире на телеграфной ленте и запоминаемость сигналов комбинаций кода «на слух».

С началом передачи сообщений по кабельным линиям подводного кабеля начали использовать так называемый кабельный код Морзе. Кабельный код кроме положительных и отрицательных импульсов включает также бестоковый – интервал (пробел) кода Морзе. Таким образом кабельный код является трехпозиционным кодом. Кабельный код затрачивается на каждый знак в среднем 4 импульса, т. е. в два раза меньше по сравнению с простым кодом Морзе. В этом его большое преимущество по сравнению с простым кодом Морзе.

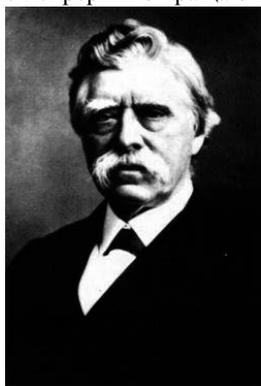


Для передачи сообщений кабельным кодом телеграфные ключи, по сравнению с простейшими телеграфными ключами (см. рисунок 2.11) приобрели другой вид. Они стали по настоящему двухголовыми (рисунок 2.16) [53].

Рисунок 2.16 – Телеграфный ключ для передачи двухполюсных токовых посылок.

2.5 Буквопечатающий телеграфный аппарат Юза

Значительный шаг в усовершенствовании буквопечатающего телеграфа удалось сделать известному физики Давиду Юзу, разработавшему аппарат с непрерывно вращающимся типовым колесом на основе так называемого



импульсно-селекционного кода, в котором для передачи каждой буквы или цифры требовалась посылка только одного импульса электрического тока (1862). Первый патент был выдан Юзу в 1855 г., но ученый продолжал совершенствовать изобретение до 1863 г.

В 1855 г. английский изобретатель Д. Э. Юз (1831–1900) разработал буквопечатающий аппарат, нашедший широкое распространение. В основу работы телеграфного аппарата был положен принцип синхронной работы передатчика и колеса приемника. Опытный телеграфист на аппарате Юза мог передать до 40 слов в минуту.

Для передачи сообщений использовалась клавиатура, состоящая из 28 белых и черных клавиш (рисунок 2.17).

Прием посылки тока осуществлялся поляризованным электромагнитом реле. Вращающееся типовое колесо с выгравированными по окружности

знаками (типами) алфавита, цифр и др., производило их отпечатку на бумажной ленте.

Гиревой привод с центробежным регулятором скорости обеспечивал равномерное продвижения телеграфной ленты. Для правильного приема сообщений типовые колеса станций А и Б должны вращаться синхронно и синфазно.

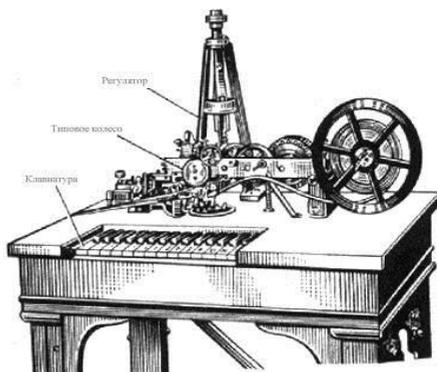


Рисунок 2.17 – Внешний вид телеграфного аппарата Юза с гиревым приводом

При нажатии, например клавиши К, на передающем аппарате станции А в линию через контакт клавиши поступает комбинация токовой посылки цифры 2 (рисунок 2.18). Когда типовое колесо приемного аппарата станции Б будет находиться над переданной буквой К сработает электромагнит и на телеграфной ленте отпечатает принятая цифра 2.

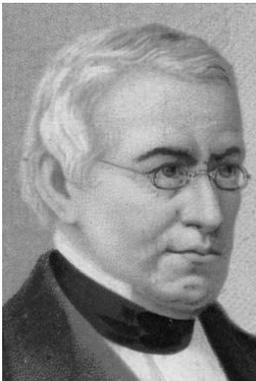
Работоспособность аппарата Юза при 120 оборотах типового колеса в минуту составляла 10800 знаков в час. Дальность передачи находилась в пределах 600–800 км. На железных дорогах буквопечатающий телеграфный аппарат Юза получил большое применения.



Рисунок 2.18 – Принцип работы буквопечатающего телеграфного аппарата Юза

2.6 Быстродействующий телеграфный аппарат Уитстона

Английский физик и изобретатель, член Лондонского королевского общества (1836) сэр Чарльз Уитстон (1802–1875) разработал



быстродействующий телеграфный аппарат (2000 слов в час) для передачи больших объемов сообщений на дальние расстояния (2000–9000 км).

С целью увеличить требуемую практикой быстроту действий телеграфных приборов Уитстон заменил в системе Морзе ручную передачу механической. Ручная передача и медленна, и сопряжена с ошибками. Поэтому Уитстон предложил пользоваться в передаточном аппарате быстро движущейся бумажной лентой с заранее приготовленными на ней и надлежащим образом расположенными отверстиями, вызывающими замыкание токов, прямого и обратного, вследствие чего на бумажной ленте приёмной станции оставляются знаки условного алфавита Морзе.

Для передачи знаки сообщений предварительно переносились в символах азбуки Морзе на узкую телеграфную ленту (рисунок 2.19), а затем уже с перфорированной ленты кодовые комбинации автоматически передавались на другую станцию. Перенос осуществлялся с помощью специального устройства – перфоратора (рисунок 2.20).

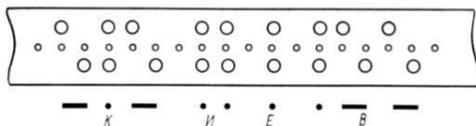


Рисунок 2.19 – Лента телеграфного аппарата

Аппарат Уитстона состоял из следующих приборов:

- перфоратора для предварительного набора на телеграфную ленту телеграмм, предназначенных для передачи (рисунок 2.20, а);
- передатчика или трансмиттера для автоматической посылки сигналов с заранее заготовленной перфорированной ленты (рисунок 2.20, а);
- приёмника или ресивера для записи на ленте принятых сигналов в азбуке Морзе (рисунок 2.20, б);
- телеграфного ключа для ручной передачи знаков сообщений.

Клавиатура перфоратора имела три клавиши для пробивки отверстий в соответствии с азбукой Морзе. Для пробивки круглых отверстий в телеграфной ленте требовалась определенная сила, и производилась она специальными массивными «колотушками» при ударе по соответствующим кнопкам перфоратора

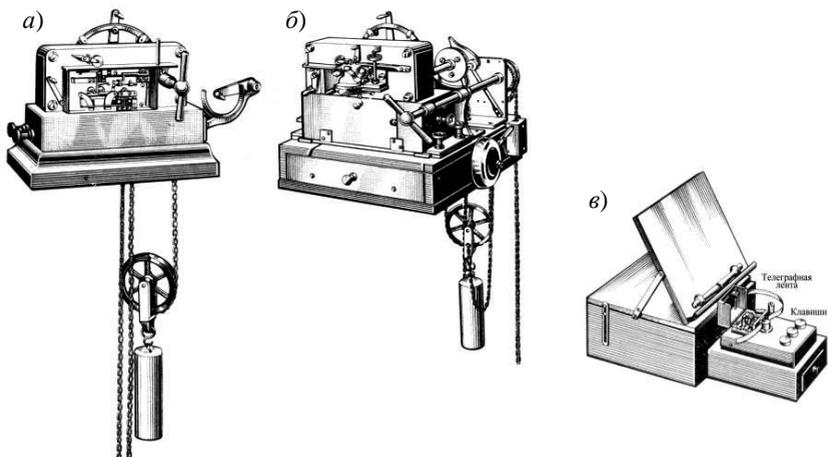


Рисунок 2.20 – Телеграфный аппарат Уитстона: *а* – трансмиттер; *б* – ресивер; *в* – перфоратор

В 1858 г. англичанин Ч. Уитстон создал реперфоратор – устройство для пробивания отверстий в бумажной ленте в соответствии с сигналами азбуки Морзе, поступающего от, облегчающих протягивание ленты. Реперфоратор применяют при приеме телеграмм на транзитных телеграфных станциях. Последующая их передача осуществляется с помощью электрические сигналы.

Для передачи сообщений перфорированная телеграфная лента вставлялась в телеграфный аппарат и с большой скоростью пропусклась через трансмиттер, который автоматически посылал в линию при передаче точки ток положительной полярности и тотчас же отрицательной для разряда линии, а при передаче тире – положительный и немного позже отрицательный ток. Такая передача точек и тире позволяла значительно повысить скорость передачи посылок тока. Протягивание телеграфной ленты в передатчике и приемнике производилось с помощью часового механизма с гиревым или пружинным двигателем.

2.7 Быстродействующий телеграфный аппарат Сименса

На практике применялось несколько вариантов пишущих телеграфных аппараты «берлинских фабрикантов Сименса и Гальске, которые отличались особенной прочностью и отчетливостью действия» (рисунок 2.21).

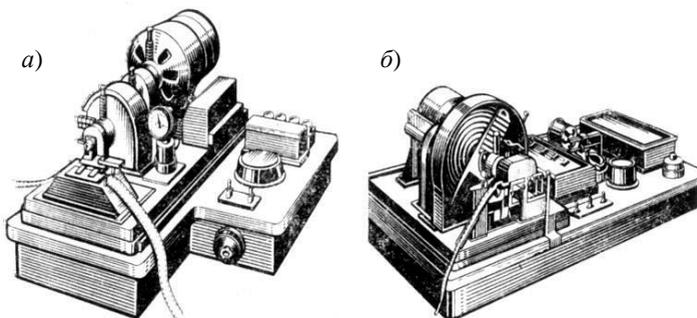
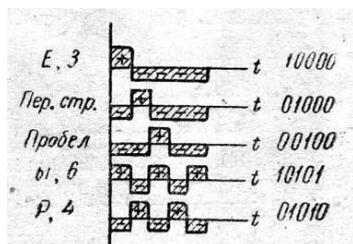


Рисунок 2.21 – Телеграфный аппарат Сименса: *а* – передатчик с перфоратором; *б* – приемник

В аппаратах Сименса сообщения на телеграфную ленту предварительно набирают на клавиатурном перфораторе, (см. рисунок 4.20). Для передачи букв и цифр в передатчике использовались комбинации из 5 посылок тока положительных и отрицательных полярностей. Поэтому на ленте для каждой тока положительных и отрицательных полярностей. Поэтому на ленте для каждой буквы пробивались пять отверстий в отверстиях в различных комбинациях. Принятое приемником сообщение записывалось на бумажную ленту аппарата в соответствии с кодом Морзе

2.8 Буквопечатающий телеграфный аппарат Бодо

Следующим этапом развития телеграфа стал изобретённый в 1874 году "печатающий многократный телеграф" французского изобретателя Жана Мориса Эмиля Бодо (1845–1903). Аппарат Бодо позволил, используя специальный коммутатор (распределитель), по одной линии работать



сразу четырьмя, шестью и более телеграфистам. Помимо этого, Бодо создал пятиэлементный телеграфный код (код Бодо), впоследствии принятый повсеместно (рисунок 2.22).

Рисунок 4.22 – Телеграфный код Бодо

Особенностью аппарата является синхронная и синфазная работа распределителей на передающей и приемной станциях. Через два года Бодо усовершенствовал свое изобретение и создал двукратный аппарат, который передавал информацию со скоростью 360 знаков в минуту. Еще через два года он

создал уже пятикратный аппарат, скорость передачи в котором увеличилась по сравнению с первым в пять раз, а со вторым в 2,5 раза. Первые подобные аппараты были введены в эксплуатацию в 1877 году на линии Париж – Бордо.

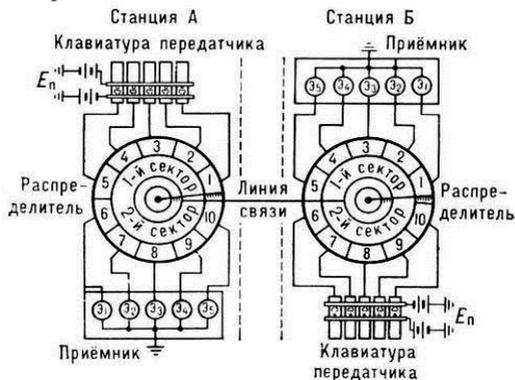


Рисунок 2.23 – Принцип работы четырехкратного телеграфного аппарата Бодо

Принцип многократного аппарата Бодо показан на рисунке 4.23. На станциях А и Б устанавливаются механические распределители с секторами 1 и 2 к которым присоединяются клавиатура телеграфных передатчиков и приёмники. На осях распределителей вращаются металлические щётки, обеспечивающие соединение с контактами соответствующих секторов. Щетки распределителей передачи и приема должны вращаться синхронно и синфазно.

Передающее устройство (клавиатура) аппарата одной станции автоматически через линию подключается на короткие промежутки времени к соответствующим приемным устройствам. Очередность их соединения и точность совпадений моментов включения обеспечиваются системой синхронизации и фазирования распределителей.

Скорость вращения щёток распределителя – 180 оборотов в минуту, и для приёма знаков необходимо, чтобы щётки на станциях А и Б имели одинаковые скорости и одинаковые положения в пространстве, т. е. они должны вращаться синхронно и синфазно. Особенности аппаратов Бодо были следующие: многократность, т. е. одновременность работы нескольких аппаратов по одному проводу с последовательным занятием его для передачи сигналов; гибкость системы в случае одностороннего скопления телеграмм (можно установить на передачу большее количество секторов, чем на прием); применение чувствительных поляризованных электромагнитных реле Бодо в качестве приемника входящих линейных токов, что обеспечивает минимальное искажение сигналов и устойчивость связи; отдельные части аппарата Бодо легко заменяемы, что уменьшает

время прекращения связи при отказах приборов; при буквопечатающем приеме нет необходимости переписывать принятые телеграммы; обучение работе на аппарате Бодо легче и быстрее, чем на аппаратах Морзе и Уитстона.

Самыми распространенными стали двукратные аппараты, которые передавали информацию на большие дистанции и использовались до конца XX века. Скорость передачи в таких аппаратах была 760 знаков за минуту.

Аппарат Бодо состоит из трех основных частей: клавиатуры, контактного распределителя; печатающего устройства. В аппаратах Бодо использовался пятиразрядный равномерный код, каждый знак передавался пятью посылками токов положительной и отрицательной полярностью в различных комбинациях. Для посылки этих пяти сигналов предназначалась клавиатура (рисунок 2.24).



Рисунок 2.24 – Клавиатура телеграфного аппарата Бодо

На ней имелось пять клавиш: три для правой руки и две для левой руки. Кроме того в клавиатуру входил тактовый электромагнит, который своим стуком позволял телеграфисту-бодисту темп своей работы синхронизировать с передатчиком.

Основным элементом печатающего устройства было типовое колесо с красящим колесом. Печатание знаков на телеграфной ленте осуществлялось при прижатии телеграфной ленты к типовому колесу (рисунок 2.25).

Оборудование 2-кратного аппарата Бодо размещалось на трех столах (см. рисунок 4.26), 4-кратного – на пяти столах. На столах установлены распределители, комплекты (краты), состоящие из приёмников и клавиатур. Вращение щеткодержателей на аппаратах Бодо на обеих станциях должны быть вращаться синхронно, т. е. с одинаковой скоростью и совпадать по своему местонахождению в каждый момент времени. Это достигается применением механических и электромагнитных коррекционных устройств. Вращение щеток распределителя производится во вращение при помощи гиревого движущего механизма с центробежным механическим регулятором.

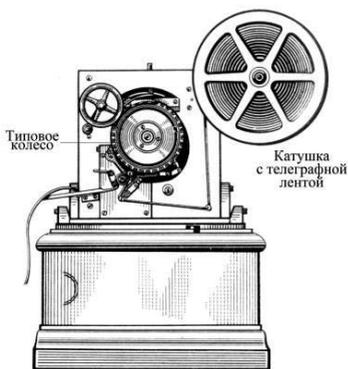


Рисунок 2.25 – Приемник и печатающий механизм телеграфного аппарата Бодо

В последующем для вращения щеток распределителя производилось при помощи простейшего электрического мотор – фониического колеса (колеса Лякура) и камертонного генератора переменного тока.

Буквопечатающий аппарат Бодо был верным помощником нашим войскам и сыграл важную роль в Великой Отечественной войны. Один телеграфный аппарат «Бодо-Д» под номером № 233 (под этим номером он вошёл в историю Великой Отечественной Войны) стоял в ставке Верховного главнокомандующего Й. В. Сталина. По этому аппарату он получал информацию со всех фронтов и от командующих этими фронтами (рисунок.2.26).

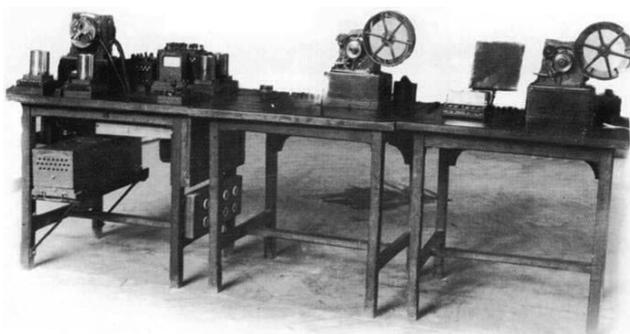


Рисунок 2.26 – Общий вид двукратного телеграфного аппарата Бодо ставки Верховного Главнокомандующего в годы Великой Отечественной войны

Телеграфный аппарат Бодо за годы эксплуатации был несколько раз усовершенствован. Так аппараты перешол с применения гиревого привода на применение привода „электромотор" (фониическое колесо), синхронизация была усовершенствована инженером Астафьевым. Инженеры В. В. Новиков и В. И. Керби разработали аппарат Бодо для работы по радио – «Бодо-радио» (1938). Передача по радио позволила увеличить в 2—3 раза скорость передачи по сравнению с обычным аппаратом Бодо. Такое увеличение достигается в аппарате Бодо. применением не 2- или 4-кратной работы, а 6-кратной, при которой можно одновременно вести передачу и прием 6 телеграмм (до 2660 знаков в 1 мин.). Устранение вредного действия помех на радиотелеграфные сигналы достигается многократной (2—3 раза) передачей в эфир одного и того же знака.

2.9 Стартстопный буквопечатающий телеграфный аппарат

Стартстопный телеграфный аппарат получил свое название от способа передачи кодовой комбинации. В состав кодовой комбинации, кроме

информационных посылок, т. е. тех, с помощью которых непосредственно кодируются символы сообщения, входят также служебные посылки, необходимые для обеспечения работы оконечных телеграфных устройств. Это стартовая – бестоковая и стоповая – токовая посылки. Таким образом,



в целом кодовая комбинация содержит семь двоичных импульсов, из которых пять – информационных и два служебных (рисунок 2.27).

Рисунок 2.27 – Кодовая комбинация стартстопного аппарата

Первый стартстопный буквопечатающий аппарат в Советском Союзе построил Н. П. Трусович в 1921 году на телефонно-телеграфном заводе им. А. А. Кулакова (Ленинград), но его аппарат имел недостатки и поэтому не нашел широкого применения. Удачную конструкцию буквопечатающего телеграфа разработал изобретатель А. Ф. Шорин, аппарат которого получили большое распространение. Инженер А. Ф. Шорин (1890–1941) изобретатель в области телеграфии, радиотехники и звукозаписи для звукового кино, разработал в 1928 г. буквопечатающий телеграфный аппарат – первый советский телетайп с клавиатурой пишущей машинки. аппарат которого получил большое распространение. А через два года советский инженер Л. И. Трель (1897–1957) создал еще более совершенный буквопечатающий телеграфный аппарат. По разработкам А. Ф. Шорина (1929), а затем конструктора Л. И. Тремля (1931) промышленность СССР начала выпускать советские буквопечатающие телеграфные аппараты с печатью знаков на телеграфной ленте (рисунок 2.28). Аппараты Шорина и Тремля применялись на отечественных линиях Связи примерно 10 лет.

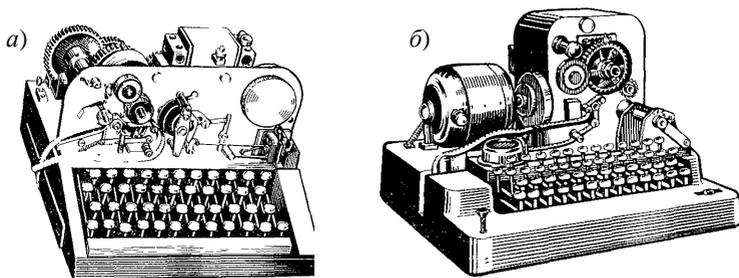


Рисунок 2.28 – Буквопечатающие телеграфные аппараты: а – Шорина, б – Тремля

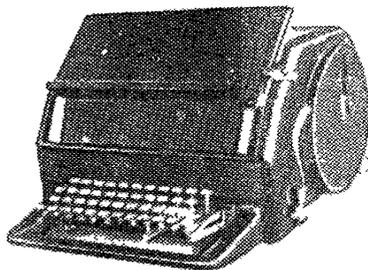
В 1935 г. под руководством А. Ф. Шорина в г. Ленинграде был разработан усовершенствованный буквопечатающий аппарат СТ-35,

положивший начало их широкому внедрению на железных дорогах (рисунок 2.29).

Рисунок 2.29 – Буквопечатающий ленточный телеграфный аппарат СТ-35

На смену телеграфным ленточным аппаратам СТ-35 во второй половине XX в. пришли рулонные аппараты Т-63. Печать знаков в аппарате Т-63 производится строками на рулоне бумаги, что значительно упрощало последующую обработку телеграмм.

С 1980 г. электромеханические телеграфные аппараты начали заменять на рулонные электронные телеграфные аппараты (РТА-80 и др.). Стартстопные телеграфные аппараты до изобретения алфавитно-цифровых дисплеев применялись в качестве диалоговых терминальных устройств ЭВМ. В последующем электронные телеграфные аппараты начали вытесняться автоматизированными рабочими местами (АРМ) на базе персональных компьютеров [23, 36].



2.10 Фототелеграфные аппараты

Впервые передачу на расстояние неподвижного изображения осуществил итальянский физик Джованни Казелли (1815–1891), который занимался изучением телеграфной связи на факультете физики Флорентийского университета.

В 1860 году, работая в Париже, он собрал машину, которую назвал «пантелеграф». Первые попытки передачи на расстоянии неподвижных изображений относятся к началу второй половины XIX века. В 1855 г. итальянец Дж. Казелли сконструировал электрохимический фототелеграф с открытой электрохимической записью изображения при приеме (рисунок 4.31). Аппарат мог передавать изображение текста, чертежа или рисунка, предварительно нанесённого на свинцовую фольгу специальным изолирующим лаком так, что оригинал представлял собой совокупность перемежающихся элементов с большой (фольга) и ничтожно малой (лак) электропроводностью. Передающее устройство посредством контактного штифта, скользящего по оригиналу, «считывало» элементы изображения, передавая в линию связи токовые и бестоковые сигналы.[76].

Принятое изображение записывалось электрохимическим способом на увлажнённой бумаге, пропитанной раствором железосинеродистого калия. Аппараты Казелли использовались на линиях связи Москва – Петербург (1866–1868), Париж – Марсель, Париж – Лион. Однако несовершенство

таких аппаратов и главным образом необходимость переноса передаваемого изображения на фольгу ограничили область их применения.

В России первая фототелеграфная связь между Москвой и Петербургом на аппаратах Казелли была организована в 1866–1868 гг. Однако опытная эксплуатация аппаратов показала их экономическую нецелесообразность ввиду сложности оборудования, низкой скорости передачи и высокой стоимости обслуживания.

Документальность и высокая помехозащищенность – основная особенность фототелеграфной связи, поэтому она использовалась, кроме передачи телеграфных сообщений, также для передачи поездных документов (натурных листов машинистов и др.). В последующие годы фототелеграфный аппарат был усовершенствован и получил название телефакс, именуемый также факс-аппаратом, а сама связь – факсимильной связью (рисунок 2.30)



Рисунок 2.30 – Факсимильный аппарат (1960)

В современном понятии факсимильная связь – это передача точных копий документов из одного пункта в другой посредством сети связи. Его можно использовать на любом рабочем месте, где есть телефонный аппарат, и он не требует квалифицированного пользователя. Текст и графические изображения считываются непосредственно с оригинала (машинописной бумаги формата А4) сканером и передаются абоненту даже в самый отдаленный пункт земного шара, где есть телефонная связь. Услуги, реализуемые факс-аппаратами пользователям, способствовали их широкому распространению, в том числе и на железнодорожном транспорте.

4.11 Телеграфные трансляции

Уже на начальном этапе создания телеграфной связи возникла проблема дальней телеграфной связи. прямой связи двух оконечных аппаратов, расположенных на значительных расстояниях. Воздушные и кабельные линии связи тех лет позволяли передавать телеграфные сигналы на нескольких десятках, максимум до сотни километров, далее сигнал сильно ослабевал и терялся в помехах. Возникла необходимость в усилителях телеграфных сигналов, получивших название телеграфных трансляций. Идею телеграфных трансляций блестяще решили с помощью электромагнитного реле, изобретенного в 1831 году американским физиком Джозефом Генри (1797–1878). Практически идея была

воплощена при организации С. Морзе дальней телеграфной связи от Балтимора до Нью-Йорка. Дж. Генри посоветовал Морзе соединить множество электрических цепей в одну «гирлянду», вставив в каждую цепь реле и новый источник тока. «Гирлянда» можно сделать большой протяженности, что позволит передавать сигнал на большие расстояния по принципу эстафеты: каждая батарея передавала его на ограниченное расстояние одной гирлянды, но соединенные вместе, гирлянды обеспечивали передачу на большие расстояния.

Вот как объясняли появление телеграфных трансляций в учебниках того далекого времени. «Нам известно, что чем длинее проводник, тем сопротивление его больше и, следовательно, при прохождении тока по длинному проводнику сила его ослабевает. Проводником между двумя станциями служит проволока, подвешенная на изоляторах, укрепленных на крюках, которые, в свою очередь ввинчены в столбы. Изоляторы, хотя и служат для того, чтобы проходящий по проволоке электрический ток не мог уходить в землю, но однако, особенно в сырую погоду, часть тока уходит в землю. Вследствие такого несовершенства изоляции, часть проходящего по проволоке току у каждого изолятора ответвляется в землю, особенно, если между юбками изоляторов много паутины и пыли.

Чем длинее линия, тем больше потери энергии сигналов и утечки токов, так что при большой протяженности электрической цепи ток настолько теряет свою силу, что становится недостаточным для приведения в действие телеграфных аппаратов.

Предел прямого действия тока на телеграфных линиях, при благоприятных условиях всей телеграфной цепи, можно принять в 600 верст. При расстояниях свыше 600 верст пришлось бы, вследствие описанного, устраивать переприемные станции, которые принимали бы депешу с одного конца линии и передавали ее на другой конец линии по другому аппарату, при помощи своей батареи. Но такой переприем депеши вызывает сильное замедление движения телеграфных сообщений и дорого стоит. Для устранения этого неудобства необходимо установить на переприемных станциях такие приборы, которые автоматически могли бы замыкать ток линейных батарей и посылать его далее на линию до следующей станции. Для этой цели и устраиваются промежуточные станции с трансляционным действием, т. е. с таким соединением аппаратных приборов, при котором прием и передача депеш производится автоматически без участия людей, и при том одновременно с оконечной станцией, почему такие станции и называют трансляционными» [2].

На начальном этапе для увеличения дальности передачи уменьшали электрическое сопротивление проводов за счет увеличением их диаметра.. Например, за счет увеличения диаметра проводов кабеля в три раза удалось увеличить дальность телеграфирования в шесть раз. Такой способ увеличения дальности телеграфирования был дорогим и мало

эффективным. Более эффективным способом увеличения дальности и уменьшении времени на передачу сообщений были разработаны телеграфные трансляции (от лат. *translatio* – передача), которые значительно увеличивали дальность передачи до 2000–9000 км (рисунок 2.31). На сетях телеграфной связи использовались два типа трансляций: простые симплексные и дуплексной, а также регенеративной трансляцией. [23, 76].

Для увеличения дальности телеграфирования Дж. Генри предложил использовать известный в почтовой связи принцип «эстафеты». Ослабевший при распространении по проводами электрический ток поступает на обмотку электромагнита чувствительного телеграфного реле. Электромагнит замыкает контакты, и в выходящую линию передается в тысячи раз более сильный ток от свежей батареи, установленной здесь же. Таким образом, соединяя последовательно несколько участков ретрансляции, удается организовать телеграфную связь на трансконтинентальных расстояниях. Например, в 1870 году была сооружена линия Индо-европейского телеграфа Лондон–Берлин–Варшава–Одесса–Тбилиси–Тегеран–Карачи–Калькутта протяженностью 18 000 км, а в 1871 г. заработала линия Москва–Владивосток (12 000 км).

Первыми в России появились телеграфные трансляции датской компании «Большое северное телеграфное общество» (*Great Northern Telegraph Company*) – БСТО, которое было образовано 1 июня 1869 года. В том же году открылась первая линия телеграфной связи между Данией и Россией. Телеграфные трансляции типа БСТО, а затем Уитстона долгие годы применялись и на железнодорожном транспорте.

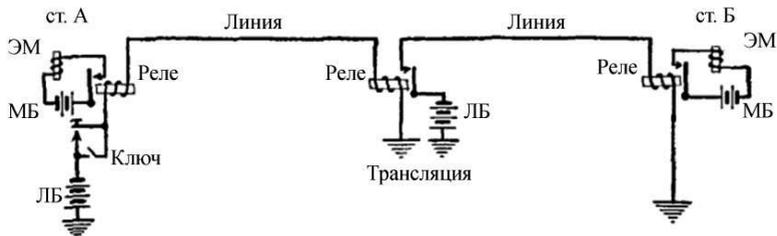


Рисунок 2.31 – Принцип действия телеграфной трансляции

Общий вид телеграфной трансляции БСТО приведено на рисунке 2.32. Основными элементами трансляции, обеспечивающими высокую дальность передачи между трансляциями были высокочувствительные телеграфные реле Приса.

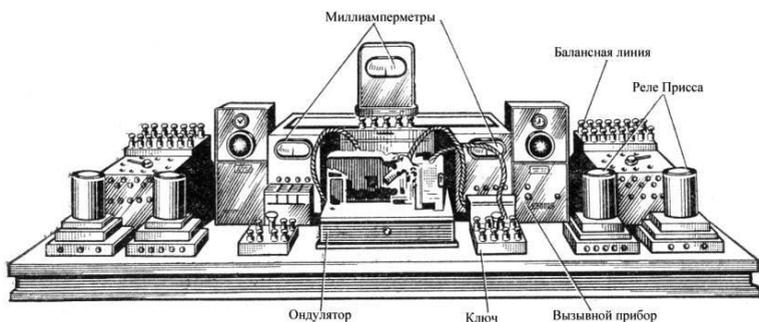


Рисунок 2.32 – Общий вид дуплексной телеграфной трансляции типа БСТО

По мере развития телеграфных сетей на железных дорогах наряду с трансляциями БСТО были и трансляции Уитстона английского типа которые начала выпускать телефонно-телеграфного завода им. Кулакова (Ленинград) (рисунок 2.33).

Применение трансляции Уитстона было связано с реконструкцией телеграфной связи на железных дорогах. Эта «новейшего вида телеграфная аппаратура позволяли не только повышенные скорости передачи, но и облегчали техническому персоналу наблюдение за состоянием и работой приборов и проводов линий связи».[82]. Применение в телеграфных трансляциях высокочувствительных трансляционных реле позволило значительно увеличить расстояния при прямой передаче телеграфных сообщений. Однако их применение вызвало и ряд неудобств. Это неудобство было связано с тем, что электромагниты телеграфных аппаратов Морзе при приеме сигналов издавали звук достаточный для контроля приема «на слух».

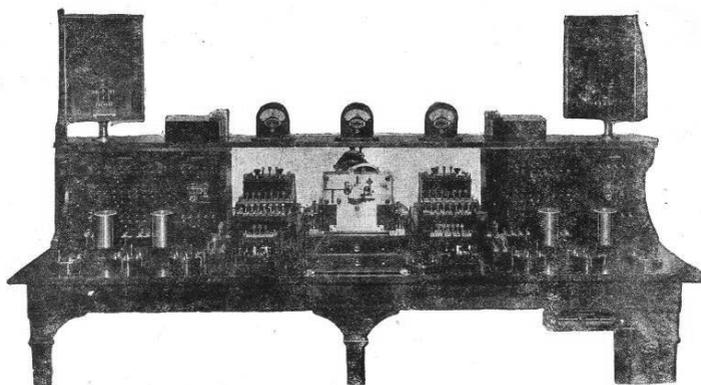


Рисунок 2.33 – Общий вид дуплексной телеграфной трансляции Уитстона

В трансляциях прием производился телеграфными реле Приса. При «употреблении трансляционных реле имеет место то неудобство, что регулирование их довольно затруднительно. Движение рычага реле заметно для глаза только в весьма близком расстоянии и, самое главное, происходит так тихо, что вовсе не слышно». «Неудобство это отстраняется употреблением так называемых устройств «*Klopfers*» (Клопфер)», который «усиливал» звук при движении рычага и тем самым позволяли контролировать на слух работу трансляции».

3 ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕГРАФНЫХ СООБЩЕНИЙ

3.1 Исходные положения

Получив положительные практические результаты передачи электричества на большие расстояния, ученые и изобретатели вплотную подошли к решению проблемы устройства электрических линий связи для передачи телеграфных сигналов. В 1840 г. телеграф впервые получил практическое применение на Блоквельской железной дороге в Лондоне электромагнитный телеграф, предложенный немецким физиком В. Э. Вебером (1804–1891). Он же в качестве линии передачи электрических телеграфных сигналов использовать рельсы железных дорог, проложенные по земле и соединенные между собой. В то время эту идею не удалось осуществить. Только через несколько лет рельсовые цепи нашли и находят применение в железнодорожных системах сигнализации.

В России впервые на проблему электрической цепи обратил внимание академик Б. С. Якоби в своей речи «Об электротелеграфии» на публичном заседании Петербургской академии наук 29 декабря 1843 г.: «...Я должен просить вас подарить мне еще несколько минут, чтобы... поговорить о самом важном, чем обуславливается всякое телеграфическое сообщение, а именно о токопроводной гальванической цепи, предназначенной соединять оба отдельных друг от друга конца» [65, 76].

Первые эксперименты по организации телеграфной связи в России как и в большинстве стран проводились на подземных линиях связи. В 1841 г. подземная линия была построена между Зимним дворцом и зданием Главного штаба в Петербурге (рисунок 5.1). В последующие годы линия была продолжена до Главного управления путей сообщения и общественных зданий, а затем до Царского села. Первая из этих трех линий составляла 364 м, вторая – 2,7 км, третья – 25 км. Затем была построена также линия от железнодорожной станции Петербург до села Александровское.

В 1844 г. под руководством Морзе была построена телеграфная линия между Вашингтоном и Балтимором общей протяженностью 65 км. По этой линии С. Морзе публично продемонстрировал передачу кодового сообщения «*What hath God wrought!*» («О, Господи, что ты сотворил!»).

С тех пор началось интенсивное строительство телеграфных воздушных и подземных, в том числе и подводных телеграфных линий между Старым и Новым светом. Это удивительная история требует отдельного исследования [44, 96]. Здесь только отметим, что самой дорогой частью любой системы связи телекоммуникации является линия передачи, по которой собственно и распространяется сигнал

К числу труднейших задач прокладки этих протяженных телеграфных линий, бесспорно принадлежала задача строительства телеграфа через неизведанные материка и пустынные территории стран. Например, во время постройки телеграфной линии, когда пришлось проходить через необъятные пространства Северной Америки, приходилось побеждать препятствия, казалось бы, непреодолимые, с энергией, вызывающей наше искреннее изумление». Линии тянулись на протяжении сотен миль через девственные леса, в которых еще не ступала нога цивилизованного человека, которые являлись еще неприкосновенной собственностью, охотничьими угодьями индейцев, то через бесконечные глухие, лишенные деревьев степи, в которых часто приходилось ходить за многие мили за деревом для телеграфных столбов. При исполнении этих работ получило новое подтверждение замечательный факт, подмечаемый всюду, где приходится проводить телеграф, а именно: телеграф во всех даже в самых диких, народах вызывал чувство какого-то странного таинственного почтения, так что сыны природы лишь в редких случаях покушались на целостность немых посредников в обмене мыслей между членами культурного человечества. Не подлежит сомнению, что этому в значительной мере способствовало миролюбивое и доброжелательное отношение руководителей постройки к индейцам, так что многие из вождей высказывали полную готовность оберегать целостность телеграфных столбов и проволоки. В то время, когда производство работ еще не было закончено, один из этих вождей, предводитель племени Змеиных Индейцев отправил в 1861 году следующее послание в Сан-Франциско: «Я видел в почтовом Фургоне Карпантье великого начальника телеграфов; я пожал ему руку, ибо я люблю его и телеграф. Мои воины, которых у меня имеется 5000, не будут портить телеграф. Через шесть недель я приеду в Сан-Франциско, чтобы увидеть пароходы и великое море; все лица находящиеся при телеграфе, относятся ко мне хорошо» [60].

Однако истории телеграфа известны и другие случаи отношения к телеграфу. Кражи медной проволоки явились причиной закрытия телеграфа в 1848 г. на первой Царскосельской железной дороге России. Сложная ситуация была и при строительстве телеграфных линий в южных

районах России. Для охраны телеграфных линий выделялись конные наряды казаков.

Развитие электрического телеграфа в России началось с 1850 г. В течение многих лет в создании в России линий электрического телеграфа ключевую роль играла фирма «Сименс и Гальске», поставлявшая в Россию телеграфную и кабельную технику, а также осуществлявшая строительство самих линий.

3.2 Первые электрические телеграфные линии России

Первую телеграфную линию Якоби построил в 1841г. между Зимним дворцом и зданием Главного штаба в Петербурге. Протяженность линии составляла 363 м. Два провода диаметром 3 мм из отожженной мягкой меди изолировались путем обмотки хлопчатобумажной пряжей в два слоя с последующей пропиткой специальной мастикой из воска, сала и смолы хвойных деревьев – канифоли. Изолированные провода затягивались в узкие жестяные гильзы. Как писал Якоби, «проложенная под площадью опытная линия, в которой провода проложены не в трубах, а в специально формованных из железного листа гильзах, вставленных одна в другую, показали большие неудобства...». В местах соединения гильз во внутрь проникала вода. Поэтому в 1842 г. была сооружена вторая линия из двух медных проволок протяженностью 2,7 км, которая соединила Зимний дворец с Главным управлением путей сообщения. Гильзы из железного листа в ней были заменены стеклянными трубками диаметром 20 мм и длиной 1,5–2,0 м (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 — Соединение подземные линейные провода телеграфа Якоби

«Концы стеклянных трубок слегка шлифовались и соединялись между собой каучуковыми втулками, так что вся система могла легко следовать каждому изгибу траншеи. Трубы были первоначально проложены по дну траншеи и в местах закрепления обложены кирпичом, но позднее кирпич не применялся, трубы укладывались на слой мелкозернистого песка толщиной 15см и засыпались слоем такого же песка, тщательно очищенного от щебня. Ширина по дну траншеи составляла 55 см), – так Якоби описывал новую линию. Но и этот опыт Якоби оказался неудачным. Стеклянные трубки также были ненадежны из-за их хрупкости. «Разумеется, было бы лучше защищать трубы деревянным кожухом, но это значительно увеличит стоимость, и, кроме того, дерево, подверженное увлажнению, не может долго сохраниться». Система

линейных проводов состояла из трёх изолированных медных проводников, размещённых в стеклянных трубках. Место стыков двух трубок покрывалось гуттаперчей [17].

В 1843 г. состоялась третья попытка Якоби прокладки подземной линии протяженностью 25 км. Медные проволоки для новой линии обматывались двумя слоями узкой каучуковой ленты. Изолированные таким образом провода закапывались в землю на глубину 0,5 м без каких-либо защитных устройств. Этот вариант подземной линии также оказался ненадежным. Вот как писал сам Якоби: «Испытания и опыты, произведенные на Царскосельской электротелеграфической линии, показали, что укладка изолированных резиной проводников в землю имеет значительные недостатки, а потому для лучшего предохранения проводников от повреждения считаю необходимо нужным уложить их в деревянные, хорошо осмоленные и закрытые желоба. При этом полагаю достаточным, если деревянные желоба по всему протяжению будут зарыты в землю на 6 вершков...» (26,7 см). Такую подземную линию он предлагал в 1846 г. к проекту линии Петербург–Петергоф длиной около 30 км.

Подземная прокладка кабеля оказалась сложной задачей и большинство стран перешло от подземных к воздушным линиям связи (ВЛС). Как и в подземных линиях, проблемой ВЛС была изоляция проводов. Если идея располагать провода над землей на деревянных опорах не вызывала сомнения, то их крепление на опорах и изоляция от земли через опоры потребовала времени и экспериментов.

Для телеграфной связи требовалась подвеска одного металлического провода. Медь в чистом виде или в виде ее сплава – бронза – была первым металлом, который использовался для телеграфных проводов. В последующие годы использовались стальные провода диаметром 4–5 мм.

(обратным проводником служила земля, для чего на оконечных станциях связи устраивались заземления).

Способность земли заменять металлические проводники при разряде статического электричества была замечена еще в 1747 году. Развитие гальванических телеграфов в последующие годы привело к мысли применить это свойство земли и к гальваническим токам: «Включение земли в гальваническую цепь имеет в практическом применении двоякую пользу: во первых, оно выгодно в экономическом отношении, допуская употребление одного металлического проводника вместо двух; во вторых, земля представляет менее сопротивления нежели металлический проводник и, за известным пределом, сопротивление ее остается постоянным и не изменяется от увеличения ее слоя; следовательно, включение земли в цепь особенно выгодно в случае большого протяжения цепи, которая с двумя металлическими проводниками потребовала бы весьма сильную батарею». Поверхность металлических листов, зарываемых в землю или опускаемых в воду, для включения земли в

гальваническую цепь имеет влияние на способность ее поглощать (пропускать) электричество». «Колодцы для погружения металлических листов, проводящих ток в землю, можно вырывать или высверливать во всяком грунте, но они должны доходить по возможности до грунтовых вод. В местности каменной или вообще дурнопроводящей, для большего прикосновения листа к окружающему грунту, свертывают его в цилиндр или спирально, и засыпают мелким песком, пропускающим дождевую воду; толченный уголь в этом случае еще полезнее, потому что, прилегая плотно к изгибам листа и к стенкам колодца, он увеличивает их поверхность прикосновения и сам проводит электричество. Иногда, даже достаточно перед сомкнутием (соединением) цепи налить несколько воды на лист, опущенный в колодезь, чтобы усилить его действие. Если есть по близости природный или искусственный большой резервуар воды, то во всяком случае его должно предпочесть сухому колодцу» [49, 51].

Столбы ВЛС с подвешенными на них проводами располагались вдоль железных дорог (рисунок 5.3). Как и при подземной прокладке, проблемой ВЛС была также изоляция проводов. Если идея располагать провода над землей на деревянных столбах не вызвала сомнения, то их крепление на столбах и их изоляция от опоры и земли потребовала времени и экспериментов.

С началом передачи электричества по проводам, кроме возникших проблем изоляции проводов возникла и проблема соединения отдельных проводов (жил кабеля) между собой, а также проводов с устройствами и приборами. Простейшее соединение оголенных проводов скруткой долгие годы применялось на ВЛС и получило название «русская скрутка», т. е. указывает на его распространение в России (рисунок 3.3, *а*).

Наряду с «русской скруткой», основным недостатком которой было окисление проводов в месте скрутки и связанное с этим повышение сопротивления контакта, применялся и другой способ «британская пайка» («британка»). Соединения осуществлялось путем пайки проводов обмотанных тонкой медной проволокой припоем (сплавом) олова и свинца (третником). Этот способ применялся при соединении медных, бронзовых и биметаллических проводов ВЛС (рисунок 3.3, *б*).

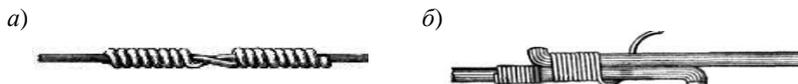


Рисунок 3.3 – Способы соединения проводов воздушных линий связи: *а* – русская скрутка; *б* – британская пайка

На стальных цепях он не нашел применения вследствие сложности пайки стальных проводов. Для обеспечения высокого качества соединения

На ВЛС применяли фарфоровые и стеклянные изоляторы (рисунок 3.6). Для того, чтобы уменьшить величину тока ответвляющегося через изолятор в землю (через поверхность изолятора, крюк и столб), увеличивают путь его по поверхности изолятора, для чего делают форму изоляторов в виде двух юбок.

Обратим внимание еще на такой исторически важный факт. «До сих пор для уединения проволоки воздушного телеграфа от земли употреблялись деревянные столбы различных размеров, расставленные в определенном расстоянии один от другого; но такие столбы имеют то неудобство, что довольно скоро разрушаются от влияний атмосферных и влажности земли, не смотря на все средства, употребляемые для предохранения дерева от порчи.

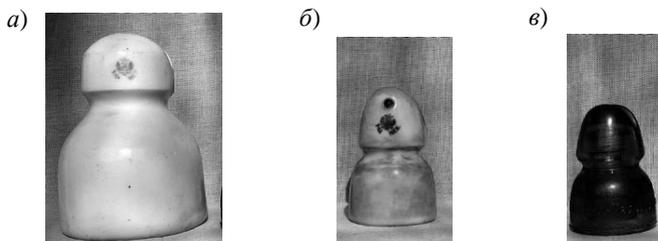


Рисунок 3.6 – Изоляторы воздушных линий связи: *a* – большой фарфоровый; *б* – малый фарфоровый; *в* – малый стеклянный

В 1852 году сделан был первый опыт для замены деревянных столбов каменными. Для этого на станциях железной дороги в Падуе и Вероне были поставлены столбы из мраморина (низкий сорт мрамора) с впущенными внутрь их железными подставками, к которым укрепили изоляторы для проводников. Столбы эти оказались вполне удовлетворительными. Подобные же столбы ставятся теперь на строящейся еще железной дороге...». Потребовалось еще около 100 лет, чтобы подобные (железобетонные) столбы начали широко применяться на линиях связи и др.

Как исторический эпизод отметим также применение чугунных столбов, которые нашли применение при строительстве Индоевропейской телеграфной линии (рисунок 5.8). На столбах видны фирменные маркировки — SIEMENS BROTHERS № 8 (рисунок 3.7, *a*), LONDON № 8 (рисунок 3.7, *б*). Опоры были вылиты из чугуна, их высота составляет 5,5 м. Диаметр опоры начинается со 150 мм. у основания и сужается до 50 мм у вершины.



Рисунок 3.7 – Столбы Индоевропейской телеграфной линии связи

Кабель связи обычно состоит из нескольких пар проводов – витых пар (*twisted pair*) или двух пар (четверок) изолированных медных проводников, скрученных вокруг продольной оси с определенным, точно рассчитанным шагом (рисунок 3.8, *а, б*). Скручивание проводов снижает влияние внешних помех на полезные сигналы, передаваемые по кабелю. Скрученная пара проводов называется *витой парой* (*twisted pair*). Витая пара существует в экранированном варианте (*Shielded Twistedpair*), когда пара медных проводов обертывается в изоляционный экран, и неэкранированном (*Unshielded Twistedpai*), когда изоляционная обертка отсутствует.

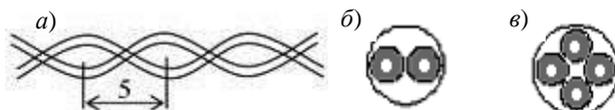


Рисунок 3.8 – Расположение жил в кабелях: *а, б* – витая пара; *в* – четверка

В кабелях дальней связи находит применение скрутка четырех жилы кабеля, но составлять цепи не из рядом стоящих жил, а из расположенных по диагонали образованного в поперечном сечении квадратную четверку стали называть звездной (рисунок 3.8, *в*). Такая конструкция кабеля уменьшала его электрическую емкость и, следовательно, ее коэффициент затухания.

3.3 Телеграфная линия связи С.-Петербурго-Московской железной дороги

Подземная линия (два медных провода, изолированные гуттаперчей) протяженностью 651 км была также использована и на железнодорожной линии С.-Петербург–Москва (1851–1852). В качестве основных доводов

на прокладку подземных проводов было то, что они «не подвержены всем наружным влияниям и воровству при глубокой кладке...» [17].

Однако эксплуатация подземной прокладки проводов показала следующие недостатки: «дороговизна, непрочность, трудность разыскания и исправления повреждений». Поэтому в 1854 г. на линии С.-Петербург–Москва начался переход к подвеске проводов на столбах, т. е. к воздушным линиям связи. И это несмотря на то, что «употребление и действие телеграфа, устроенного над землею, подвержены многим помешательствам и неудобствам. Атмосферическое электричество имеет всегдашнее влияние на проволоки и на большом протяжении часто вовсе мешает действию аппаратов. Снег и иней покрывают проволоки и изоляторы ледяною корою, прекращая на время изолировку; в северных же климатах тяжесть снега часто разрывает проволоки. Большие изменения температуры северных стран значительно изменяют долготу проволоки и требуют беспрестанных перемен в натяжении проволок. Сильная стужа делает проволоку хрупкою и производит часто разрыв ее. Сверх того, весь материал проводников выставлен беззащитно ворами и охотникам до разрушения, почему устройство телеграфов и соединено везде с железными дорогами, имеющими сторожей». И вот несмотря на все эти недостатки начался самый продолжительный в истории связи этап применения воздушных линий связи (ВЛС) – более 100 лет. Такой длительный этап применения ВЛС можно объяснить более высокими показателями надежности ВЛС того времени, а также меньшими денежными затратами на их строительство и эксплуатацию по сравнению с подземными линиями. В этом очевидно впервые в электросвязи проявился технико-экономический подход к принятию решения о типе линий связи, который в последующие годы стал основным.

До начала строительства С.-Петербург-Московской железной дороги был изучен опыт строительства железных дорог и телеграфов за рубежом для выбора «самой лучшей системы». Изучение такого опыта поручалось различным лицам Департамента железных дорог. Все работы по сооружению С.-Петербург-Московской железной дороги возглавлял Главноуправляющий путями сообщений и публичными зданиями генерал Петр Андреевич Клейнмихель (1793–1869). Он же возглавил организацию телеграфной линии С.-Петербург – Москва.

Основная задача телеграфа на первых железных дорогах России вытекала из следующего: «Телеграфические сообщения, устраиваемые по направлению железных дорог, имеют целью доставлять средства управлять движением, и этим предупреждать несчастные случаи, могущие происходить от столкновения поездов» [17].

Движение по С.-Петербург-Московской железной дороге открывалось отдельными участками в разное время, начиная с мая 1847 года. Сквозное движение между столицами было открыто 1 ноября 1851 г. В этот день в

11 часов 15 минут из Петербурга в Москву отправился по новой дороге первый поезд. В пути он находился 21 час 45 минут и прибыл в Москву на следующее утро в 9 часов. Скорость движения первого дальнего российского поезда была 40 км/ч, что, несомненно, было достижением строителей железной дороги.

К открытию движения на С.-Петербурго-Московской железной дороге было издано «Положение о составе Управления С.-Петербурго-Московской железной дороги». Согласно положению Управление дороги имело четыре состава (по современной терминологии – «службы»): дорожный, станционный, подвижной, телеграфический.

При этом «Состав телеграфический» с момента организации Управления дороги был самостоятельной службой и в него входило два Управления телеграфа, которые располагались в обеих столицах (С.-Петербурге и Москве). Штат этих управлений состоял из двух дежурных офицеров, двух писарей и двоих курьеров. На остальных станциях располагались «телеграфические отделения» (от 1-го до 35-го) во главе с унтер-офицером и все нижние чины составляли «телеграфическую роту».

Аппараты Морзе располагались в столичных станциях, на остальных – аппараты Сименса. С учетом телеграфной связи с Зимним дворцом на столичных станциях было три аппарата Морзе, к которым были назначены по 4 старших «сигналиста». Аппаратов Сименса было установлено 76, к каждому из них были назначены по 1 старшему и 2 младших «сигналиста». При каждом «телеграфическом отделении» состоял также один «кантонист» для подготовки его в сигналисты.

Все станции на железнодорожной магистрали С.-Петербург–Москва были поделены на классы. Аппараты Морзе столичных станций, как и аппараты Сименса, расположенные на всех станциях первого класса, были соединены «толстым» проводником. Станции второго, третьего и четвертого классов соединялись «тонкими телеграфическими проводами». Обратим внимание, что уже на первой телеграфной магистрали для работы аппаратов предусматривалось по две батареи питания: "одна для действия, а другая для смены на следующий день". На российских телеграфах вначале для батарей (до 1865 г.) использовались гальванические элементы Даниэля, а затем их заменили элементами Мейдингера.

Первоначально линия была построена с использованием подземных проводников. Линия действовала два года и была заменена на воздушную. Аппараты Сименса также с 1852 г. начали постепенно заменяться аппаратами Морзе. Замена была связана с тем, что аппараты Сименса обеспечивали скорость передачи не более 25 слов в час и требовали питание от 100 и более элементов питания, контроль депеш был затруднителен, так как при приеме по диску с буквами их приходилось

диктовать и это было причиной замедления приема депеш. Аппарат Морзе обеспечивал более высокую скорость передачи принятая депеша оставалась на телеграфной ленте. Можно отметить, что аппараты еще около ста лет использовались на железнодорожном транспорте.

Строительство телеграфного сообщения между С.-Петербургом и Москвою было поручено академику коллежскому советнику Якоби» по образцу устроенного им в 1843 году электрического телеграфного сообщения между зданиями Главного управления путей сообщения в С.-Петербурге и дворцом Царского Села, а также между Зимним Дворцом в С.-Петербурге и кабинетом Главноуправляющего путей сообщения и публичными зданиями П. А. Клейнмихеля.

Высочайшим повелением в 1845 г. было «признано нужным сделать опытное электромагнитное сообщение от Знаменского моста, по направлению железной дороги, на протяжении одной версты», в 1846 году – опытную линию от С.-Петербурга до Александровского завода, производящего «мастику» (изолирующую массу). Выполнение этих линий также было поручено Якоби. Перед Якоби встала крайне трудная проблема, требующая решения ряда сложных задач: совершенствовать свой телеграфный аппарат, улучшить производство подземных проводов, изолированных и уложенных в стеклянные трубочки с резиновыми соединениями, создать изолирующую массу для стыков трубочек, разработать необходимые измерительные приборы и др.

Строительство начали с подземной прокладки металлических проводников в берму полотна железной дороги. Предложение Якоби использовать воздушные провода, широко применяемые уже за границей, не нашло поддержки, более того Главное управление путей сообщения настояло на «более верном средстве» и остановилось на подземной проводке.

Якоби предпринимал много усилий для выполнения порученного ему дела. Для лучшей изоляции 600-верстной линии применил два медных провода, уложенных в деревянные желоба и залитые асфальтом. Открытие гуттаперчи дало возможность использовать и его в качестве изолирующего вещества. Однако кустарный способ «изоляции» не дал удовлетворительных результатов. В конечном итоге неудачи разочаровали Якоби, и в 1848 г. он попросил освободить его от работ по устройству телеграфа.

В дальнейшем развитие телеграфа в России было поручено инженеру-полковнику Карла Карловича Людерса (Лидерс). В 1849 г. К. К. Людерс был командирован в Германию, где установил деловые контакты с предпринимателем Вернером фон-Сименс. У фирмы «Сименс и Гальске» были приобретены четыре телеграфных аппарата для испытания их в российских условиях а также 30 верст изолированного гуттаперчей телеграфного провода». В 1850 г. К. Людерсом было сделано

предложение о распределении «телеграфических станций" на линии С.-Петербург–Москва (рисунок 3.9) [17, 30] .

В предложениях были намечены основы устройства, эксплуатации и обслуживания телеграфа на первой скоростной (для того времени) железнодорожной магистрали в России С.- Петербург – Москва.

«Телеграфические сообщения, устраиваемые по направлению железных дорог, имеют целью доставлять средства управлять движением, и этим предупреждать несчастные случаи, могущие происходить от столкновения поездов».

«Кроме этого, такое распределение телеграфических станций также крайне необходимо при отправлении внезапных и экстренных поездов, назначаемых для высочайших особ; ибо при том деятельном движении, которое должно ожидать при открытии всей линии железной дороги, не было бы возможности без помощи телеграфа отправлять их, не изменяя на время порядок движения, при том же, распоряжения эти следовало бы сделать заблаговременно».

По завершению строительства телеграфная линия, построенная вдоль железной дороги С.-Петербург–Москва, была «осмотрена владельцем телеграфического заведения в Берлине прусским артиллерийским поручиком Сименсом». По результатам осмотра Сименс представил Главноуправляющему путей сообщения, графу Клейнмихелю записку. «Все пространство, на 150 верст открытое до сих пор для действия телеграфа, нашел я в таком хорошем состоянии, что должен заключить, что полное действие по всей дороге будет производимо наилучшим образом». Телеграфические аппараты должны быть помещены на самих станциях, ибо без этого невозможно было бы останавливающимся только на несколько минут поездам сообщать полученные депеши и принимать таковые же от них».

Исследования об изолировке проводников доказали, что она произведена с таким совершенством, до которого наилучшие дороги Германии редко могли достигнуть. Благоприятный этот результат доказывает, что проволоки были положены с величайшими предосторожностями и большим познанием дела. Превосходное качество положенной проволоки доказывает, что она была фабрикована уже в новейшее время, следовательно, с устранением всех прежних недостатков, какие встречаются на старинных Прусских телеграфах, – а равно и то, что она была выбрана с большим знанием дела, со всеми качествами хорошей Сименс, предложил «учредить для сообщения С.-Петербурга и Москвы телеграфные аппараты Морсе», а также использовать переносные



телеграфы (см. рисунок 2.13). «Если во всякую будку проведены проволоки, то в каждой из них можно употребить удобно переносный телеграф для сообщения тотчас же с ближайшими станциями.

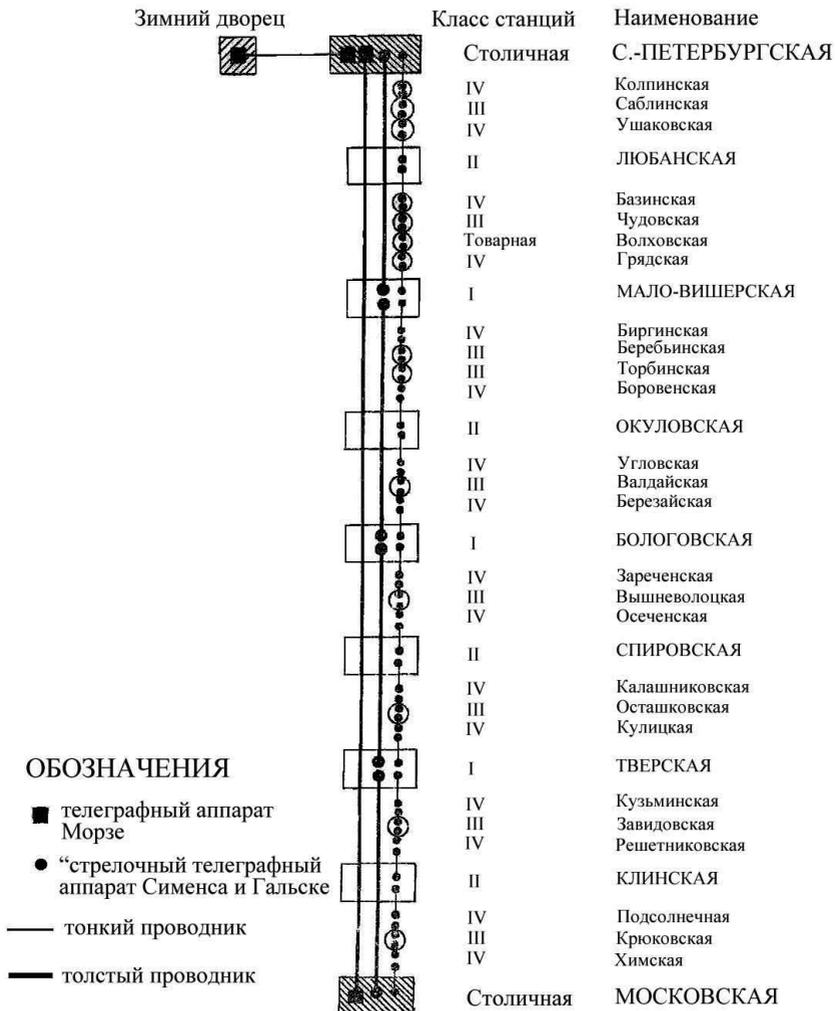


Рисунок. 3.9 – Линия телеграфная связь С.-Петербурго-Московской железной дороги (1854)

«Если каждый поезд снабжен подобным переносным телеграфом, хранящее в безопасном ящике, – то всякий машинист может из каждой будки сообщать на ближайшую станцию о каком-нибудь случившемся с ним несчастии, требуя резервных локомотивов и получая оттуда предварительные приказания о каких-нибудь нужных мерах, – одним словом, он уже не без помощи, но в непосредственном находитесь сообщении с ближайшею станцією, посредством ее – и со всеми другими». «Постановка и действие сих переносных телеграфов так легки и просты, что в один или несколько дней всякий машинист и помощник его научатся употреблять его».

3.4 Служба времени железных дорог

На С.-Петербургско-Московской железной дороге впервые для контроля над выполнением графика движения поездов была внедрена также "каждодневная" проверка времени. Производилась она в 8 часов утра под наблюдением начальников станций. Часы всех станций проверялись по часам Петербургской станции, часы которой, в свою очередь, проверялись по хронометру Главного штаба С.-Петербурга. Проверка часов производилась следующим образом: за 5 минут до 8 часов с петербургской станции всем передавалось сообщение «слушай» (— — —) и вслед за ним слово «часы». По получении этого сигнала все станции магистрали переводили стрелки часов на 8 и останавливали ход часов. Затем с Петербургской станции точно в 8 часов давался вторичный сигнал «по гальванометру» и станции пускали в ход свои часы [17, 18].

Проблема времени на транспорте возникла в XIX в., когда начали создаваться сети железные дороги и линии телеграфной связи для управления движением поездов. Испокон веков люди жили по солнечным часам. И точкой отсчета времени был полдень, когда солнце находилось строго в зените. Таким образом, формальная середина дня всегда совпадала с наиболее светлым временем суток. Существенным недостатком солнечного времени является тот факт, что для каждого населенного пункта верным оказывалось свое собственное местное время. Это обстоятельство не создавало особых проблем вплоть до появления железных дорог. По мере развития железных дорог и телеграфной связи, солнечное время становилось все более и более неудобным. Дальность движения поездов увеличилась и они стали двигаться настолько быстро, что для них стало очень трудно составлять точные расписания. Не лучшим образом обстояли дела у телеграфистов, когда им нужно было передать сообщение точно к назначенному сроку: для каждого населенного пункта приходилось рассчитывать свою временную поправку.

Выход из положения предложил канадский инженер-связист Сэндфорд Флеминг, много лет, работавший на железной дороге. Он предложил ввести Универсальное координированное время (UTC) и

разделить земной шар на 24 сектора по 15 градусов в каждом, установив в каждом из них собственное единое время. В пределах часового пояса действует единое локальное время. При переходе через границу часового пояса время мгновенно изменяется на один час. Это решение позволяло значительно упростить расчет временных поправок: разница между двумя часовыми поясами всегда оставалась кратной целому часу.

В 1884 г. на Международной Меридианной конференции в Вашингтоне была принята система стандартного поясного времени. За нулевую точку отсчета приняли Гринвичский меридиан, отмеченный как нулевой UTC 0. Солнечное время на Гринвичском меридиане было принято называть всемирным временем. Порядковые номера часовых поясов увеличиваются с запада на восток. повсеместное введение поясного времени завершилось в 1929 г. Европейские страны стали также вводить на своей территории единое время. Россия, как обычно, шла своим уникальным путем. До революции она оставалась жить по солнечному времени – просто потому, что возможный переход к поясному времени воспринимался царским правительством как «потрясение основ» и «попрание святой самобытности». Поэтому в России железнодорожный транспорт и телеграфы работали по Петербургскому времени, а каждый город жил по времени своего меридиана.

В 1918 г. советское правительство ввело в стране поясное время, выделив на территории СССР 11 часовых поясов. В 1931 г. был издан декрет, переводящий время на 1 час вперед относительно поясного. С тех пор время в СССР и России менялось несколько раз и по разным причинам.

3.5 Межконтинентальные подводные телеграфные линии

К середине XX века наземный телеграф разветвился на большей части Европы и Америки, но оставалась проблема подводного телеграфа, через моря и океаны. К этому времени были уже сделаны первые попытки организовать телеграфную связь по подводному кабелю. Так, в России первый подводный кабель соединил в 1853 году Ораниенбаум с Кронштадтом. Несколько раньше в 1842 году, опыт передачи сообщений по подводному кабелю произвёл и Морзе. Его кабель, защищенный резиной и свинцовой трубкой, был проложен в нью-йоркской гавани.

Мысль о подводном телеграфе принадлежит английскому физик Ч. Уитстона, который в 1840 году предложил свой проект соединения Англии и Франции подводной телеграфной связью. Его идея была, однако, отвергнута как неосуществимая. Считалось, что проложить электрическую линию через море невозможно, так как вода поглощает ток, который в воздухе беспрепятственно распространяется по проводам, подвешенным на фарфоровых изоляторах, а вещество, которое могло бы

изолировать железные и медные провода на дне морей и океанов еще не было открыто.

В 1849 г. был предложен проект прокладки первого подводного кабеля через пролив Па-де-Кале, который соединил Англию и Францию (рисунок 3.10). Кабель, выполненный без инженерных расчетов (тогда еще никто не знал, что и как надо рассчитывать), был во многом примитивным. 28 августа 1850 г началась прокладка кабеля от Дувра и к вечеру того же дня закончилась в пригороде Кале. Однако сигналы, передаваемые с английского берега были слабыми и устойчивую связь установить не удалось.

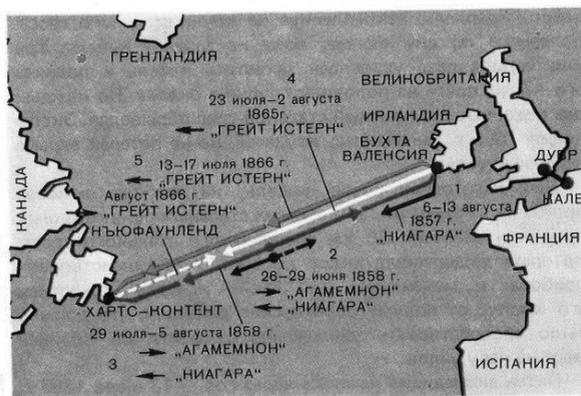


Рисунок 3.10 – Первые подводные телеграфные кабельные линии связи

Более того, на следующий день кабель был случайно оборван недалеко от французского берега рыболовной снастью. Так неудачно закончил свое однодневное существование первый морской кабель. Второй морской кабель, с более совершенной конструкцией, был проложен между Дувром и пригородом Кале 25 сентября 1851 г. После нескольких недель испытаний кабель был сдан в эксплуатацию.

Первоначально для передачи телеграмм из Парижа в Лондон дважды производился переприем телеграмм: сначала в Кале и затем Дувре и время передачи длилась от получаса до часа. Только в 1952 г. было установлено прямое телеграфное сообщение Лондона и Парижа без переприемов. С этой телеграфной линии началось создание межконтинентальных линий связи. Вскоре Англия была соединена подводным кабелем с Ирландией, Германией, Голландией и Бельгией. Затем телеграф связал Швецию с Норвегией, Италию — с Сардинией и Корсикой. В 1854—1855 гг. был проложен подводный кабель через Средиземное и Черное моря.

Успех действующих морских телеграфных линий явился примером для дальнейшего строительства подводных телеграфных линий. Этому также способствовало то, что в Европу доставили открытое в Индии вещество — гуттаперчу, и Вернер Сименс предложил покрывать ею провода для изоляции. Гуттаперча как нельзя более подходит для изоляции именно подводных проводов, ибо окисляясь и ссыхаясь в воздухе, она нисколько не изменяется в воде и может сохраняться там неопределенно долгое время. Так был решен важнейший вопрос об изоляции подводных проводов.

После успеха первых подводных телеграфных линий вопрос о соединении телеграфной связью через Атлантический океан Америки с Европой перешел в практическое воплощение. При этом пришлось решать

Возглавил работы по прокладке американский предприниматель Сайрус Филд (1819–1892), образовавший в 1856 году «Трансатлантическую компанию» (*Atlantic Telegraph Company*). Ему пришлось решать как финансовые проблемы, так и ряд теоретических проблем и вопросов. При этом не обошлось без скептиков и даже противников трансокеанского телеграфа.



Сайрус Филд – организатор прокладки первого трансатлантического телеграфного кабеля в 1857–1866 гг.

Проблема заключалась в том, что даже в самом узком месте ширина океана превышала 3500 км при глубине 4500 м. Необходимо было сконструировать такой кабель, который не только бы выдержал огромное давление воды, подводные течения и трение о прибрежные скалы, но и обеспечивал малые потери энергии сигналов на огромном расстоянии. Даже сам Морзе, человек, который больше всех способствовал усовершенствованию телеграфа, считал это предприятие слишком смелым. Но ему же принадлежат пророческие слова, что в случае успеха прокладка трансокеанского кабеля будет *«the great feat of the century»* — величайшим подвигом столетия.

Одним из теоретических был также вопрос – может ли электрический ток пробежать огромное расстояние в 4–5 тысяч километров, отделяющее Европу от Америки. Для решения вопроса был проведен уникальный эксперимент – соединили в одну электрическую цепь все действующие в стране провода телеграфных линий и пропустить через них ток. В ночь на 9 декабря 1856 года все воздушные, подземные и подводные провода Англии и Ирландии были соединены в одну непрерывную цепь длиной в 8 тысяч километров. Ток прошел через эту

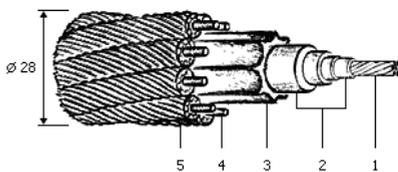
протяженную цепь, так был получен положительный ответ на поставленный вопрос.

В 1857 году акционерное общество «Atlantic Telegraph Company» приступило к строительству телеграфной линии, начав с укладки 4500 километров армированного телеграфного кабеля. Специально подготовленные корабли «Агамемнон» и «Ниагара» начали прокладку от берегов Ирландии, однако из-за потери кабеля попытку пришлось отложить.

После произошедшей в начале 1857 года второй безуспешной попытки, лишь с третьей (июль 1858 года) удалось проложить кабель от берегов Ирландии до Ньюфаундленда, 5 августа была установлена трансатлантическая телеграфная связь 16 августа 1858 королева Великобритании Виктория (1819–1901) и тогдашний президент США Джеймс Бьюкенен (1791–1868) обменялись поздравительными телеграммами. Приветствие английской королевы состояло из 103 слов, передача которых длилась 16 часов. Весь цивилизованный мир ликовал. Однако ликование было недолгим: кабель проработал всего две недели и по нему успели передать только 400 телеграмм, сигнал был настолько слабым на фоне шумов, что для передачи нескольких слов требовалось часы. В сентябре 1858 года связь была нарушена, видимо, ввиду недостаточной гидроизоляции кабель был разрушен коррозией.

В 1864 году началась укладка 5100 км кабеля с улучшенной изоляцией, в качестве кабелюкладчика было решено задействовать крупнейшее судно тех времён — британский пароход «Грейт Истерн». 31 июля 1865 года при укладке произошёл обрыв кабеля. Лишь в 1866 году с новой попытки удалось уложить кабель (рисунок 3.11), который обеспечил долговременную телеграфную связь между Европой и Америкой.

Рисунок 3.11 – Глубоководный телеграфный кабель, одножильный, проложенный в 1865 – 1866 гг. на линиях Ирландия – Ньюфаундленд: 1 – токопроводящая жила, скрученная из семи медных проволок (вторым проводом цепи служила морская вода); 2 – четырехслойная гуттаперчевая изоляция; 3 – джутовая подушка под броню; 4 – стальные проволоки брони; 5 – обмотка из джута, искусственно увеличивающая наружный диаметр кабеля с целью уменьшения его веса в воде



Любопытно отметить, что оборванный в 1865 году кабель был обнаружен, после чего скреплен с недостающим фрагментом и смог успешно функционировать. Многолетняя история прокладки кабеля изобилует массой непредвиденных проблем, решением многих теоретических, экономических и технических трудностей прокладки кабеля, героического труда, ошибок и побед.

Прокладка первой трансатлантической телеграфной кабельной линии потребовала в общей сложности около 10 лет (1857–1866). Было организовано пять экспедиций, и только пятая экспедиция, длившаяся две недели, с 12 по 27 июля 1866 г., ознаменовалась полным успехом закончилась. Этот кабель действовал почти без перерыва в течение семи лет.

Третий трансатлантический кабель был проложен англоамериканской телеграфной компанией в 1873 году. Он соединял Пти–Минон возле Бреста во Франции с Ньюфаундлендом. В течение последующих 11 лет та же компания проложила между Валенсией и Ньюфаундлендом еще четыре кабеля. В 1874 году была построена телеграфная линия, соединявшая Европу с Южной Америкой.

Здесь обратим внимание, что первый телефонный кабель между Америкой и Европой задумывали провести с 20-х годов XX века, но работы начались только в 50-х годах, до этого связь между континентами обеспечивалась длинноволновой радиосвязью. Первый телефонный кабель был проложен только в 1956 году, через сто лет и один месяц после телеграфного кабеля.

В настоящее время подводные кабели связи изготавливают на основе оптоволокон. Но и сейчас возникают проблемы, стоит вспомнить проблемы с обрывом кабеля в Средиземном море в 2008 году, когда без Интернета на долго остались 70% территории Индии и Египта. Вторым, не менее грандиозным проектом XIX века, явилось строительство Индо-Европейской телеграфной линии Лондон — Калькутта. Линия проходила через Германию, западные губернии России, Крым, Кавказ и Персию. Строительство, которое вела фирма «Сименс и Гальске», началось в 1867 году. Фирма уже имело необходимый опыт, пусть и не в таких грандиозных масштабах. «Siemens&Halske» к тому времени уже построили первую в Германии телеграфную линию Берлин — Франкфурт-на-Майне (1849 г.), предприятие занималось строительством линий, связавших Берлин с Кёльном, в 1852 году правительство Нидерландов заказало оборудование, связавшее Роттердам с Бельгией, а в 1853 году «Siemens&Halske» начали строительство русской телеграфной сети. Проект выглядит грандиозным даже сейчас, для тех же лет он был просто фантастическим. Необходимо было проложить телеграфную линию протяжённостью 11 000 км, которая связала бы Лондон с Калькуттой, административным центром главной колонии Великобритании — Индии.

В 1868 году компанией начато строительство телеграфной линии. Работы велись одновременно на территории разных стран, и, тем не менее, рекордные сроки окончания строительства до сих пор вызывают уважение даже у современных специалистов. На Кавказском участке кабель был изначально проложен по дну моря вдоль берега. Однако вскоре после окончания работ кабель порвался в нескольких местах из-за

землетрясения. Эта авария поставила сроки сдачи телеграфа под угрозу срыва. Тогда было решено перенести трассу линии и проложить её по берегу, на столбах. Для переноса линии в нужные сроки требовалось много рабочих. Для этого Карл Сименс повысил строителям зарплаты, а также заплатил композиторам Ганске и Волхаберу большие гонорары, чтобы те написали «Марш телеграфистов». В кратчайшие сроки этот марш стал популярен в Австро-Венгрии, что позволило завербовать необходимых рабочих.

Телеграфная линия прошла через Лондон – Берлин – Киев – Одессу – Керчь – Батуми – Тифлис – Тегеран – Карачи – Калькутту и её строительство заняло два года (рисунок 3.12). До настоящего времени в Крыму и на Кавказе сохранились отдельные столбы Индо-Европейского телеграфа, поставленные в 1860-е годы (см. рисунок 3.7), и на которых на них хорошо сохранились клеймо: "LONDON № 8 SIEMENS. а в Симферополе и Сухуме сохранились здания телеграфов

Торжественное открытие состоялось в 1870 году: 12 апреля из Лондона в Калькутту по телеграфу был передан текст государственного гимна "Боже, храни королеву" и табель зарплаты будущих телеграфистов. Скорость передачи сообщения была по тем временам ошеломительная: сеанс связи занял 28 минут.



Рисунок 3.12 – Линия Индоевропейского телеграфа Лондон–Калькутта (1867–1870)

Индоевропейская компания успешно работала на территории Российской Империи: телеграфная линия использовалась и для местных нужд. Работа в компании считалась престижной, здесь трудились представители дворянства. Интересный факт: земля вокруг телеграфных столбов, в радиусе трёх метров, принадлежала Соединённому Королевству. Король Георг V выкупил землю вокруг каждого столба телеграфа, эта территория до революции считалась собственностью Великобритании. После Великой Октябрьской революции телеграфную линию, проходящую по

территории России, национализировали, а в 1922 году была продлена концессия с англичанами по совместной эксплуатации телеграфа, который успешно работал вплоть до 1931 г.

Строительством кабельных трансатлантической и индоевропейской телеграфных линий связи было положено начало всемирной сети телекоммуникации. Благодаря этим линиям и сегодня действует и всемирная паутина – Интернета.

5.8 Каналы тонального телеграфирования

На начальном этапе для телеграфной связи использовались в основном стальные цепи ВЛС с числом проводов 1–3, а иногда 10–15. С ростом числа телеграфных связей требовалась подвеска дополнительных проводов. В то же время подвеска дополнительных проводов требовало больших капитальных затрат, что в условиях роста телеграфного обмена было связано с большими капитальными вложениями на подвеску проводов. В связи с этим в 1869 г. профессор Харьковского университета Ю. И. Морозов (1836–1900) разработал установку для телеграфирования переменными токами разной частоты (идею частотного уплотнения выдвинул французский учитель физики Э. Лаборд в 1860 г.). Благодаря частотному уплотнению цепей связи, появилась возможность одновременной передачи несколько сообщений как по одной цепи, так и по телефонным и радиоканалам.

По проводным каналам телеграфирование осуществляется, как правило, в звуковом диапазоне частот. Если для передачи сигналов применяют токи тональной частоты от 300 до 3400 Гц, то такой способ передачи называют тональным телеграфированием (ТТ). Если для передачи сигналов применяют переменный ток с частотой выше тонального спектра частот (4000–10000 Гц), то такой способ передачи называют надтональным телеграфированием (рисунок 3.13). Система телеграфной связи в полосе низких частот (0–100 Гц) (ниже полосы тональных частот телефонного канала) получила название системы подтонального телеграфирования и широко использовался на практике [33]. При ТТ возникает проблема передачи дискретного сигнала постоянного тока по аналоговому каналу, не пропускающему сигналы постоянного тока. Дискретный сигнал в виде импульсов постоянного тока по такому каналу ТЧ не пройдет, так как каналы ТЧ не пропускают постоянный ток. В качестве переносчика дискретных сигналов в этом случае должен использоваться ток тональной частоты в диапазоне 300 – 3400 Гц.

Процесс преобразования цифрового сигнала в аналоговый называется модуляцией (в старой терминологии – манипуляцией), а обратный процесс – демодуляцией. Конструктивно эти процессы совмещаются в аппаратуре тонального телеграфирования. Большинство способов преобразования

состоит в изменении какого-либо параметра периодического сигнала $S(t) = A \sin(2\pi ft + \varphi)$, – амплитуды A , частоты f и фазы φ синусоиды.

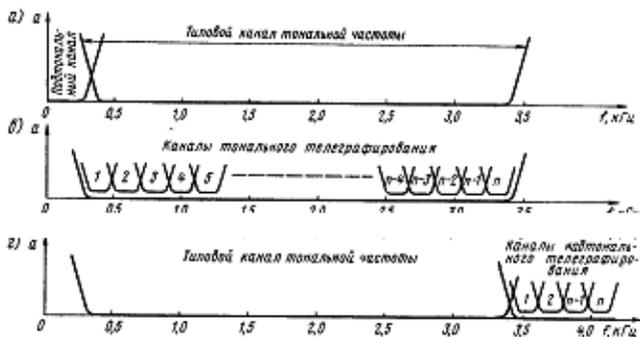


Рисунок 3.13 – Каналы частотного телеграфирования

Периодический сигнал, параметры которого изменяются, называют *несущим сигналом* или *несущей частотой*, если в качестве такого сигнала используется синусоида. Соответственно возможны три простых вида модуляции – амплитудная (АМ), частотная (ЧМ) и фазовая (ФМ) (рисунок 3.14). При АМ переменный ток несущей частоты подается в линию только при нажатии ключа Кл, в случае размыкания ключа подача тока в линию прекращается, При ЧМ посылке нажатия ключа соответствует посылка переменного тока частотой f и посылке покоя – посылка переменного тока частотой f .

Тональное телеграфирование с АМ впервые было осуществлено по стальным проводам в 1925 г. Разработка аппаратуры была выполнена в Московском государственном университете. Первые системы ТТ строились с использованием принципов амплитудной модуляции. С 1940 г в аппаратуре ТТ началось применение частотной модуляции. Систем ТТ с частотной модуляцией, обладает по сравнению с системами с амплитудной модуляцией значительно большей помехоустойчивостью по отношению к шумам и импульсным помехам.

В период 1930–1934 гг. была разработана и внедрена в эксплуатацию первая система подтонального телеграфирования, дающая один дополнительный канал телеграфной связи на цепи телефонной связи. Она была разработана П. А. Азбукиным и использовалась на линии связи между Москвой и Ленинградом.

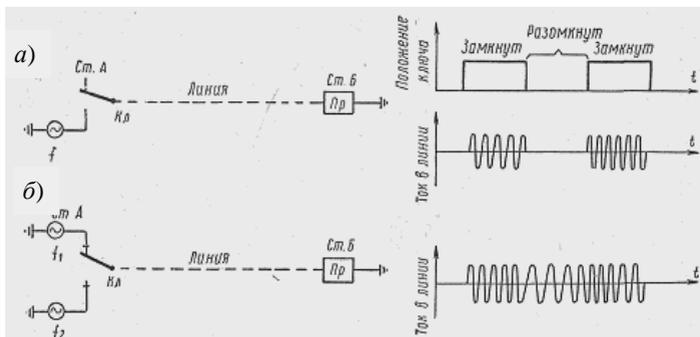


Рисунок 3.14 – Способы передачи частотно-модулированных сигналов: *а* – амплитудная модуляция; *б* – частотная модуляция

В 1930–1940 гг. на заводе «Красная Заря» (г. Ленинград) была разработана 18-канальная аппаратура ТТ. Несущие частоты располагались в диапазоне от 420 Гц до 2460 Гц с интервалом в 120 Гц. Испытания аппаратуры на линии Москва–Куйбышев показали высокую эффективность и надежность действия. После этого аппаратуру



использовали для телеграфной связи Москвы с Новосибирском, Иркутском, Хабаровском и др.

Кроме аппаратуры ТТ, в 1952 г. промышленность разработала аппаратуру надтонального телеграфирования, которую начали внедрять на железных дорогах. Она работала по физическим цепям в полосе частот от 3 до 5,5 кГц со скоростью 50 Бод. С помощью этой аппаратуры были организованы каналы телеграфной связи на магистральных направлениях Новосибирск–Красноярск–Иркутск–Чита, Харьков–Ростов и др.

Ценным вкладом в техническую литературу по вопросам частотного телеграфирования внес В. Н. Листов [63]. В 1930 г. Были изданы его учебные пособия «Физические основы частотного телеграфирования» (1931) и «Подтональное телеграфирование» (1932) [32, 34].

После окончания Великой Отечественной войны началась коренная реконструкция всех линий радиосвязи Советского Союза и внедрение двуканальной частотной телеграфии (ДЧТ), что позволило организовать на ряде направлений два канала радиотелеграфной связи вместо одного.

4 СЕТИ ТЕЛЕГРАФНОЙ СВЯЗИ

Сети связи – видимая и невидимая паутина опоясывающая континенты, страны, ведомства, – основа передачи сообщений и обмена информацией, управления обществом, железнодорожным и другими видами транспорта.

Н. Ф. Семенюта (р. 1929)

4.1 Исходные положения

С развитием телеграфной связи линий встал вопрос о создании сетей связи, объединяющие оконечные (абонентские) пункты (ТА), линии связи (ЛС) с центральным телеграфным узлом связи (ЦТС). Соединение оконечных пунктов, для обмена сообщениями производится в ЦТС с помощью специального устройства – коммутатора (от лат. *commutatio* – перемена), которые позволяли централизованно временно соединять оконечные пункты между собой. Такое радиальное соединение оконечных пунктов и явилось началом формирования сетей телеграфной связи (рисунок 4.1).

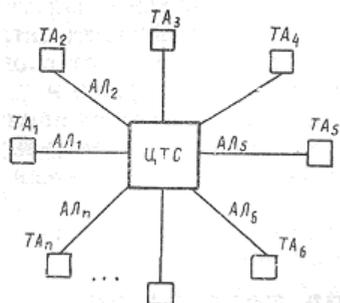


Рисунок 4.1. – Радиальная сеть телеграфной связи

Применение коммутатора позволяет значительно уменьшить как число линий связи, так и число аппаратов по сравнению с числом линий при организации связи каждого с каждым. Первоначально на телеграфных станциях для ручной коммутации использовались простейшие круглые или квадратные коммутаторы с тремя отверстиями (рисунок 4.2).

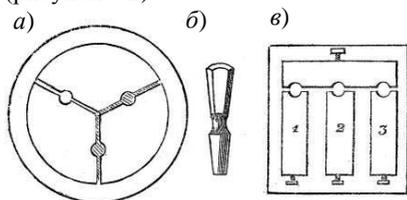


Рисунок 4.2 Простейшие устройства коммутации: а – круглый коммутатор; б – втулка; в – квадратный коммутатор

Коммутаторы состояли из трех медных пластинок, прикрепленных к деревянной доске так, чтобы они не прикасались друг к другу; но их можно соединить вместе, вставляя медную втулку (штепсель) и тем самым

производить подключение одного линейного провода на промежуточных станциях к одному из двух аппаратами.

С увеличением числа линейных проводов начали использовать более сложные коммутаторы. Из них наибольшее распространение получили швейцарские коммутаторы координатного типа, которые состояли из поперечных и продольных латунных пластин (ламелей), расположенных друг к другу под прямым углом (рисунок 4.3). В местах пересечения пластин они имели цилиндрические отверстия для вставления в них медного штепселя. Если в отверстия вставить штепсель, то верхняя пластина электрически соединяется с нижней пластиной и происходит коммутация цепей. Емкость таких коммутаторов была небольшой (10–12 линий).

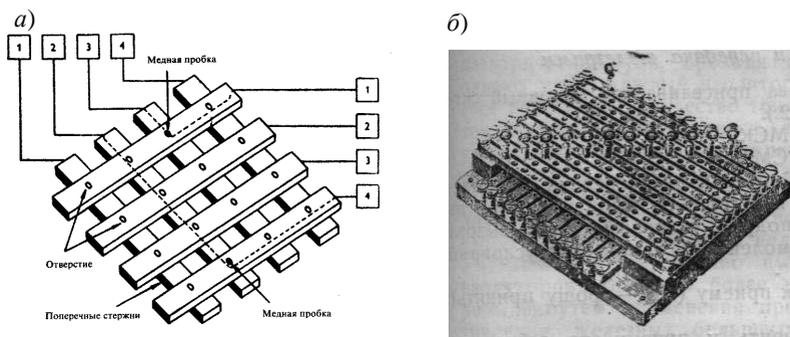


Рисунок 4.3 – Швейцарский телеграфный коммутатор: а – принцип коммутации 1...8 телеграфных линий; б – общий вид

В последующем функции подобных коммутаторов были расширены, с их помощью стало возможным коммутировать не только телеграфные аппараты и линейные провода, но источников питания (батарей), т. е. они стали универсальными и получили название линейно-батарейных коммутаторов (ЛБК), их емкость возросла до 20–80 линий. С помощью ЛБК производилась коммутация телеграфных аппаратов, каналов связи, источников электропитания, измерения величины тока и напряжения в различных электрических цепях и др. [1, 2, 23].

С началом создания коммутируемой сетей телеграфные коммутаторы были заменены на ручные, а потом автоматических телеграфных станций. Телеграфная станция — комплекс оборудования, предназначенный для коммутации каналов связи телеграфной сети. На телеграфной станции организуются временные соединения оконечных пунктов телеграфной сети в процессе телеграфной связи. К середине 1970 годов автоматические телеграфные станции практически полностью вытеснили ручные телеграфные станции.

4.2 Участковая телеграфная сеть связи железной дороги

Для телеграфной связи промежуточных станций железных дорог по приему и отправлению поездов использовался "поездной" телеграфный провод, в который включалось 2–3 телеграфных аппарата Морзе, которые образовывали так называемый телеграфный круг (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 – Организация телеграфной связи отделения службы эксплуатации

Для связи станций, делящих телеграфные круги (деповские станции) с отделениями службы эксплуатации применялся "циркулярный" телеграфный провод. При этом основным на участковых связях были аппараты Морзе, которые преимущественно работали в симплексном режиме. Передача и прием и чтение телеграфных сообщений вменялась в обязанность всех дежурных по станциям.

"Прямой" телеграфный провод применялся для связи отделений с управлением дороги и последних с НКПС. На прямых цепях обычно использовались аппараты Бодо и реже Уитстона.

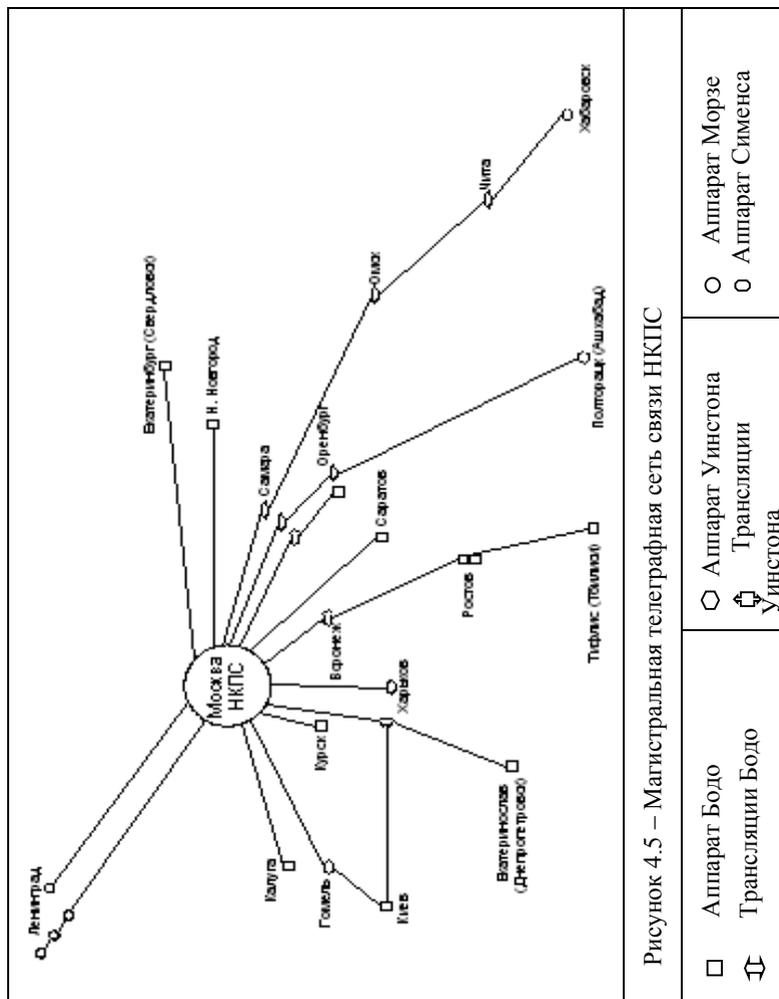
4.3. Дорожная и магистральная телеграфная связь сеть

На начальном этапе дорожную и магистральную телеграфную связь состояла из однопроводных 5-миллиметровых стальных цепей ВЛС и быстродействующих телеграфных аппаратов Бодо. Для увеличения дальности связи начали использовать простые и регенеративные телеграфные трансляции и ретрансляции. На цепях, работающих кодом Морзе широкое применение получили простые трансляций типа БСТО (см. рисунок 3.35).

На этой стадии началось становление телеграфной дорожной связи управлений дорог между собой и некоторыми железнодорожными узлами (Самара, Харьков и др.) и станциями (рисунок 4.5), а также магистральной телеграфной сети связи НКПС с управлениями дорог. В основу формирования телеграфной сети была положена радиальная структура, которая сохраняется в основном и в наши дни.

На самых дальних телеграфных связях работали симплексные аппараты Уитстона, на линиях средней дальности – дуплексные телеграфные аппараты Бодо. На связи с Харьковом сохранились аппараты Сименса.

На связи Москва–Хабаровск, протяженностью 8530 км было установлено 15 телеграфных трансляций. Устойчивость работы телеграфных связей на дальние расстояния во многом зависела от места расположения трансляций на линии и надежности их работы. При ухудшении условий передачи (дождь, снег, иней и др.) приходилось переходить на симплексный режим передачи или производить переприем телеграмм в Омске или Чите. Из-за этого скорость передачи телеграмм с Читой и Хабаровском значительно снижалась.



В целом магистральная телеграфная связь на дальние расстояния обладала низкой надежностью. Так известны случаи, когда связи с Читой не было 5, а с Хабаровском – 30 дней. Надежность связи с управлениями дорог Сибири и Дальнего Востока удалось несколько улучшить после установки в Омске и Иркутске дуплексных регенеративных трансляций Уитстона.

Дальнейшим решением проблемы проводной дорожной и магистральной телеграфной связи явилась разработка аппаратуры тонального телеграфирования, обеспечивающая по высокочастотным телефонным каналам (каналам тональной частоты) связь дискретными сигналами переменного тока практически на любые расстояния.

6.4 Сети беспроводной телеграфной связи

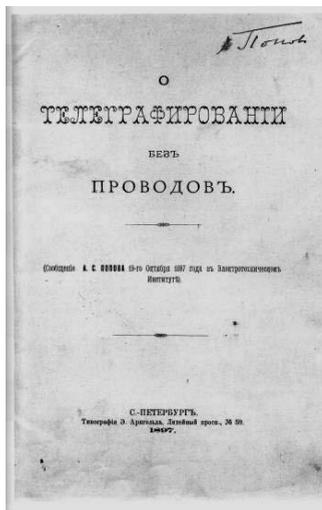
Радиотехника как область знаний и практической деятельности человека за сто с лишним лет своего развития прошла огромный путь – от первой системы беспроводной передачи сигналов до современных наземных и космических радиосистем. Начало практической беспроводной связи принято считать 7 мая (25 апреля по старому стилю) 1895 г., когда А. С. Попов (1859–1905) на заседании Физико-Химического общества прочитал доклад на тему «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». Он тут же показывает построенный им прибор, с помощью которого мог улавливать и отмечать электрические разряды, происходящие на далеком расстоянии от места нахождения наблюдателя. В ознаменование этого события ежегодно 7 мая отмечается День радио. Прибор этот, названный им «грозоотметчиком», составлен из двух существенных частей: когерера и реле, т. е. другими словами, представляет из себя не что иное, как приемный аппарат беспроводного телеграфа [16, 29, 55?].



Описание уже усовершенствованного прибора было напечатано в январском номере журнала Физико-Химического общества за 1896 год под заглавием «Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний». Заложив основы беспроводного телеграфирования. С этого момента Попов неутомимо продолжает усовершенствовать изобретенную им систему телеграфирования без проводов. 31 (19) октября 1897 г. А. С. Попов прочитал лекцию в Электротехническом институте С.-Петербурга «О телеграфировании без проводов». Текст доклада был опубликован отдельной брошюрой «Щ телеграфировании без провол\дов» (1897).

Спустя год после опытов Попова аналогичное устройство в Лондоне представил Гульельмо Маркони (1874–1937). В отличие от Попова,

Маркони поставил дело на широкую коммерческую основу, создав в 1897 году компанию по производству радиоаппаратуры, существующую по сей день. В 1898 году Маркони впервые передал радиосигнал через Ла-Манш, а 12 декабря 1901 года – через Атлантику. С помощью проволочной антенны, прикрепленной к воздушному змею, запущенному на острове Ньюфаундленд, была принята радиограмма, посланная с южной оконечности Англии. Эта радиограмма состояла всего из трех точек, что по азбуке Морзе означало латинскую букву S. В 1909 году за достижения в области радиотехники Маркони вместе с изобретателем электронно-лучевой трубки Карлом Брауном (1850–1918) была присуждена Нобелевская премия по физике. Поскольку посмертно премия не присуждается, А. С. Попова не было среди лауреатов.



Этапным явилось также создания «особого отделения для устройства беспроволочного телеграфа по системе профессора А. С. Попова и «Общества беспроволочной телеграфии в Берлине» («Телефункен»). Цели отделения были не только коммерческие, но также как заявлялось «достижение наибольшего совершенства в области беспроволочного телеграфирования, как в морском, так и в сухопутном деле, а также введение производства в России». При этом треть причитавшихся ученому дивидендов выплачивалась его семье в течение трех лет после его безвременной кончины.

В начале 1917 г. вышла в свет небольшая брошюра Имманта Георгиевича Фреймана «Краткий очерк основ радиотехники». На титульном листе впервые появился новый для специалистов тех лет термин «радиотехника». По свидетельству историка радиотехники профессора И. В. Бренева (1901–1981), именно Иммант Георгиевич ввел это определение новой науки вместо «беспроволочной телеграфии» [16].

Общей тенденцией радиосвязи на протяжении всего XX века было освоение все более и более высоких частот. Начав с длинных волн (ДВ), затем постепенно перешли на средние (СВ) и короткие (КВ) и, наконец, на ультракороткие (УКВ), к которым относятся волны длиной менее 10 м (частота более 30 МГц). УКВ имеют ряд принципиальных достоинств. Во-первых, в данном диапазоне волн практически нет атмосферных помех, в чем легко убедиться, сравнив качество радиопередачи в диапазонах СВ и

УКВ на любом радиоприемнике. Во-вторых, УКВ-диапазон более широкий по сравнению с ДВ и СВ. Один УКВ-радиоканал можно уплотнить множество телефонных каналов и передать их практически без помех через эфир получателю. Однако УКВ радиоволны имеют один принципиальный недостаток – они не огибают земную поверхность как ДВ и СВ, а распространяются только в пределах прямой видимости. Следовательно, для передачи УКВ-сигнала между городами, железнодорожными узлами, необходимо построить цепочку приема-передающих станций, называемую радиорелейной линией (РРЛ) (рисунок 4.6).

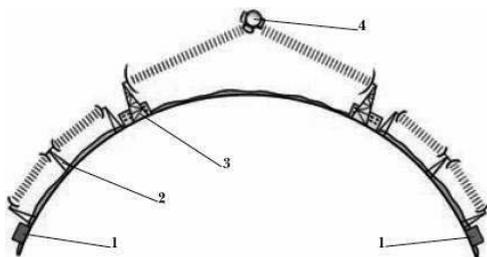


Рисунок 4.6 – Радиорелейная линия связи с искусственным спутником Земли (ИСЗ): 1 – оконечные пункты линии; 2 – промежуточный пункт; 3 – земная станция радиосвязи с ИСЗ; 4 – ИСЗ с активным ретранслятором

Экспериментальные РРЛ начали строиться в 1940-х годах, в 1950-е годы башни радиорелейных станций высотой 40–100 м с направленными в разные стороны зеркалами-антеннами украсили пейзажи многих стран. Современные радиорелейные линии, работающие в сантиметровом диапазоне, обладают очень большой пропускной способностью и выступают как альтернатива кабельным линиям при сооружении магистральных каналов связи. Строительство первой радиорелейной линии в нашей стране было осуществлено в 1953 г. между Москвой и Рязанью.

Самая длинная в мире РРЛ Москва–Хабаровск имеет протяженность около 8 000 км, она насчитывает 162 радиорелейных станции и имеет пропускную способность 155 Мбит/с в каждом из 8 стволов, что достаточно для организации почти 20000 каналов тональной частоты.

С помощью РРЛ были решены многие проблемы междугородной связи. На суше РРЛ потеснили магистральные кабельные линии. Однако для организации трансокеанской связи они оказались непригодны – в море не поставишь ретранслятора.

Начало применения магистральной радиосвязи на железнодорожном транспорте пришлось на 30-е годы прошлого столетия (рисунок 4.6). Несмотря на большие преимущества проводной телеграфной, она не всегда гарантировала постоянство ее действия, особенно с удаленными железными дорогами Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии, Закавказья. Частые стихийные явления (гололед, иней, снежные и песчаные бури, грозы и др.) повреждали «воздушку» иногда на несколько часов, а то и дней, что

приводило к нарушению управления железнодорожными перевозками. Например, в 1931 г. с Хабаровском не было связи 20 дней, с Читой – 5. В эти годы начали создаваться первые передающие и приемные радиостанции НКПС в Москве, Чите, Тифлисе, Харькове, Казани и др.).

Сеть магистральной радиотелеграфной связи строилась по радиальной принципу (рисунок 4.7). Для передачи телеграмм использовались в основном аппараты Морзе. К особенностям радиотелеграфной связи можно отнести то, что прием сообщений производится «на слух». Слух телеграфных посылок точек и тире азбуки Морзе в виде тональных посылок частотой 800–1000 герц. За счет этого достигается более высокая скорость передач 40–60 знаков в минуту, что выше по сравнению с телеграфной связью по проводам и приемом посылок тока электромагнитными аппаратами

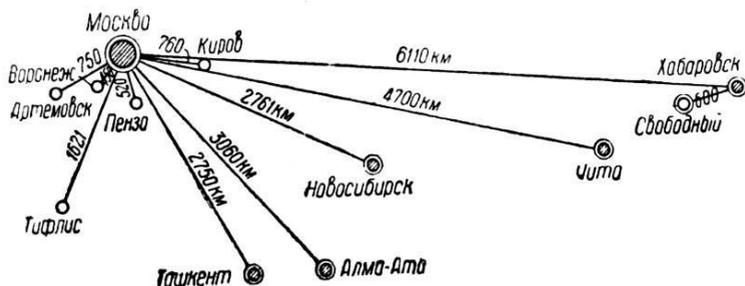


Рисунок 4.7 – Сеть магистральной радиосвязи железнодорожного транспорта

В создании сети радиотелеграфной связи страны и железнодорожного транспорта весомый вклад внес П. Н. Рамлау, в том числе проектировании и строительстве радиолинии Москва – Ташкент (1925 г.). Он издал первое учебное пособие (1939 г.) по проектированию радиосвязи на железнодорожном транспорте, а также обосновал необходимость внедрения поездной и станционной радиосвязи на железных дорогах [62].

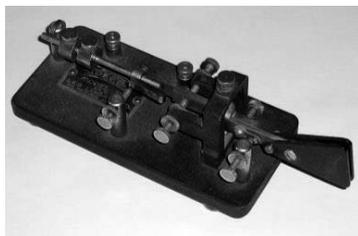
Принципиально новым направлением, позволившим радиосвязи вырваться вперед в соревновании с кабельными магистралями, стали спутниковые линии передачи, которые появились вскоре после исторического запуска 4 октября 1957 года первого искусственного спутника Земли (см. рисунок 4.6) [40]

Первые коммерческие связные спутники были выведены на орбиту в 1965 году. В СССР – «Молния-1», на борту которого была радиотрансляционная станция. В США – *Early Bird* («Ранняя пташка»). Аппаратура *Early Bird* была рассчитана на передачу 240 телефонных каналов тональной частоты, что в 5 раз превышало пропускную

способность трансатлантического кабеля ТАТ-1, а запущенные в 1971–1980 годах. Спутники «Интелсат» создавали по 6 000–12 000 каналов тональной частоты, плюс два канала телевидения. Однако потребности информационного общества растут так быстро, что и в УКВ диапазоне становится тесно. Решить проблему дефицита каналов позволили появившиеся в конце XX века волоконно-оптические кабели и линии связи.

Первые опыты по передаче телефонных сигналов по оптическому волокну были проведены в 1966 году, с тех пор оптические технологии превратились из экспериментальных в промышленные. Принципиальные достоинства оптических линий – высокая пропускная способность (до миллиардов битов в секунду), защищенность от помех и подслушивания – обеспечили им широчайшую область применения, от городских телефонных сетей до трансконтинентальных магистралей цифровое кольцо связи через три океана (Тихий, Индийский и Атлантический) и три материка (Азию, Европу и Северную Америку). К концу XX века в результате реализации нескольких грандиозных международных проектов все континенты оказались закольцованы в единую планетарную информационную супермагистраль.

В 1903 году на первой Международной радиотелеграфной конференции в



С целью повышения скорости передачи первой половине XX в. при радиотелеграфной связи кодом Морзе начали широко использовать полуавтоматический телеграфный ключи – виброплексы (рисунок 4.8), названные по фирме *«The Vibroplex Co. Inc.»*) [53].

. Рисунок 4.8 – Полуавтоматический телеграфный ключ «Виброплекс»

Изобретение полуавтоматического телеграфного ключа принадлежит американскому изобретателю Г. Мартину Хорейсу (1904). Такие ключи, также известны под названием «виброплекс» (по наименованию первой фирмы, выпустившей их на рынок). С развитием электроники полуавтоматически ключи вытеснили автоматические электронные ключи. История развития телеграфных ключей в проводной и радиосвязи приведена в прекрасной книге [53].

6.5 Автоматизированные телеграфные сети

Недостатком передачи телеграфных сообщений в рассмотренных телеграфных сетях было то, что для передачи телеграммы отправитель

должен был отнести телеграмму на центральный пункт передачи телеграмм, где телеграфист передавал телеграмму в указанный пункт. В пункте приема телеграмма специально выделенным лицом (курьером) доставляла телеграмму получателю. Процесс был трудоемкий и на передачу и прием телеграммы уходило много времени. Поэтому с развитием телеграфа шли исследования по автоматизации передачи и приема телеграмм.

Вместе с развитием телеграфной сети и ростом объемов сообщений возникла необходимость организации сети абонентского телеграфа. Под абонентским телеграфированием понимается система, позволяющая двум абонентам устанавливать друг с другом непосредственную телеграфную связь. По сравнению с обычной телеграфной связью преимущество

абонентской телеграфной связи заключается в том, что сообщения от абонента к абоненту передаются непосредственно без доставки отправителем телеграммы на центральный телеграф и последующей доставки телеграммы от приемного аппарата к получателю.

В телеграфной лаборатории Научно-исследовательского института Народного комиссариата связи в 1939 г. была разработана модель автоматической телеграфной станции на 100 абонентских линий (АТГС-100). Центральное управление сигнализации и связи НКПС планировало внедрение автоматической телеграфной станции (1940). Однако ее практическое внедрение задержалось в связи с началом войны 1941–1945 гг.

Практически автоматизация сети телеграфной связи началась со второй половины XX века с применения декадно-шаговых автоматических телеграфных станций. При этом процессы коммутации каналов производилась автоматически по набранному с помощью номеронабирателя вызывного прибора, номера вызываемого оконечного пункта. Через некоторое время декадно-шаговые телеграфные станции были заменены на более совершенные станции с электромагнитными многократными координатными соединителями (МКС).

Из последних наибольшее применение получили телеграфные станции АТ-ПС-ПД (рисунок 4.9). Станция позволяет производить автоматической коммутации каналов связи между узлами связи (прямые соединения ПС), оконечными пунктами абонентов (абонентское телеграфирование) и передача данных оконечными пунктами вычислительных центров (ПД). При этом передача дискретных сообщений допускалась со скоростями 50, 100 и 200 Бод. Особенностью автоматического оборудования телеграфной станции АТ-ПС-ПД состояло в том, что в ней предусмотрены специальные коммутаторы (КОК) для коммутации предварительно принятых сообщений (коммутации сообщений).

В конце XX века на смену координатным пришли электронные автоматические системы на микропроцессорах, что позволило их интегрировать с существующей телеграфной сетью.

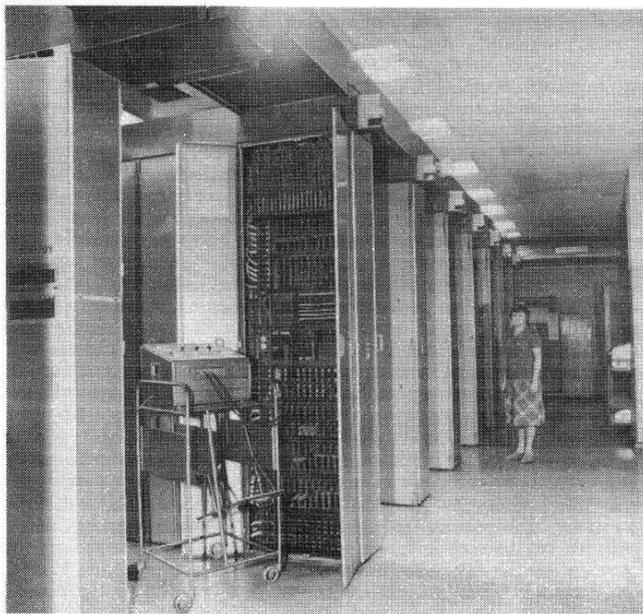


Рисунок 4.9 – Общий вид телеграфной станции АТ-ПС-ПД



Применение микропроцессоров позволило также значительно уменьшить объемы оборудования и занимаемые ими площади (рисунок 4.10).

Рисунок 4.10 – Электронная телеграфная станция «Вектор»

Из электронных автоматических устройств коммутации на железных дорогах получили: «Вектор» – телеграфный коммутационный сервер, позволяющее провести комплексную реконструкцию существующих сетей телеграфной связи и использовать возможности цифровых сетей. «Вектор», кроме коммутации включает также аппаратуру каналообразования телеграфных каналов связи.

6.6 Первичные и вторичные сети связи

Для организации связи на всей территории страны или ведомства, создаются сети связи, включающих множество пунктов телекоммуникации, и которые делятся на первичные и вторичные (рисунок 4.11).

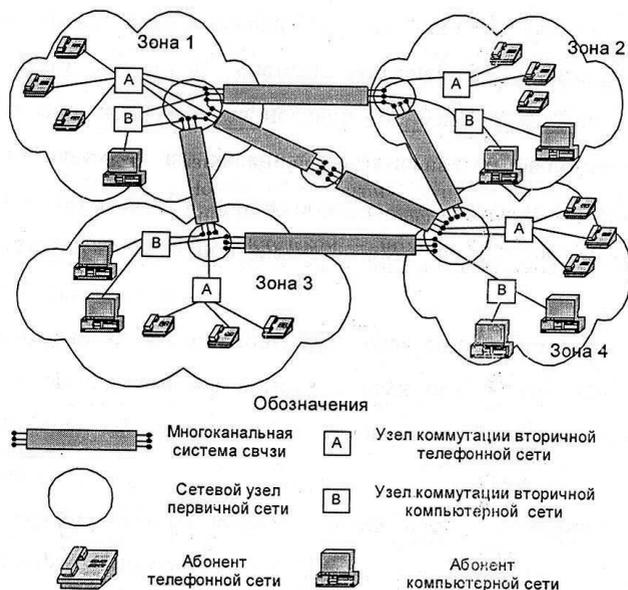


Рисунок 4.11 Первичной и вторичной сети связи

Первичная сеть – это мощные многоканальные системы магистральной связи и ее формирование шло на протяжении всего XX века (рисунок 6.14). Ее основу составляют магистральные воздушные и кабельных линий, к которым во второй половине века добавились радиорелейные и спутниковые линии связи по которым могут одновременно передаваться сигналы разных видов от различных источников.

Магистральная первичная сеть связывает между собой отдельные зоны, а местные сети связывают населенные пункты внутри каждой отдельной зоны. На базе первичных сетей в масштабах страны, региона или города создаются разнообразные вторичные сети, соответствующие тем или иным услугам связи. Одной из первых была вторичная телеграфная сеть, которая потом дополнилась вторичной телефонной сетью, а в последние годы – сетями передачи данных, мобильной телефонной связи и др.

Вторичные сети включают следующие составляющие: абонентов, пользующихся услугой данной вторичной сети; узлов связи; абонентских линий, связывающих абонентов с узлами (применительно к передаче данных этот участок часто называют «последней милей»); соединительных линий (каналов).

Магистральной первичная сеть связи России подключена к первичной мировой цифровой сети консорциума MCI WorldCom в 1993–1998 годах в трех точках: на западе через ВОЛС Копенгаген (Дания)–Кингисепп длиной 1210 км; на юге через морскую оптическую линию Палермо (Италия) – Стамбул (Турция)– Одесса (Украина) – Новороссийск длиной 3540 км; 3 оптический кабель Находка – Наоэцу (Япония) –Пусан (Корея) длиной 1762 км.

5 ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

*Торжеством передачи данных явилась сеть сетей связи
Интернет – глобальная цифровая сеть телекоммуникаций.
Н. Ф. Семенюта (р. 1929.)*

5.1 Исходные положения

С развитием и становлением глобального информационного общества, возникла необходимость в дистанционной передаче и обработки больших объемов сообщений (*Message*) с помощью компьютеров или аналогичными им автоматическими устройствами (маршрутизаторами, банкоматами и др.) Эта необходимость, первоначально (начиная с 50–60-х гг. XX столетия) привела к использованию телеграфа для передачи цифровой информации на ЭВМ, а затем появлению нового вида связи – *передача данных*, которого на начальном этапе передачи цифровой информации называли также «оргасвязь».

В технике связи рассматриваются вопросы передачи любых сообщений (телефонных, телеграфных, факсимильных, телевизионных), однако мы, имея в виду компьютерные сети, будем рассматривать прежде всего передачу данных (*data transmission*). Данными называют сообщения, формируемые или принимаемые компьютерами или аналогичными им автоматическими устройствами (банкоматами, маршрутизаторами компьютерных сетей и т. п.), называемыми в общем случае окончательным оборудованием данных (ООД) – Data Terminal Equipment (DTE).

Передача данных — передача цифровых сообщений по каналам связи от одного источника к другому источнику (от точки к точке) или от одного источника к нескольким источникам (от точки к нескольким точка)

сообщений, как правило, для последующей обработки средствами вычислительной техники. Данные – цифровые сообщения, идущие из источника информации, например, от телеграфного аппарата, персонального компьютера, большой ЭВМ или другого цифрового устройства поступают к другому источнику по каналу связи. При этом каналы связи могут быть, как и сигналы (*signal*), аналоговыми (*analog*) и цифровыми (*digital*).

Аналоговые сигналы для таких видов связи как телефония, радиовещание, телевидение и др. Они представляет собой непрерывную функцию времени. Спектр аналоговых сигналов сосредоточен в некоторой полосе частот от f_{min} до f_{max} . Например, звуки речи занимают полосу от 50–150 Гц до 8–10 кГц. Для телефонной связи высокого качества достаточно передать полосу частот от 300 до 3400 Гц. Спектр сигналов, применяемых для передачи музыки, значительно шире. Так как человеческое ухо воспринимает звуки от 20 до 20 000 Гц, то передачи музыкальных программ высокого качества системы переа должны обеспечить передачу этих частот. Рекордным по ширине спектра сигналов является телевизионный сигнал, он занимает полосу частот от нуля до 6 МГц.

В аналоговых многоканальных системах, применяются методы частотного разделения каналов тональной частоты и методы модуляции основаны на изменении параметров гармонической несущей частоты. На вход аналогового канала поступают аналоговые, т. е. сигналы, которые плавно и непрерывно изменяются по амплитуде и во времени, и на его выходе также сохраняется непрерывная форма сигналы (рисунок 5.1, а).

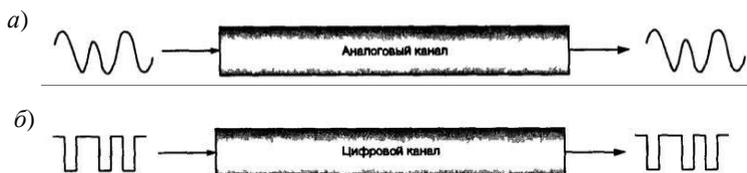


Рисунок 5.1 – Каналы связи: а – аналоговый; б – цифровой

Аналоговые сигналы содержат информацию в каждый момент времени. Аналоговый канал характеризуется шириной полосы пропускания и уровнем шумов.

С изобретением в 1906 г. американским изобретателем Ли де Форестом (1873–1961) трехэлектродной электронной лампы (триода) и началом на ее основе развития импульсной техники, в середине 30-х годов, прошлого века появляются идеи создания телефонных каналов с преобразованием аналоговых (непрерывных) сигналов в дискретные (цифровые), т. е. сигналы обозначающие одну из двоичных цифр 0 или 1 (рисунок 5.1, б). Цифровые

сигналы берут свое начало от первых систем телеграфирования. На вход цифрового канала поступают дискретные (цифровые) сигналы в виде кодовых комбинаций оконечных оборудования (телеграфный аппарат, терминалы передачи данных, персональные компьютеры и др.), при этом на выходе канала сигнал остается также цифровым. Дискретные сигналы содержат информацию только в определенные моменты времени, определяемые временем их отсчетов. Дискретный канал характеризуется скоростью передачи информации в битах в секунду.

Скорость передачи в битах в секунду не следует путать со скоростью телеграфирования определяющей количество передаваемых символов кода за единицу времени, которая измеряется бодами (*baud*). При синхронной передаче цифровых двоичных импульсов скорость в бодах может быть равной скорости в битах в секунду. При асинхронной передаче битами в секунду измеряется скорость передачи информации, без учёта служебных битов (стартовых, стоповых, чётность и др.).

Основные единицы измерения скорости передачи информации – бит в секунду, бит/с (*bits per second, bps.*) и байт в секунду (*bytes per second*) равная 8 бит/с. Широко используются также производными единицами информации: 1 Килобайт (Кбайт) = 1024 байт = 2^{10} байт, 1 Мегабайт (Мбайт) = 1024 Кбайт = 2^{20} байт и т. д.

Первые многоканальные системы передачи информации с цифровыми методами передачи сигналов на основе импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) начинают внедряться во второй половине XX века [33]. В эти же годы появляются первые системы передачи данных (СПД) (рисунок 5.2).

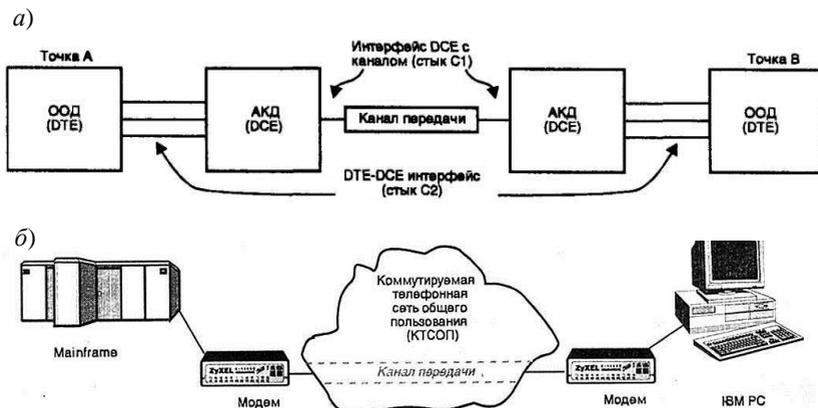


Рисунок 5.2 – Система передачи данных: а – структура; б – схема

Основными элементами СПД являются передатчик, он же источник информации, канал передачи данных и приемник, он же получатель информации. При двухсторонней (дуплексной передаче) источник и получатель могут быть объединены так, что их оборудование может передавать и принимать данные одновременно. Простейшая СПД между пунктами (точками) А и В включает следующие составляющие: оконечного оборудования данных в пунктах А и В, стык (или интерфейс) между оконечным оборудованием данных (ООД-DTE) и аппаратурой канала передачи данных (АКД) и канала связи.

Оконечное оборудование СПД является источником и получателем информации. Передача и прием данных осуществляется АКД, связь которых происходит через канал передачи данных. В качестве ООД применяются персональные ЭВМ, большие ЭВМ (*mainframe computer*), терминалы, устройство сбора данных, (кассовые аппараты, приемники сигналов глобальной навигационной системы или любое другое оборудование, способное передавать или принимать данные).

Функция DCE состоит в обеспечении возможности передачи данных между двумя или большим числом ООД по каналу определенного типа, например по телефонному. Для этого DCE должен обеспечить соединение с DTE с одной стороны, и с каналом передачи — с другой. В простейшем случае DCE является аналоговым модемом. В настоящее время модемы наиболее широко используются для передачи данных между компьютерами через коммутируемую телефонную сеть [65]. Модемы, разработанные в 60—70-х годах прошлого столетия, представляли собой устройства исключительно с функциями преобразования сигналов. Однако в последние годы модемы приобрели значительное количество сложных функций, которые будут рассмотрены ниже. Слово модем является сокращенным названием устройства, осуществляющего процесс модуляция/демодуляция.

Важную роль во взаимодействии DTE и DCE играет их интерфейс, который состоит из входящих/исходящих цепей в DTE и DCE, разъемов и соединительных кабелей. В отечественной литературе и стандартах также часто употребляется термин *стык*.

Цифровой канал является средой распространения цифровых (импульсным) сигналом. на входе и выходе канала. На вход аналогового канала поступает непрерывный сигнал, и с его выхода также снимается непрерывный сигнал (см.рисунок 5.1). Как известно, сигналы характеризуются формой своего представления.

При передаче данных на входе аналогового канала должно находиться устройство, которое преобразовывало бы цифровые данные, приходящие от DTE, в аналоговые сигналы, посылаемые в канал. Приемник должен содержать устройство, которое преобразовывало бы обратно принятые непрерывные сигналы в цифровые данные. Этими устройствами являются

модемы. Аналогично, при передаче по цифровым каналам данные от DTE приходится приводить к виду, принятому для данного конкретного канала. Этим преобразованием занимаются цифровые модемы, очень часто называемые адаптерами ISDN, адаптерами каналов E1/T1, линейными драйверами, и так далее (в зависимости от конкретного типа канала или среды передачи).

Коммутируемые каналы предоставляются потребителям на время соединения по их требованию (звонку). Такие каналы принципиально содержат в своем составе коммутационное оборудование автоматических телефонных станций (АТС). Обычные телефонные аппараты используют коммутируемые линии и каналы КТСОП. Кроме того, коммутируемые каналы предоставляет цифровая сеть с интеграцией служб (ISDN — *Integrated Services Digital Network*).

Как правило, двухпроводные каналы передают информацию поочередно в обоих направлениях (полудуплекс) и имеют двухпроводное окончание. Двухпроводные каналы позволяют использовать два провода как для передачи, так и для приема сигналов. Такие каналы позволяют экономить на стоимости кабелей, но требуют усложнения каналаобразующей аппаратуры и аппаратуры пользователя. Двухпроводные каналы требуют решение задачи разделения принимаемого и передаваемого сигналов. Такая развязка реализуется при помощи специальных дифференциальных систем, обеспечивающих необходимое затухание по встречным направлениям передачи. Неидеальность дифференциальных систем (а идеального ничего не бывает) приводит к искажениям частотных характеристик канала и к специфической помехе в виде эхо-сигнала.

Четырехпроводные каналы предоставляют два провода (или два двухпроводных канал ТЧ) для передачи сигнала одновременно в обоих направлениях (дуплекс) и имеют четырехпроводное окончание. Преимуществом четырехпроводных каналов является практически полное отсутствие влияния сигналов, передаваемых в прямом и обратном направлении.

Важную роль во взаимодействии DTE и DCE играют их интерфейсы (стыки), которые состоят из входящих/исходящих цепей в DTE и DCE, разъемов и соединительных кабелей.

Назначение канала связи – перенести поступивший от преобразователя первичный электрический сигнал на некоторое расстояние от источника до получателя. Для конечного потребителя, который покупает услуги у компаний–операторов связи, канал электрической связи начинается и заканчивается точками сопряжения – портами (*port*), физически реализованными в виде электрических разъемов, к которым можно подключить обычное устройство связи (телефон, видеотелефон, факс) либо аппаратуру передачи данных. Поскольку производителей оконечного

оборудования и операторов связи великое множество, необходимы четкие правила их сопряжения и единые требования к каналам электрической связи. Для согласования этих требований разработаны международные стандарты и рекомендации образованного еще в 1865 году в Париже Международного консультативного комитета по телеграфии и телефонии (МККТТ) – Comité Consultatif International de Télégraphie et Téléphonie (ССИТТ), вошедшего в 1932 году в Международный союз электросвязи (МСЭ) – International Telecommunications Union (ITU).

5.2 Особенности передачи данных

Главная функция СПД состоит в быстрой, верной и надежной передаче информации из одной точки в другую. Из этих функций вытекают ряд проблем, связанных проблемами передачи данных, основными из которых являются: высокая скорость передачи информации, высокая верность передачи информации и высокая надежность систем и устройств передачи данных.

В системах передачи данных, как и в телеграфной связи, для передачи дискретных сообщений используются дискретные (цифровые) сигналы, т. е. в этом передача данных и телеграфная передача полностью совпадают. Поэтому на начальном этапе на сетях передачи данных использовались коммутируемые и некоммутируемые каналы тонального телеграфирования со скоростями 50, 100, 200 Бод. В то же время такие скорости передачи данных значительно отличаются от высокой скорости ввода данных в ЭВМ. Поэтому на следующем этапе для передачи данных начали использовать каналы тональной частоты (телефонные каналы) с полосой частот 300–3400 Гц. При этом скорость передачи данных в зависимости от качественных показателей канала ТЧ возросла до 600, 1200, 2400, 4800 и 9600 бит/с. Однако и здесь возникли проблемы, связанные тем, что каналы тональной частоты изначально проектировались для передачи речевых (аналоговых) сигналов. Поэтому следующим этапом явилось применение для передачи данных групповых каналов многоканальных систем передачи информации с полосой пропускания 48 кГц., а затем применением каналообразующих устройств – модемов с многопозиционной дискретной модуляцией и широкополосных каналов, образованных по радиорелейным, спутниковым и волоконно-оптическим линиям связи. При этом скорости передачи информации возросли до сотен и тысяч мегабит в секунду [106].

Эффективным способом повышения скорости передачи явилось сжатие – компрессия (*compression*) первичного цифрового потока сигналов. Проблемой сжатия и обратной декомпрессией цифровых потоков занимаются ученые многих стран мира. В целом можно отметить, что разработка быстрых и эффективных алгоритмов компрессии данных

является одним из важных направлений информатики, требующих глубоких теоретических исследований. В подтверждение этого отметим, что в 2016 г. "Премия Салема", которая является аналогом Нобелевской премии по математике, была присуждена украинскому математику Марине Вязовской за решение задачи о плотной упаковке шаров в 8- и 24-мерном пространстве. Эта задача непосредственно связана с кодированием и сжатием дискретных сигналов при передаче данных [103]. Современные решения этой задачи касаются только для пространств с тремя и менее измерениями.

Для современных каналов передачи данных Международными рекомендациями установлена иерархия скоростных цифровых каналов. В качестве базового определен канал со скоростью передачи 64 кбит/с, достаточный для передачи оцифрованной речи и в этом смысле эквивалентный аналоговому каналу тональной частоты. Тридцать два базовых канала образуют первичный канал со скоростью передачи 2048 кбит/с (он обозначается E1), четыре канала E1 образуют вторичный канал E2 со скоростью 8 Мбит/с и т. д. вплоть до нескольких Гбит/с

Передача данных от источника к приемнику неизбежно сопровождается помехами (*noise*) из-за чего искажаются сигналы и на выходе системы, как и при телеграфной связи, возможно появления ошибок. При телефонной связи передаваемая информация носит смысловой характер и выпадение звук, слога, даже слова, не очень отражается на верности восприятия всего сообщения в целом. Не очень отражается на верности восприятия всего сообщения и пропадание отдельных букв в телеграфных сообщениях, имеющих, как правило, смысловой характер. При факсимильной связи, сами по себе настолько избыточны, что с возможными ошибками кодовых комбинаций можно примериться и ничего не делать для их устранения

Значительно сложнее обстоит дело при передаче данных (цифровой информации), сообщения которых не имеют избыточности и осмысливание которой человеком затруднительно. Пропадание или искажение значений цифр не может быть обнаружено человеком, а тем более ЭВМ. ЭВМ, обработав искаженные данные, выдаст неверные результаты, которые при дальнейшем их использовании могут привести к нежелательным последствиям и даже катастрофам. Поэтому при передаче данных должна быть обеспечена более высокая верность связи, чем в случае телеграфной связи. Поэтому при передаче данных необходима более высокая верность (*fidelity*) передачи информации по сравнению с требованиями, предъявляемых к телеграфным системам. (отсюда пошел термин Hi-Fi, т. е. высокая верность).

Верность передачи представляет собой отношение количества знаков, принятых (за сеанс измерений верности) с ошибками, к общему количеству переданных знаков. Эта величина называется также коэффициентом ошибок.

На коэффициент ошибок Международным консультативным комитетом по телефонии и телеграфии (МККТГ) рекомендуется норма 3×10^{-5} (в среднем не более трёх ошибок на 100 000 переданных знаков). В СССР в связи с большими расстояниями действовала другая норма — 10^{-4} (не более одной ошибки на 10 000 переданных знаков)

Для достижения высокой верности передачи как и при телеграфной передаче, возможно применение многократной передачи сообщений, что позволяет обнаруживать, а при большом числе повторений и исправлять ошибки. Но многократная передача сообщений приводит к снижению в соответствующее число скорости передачи информации.

Более эффективным методом повышения верности передачи является применение корректирующих кодов. Корректирующие коды, позволяют как обнаруживать, так и исправлять ошибки при обработке и передаче информации в линиях связи. В основе корректирования лежит использование избыточности сообщений, при которой часть символов кодового слова можно выделить для обнаружения и исправления ошибок. В процессе кодирования при передаче информации из информационных символов (разрядов) в соответствии с определенными для каждого кода правилами формируются дополнительные символы – проверочные разряды. При декодировании из принятых кодовых соотношений по тем же правилам вновь формируют проверочные разряды и сравнивают их с принятыми; если они совпадают, значит при передаче произошла ошибка [6, 113].

Простейшими кодами, обнаруживающим ошибки, является код с четным (нечетным) числом символов 1 в кодовых комбинациях, код с постоянным отношением числа символов 1 и 0, например 3/2. Простейшим кодом обнаруживающим и исправляющим одиночные ошибки в кодовых комбинациях является код, разработанный американским математиком Ричардом Хэммингом (1915–1998) [6, 52].

В середине XX в. началось бурное развитие теории корректирующих кодов, Появились более совершенные коды по сравнению с корректирующим кодом Хэмминга. Среди них отметим широко используемые циклические коды. В компьютерах эти коды применяются при последовательной передаче данных между ЭВМ и внешними устройствами, а также при передаче данных по каналам связи. Для исправления двух и более ошибок используются циклические коды БЧХ (Боуза - Чоудхури – Хоквингема), а также Рида–Соломона, которые широко используются в устройствах цифровой записи звука на магнитную ленту или оптические компакт-диски и позволяющие осуществлять коррекцию групповых ошибок. более высокой кратности [23].

Рациональным способом повышения верности передачи данных, является случай применения корректирующих кодов, когда вводимая избыточность кода может изменяться в зависимости от интенсивности помех в канале

связи. Такая возможность появляется тогда, когда передатчик получает сведения о качестве приема сигналов по дополнительному каналу обратной связи. Системы, использующие обратный канал для этих целей, получили название систем с обратной связью.

Для передачи данных по каналам связи используются специальные коды. Коды эти стандартизованы и определены рекомендациями ISO (*International Organization for Standardization*) – Международной организации по стандартизации (МОС) или Международного союза электросвязи (МСЭ).

Кроме высокой скорости и верности передачи, к проблемам передачи данных необходимо отнести также высокую надежность системы передачи, т. е. их способность безотказно выполнять свои функции в реальных условиях эксплуатации и времени. Прекращение потока данных в ЭВМ, вследствие сбоев и отказов в работе системы или каналов передачи данных, может привести к нарушению технологического процесса на производстве, транспорте, срыву графика движения поездов. Пути повышения надежности систем передачи данных являются как повышение надежности ее отдельных элементов, так и путем ввода избыточных элементов в виде резервных устройств и контрольной аппаратуры. Резервные устройства включаются в работу после отказа основных устройств, а контрольная аппаратура позволяет своевременно обнаружить или предсказать отказ.

Эффективное использование оборудования компьютеров будет только в том случае, когда скорость поступления данных и скорость обработки данных компьютером будут согласованы, т. е. их скорости будут примерно одинаковыми. Скорость передачи дискретных сигналов (скорость телеграфирования) постоянным током по физическим цепям и по каналам тонального телеграфирования 50, 100 и 200 Бод была далека от скорости обработки данных компьютерами.

Поэтому для обеспечения более высоких скоростей на начальном этапе передачи данных начали использовать каналы тональной частоты (телефонные каналы), которые обеспечивали более высокие скорости передачи данных 600, 1200, 2400, 4800 и 9600 бит/с. Для более высоких скоростей использовали групповые каналы многоканальных систем передачи или телевизионные каналы. В последующие годы для повышения скорости передачи информации перешли от двухпозиционной модуляции к многопозиционной, что позволило значительно повысить скорость передачи информации. Еще более высокие скорости передачи информации произошли с внедрением широкополосных каналов связи волоконно-оптических линий связи и линий радио и спутниковой связи.

Верность передачи сообщений по телеграфу, предназначенному в основном для передачи смысловых сообщений, была относительно невысокой. Возможные ошибки в смысловых сообщениях, обладающих высокой смысловой избыточностью, человек легко обнаруживал и

исправлял или повторно запрашивал искаженные сообщения. Сложнее стало с началом передачи цифровых сообщения в которых отсутствует избыточность.

Большинство причин снижения верности передачи связано со свойствами каналов связи, по которым осуществляется передача. В первую очередь здесь следует отметить разного рода помехи. Поэтому первую группу методов повышения верности передачи составляют меры организационно-технического характера, направленные на улучшение качественных показателей каналов связи. Они способствуют уменьшению действия помех, приводящих к искажениям элементов дискретных сигналов и появлению ошибок.

Вторую группу методов составляют меры направленные на увеличение помехоустойчивости передачи элементов дискретных сигналов, т. е. меры по улучшению способов образования и регистрации импульсов.

К третьей группе методов повышения верности передачи относятся методы обнаружения и исправления ошибок введением дополнительной избыточности как в передаваемые сообщения, так и системы передачи данных. Они реализуются как системами без обратной связи (повторная передача, корректирующие коды) и системами с обратной связью.

Наиболее действенными из перечисленных являются методы третьей группы, позволяющие повысить верность передачи теоретически в неограниченное число раз.

Метод повторной передачи сообщений заключается в том, что одно и то же сообщение (символ, буква, слово) передается несколько раз (три, пять раз). Решение о принятом сообщении принимается методом голосования по большинству. Несмотря на то, что при передаче некоторых символов в отдельных случаях могут иметься ошибки, многие из них обнаруживаются. (определить только факт ее наличия) Так при трехкратном правильными считаются комбинации принятые окончательное решение ошибочных символов не имеет, если все три раза кодовая комбинация принята правильно или когда она принята правильно два раза из трех. При трехкратном повторении информации верность повышается примерно в 5-10 раз по сравнению с однократной передачей. Существенным недостатком этого метода является уменьшение скорости передачи информации во столько раз, сколько используется, повторений. Это приводит к ограничению применения такого метода, хотя следует отметить, что он применялся в телеграфных аппаратах Бодо-радио.

Более эффективным способами повышения верности передачи явилось использование с обнаружением ошибок. Простейшим кодом обнаруживающим ошибки, является код с четным (нечетным) числом единиц. Комбинации кода образуются путем добавления к каждой комбинации исходного кода одного элемента с тем, чтобы число единиц в

новой комбинации было четным. Код с четным числом единиц позволяет обнаруживать ошибки нечетной кратности, так как при таких ошибках кодовые комбинации содержат нечетное число единиц, что является признаком ошибок в кодовой комбинации. Ошибки четной кратности код не обнаруживает. Этот код является одним из простейших с обнаружением ошибок, используемых для оценки правильности ввода/вывода информации в аппаратуре передачи данных. Этот код является одним из простейших с обнаружением ошибок, используемых для оценки правильности ввода/вывода информации в аппаратуре передачи данных.

Примером кода с обнаружением ошибок является также код с постоянным числом единиц и нулей в кодовых комбинациях (постоянным отношением числа единиц и нулей в кодовых комбинациях 3:2, 4:3). Такие коды позволяют обнаруживать все ошибки, за исключением ошибок смещения, когда одна, две и большее число единицы перейдут в нули и соответствующее число нулей перейдет в единицы. Код с постоянным числом единиц и нулей (отношением 3:2) был использован в первой автоматизированной системе передачи данных на железнодорожном транспорте «Светофор» [2, 72].

Более эффективными явились корректирующие коды, которые позволяют не только обнаружить ошибку (определить факт ее наличия), но и исправить ошибку (указать место ошибки в кодовой комбинации или блоке кодовых комбинаций). Одним из первых таких кодов – семиэлементный код с исправлением одиночных ошибок был код разработанный американским математиком Ричардом Хэммигом (1915–1998). В середине XX в. Началось бурное развитие теории корректирующих кодов, Появились более совершенные коды по сравнению с корректирующим кодом Хэмминга. Среди них отметим широко используемые циклические коды. В компьютерах эти коды применяются при последовательной передаче данных между ЭВМ и внешними устройствами, а также при передаче данных по каналам связи. Для исправления двух и более ошибок используются циклические коды БЧХ (Боуза - Чоудхури – Хоквингема), а также Рида–Соломона, которые широко используются в устройствах цифровой записи звука на магнитную ленту или оптические компакт-диски и позволяющие осуществлять коррекцию групповых ошибок.

Способность кода обнаруживать и исправлять ошибки достигается за счет введений избыточности в кодовые комбинации, т. е. кодовым комбинациям из n двоичных информационных символов, поступающих на вход кодирующего устройства, соответствует последовательность из $n + k$ двоичных символов (где n число информационных, а k избыточных символов) на выходе кодера.

Наиболее рациональным и желательным следует признать случай, когда вводимая избыточность может изменяться в зависимости от интенсивности помех в канале. Такая возможность появляется тогда, когда передатчик получает сведения о качестве приема сигналов по обратному каналу. Системы, использующие обратный канал для этих целей, получили название систем с обратной связью. В зависимости от вида сигналов, передаваемых по обратному каналу, различают системы с информационной обратной связью и системы с решающей обратной связью (РОС).

В системах с информационной обратной связью по обратному каналу связи передаются те же блоки информации, что и по прямому каналу связи, а решение о необходимости повторения ранее переданного блока принимается в передатчике. Эти системы из-за необходимости применения обратного канала с такой же пропускной способностью, что и прямой канал, а также из-за сравнительно низкой скорости передачи полезной информации нашли ограниченное применение.

В системах с решающей обратной связью по каналу обратной связи передаются лишь сигналы решения, поэтому его пропускная способность может быть взята меньше, чем для прямого канала связи. Решение о повторной передаче блока принимает приемник.

Системы с информационной и решающей обратной связью строятся с ограниченным числом повторений, после чего включается аварийная сигнализация, требующая вмешательства обслуживающего персонала.

Вне зависимости от вида в системах с обратной связью вносимая избыточность меняется за счет изменения числа повторных передач, которое определяется условиями прохождения сигналов, т. е. системы с обратной связью являются адаптивными системами, в которых темп передачи приводится в соответствие с фактическим состоянием канала связи.

5.3 Телеобработка данных

Первоначально ЭВМ использовалось только как быстродействующее счетное устройства. Однако уже вскоре выяснилась возможность применения ЭВМ для обработки данных, а потом и теледоступа и телеобработки данных, автоматизации производства, бухгалтерского учета, банковских операций и др. При тесном взаимодействии и общения человека с ЭВМ последние могут играть роль умелых помощников в самых различных областях интеллектуальной деятельности – от редактирования текстов до конструирования машин, диагноза в медицине, управления транспортом и др.

Телеобработка данных (*data teleprocessing*) или, иначе, теледоступ (*remote access*) явилась первым этапом дистанционной обработки данных,

поступающих от отдельных пользователей расположенных от компьютера на значительном расстоянии.. Первые эксперименты по телеобработке были приняты еще до изобретения ЭВМ. Исторически первым считается опыт, показанный американским математиком Джорджем Стибицем (1904 – 1995) в 1940 году на заседании Американского математического общества, который проходил в Дармутском колледже в городе Хановере. Телеграфный аппарат, расположенный там, был подключен к релейному вычислителю, находящемуся за сотни километров в Нью-Йорке. Два комплексных числа были отправлены по телеграфу в вычислитель, перемножены, а результат вернулся обратно в Хановер.

После появления первых ЭВМ стали реализовываться различные технические идеи по телеобработке. Поскольку самой распространенной цифровой связью был телеграф, то большинство систем телеобработки в 50-е годы прошлого столетия использовали телеграфные аппараты (рисунок 5.3).

Недостатком такой схемы был крайне низкий коэффициент использования компьютера, так как скорость телеграфирования (передачи данных) 50 Бод не позволяла эффективно использовать ЭВМ.



Рисунок 5.3 – Система телеобработки по телеграфному каналу связи

Поэтому следующим этапом стал использование для телеобработки данных мультиплексоров, которые позволяли к одному компьютеру подключать несколько одновременно работающих терминалов, телеобработка стала экономически целесообразной, тем более, что на смену телеграфным аппаратам пришли электронные дисплейные терминалы, были созданы диалоговые операционные системы с разделением времени. Для подключения удаленных терминалов к ЭВМ стали широко использоваться абонентские линии коммутируемой сети АТС и выделенные (некоммутируемые) каналы тональной частоты (рисунок 5.4) [9, 86].

Скорости в несколько Кбит/с, которую обеспечивал типовой канал ТЧ и модем, было вполне достаточно для работы за терминалом. Типичная схема системы телеобработки, использующей телефонные каналы, приведена на рисунке. Центральная ЭВМ, работающая в режиме разделения времени, оснащена специальным устройством – мультиплексором передачи данных, позволяющим подключить несколько (в системе IBM 360) до 256 удаленных абонентов. Абоненты подключаются к системе по каналам связи, которые

могут быть либо выделенными, либо обычными телефонными каналами ТЧ, устанавливаемыми на время сеанса связи через коммутирующее оборудование городских телефонных станций. Подключение компьютеров сети Интернет в пределах одного населенного пункта в подавляющем большинстве случаев производится через телефонную сеть АТС общего пользования.

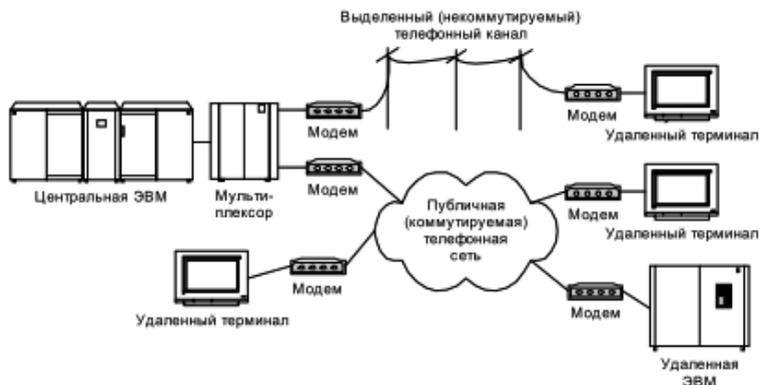


Рисунок 5. 4 – Система телеобработки по телефонной сети общего пользования (с коммутацией телефонных каналов)

Абонентами в системе телеобработки стали применяться не только дисплейные терминалы, но и другие устройства – кассовые аппараты, банковские терминалы, датчики физических величин и исполнительные устройства в системах телеуправления и контроля ит. д. В частности, в роли абонента может выступить другая ЭВМ, в этом случае мы получили уже не просто систему телеобработки, а простейшую компьютерную сеть.

Характерным для приведенной схемы является установление и поддержание на все время сеанса связи физического канала между абонентами. Поэтому она называется схемой с коммутацией каналов. По схеме с коммутацией каналов в 70-е годы на Западе были созданы многочисленные вычислительные сети, причем некоторые из них разрослись до больших масштабов. Отметим, что это были именно вычислительные сети, так как основным их предназначением сети было использование процессорных ресурсов коллективно используемых ЭВМ. Этим они отличаются от компьютерных сетей 90-х годов, в которых основным ресурсом является информация.

В эти годы академик А. А. Харкевич (1904–1965) обосновал основные пути организационно-технического объединения сетей, предугадав

важность цифровых методов передачи и коммутации различных видов информации в цифровой форме. Единая система связи, по его мнению, должна представлять собой крупнейший инженерный комплекс, объединяющий всю существующую сеть связи и развивающийся путем планомерного ее наращивания в органическом взаимодействии с системой вычислительных, управляющих и справочных центров

Согласование сетей связи с сетями ЭВМ, намеченное А. А. Харкевичем, переросло в выдвинутую позже академиком В. М. Глушковым (1923–1982) идею создания Государственной сети вычислительных центров страны (ГСВЦ) и на ее базе Общегосударственной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством. Идею В. М. Глушкова можно рассматривать как предтечи создания глобальной сети Интернет, развитие которой началось в конце 60-х гг. в США и которая завоевала сегодня всемирное признание

В конце 60-х и начале 70-х годов в СССР началась массовая компьютеризация на основе Единой системы ЭВМ, в основе которой лежала централизованные модели вычислительного процесса. Наилучшим решением проблемы скорейшей компьютеризации всей страны казалось строительство государственной сети вычислительных центров (ГСВЦ), соединенных между собой и с абонентами единой государственной сетью передачи данных (ЕГСПД).



Техническая концепция ГСВЦ была разработана под руководством академика В.М. Глушкова. Согласно ей, сеть должна была иметь иерархическую структуру. На верхнем уровне предполагалось создать несколько крупнейших ВЦ, обслуживающих высшие органы государственного управления – Совет Министров СССР, Госплан, Минфин, Центральное статистическое управление (ЦСУ).

Их следовало разместить в специально построенных зданиях с искусственным климатом и изоляцией от всех внешних помех. На следующем уровне иерархии должны располагаться региональные ВЦ коллективного пользования (ВЦКП), охватывающие сеть терминалов территорию отдельной области или края. Эти ВЦ были призваны обслуживать территориальные органы управления, а также взаимодействовать с ВЦ предприятий и учреждений, тем самым создавая техническую и информационную базу нижнего уровня единой общегосударственной автоматизированной системы (ОГАС).

Учитывая гигантский масштаб задачи, было решено реализовывать систему поэтапно, уточняя постановку задачи в ходе реализации отдельных проектов. В частности, для отработки идеи территориальных центров предполагалось построить четыре экспериментальных ВЦКП в Минске, Таллине, Туле и Томске. Однако в действительности все оказалось значительно сложнее, чем предполагалось. Крупномасштабные сети с коммутацией каналов, успешно работавшие на Западе, в Советском Союзе реализовать не удалось. Помешала исконно русская причина – плохие дороги. В данном случае – дороги для передачи информации, то есть каналы связи. Качество телефонных каналов в нашей стране было низким, что организовать устойчивую работу удаленных абонентов было невозможно даже на минимальной скорости модемов 1200 – 2400 бит/с.

В результате от телеобработки пришлось отказаться, а коллективное использование ЭВМ свелось к тому, что пользователи из разных организаций заказывали на ВЦКП машинное время, приходили туда со своими носителями данных (перфокартами, магнитными лентами и др.) и уходили с рулонами бумажных выдач. Так продолжалось до середины 80-х годов, пока персональные компьютеры не вытеснили громоздкие ЕС ЭВМ. Проект ВЦКП не увенчался успехом.

Однако сама идея коллективного использования вычислительных и информационных ресурсов не умерла, к концу XX века она возродилась снова на новой технической основе компьютерных сетей с коммутацией пакетов

5.4 Сети передачи данных

Сеть передачи данных — совокупность оконечных устройств (терминалов), объединённых каналами передачи данных и коммутирующими устройствами (узлами сети), обеспечивающими обмен сообщениями между всеми оконечными устройствами. История сетей передачи данных (компьютерных сетей) (50-е и 60-е годы) начиналась с подключения удаленных терминалов к компьютерам (теледоступ). В первое десятилетие компьютерной эры (50-е годы), когда ЭВМ были большой редкостью, стояли далеко не во всех городах и большой удачей считалась сама возможность пообщаться с ЭВМ хотя бы с низкой скоростью (50, 100, 200 Бод) с помощью по телеграфного аппарата.

Сети передачи данных в основном повторяли топологию телеграфных сетей, но появились и некоторые особенности, вытекающие из особенностей передачи данных (рисунок 5.5)..

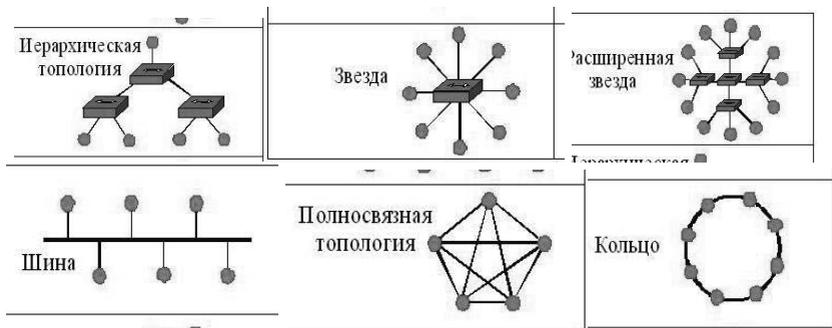


Рисунок 5.5 – Сети передачи данных

Развитие техники связи в и появление модемов в 60-е годы дали возможность начать организовывать разветвленные сети теледоступа, подключение компьютеров друг к другу. С начала 70-х годов в мире начали создаваться многочисленные территориальные (*Wide Area Networks – WAN*) и локальные (*Local Area Networks – LAN*) компьютерные сети в современном понимании, предоставляющие высокоуровневые сетевые услуги (удаленные вычисления, передача файлов, электронная почта и др.). На первых порах для передачи сообщений между компьютерами использовался принцип физической коммутации каналов, но впоследствии он был повсеместно вытеснен более надежным и экономным принципом коммутации пакетов. Сети второго поколения, как и ЭВМ второго поколения, отличались разнообразием и несовместимостью. Два абонента, даже находящиеся на небольшом расстоянии друг от друга, могли общаться, если только они принадлежали одной сети. И только (80-е и 90-е годы) – подключение автономных изолированных сетей друг к другу и началось образование всемирной «сети сетей» Интернет.

5.5 Становление теории передачи данных

5.5.1 Общие сведения

История телекоммуникации как науки, связана с развитием технических средств телекоммуникаций (телеграф, телефон, радио, телевидение), а также со становлением кибернетики и ее основной составляющей – теории информации. Термин «кибернетика» (от др.-греч. κυβερνητική — «искусство управления») изначально ввёл в научный оборот французский физик Андре Мари Ампер (1775–1836), который в своём фундаментальном труде «Опыт о философии наук» (1834—1843) определил кибернетику как науку об управлении государством, которая должна обеспечить гражданам



разнообразные блага. В современном понимании — как наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в машинах, живых организмах и обществе, термин впервые был предложен американским математиком и философом Норбертом Винером (1894–1964) в 1948 году [134].

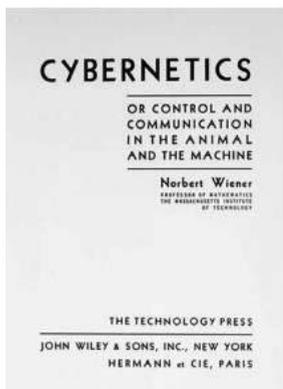
Объектом кибернетики являются все управляемые системы. Основные технические средства для решения проблем кибернетики — ЭВМ. Поэтому возникновение кибернетики как самостоятельной науки связано с созданием в 40-х годах XX века этих машин, а развитие кибернетики

в теоретических и практических аспектах — с прогрессом электронной вычислительной

Начало кибернетики как науки принято считать 1948 г., когда Н. Винер издал книгу «Кибернетика», в которой он же отметил фундаментальность понятия "информация" (от лат. *informatio* — изложение, разъяснение).

Феномен информации оказался настолько неоднозначным, что по праву считается одной из сложнейших проблем современности. Уже сами попытки подобраться к понятию информации, различные его трактовки в трудах ученых и практиков заставляют задуматься о необычной роли информации в жизни развивающихся систем. Одной из теорий, объединяемых кибернетикой, стала теория информации, которую, иногда называют общей теорией связи.

Титульная страница первого издания «CYBERNETICS

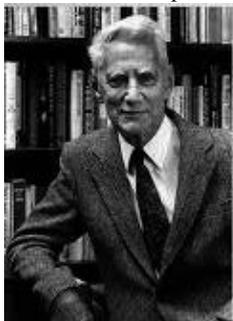


Теория информации представляет собой математическую теорию, посвященную измерению информации, ее потока, "размеров" канала связи и т. п., особенно применительно к телеграфии, телефонии, радио, телевидению и к другим средствам телекоммуникаций. Все задачи, стоящие перед теорией и техникой цифровой связи того времени, сводились к трем основным проблемам. Первая основная проблема — проблема эффективности связи. Проблема эта состоит в том, как передать наибольшее количество сообщений наиболее экономным способом. Эта проблема

возникла с появления телеграфа, когда сравнение эффективности производилось путем сравнения производительности телеграфных аппаратов, способов передачи сигналов (симплекс, дуплекс), скорости передачи сигналов и информации.

Вторая основная проблема – проблема верности (достоверности) передачи информации. Вследствие влияния в каналах передачи шумов (помех) на переданные сигналы, принятое сообщение может отличаться от переданного. Верность есть мера соответствия принятого сообщения переданному, при существующих условиях связи, т. е. при заданном уровне шумов и др. Верность зависит от свойств системы передачи, ее способности противостоять вредному действию шумов. Это свойство системы противостоять влиянию шумов называют помехоустойчивостью. Третья основная проблема – проблема надежности устройств и систем передачи. Основные положения теории связи формировались постепенно, и ее появление обусловлено, с одной стороны, наличием большого количества накопленных знаний в области теории и техники связи, с другой же стороны, появившихся во второй половине XX века ряд новых проблем связи, в том числе с началом передачи данных (цифровых сообщений) и др.

Началом формирования теории связи можно отнести к 1948 г., когда в журнале американской телефонной компании «Bell System» Клодом Шенноном (1916–2001) была опубликована работы «Математическая теория связи» в которой заложил основы теории информации и теории



кодирования, доказал ряд фундаментальных положений, в частности, вывел знаменитую формулу Шеннона для предельной пропускной способности канала. С точки зрения Шеннона, теория информации — раздел математической теории связи, которая устанавливает основные границы возможностей систем передачи информации, задает исходные принципы их разработки и практического воплощения».

Работа К. Шеннона «Математическая теория связи» содержала много совершенно неожиданных и плодотворных идей, развитием которых в последующие годы занимались многие ученые разных стран мира. Современные цифровые системы передачи связи также созданы с учетом фундаментальных законов теорий передачи сообщений, установленных Шенноном

Следует отметить, что вклад в создание, формулировку основных положений и построение теории информации, создателем которой был К. Шеннон, внесли и многими другими выдающимися учёными. Сам Шеннон писал «Некоторые основные положения этой теории имеются в важных работах Найквиста и Хартли. В настоящее время теория расширена

тем, что включено некоторое число новых факторов, в частности, влияние шума в канале». Нельзя не отметить и тот большой вклад в теорию информации и советские ученые В. А. Котельников, А. И. Колмогоров, А. А. Харкевич, В. И. Сифорова и др.

Важной вехой в истории развития теории связи в нашей стране стали работы советского академика А. А. Харкевича (1904–1965). В 1955 г. А. А. Харкевич издает первую в Советском союзе книгу "Очерки общей теории связи. Эта книга позволила широкому кругу инженеров и ученых ознакомиться с важнейшими идеями теории информации. Значительная часть его работ были посвящены теории информации, статистическим и помехоустойчивым кодированием, помехоустойчивость различных видов модуляции.

В работе о роли информации в развитии человеческого общества. он писал: "...стала ясной всеобъемлющая роль информации не только в сношениях между людьми, но и во взаимодействии человека и машины, а также в жизнедеятельности любого организма ... с повышением экономического, технического и культурного уровня общества стремительно растет количество информации, которую нужно собрать, передать и так или иначе использовать для обеспечения всех функций сообщества людей. Никакая организованная форма деятельности немислима без обмена информацией. Без информации невозможно ни планирование, ни управление". Эти мысли не утратили своей актуальности и сегодня. В этой же статье он формулирует закон: "Количество информации растет, по меньшей мере, пропорционально квадрату промышленного потенциала страны". Этот закон называют законом Харкевича.

Круг задач теории связи информации вытекает из типичной структурной схемы СПД для передачи или хранения информации (рисунок 7.6). В схеме источником является любой объект, порождающий сообщения, которые должны быть перемещены в пространстве и времени. Независимо от изначальной физической природы, все подлежащие передаче сообщения обычно преобразуются в сигналы (электрические, радио, оптические и др.) и рассматриваются как выход источника. Кодер (кодирующее устройство) источника представляет информацию в наиболее компактной форме. Кодер канала обрабатывает информацию для защиты сообщений от шумов при передаче по каналу связи.

Модулятор преобразовывает сообщения, формируемые кодером канала, в сигналы, согласованные с физической природой канала связи (средой распространения информации сигналов).

Среда распространения информации (канал связи) вносит в процесс передачи информации случайный шум (помехи), который искажает

сообщение и тем самым затрудняет его прочтение. На приёмной стороне система выполняют обратные операции и предоставляют получателю информацию в удобном для восприятия виде

5.5.2 Мера количества информации

Американский ученый Ральф Хартли (1888–1970) в 1928 г. предложил логарифмическую меру информации как выбор одного сообщения из наперёд заданного множества равновероятных сообщений. Формула Хартли для определения количество информации I в битах, содержащихся в сообщении длины n , имеет вид:

$$I = \log_2 N = n \log_2 m, \quad N = m^n,$$

где N — возможное количество различных сообщений, которые можно получить комбинируя m символов алфавита по n элементов в сообщениях.

Логарифм по основанию 2 использован ввиду того, что подсчёт информации требуется в основном в системах телекоммуникаций и вычислительной технике, где информация передается и хранится в двоичной системе счисления. За единицу количество информации приняли ее количество, получаемое при выборе одного из двух взаимоисключающих вариантов. Если сигнал изменяется так, что можно различить только две его позиции (рисунок 5.6, *а*), то любое его изменение будет соответствовать наименьшей единице информации – биту. Если же сигнал имеет четырех различных позиций (рисунок 5.6, *б*), если сигнал имеет восемь различных позиций – 3 бита и т. д

Для повышения пропускной способности канала хотелось бы увеличить количество состояний дискретных сигналов до значительных величин, но на практике этого нельзя сделать из-за шума (помех) в каналах связи.

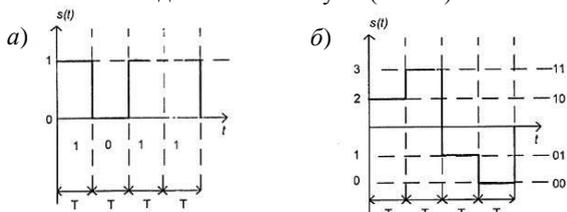


Рисунок 5.6 – Цифровые сигналы: *а* – двухпозиционный; *б* – четырехпозиционный

Проблема шума возникает уже при сигналах с уровнями более 16. При этом амплитуда шума будет превышать разницу между соседними

уровнями и приемник не может устойчиво распознавать передаваемые дискретные сигналы. Поэтому количество возможных состояний сигнала фактически ограничивается соотношением мощности сигнала и шума

Формула определения количества информации I в битах, учитывающая неравновероятность событий, установлена К. Шенноном в 1948 г. и названа его именем:

$$I = -\sum_{i=1}^N p_i \log p_i .$$

где i — вероятность i -го события.

5.5.3 Пропускная способность канала связи

Пропускная способность (*throughput*) канала (линии связи) характеризует максимально возможную скорость передачи данных по каналу связи.

Пропускная способность измеряется в битах в секунду – бит/с, а также в производных единицах, таких как килобит в секунду (Кбит/с), мегабит в секунду (Мбит/с), гигабит в секунду (Гбит/с) и т. д.

Пропускная способность канала связи зависит спектра передаваемых сигналов. Если значимые составляющие дискретного сигнала (гармоники) попадают в полосу пропускания канала, то такой сигнал будет распространяться по каналу связи без искажений и приемник сможет правильно распознать принимаемый сигнал, отправленный по каналу передатчиком. Если же значимые составляющие сигнала выходят за границы полосы пропускания канала связи, то сигнал будет значительно искажаться, приемник будет не верно распознавать сигналы, а значит, информация будет приниматься с ошибками.

Инженер американской лаборатории связи Bell Telephone Laboratories (США) Гарри Найквист провёл важные исследования по теории связи, в частности определения ширины частотного диапазона канала связи, требуемого для передачи дискретных сигналов, которые он опубликованные в 1928 г. в статье «*Certain factors affecting telegraph speed*» [161] максимально возможную пропускную способность C в битах в секунду без учета шума в канале (линии связи)



$$C = 2F \log_2 m,$$

где F – полоса частот, пропускаемых каналом связи в герцах m – количество различных состояний дискретного сигнала. Если сигнал имеет 2

различимых состояния, то пропускная способность равна удвоенному значению ширины полосы пропускания канала связи.

Таким образом формула Найквиста дает предельное значение пропускной способности канала без шума, а степень приближения к этому пределу зависит от конкретных параметров канала и сигналов, методов кодирования и др. В то же время Г. Найквист заложил основы для последующих успехов в теории информации Клода Шеннона (теореме Найквиста-Шеннона), а также советского ученого В. А. Котельникова (теоремой Котельникова).

К. Шенноном теоретически было показано, что пропускная способность C канала связи в битах в секунду

$$C = F \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right),$$

где F — полоса пропускания канала в герцах; S — полная мощность передаваемого сигнала в ваттах; N — полная шумовая мощность в полосе пропускания в ваттах; S/N — отношение мощности сигнала к белому (гауссовскому) шуму.

Из этого соотношения видно, что хотя теоретического предела пропускной способности линии с фиксированной полосой пропускания не существует, на практике такой предел имеется. Действительно, повысить пропускную способность линии можно за счет увеличения мощности передатчика или же уменьшения мощности шума (помех) на линии связи. Обе эти составляющие поддаются изменению с большим трудом. Повышение мощности передатчика ведет к значительному увеличению его габаритов и стоимости. Снижение уровня шума требует применения специальных кабелей с хорошими защитными экранами, что весьма дорого, а также снижения шума в передатчике и промежуточной аппаратуре, чего достичь весьма не просто. К тому же влияние мощностей полезного сигнала и шума на пропускную способность ограничено логарифмической зависимостью, которая растет далеко не так быстро, как прямо-пропорциональная. Так, при достаточно типичном исходном отношении мощности сигнала к мощности шума в 100 раз повышение мощности передатчика в 2 раза даст только 15 % увеличения пропускной способности линии

5.5.4. Цифровые методы модуляции и кодирования

Научные достижения теории информации, в частности связанные с работами Г. Найквиста, фундаментальными законами теории передачи



сообщений установленных К. Шеннона, а также В. А. Котельниковым (1908–2002) легли в основу цифровые системы связи, которые в настоящее время приобрели доминирующее значение. Теорема Котельникова (теорема отсчётов) – фундаментальное утверждение в области цифровой обработки сигналов, связывает непрерывные и дискретные сигналы и гласит, что «любую функцию, состоящую из частот от 0 до f_{max} , можно непрерывно передавать с любой точностью при помощи чисел, следующих друг за другом через $2 f_{max}$ секунд» [33, 87].

Теорема Котельникова в настоящее время лежит в основе цифровой передачи всех видов сообщений по единым цифровым каналам. При этом возникает задача преобразования аналогового сигнала в цифровой

На основании теоремы Котельникова установлены стандартные параметры преобразования различных видов аналоговых сигналов в цифровые. Так, для передачи телефонных сигналов, имеющих верхний предел $f_{max} = 3400$ Гц применяется частота отсчета $T = 8$ кГц, при этом изменение значений сигнала производится с точностью до $2^8 = 256$ позиций (8 битов) и для качественной передачи телефонного разговора достаточна скорость передачи данных 64 кбит/с. Именно такая скорость установлена для базового цифрового канала.

Для качественного воспроизведения музыки, с $f_{max} = 20$ кГц частота дискретизации установлена равной 44,1 кГц (стандарт компакт-дисков), а изменение величины сигнала производится с точность $M = 2^{16} = 65536$ позиций сигнала (16 битов). Таким образом решается задача преобразования аналогового сигнала в цифровой.

Начало современных цифровых систем связи восходит к первым системам с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ) и преобразованием аналоговых сигналов в цифровые (рисунок 5.7). Преобразование аналогового сигнала (рисунок 5.7, а) в двухпозиционный цифровой сигнал происходит в три этапа и включает дискретизацию, квантование уровней и двоичное кодирование.

Дискретизация, т. е. измерение величины аналогового сигнала в моменты времени, отстоящие друг от друга на время T (на рисунке 5.7, б; число уровней сигнала $M = 8$), затем производится *квантование* – округление измеренного значения до ближайшего целого числа (рисунок 5.7, в) и затем преобразование многоуровневого цифрового сигнала в двухпозиционный цифровой сигнал, т. е. *кодирование* (рисунок 5.7, г). Качество преобразования существенно зависит от выбора T и M .

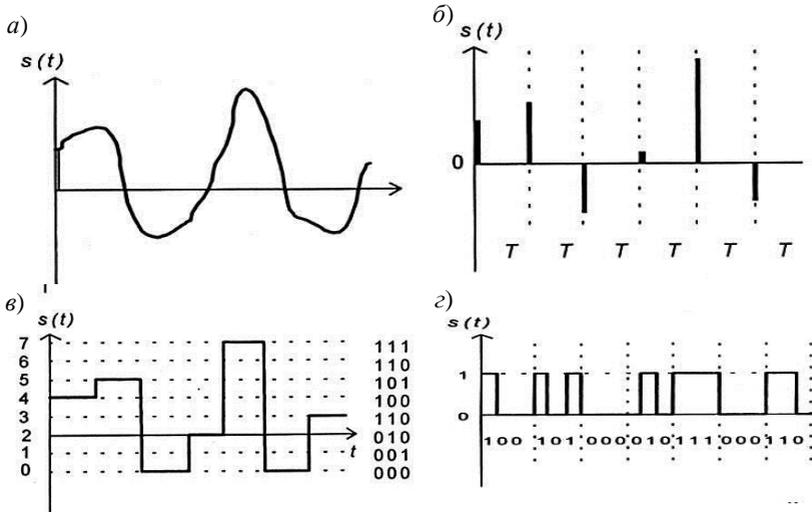


Рисунок 5.7 – Преобразование аналогового сигнала в двухпозиционный цифровой сигнал: а – исходный аналоговый сигнал; б – дискретизация сигнала; в – квантование сигнала; г – кодированный двоичный цифровой сигнал

На основании теоремы Котельникова установлены стандартные параметры преобразования различных видов аналоговых сигналов в цифровые. Так, для передачи телефонных сигналов, имеющих верхний предел $f_{max} = 3400$ Гц применяется частота отсчета $T = 8$ кГц, при этом изменение значений сигнала производится с точностью до $2^8 = 256$ позиций (8 битов) и для качественной передачи телефонного разговора достаточна скорость передачи данных 64 кбит/с. Именно такая скорость установлена для базового цифрового канала.

Для качественного воспроизведения музыки, с $f_{max} = 20$ кГц частота дискретизации установлена равной 44,1 кГц (стандарт компакт-дисков), а изменение величины сигнала производится с точностью $M = 2^{16} = 65536$ позиций (16 битов). Таким образом решается задача преобразования аналогового сигнала в цифровой.

6 ИНТЕРНЕТ – ВСЕМИРНАЯ СЕТЬ ЦИФРОВОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Интернет завтра будет тем, чем сегодня является автомобиль.

Билл Гейтс (р.1955)

Интернет послезавтра будет тем, о чем вы сегодня и не догадываетесь. Пространство покроют сенсорные умные облака с живительными дождями и опасными грозами.

Н. Ф. Семенюта (р. 1929)

6.1 Исходные данные

Начавшиеся во второй половине XX века процессы обновления и наращивания средств телекоммуникаций на базе специализированных систем передачи информации, ЭВМ, персональных компьютеров, микропроцессоров и др., в основе которых лежат цифровые методы передачи и обработки информации, без преувеличения можно назвать революционным. Их эффективность многократно возросла за счет объединения отдельных автоматизированных комплексов, компьютеров и рабочих мест в единую цифровую сеть цифровой связи в пределах учреждений, ведомств, государств и континентов. Первые попытки создания таких сетей на базе телеграфной и телефонной сетей связи привели к созданию цифровой сети Интернет (Internet). Сейчас Интернет – всемирная система объединенных компьютерных сетей для передачи и хранения информации, которая часто упоминается как Всемирная сеть, Глобальная сеть или просто Сеть. На основе Интернета работает Всемирная паутина *World Wide Web* или просто «веб» и множество других систем передачи данных. Всемирную паутину образуют миллионы web-серверов и компьютеров [43].

Интернет и общество - сейчас трудно представить, что в нашей жизни не будет компьютера, Интернета, сотовой связи. Многие и многие граждане мира уже не мыслят свою жизнь без этих вещей, особенно, молодое поколение.

Всемирная сеть Интернет охватывает практически все страны мира, объемлет все стороны человеческой деятельности, не знают границ и не имеют цензуры. Большинство национальных сетей через так называемые шлюзы связаны между собой, образуя в совокупности единое мировое информационное пространство. Подключившись к ней, пользователь получает доступ практически к сетям телекоммуникаций всех стран мира.

Интернет — вершина информатизации общества, получившая много восторженных определений — информационный дворец, кибернетическое пространство, всемирная паутина, седьмой континент и др. Чем же обязан Интернет столь широким набором определений? Прежде всего, своей демократичностью, духом свободы, высокой оперативностью. Передать сообщение в сети можно любому пользователю, имеющему свой адрес, даже если этот "любой" будет президент страны. Подключившись к Интернет, пользователь получает доступ практически ко всей информации,

накопленной человечеством и хранящейся на тысячах находящихся в разных концах земного шара серверах (компьютерах, предоставляющих сервис другим субъектам по их запросам). Любая информация, помещенная в память сервера, становится доступной всем пользователям сети.

Интернет – непрерывно развивающаяся всемирная информационно компьютерная сеть, сеть сетей связи. В начале 1995 г. Интернет объединял около 170 стран с числом пользователей чуть больше 25 млн. В настоящее время число стран и пользователей значительно увеличилось. Причем, количество как стран, так и пользователей быстро растет. (рисунок 6.1).

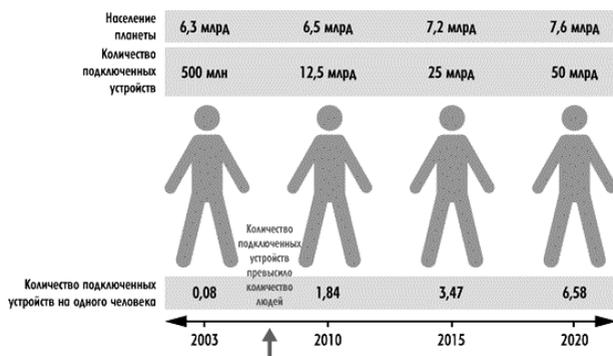


Рисунок. 6.1 – Числа подключенных к Интернет устройств на одного человека (источник: Cisco Business Solutions Group)

. На сегодняшний день (2016) количество подключенных устройств неизмеримо увеличилось. Если в 2003 г. количество подключенных к Интернету устройств (компьютер, ноутбук, планшет, телефон и др.) с выходом в сеть на одного человека, составляло 0,08, т. е. 8 устройств на 100 человек, то в 2015 г. оно уже возросло до 3,47, т. е. число подключенных устройств превысило количество населения планеты

Это знаменательная дата так как произошло существенное изменение Интернета от сети связи людей к сети связи вещей. По данным компании Cisco, мирового лидера на рынке сетевых технологий, к 2020 году количество подключенных к Интернету устройств на одного человека возрастет до 6,58 и будет дальше возрастать. Интернет станет всеобъемлющим.

6.2 К истории Интернет

В своем развитии Интернет прошел через несколько четко различимых этапов. Первый этап создания Интернет восходит к 1969 г., когда были заложены основы первой военной и научной всемирной компьютерной сети ARPAnet (Advanced Research Projects Agency Network) – Управления перспективных исследований Министерства обороны США). ARPAnet — первая экспериментальная сеть передачи данных с четырьмя узлами коммутаций пакетов — была разработана несколькими университетами и частными организациями, специализирующимися в области проектирования вычислительных систем.

В 1975 г. сеть ARPAnet была передана Управлению связи Министерства обороны США. Затем сеть она была объединена с другими сетями Министерства обороны США и стала частью Интернет. Из состава ARPAnet в 1983 г. была выделена сеть MILnet (Military Net), которая потом также вошла в Интернет. Это был первый этап создания ARPAnet и она использовалась, главным образом, университетами в исследовательских целях.

Второй этап можно назвать «доменным». На этом этапе возникла «доменная лихорадка», когда каждая компания захотела вывести информацию о себе в Интернет, чтобы проинформировать людей о своих товарах и услугах.

Третий этап представлял собой переход от статичных данных к транзакционной информации, позволяющей не только читать о товарах и услугах, но и покупать и продавать их.

Четвертый этап (на нем мы и находимся сегодня) — это «социальный» этап. На этом этапе огромную популярность приобрели такие компании, как Facebook и Twitter, которые стали работать с большой прибылью. Эти компании позволяют людям связываться друг с другом, подключаться к сети и обмениваться личной информацией (текстами, фотографиями, видео) с друзьями, родственниками и коллегами.

Создателями и «отцам» Интернет принято считать американских ученых в области вычислительных систем Винтона Серф (р. 1943) и Роберт Эллиот Канн (р. 1938), которые разработали протоколы взаимодействия TCP/IP (*Transmission Control Protocol*). В средствах массовой информации Винтона Серфа часто называют отцом Интернета.

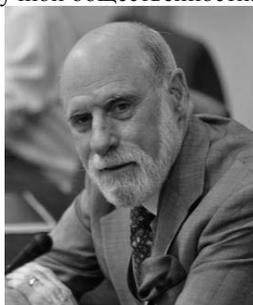
В 1981 г. было образовано международное общество Интернет, в котором участвует весь земной шар. Основной его задачей являются распространение технологий Интернет и содействие объединению компьютерных сетей во всемирную инфраструктуру. Оно также проводит обучения по изучению сети Интернет, ее использованию и эксплуатации, создает технические и исследовательские группы для стимулирования сетевых исследований и разработок. Важным направлением работы

общества является проведение работ, обеспечивающих безопасность информации и защиту от компьютерных вирусов.

Сеть ARPAnet была не только экспериментальным полигоном для отработки технологии пакетной коммутации, но имела и практическую цель – объединить мощные компьютерные ресурсы университетов, работающих на контракты Министерства обороны США. Для этого разрабатывались специальные программы, позволяющая работать в режиме удаленного терминала с компьютером, находящимся на расстоянии тысяч километров. Принципы, положенные в основу ARPAnet, оказались исключительно удачными, сеть начала быстро развиваться. В 1971 году она насчитывала уже 15 узлов, в 1972 – 37. В октябре 1972 года Роберт Кан (р. 1938), профессор математики устроил успешную публичную демонстрацию сети на первой международной конференции по телекоммуникациям в Вашингтоне, вызвавшую огромный резонанс научной общественности.



Роберт Кан



Винтона Серф

К концу 70-х годов ARPAnet охватывала всю территорию США. были установлены первые межконтинентальные соединения с Великобританией и Норвегией.

В основу управления Интернет положены Совокупности правил, регламентирующих формат и процедуры обмена информацией между двумя или несколькими независимыми устройствами или процессами. названные протоколами TCP/IP (*Transmission Control Protocol* – TCP и *Internet Protocol* – IP), которые состоят из системы правил, по которым происходит «движение» информации и переход ее с одной сети на другую, а также производится автоматический выбор маршрута. Все сети, соединенные с помощью протоколов TCP/IP, понимают язык, используемый в Интернет и поэтому между ними могут осуществляться соединения и обмен сообщениям

В Интернет выделяются три главные сетевые службы: электронная почта; передача файлов (совокупность цифровых данных, рассматриваемых как

единое целое); интерфейс (набор правил взаимодействия) удаленного доступа терминалов.

Электронная почта (*electronic mail* или просто E-mail)— средство передачи сообщений или документов между пользователями сети без применения бумажных носителей информации. Электронная почта — наиболее простая и доступная услуга сети Интернета. Она предназначена для передачи между пользователями любых сообщений, включающих тексты, речь, изображения. Для хранения сообщений перед их отправкой используются электронные почтовые отделения. Они могут быть международными, национальными, региональными, фирменными и т. д. В отделениях создаются почтовые ящики пользователей.

В 1971 г. была разработана первая программа для отправки электронной почты. Систему обмена электронным письмами, а также термин «E-mail» и служебный символ электронного адреса «@» разработал программист Реймонд Томлинсон (р. 1941).

Основное удобство электронной почты — быстрота доставки сообщений адресату. Время доступа пользователя к сети — такое же, как при телефонной связи, но при этом не требуется одновременного присутствия обоих абонентов на разных концах линии. Кроме того, она оставляет электронную копию послания, которое может быть сохранено, передано повторно, стать объектом автоматизированной компьютерной обработки. Более того, письмо одновременно может быть послано нескольким абонентам в соответствии со списком рассылки.

Удобства электронной почты трудно переоценить. Ей свойственна быстрота доставки сообщения адресату (1–2 ч максимум), надежность, возможность передавать и получать сообщения практически в любой точке мира.

В Интернет входят также сетевые службы. К ним, в первую очередь, относятся службы глобального соединения WWW (*World Wide Web*) и обеспечивающая доступ к документам, находящимся на всех континентах. Функционирует служба электронного распространения программного обеспечения. Осуществляется так называемая книжная инициатива в режиме реального времени. Эта сетевая служба передает заказчикам через сеть полные тексты книг с иллюстрациями. В сети выполняется коммуникационный сервис, определенный Национальным научным фондом США.

Одной из привлекательных услуг для пользователей Интернет является телеконференция. Она предназначена для проведения дискуссий между удаленными группами пользователей, как в пределах отдельных регионов, так и в международном масштабе. Телеконференция осуществляется на базе программно-технической среды, которая обеспечивает взаимодействие пользователей. Для проведения телеконференций каждый из участников должен иметь доступ к персональному компьютеру, включенному в сеть.

Различают два вида телеконференций. Телеконференция в реальном времени основана на том, что все ее участники одновременно находятся у узлов при нанесении противником ударов по территории, в том числе и ядерных, при которых возникают колоссальные разрушения инфраструктур.

В 1989 году в стенах ЦЕРН (*CERN* — Европейский совет по ядерным исследованиям, Швейцария), (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*) родилась идея Всемирной паутины. Ее предложили английский ученый Том Бернерс-Ли (р.1955 г.) и бельгийский ученый Роберт Кайо (р.1947 г.), которые в течение двух лет разработали программное обеспечение.

компьютеров и получают возможность: показывать партнерам тексты изображений, вести диалог; пользоваться дистанционным указателем для выделения на экранах нужных частей изображения; управлять пересылкой файлов и сообщений. В 1990 году, это привело к совместному предложению этой технологии, а затем и к созданию Всемирной Паутины (*World Wide Web*).

Вторая разновидность телеконференции работает в режиме просмотра документов. Здесь используется одна из баз данных, в котором создается файл, содержащий обсуждаемую информацию, например, проект машины. Каждый пользователь в течение согласованного времени знакомится с информацией, замечаниями Других пользователей и записывает в файл свои замечания. Такое обсуждение может повторяться несколько раз.

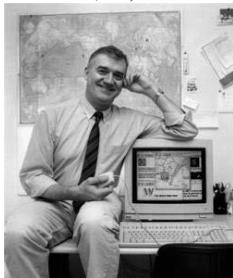
Частным случаем телеконференции является электронная доска объявлений. Ею пользуются крупные фирмы, особенно те, которые занимаются обучением специалистов. На ней «вывешиваются» различные объявления, например, о виде предоставляемых услуг, расписание поездов, о новых товарах и т. д.

Web технологии — это технологии Интернета развивающие возможности всемирной паутины путём повышения эффективности интернет коммуникации. Web технологии расширяют функциональные возможности web сайтов, также различные виды самих web сайтов, являются web технологиями (информационные сайты, социальные сети, поисковые системы, каталоги, и т. д.).

Стек протоколов TCP/IP — набор сетевых протоколов передачи данных, используемых в сетях, включая сеть Интернет. Название TCP/IP происходит из двух наиважнейших протоколов семейства — *Transmission Control Protocol* (TCP) и *Internet Protocol* (IP), которые были разработаны и описаны первыми в данном стандарте.).

В июле 1977 Винт Серф и Боб Кан впервые продемонстрировали передачу данных с использованием TCP по трем различным сетям. Пакет прошел по следующему маршруту: Сан-Франциско — Лондон — Университет Южной Калифорнии. В конце своего путешествия пакет проделал 150 тысяч км, не потеряв ни одного бита. В 1978 году пакет TCP

разделили на две отдельные функции: TCP и протокол Интернета (*Internet Protocol, IP*).



Тим Бернерс-Ли



Роберт Кайо

TCP был ответственен за разбивку сообщения на дейтаграммы и соединение их в конечном пункте отправки. IP отвечал за передачу (с контролем получения) отдельных дейтаграмм. Вот так родился современный протокол Интернета. А 1 января 1983 года ARPAnet перешла на новый протокол. Этот день принято считать официальной датой рождения Интернета.

6.3 Цифровая сеть связи Интернета

Компьютерная сеть Интернета (*Computer NetWork*) – это сеть цифровых сетей — совокупность компьютеров, соединенных с помощью каналов связи и средств коммутации в единую систему для обмена сообщениями и доступа пользователей к программным, техническим, информационным и организационным ресурсам сети. Ее разработку начали американские военные в 60-х годах XX века. К тому времени уже существовали компьютерные сети и информационные сетевые технологии, и основная задача, которая ставилась перед Интернет – это обеспечение компьютерных сетевых коммуникаций территориально распределенных сетей и пользователей (рисунок 6.2). Интернет состоит из многих тысяч корпоративных, научных, правительственных и домашних компьютерных сетей. Объединение сетей разной архитектуры и топологии стало возможно благодаря сетевому протоколу TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) и принципу маршрутизации пакетов данных.

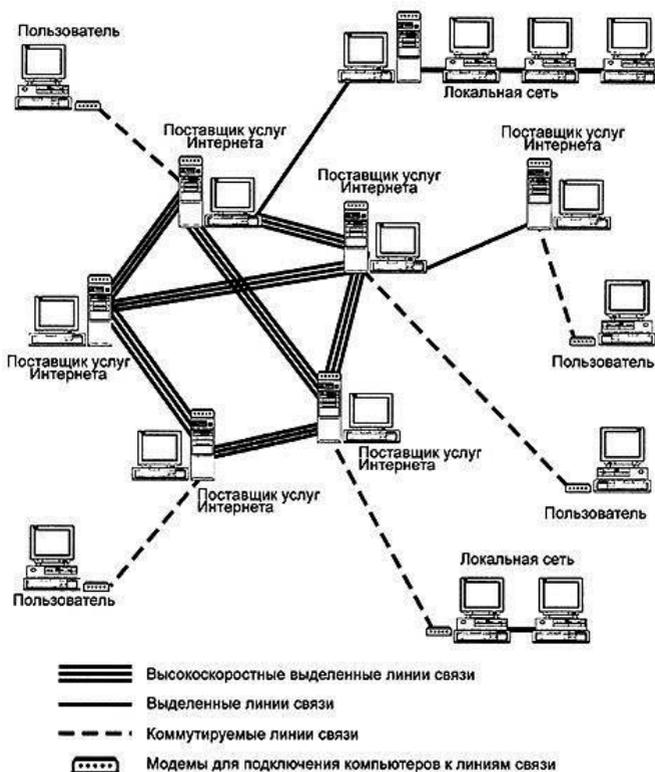


Рисунок 6.2 – Сеть связи Интернета

Компьютер пользователя с помощью линии связи подключается к компьютеру провайдера (*provider* – поставщик, снабженец], который, в свою очередь подключен к другому компьютеру сети и т. д. Информация в сети хранится как на компьютерах провайдера, так и на специальных компьютерах, которые называются информационными серверами

Компьютеры, к которым подключаются многие другие компьютеры называют серверами. Провайдером называется организация, через которую рядовые компьютеры подключаются к глобальной сети. Отличительной особенностью сети Интернет является высокая надежность: при выходе из строя какого-либо компьютера или линии связи сеть будет продолжать функционировать и будет передавать сообщения по другим линиям связи.

В СССР Интернет стал зарождаться с 1952 года благодаря работам ИТМиВТ АН СССР в рамках работ по созданию автоматизированной системы противоракетной обороны. Сеть использовалась для расчета траекторий полета ракет. Потом работы были продолжены в институте атомной энергии им. И. В. Курчатова (ИАЭ), где в 1982–1983 гг. были начаты работы по созданию операционной системы типа Unix, получившая название ДЕМОС – Диалоговая Единая Мобильная Операционная Система.

6.4 Интернет XXI века – проблемы и перспективы

Творцы тратят почти все свое время на творчество. Упорно двигаются вперед, несмотря на сомнения, неудачи, насмешки и отказ, до тех пор пока им не удастся сделать что-то новое и полезное. Здесь нет трюков, легких путей или готовых схем. Это обычный процесс, даже если нет результата. Творчество – не магия, а работа.

Кевин Эштон (р. 1963)

К началу XXI века в науке, технике, обществе, основательно изменился наш мир в Интернет также произошли колоссальные изменения. Появились уникальные сервисы, значительно уменьшились границы между государствами, народами и людьми. Интернет стал таким же «домашним» необходимым как телефон, телевизор, компьютер, автомобиль. Но развитие становление Интернета не остановилось, оно продолжается и сегодня. Более того, в начале XXI века начался новый виток развития Интернет, который продолжает раскручиваться и возрастать. Основой нового витка развития Интернет стали сенсорные сети, Интернет вещей (Internet of Things, IoT) и Всеобъемлющего Интернета (Internet of Everything, IoE).

Интернет вещей – это новый этап развития Интернета, значительно расширяющий возможности сбора, анализа и распределения данных, которые человек может превратить в информацию и в знания. В этом смысле Интернет вещей приобретает огромное значение.

Под «вещами» понимается физический объект (физическая вещь) или объект виртуального (информационного) мира (виртуальная вещь, например мультимедийный контент или прикладная программа), которые могут быть идентифицированы и объединены через коммуникационные сети.

Интернета вещей тесно связан с решениями, поддерживающими технологическое межмашинное взаимодействие (*machine-to-machine*, M2M), такими как телеметрия или наблюдения за состоянием производственных объектов. Решения в этой области существуют достаточно давно и активно используются в машиностроении, транспорте, энергетике, добыче полезных ископаемых, торговле и логистике. Технологии M2M используются в системах физической

безопасности и наблюдения. Эти решения имеют ярко выраженную индустриальную принадлежность и представляют собой закрытые системы, часто реализуемые на специальном оборудовании со встроенным программным обеспечением. Отсюда возникла такая разновидность Интернета вещей как индустриальный Интернет.

Под индустриальный Интернет понимают применение Интернета вещей в отдельно взятой промышленности. С формальной точки зрения между Интернетом вещей и индустриальным Интернетом вещей нет разницы.

В 2004 году в журнале *Scientific American* (США) была опубликована обширная статья, посвящённая «Интернету вещей», наглядно показывающая возможности концепции в бытовом применении. В статье были приведена иллюстрация, показывающая как бытовые приборы (будильник, кондиционер), домашние системы (система садового полива, охранная система, система освещения), датчики (тепловые, датчики освещённости и движения) и «вещи» (например, лекарственные препараты, снабжённые идентификационной меткой) взаимодействуют друг с другом посредством сетей связи (инфракрасных, беспроводных, силовых и слаботочных сетей) и обеспечивают полностью автоматическое выполнение процессов (включают кофеварку, изменяют освещённость, напоминают о приёме лекарств, поддерживают температуру, обеспечивают полив сада, сберегают электроэнергию). Сами по себе представленные варианты домашней автоматизации не были новыми, но упор в публикации на объединении устройств и «вещей» в единую вычислительную сеть, обслуживаемую Интернет-протоколами, и рассмотрение «Интернета вещей» как особого явления способствовали обретению широкой популярности концепции.

Согласно одного из толкований (компании Cisco Business Solutions Group (CBSG), IoT — это состояние Интернета начиная с момента времени, когда количество «вещей или объектов», подключенных к Всемирной сети, превышает население планеты. По данным CBSG, взрывной рост смартфонов и планшетных компьютеров довел число устройств, подключенных к Интернету до 12,5 млрд в 2010 году, в то время как число людей, живущих на Земле, увеличилось до 6,8 млрд; таким образом, количество подключенных устройств составило 1,84 единиц на человека (см. рисунок 6.1). Исходя из этого CBSG приняло точку наступления эры «Интернета вещей» между 2003-м и 2010-м годом, когда количество подключенных устройств превысило население планеты, тем самым «Интернет людей» стал «Интернетом вещей». Заглядывая в будущее CBSG прогнозирует, что к 2020 году будет 60 млрд устройств.

Концепция Интернет вещей, как и многие другие концепции вычислительных сетей и Интернет, зародились в 1999 году в Массачусетском технологическом институте (США). Концепция заключалась в осмысливании перспектив широкого применения средств

радиочастотной идентификации (RFID) для взаимодействия физических предметов между собой и с внешним окружением. Наполнение концепции «интернета вещей» многообразным технологическим содержанием и внедрение практических решений для её реализации начиная с 2010-х годов считается устойчивой тенденцией в информационных технологиях^[3], прежде всего, благодаря повсеместному распространению беспроводных сетей, появлению облачных вычислений, развитию технологий межмашинного взаимодействия и освоении программно-конфигурируемых сетей. Беспроводные среды передачи информации предусматривают организацию взаимодействия между компьютерами посредством передачи световых (инфракрасных) и радиочастотных сигналов.



Концепции и термин для неё впервые сформулировал основатель исследовательской группы Auto-ID при МТИ Кевин Эштон (р. 1963) в 1999 году на презентации для руководства компании Procter & Gamble. В презентации было показано, как всеобъемлющее внедрение радиочастотных меток RFID (*Radio Frequency Identification*), сможет видоизменить систему управления логистическими цепями корпорации:

RFID— метод автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках. Данная технология хорошо подходит для отслеживания движения некоторых объектов и получения небольшого объема информации от них. Так, например, если бы все продукты были оснащены RFID-метками, а холодильник RFID-ридером, то он легко мог бы отслеживать срок годности продуктов, а мы могли бы, например, уходя с работы удаленно заглянуть в холодильник и определить, что надо закупить еще.

Быстрый рост и распространение технологий IoT и IoE представляются сегодня неизбежными. Многие связанные с этим изменения могут поначалу произойти незаметно для потребителей, но долгосрочный эффект будет исключительно выгодным для всех: и для частных лиц, и для экономики в целом. Ожидаются существенные улучшения в сферах транспорта, экологии, безопасности, реализации концепции подключённых сообществ (например, школ) и т. д. Носимые устройства для мониторинга состояния здоровья и физической активности, "умные" автомобили и системы электроснабжения, подключенные буровые вышки и производственные цеха — всё это лишь начало грядущего переворота в нашем образе жизни, работы, учёбы и отдыха. Соответственно

большие перемены уже наступают в здравоохранении, теплоснабжении и производстве, а также в управлении жизненно важными инфраструктурами. Прежде всего, все эти отрасли стремительно "умнеют", для чего инженерам приходится решать целый комплекс задач.

Интернет начал проникать в ранее недоступные сферы. Пациенты проглатывают пилюлю, позволяющая диагностировать некоторые заболевания и выявлять их причины. Микроскопические датчики, подключенные к Интернету, можно закреплять на растениях, животных, геологических образованиях и др. Интернет начинает выходить в открытый космос, например, в программе Cisco IRIS (*Internet Routing in Space* – Интернет маршрутизация в космосе. Маршрутизатор устраняет необходимость дорогой и длительной передачи данных на наземную станцию и обратно.

Сегодня Интернет вещей состоит из связанных между собой отдельных сетей, каждая из которых была создана для решения своих специфических задач. По мере развития Интернета вещей эти и многие другие сети будут подключаться друг к другу и использовать все более широкие средства аналитики и управления, безопасности и др. (рисунок 6.3)



Рисунок 6.3 – Сетевые технологии Интернет вещей (источник:

При этом технология приведенных сетей следующие: логистики и транспорта – управление транспортом и контроль продвижения грузов; технология энергетических сетей – учет и мониторинг, управление интеллектуальными сетями; технология умных городов – парковка

городского транспорта, освещение и др.; технология умных домов – пожарная и охранная сигнализация, бытовая автоматизация; технология пользовательской электроники – носимые датчики, мониторинг здоровья, системы контроля месторасположения; технология промышленности – мониторинг и управление технологическими процессами; технология окружающей среды – мониторинг состояния воздуха, водоемов, рек; мониторинг сельского хозяйства – мониторинг параметров окружающей среды, управление запасами

В отличие от технологий Интернета, Интернет вещей в первую очередь развивается в количественном отношении, практически не изменяясь в качественном. В связи с этим происходит существенное изменение на физическом уровне Интернет (рисунок 6.4). Уже сегодня Интернет вещей вызвал широкое распространение датчиков давления, вибрации, освещения, влажности и физических нагрузок. К проблемам внедрения «Интернета вещей» относится необходимость обеспечения максимальной автономности средств измерения и энергоснабжения датчиков.

Типовой узел сети включает в себя: радиотракт на базе трансивера, процессорный модуль, элемент питания, различные датчики и память. Узел, играющий роль центрального координатора, оснащен также интерфейсом USB, по которому может взаимодействовать с компьютером (рисунок 6.4). Узлы сенсорной сети регистрируют события (нажатие на кнопку, превышение порога вибрации и др.) и при наличии связи с центральным координатором передают эту информацию на компьютер. При временном отсутствии связи с координатором узлы запоминают события и передают их при восстановлении связи.

Нахождение эффективных решений, обеспечивающих автономное питание сенсоров (использование фотоэлементов, преобразование энергии вибрации, воздушных потоков, использование беспроводной передачи электричества), позволяет масштабировать сенсорные сети без повышения затрат на обслуживание (в виде смены батареек или подзарядки аккумуляторов датчиков).

Рисунок 6.4 — Элемент Интернета вещей и его аппаратные составляющие



Проблемой являются также технологий передачи данных охватывает все возможные средства беспроводных и проводных сетей. Для беспроводной передачи данных особо важную роль в построении «Интернета вещей» играют такие качества, как эффективность в условиях низких скоростей, отказоустойчивость, адаптивность, возможность самоорганизации. «Интернет вещей» (IoT) — это проводная или

беспроводная сеть, соединяющая устройства, которые имеют автономное обеспечение, управляются интеллектуальными системами, снабженными высокоуровневой операционной системой, автономно подключены к Интернету, могут исполнять собственные или облачные приложения и анализировать собираемые данные. Кроме того, они обладают способностью захватывать, анализировать и передавать (принимать данные) от других систем. Беспроводные среды передачи информации предусматривают организацию взаимодействия между компьютерами посредством передачи световых (инфракрасных) и радиочастотных сигналов.

Среди проводных технологий важную роль в создании «Интернета вещей» играют решения PLC (Power Line Communication) – технологии построения сетей передачи данных по линиям электропередач, так как во многих приложениях присутствует доступ к электросетям (например, торговые автоматы, банкоматы, интеллектуальные счётчики, контроллеры освещения изначально подключены к сети электроснабжения

В связи с этим происходит существенное изменение на физическом уровне Интернет. Уже сегодня Интернет вещей вызвал широкое распространение датчиков давления, вибрации, освещения, влажности и физических нагрузок.

«Интернет вещей» (IoT) — это проводная или беспроводная сеть, соединяющая устройства, которые имеют автономное обеспечение, управляются интеллектуальными системами, снабженными высокоуровневой операционной системой, автономно подключены к Интернету, могут исполнять собственные или облачные приложения и анализировать собираемые данные. Кроме того, они обладают способностью захватывать, анализировать и передавать (принимать данные) от других систем.

К проблемам внедрения Интернета вещей относится также необходимость обеспечения максимальной автономности средств измерения и энергоснабжения датчиков. Нахождение эффективных решений, обеспечивающих автономное питание сенсоров (использование фотоэлементов, преобразование энергии вибрации, энергии воздушных потоков, использование беспроводной передачи электричества), позволяет масштабировать сенсорные сети без повышения затрат на обслуживание (в виде смены батареек или подзарядки аккумуляторов датчиков).

Проблемой являются также технологии передачи данных, которые охватывает все возможные средства беспроводных и проводных сетей. Для беспроводной передачи данных особо важную роль в построении «Интернета вещей» играют такие качества, как эффективность в условиях низких скоростей, отказоустойчивость, адаптивность, возможность самоорганизации. Среди проводных технологий важную роль в создании «Интернета вещей» играют технологии построения сетей передачи данных по линиям электропередач, так как во многих приложениях присутствует

доступ к электросетям (например, торговые автоматы, банкоматы, интеллектуальные счётчики, контроллеры освещения изначально подключены к сети электроснабжения

Чтобы Интернет вещей полностью реализовал свои возможности, его датчики должны работать совершенно автономно. А это значит, что понадобятся миллиарды батареек для миллиардов устройств, установленных по всей планете и даже в космосе. Это совершенно невыполнимо. Для технологий беспроводной передачи электроэнергии можно использовать Тепловую энергию – температурные колебания на близком расстоянии – можно преобразовать в электричество. Можно использовать источники энергии из окружающей среды, такие как свет, электромагнитные волны, а также химические и биоэлектрические системы.

Датчики должны научиться получать электроэнергию из окружающей среды: от света и воздушных потоков, вибрации. В этой области уже достигнут большой успех. Ученые анонсировали пригодный к коммерческому использованию наногенератор — гибкий чип, преобразующий в электроэнергию человеческие телодвижения (даже одного пальца). «Это событие (создание наногенератора) стало важной вехой на пути к портативной электронике, использующей движения человеческого тела для производства электроэнергии, что позволит обходиться без батареек и розеток электрической сети. В будущем наногенераторы смогут полностью изменить нашу жизнь [5].

Одной из сложных задач в развитии концепции Интернет вещей (IoT) во многих приложениях являются сложные проблемы обеспечения информационной безопасности в широком спектре защиты от угроз злоумышленников (хакеров). Эти проблемы являются особенно актуальными, поскольку прогнозируется рост потребности пользователей в IoT. Любой элемент системы Интернета вещей связан с другими и влияет на них, открывая

7 СТАНОВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ ТЕЛЕГРАФА

Образование – магистральный путь развития науки и техники. Только образованный человек способен изобретать, проектировать, обсуживать технику. «Телеграф» был первой электротехнической дисциплиной на пути развития телекоммуникаций.

Н. Ф. Сеенюта (р. 1929)

7.1 Начальные сведения

С появлением оптического телеграфа в России возникла проблема подготовки сигнальщиков как для передачи и приема сообщений, так и обслуживания механических систем телеграфа. В обязанности сигнальщиков входила как установка с помощью механических передач крыльев семафоров (см. рисунок 1.3), так и с помощью подзорных труб принимать передаваемые с соседних башен положения крыльев и расшифровывать их.

Начало подготовки специалистов, обслуживающих линии оптического телеграфа было положено в 1840 г., когда для открыли «постоянную сигнальную школу». Школа готовила старших и младших сигнальщиков.

С появлением электрического телеграфа линии оптического телеграфа прекратили существование и подготовка специалистов, которых продолжали именовать сигнальщиками, было положено в 1842 г., когда все ведение телеграфным делом из военного ведомства было передано в ведение Главного управления путей сообщения и публичных зданий. На С.-Петербург–Московской железной дороге была создана телеграфическая служба с телеграфным управлением.

Для подготовки обслуживающего персонала специалистов электрический телеграф при Институте Корпуса инженеров путей сообщения в 1842 г. была открыта в состав которого вошло и телеграфное управление. В ведении школа телеграфических сигнальщиков. Выпускники этой школы успешно справлялись со строительством и эксплуатацией телеграфных линий и станций. Более того, они же способствовали широкому внедрению телеграфной связи, на значительной части территории России. Как следует из отчетов Главного управления путей сообщения и публичных зданий в 1858 г., телеграфные линии соединяли Петербург с 21 губернским городом и общей протяженностью линий 9400 верст, для чего было подвешено 11545 верст проводов, построено 63 телеграфных станции. Через два года, т. е. в 1860 г. к телеграфной сети было присоединено еще 23 губернских города, а протяженность линий возросла до 17098 верст, при 22753 верстах проводов. Количество телеграфных станций возросло до 151 с 335 включенными телеграфными аппаратами. В последующие два года была организована связь Казань – Иркутск и далее по берегу Амура до Николаевска. В результате Петербург и европейская часть России получила телеграфную связь со всеми крупными городами Сибири [15, 24].

За годы начального этапа работы оптических телеграфов (около 30 лет, а затем и электрических) были отработаны первые правила и нормы телеграфного дела России, разработаны первые словари соответствующих кодов. Отрабатывались и юридические основы работы отечественной телеграфии. На основе «Устава телеграфическим сигнальщикам» и «Положения о Кронштадтской телеграфической линии», позднее были созданы первые государственные документы, регламентирующие работу электромагнитных телеграфов: «Положением об управлении

телеграфическими линиями" и "Положением о приеме и передаче телеграфических депеш по электромагнитному телеграфу» и др. Для подготовки текста депеш использовались телеграфные бланки, которые заполнял податели депеш (рисунок 7.1).

Передача телеграмм оплачивалась по принятым в государствах тарифам. Вначале был применен «поясной» тариф, т. е. плата за телеграфные сообщения исчислялась в зависимости от расстояния между местом подачи телеграммы и станцией назначения. Затем взамен поясного тарифа был введен «пословный» тариф – где плата исчислялась от количества слов в телеграмме.

В России для оплаты телеграмм, подаваемых на «Санкт-Петербургский Городской Общественный Телеграф», в мае 1866 г. были введены телеграфные марки (рисунок 7.2). Получив заполненный отправителем бланк, чиновник подсчитывал сумму платежа, наклеивал на бланк телеграфные марки, гасил их телеграфным штемпелем и отдавал в аппаратную для передачи адресату. Однако уже в конце 1868 года телеграфные марки в России были изъяты из обращения.



Рисунок 7.1 – Бланк телеграфной депеши



Рисунок 7.2 – Марка России для оплаты телеграфных депеш

Заполненные бланки депеш передавались телеграфистам – «служащих, на обязанности которых лежала передача и прием с аппарата телеграфических депеш». Рабочие места телеграфистов, передающих телеграммы с аппарата Морзе и Уитстона показаны на рисунке 7.3.

На крупных телеграфах, где количество телеграмм исчислялось сотнями телеграфные аппараты располагались в специальных залах (рисунок 7.4). Например, в 1867 г. на Центральной телеграфной станции в Москве было четыре аппарата Юза, 23 аппарата Морзе и один аппарат «Пантелеграф» Дж. Казелли. Общий обмен станции составлял 487 482 телеграммы [25].

Бланки телеграмм пересылались в аппаратный зал с помощью пневматической почты. Для этого телеграмма закупоривалась в особые гильзы, которые передвигались по металлическим трубам внутри здания, силою давления воздушной струи.

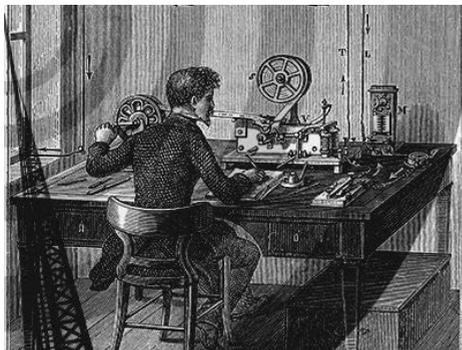


Рисунок 7.3 – Рабочее место телеграфиста: *а* – аппарат Морзе; *б* – аппараты Уитстона

На телеграфах, как и железных дорогах, с самого начала своего создания было разрешено работать только мужчинам. По легенде, Николай I велел «и на пушечный выстрел баб к чугунке не подпускать». Единственная должность, на которую принимали женщин практически с самого начала эксплуатации железных дорог, это «переездная сторожиха» – дежурный по переезду. Причем «переездный сторож» и «переездная сторожиха» обозначали две разные должности, на первую из которых принимали исключительно мужчин, на вторую – только женщин.



Рисунок 7.4 – Аппаратный зал телеграфа С.-Петербурга

В целом служить в Почтово-телеграфном ведомстве в XIX веке было трудно, но престижно. Стать телеграфистом было не просто — от кандидатов на должность требовалось не только крепкое физическое и психическое здоровье, но и хорошее образование. Работа была очень ответственной, ведь по телеграфу проходили и секретные и военные сообщения. Поэтому при поступлении на службу каждый подписывал "клятвенное обещание", в котором присягал на верность царю.

Телеграфисту необходимо было знать свободно один иностранный язык, служебную и техническую телеграфию. От телеграфных механиков — знание и объяснение проектов по устройству станций и линий, прокладке подземных и подводных линий, сооружению городских линий и т. д. Служащие даже жениться (или выйти замуж) Телеграфисты были исключительно мужчины. О женщинах-работницах, первоначально, никто не думал.

В компании Сименса и Гальске, которые строили первые телеграфные линии. С 6 февраля 1856 г. в телеграфное ведомство на льготных условиях принимали отставных по ранению офицеров, знающих один иностранный язык. С 19 июля 1859 г. на низшие должности допущен прием лиц "из всех свободных сословий, а также дворян и чиновников гражданских как по найму, так и на службу действительную". "Лица, не имеющие по происхождению прав на вступление в общую службу гражданскую" принимались с обязательством отслужить 12 лет до увольнения в отставку и числились "в звании нижних чинов, с правами, предоставленными канцелярским служащим". Стоит напомнить, что от работников телеграфа требовались хорошая техническая подготовка и знание иностранного языка (французского или немецкого). Первоначально специалисты готовились в Петербурге, но распространение телеграфа по империи, сделало это экономически не выгодным делом. Подготовка телеграфистов, начатая на местах, в школах при телеграфных отделениях, не устраивала правительство. Преподавателями в основном были все те же немецкие специалисты фирмы Сименса и Гальске. Они являлись хорошими практиками, но, как правило, не обладали необходимым запасом теоретических и педагогических знаний.

Бурное развитие электрического телеграфа потребовало большого числа новых служащих и специалистов. Правительству пришлось принимать экстренные меры, чтобы нормализовать ситуацию. По распоряжению императора Александра II, кабинет министров разработал Положение о допущении женщин на телеграфную службу только в Финляндии с 20 ноября 1864 года. Подписывая это решение, император вынес резолюцию: "Полагаю, что со временем можно было бы допустить женщин и в империи". Этой припиской немедленно воспользовалось почтово-телеграфное ведомство и по докладу Министра Почт и телеграфов 26

февраля 1865 г. высочайше разрешено использовать труд женщин и в других регионах государства "на тех же основаниях, как это дозволено в Финляндии", в виде временной меры. Это и стало началом работы женщин в государственных учреждениях Российской империи.

Двадцатого ноября 1864 г. Высочайше было утверждено Положение Комитета Министров Российской Империи «О предоставлении, в виде опыта, определять в Финляндии женщин на должности телеграфистов» с резолюцией Александра II «Полагаю, что со временем можно было бы допустить женщин и в Империи» Воля императора была исполнена в кратчайшие сроки и уже 26 февраля 1865 г. последовал именной, объявленный Сенату Главнначальствующим над Почтовым Департаментом, Указ «О дозволении определять в некоторых частях Империи женщин на должность телеграфистов» В дальнейшем, определение женщин на должности телеграфистов, в 1864 – 1865 г., было закреплено рядом нормативных актов, а указом 1871 г., объявленным Сенату Министром юстиции «О допущении женщин на службу в общественные и правительственные учреждения» [26].

В начале 1866 г. к ранее утвержденным формам одежды телеграфистов мужчин, Высочайше была утверждена форма одежды, для женщин-телеграфистов (рисунок 7.5). В форма женщин содержалось следующее ее описание: «Пальто из драдедама черного цвета с белыми пуговицами, присвоенными телеграфному ведомству, с желтою по бортам и обшлагах рукавов выпушкою, на воротнике две бархатные петлицы с пуговицами и желтою выпушкою кругом. Пояс из лакированной кожи с пряжкой и телеграфным на оной знаком. На левом плече бархатный черного цвета бант с желтою выпушкою и *телеграфным знаком*».



Рисунок 7.5 – Формы одежды телеграфистов

В 1870 г. директор телеграфов К. К. Людерс в своем приказе писал: "Имея в виду существующий ныне недостаток в чинах и будучи уверен, что телеграфное дело, которому мы посвятили нашу деятельность, одинаково дорого для всех моих сослуживцев, я обращаюсь в настоящем случае к их содействию, учитывая при этом найти в них полную готовность способствовать по мере сил и возможности к приисканию молодых людей к телеграфной службе". В такой ситуации, перебрав различные варианты, правительство и решилось предоставить женщинам возможность временной работы в почтово-телеграфном ведомстве.

С января 1871 г. временная мера сделана постоянной и женщинам разрешили занимать должности телеграфистов в определенной пропорции от общего числа должностей. Циркуляром МВД от 24 марта 1874 г. устанавливалась 30% норма для женщин телеграфисток. С этого времени Почтово-телеграфное ведомство первым стало принимать на службу не только мужчин, но и женщин. При этом нужно было получить разрешение от начальника почтово-телеграфного округа. Женщинам заключение брака с представителями иных профессий не приветствовалось

Только в феврале 1875 года Департамент железных дорог также разрешил принимать женщин на железные дороги в качестве телеграфистов, но и то только в ограниченном количестве. Их число не должно было превышать 15-процентной нормы и предпочтение отдается вдовам и сиротам бывших служащих и дочерям лиц, состоящих на службе железных дорог.

Со временем, стремясь к поднятию образовательного уровня агентов службы движения, Министерство путей сообщения признало желательным, чтобы на всех железных дорогах были предприняты опыты замещения женщинами, окончившими средние учебные заведения, должностей начальников станций, их помощников и кассиров. Первый такой опыт был сделан и оказался вполне удачным на Рязанско-Уральской железной дороге. В открытые в 1903 году в С.-Петербурге при Императорском русском техническом обществе железнодорожные курсы принимаются и женщины. В этом же году дано разрешение открыть в Москве технические женские курсы по специальностям строительной, механической и электротехнической.

Согласно циркуляру Министерства путей сообщения от 15 апреля 1906 года, «количество женщин, принимаемых в конторы Управления дорог... не должно превышать 10 % от общего числа служащих в данной конторе». В циркуляре 1910 года объявлялось, что процент приема женщин на службу превышен, и прием этот надо временно приостановить (что и было сделано). Впрочем, даже эти 10-15% некоторым руководителям частных железных дорог не давали спокойно спать. В частности, в апреле 1907 года управляющий Киево-Воронежской железной дорогой издал приказ,

предписывающий сократить штаты женщин, служащих на дороге, с заменой их мужским персоналом.

7.2 Институт Корпуса инженеров путей сообщения

Необходимость эксплуатации бурно развивающихся транспортных путей сообщения, обеспечения строительства и управления транспортом потребовала от правительства России решения ряда проблем. Одной из них была проблема кадров. Решение общей проблемы высшего образования на транспорт было положено Манифестом Александра I от 2 декабря 1809 г., которым в Петербурге был учрежден Корпус инженеров путей сообщения "для лучшего управления внутренними водными и сухопутными сообщениями" [27].



Первое здание Института Корпуса путей сообщения – бывший дворец князя И. Юсупова. Архитектор Дж. Кваренги (1744–1817)

Этим же Манифестом был учрежден Институт Корпуса инженеров путей сообщения "для образования способных исполнителей ..., юношеству, желающему посвятить себя сей важной части, ...». Институт был открыт 1 ноября 1810 года. Первым инспектором был назначен испанский ученый А. А. Бетанкур (1758–1824) – крупный механик и строитель того времени и автор первого оптического телеграфа в Испании. [21].

При составлении программы обучения в Институте он писал: «Цель института – снабдить Россию инженерами, которые, прямо по выходе из него, могли бы быть назначаемы к производству всяких работ в Империи». В то же время Институт корпуса инженеров путей сообщения в 1864 г. был преобразован из военного в гражданский Институт инженеров путей сообщения, и его конференция приняла решение «преподавать в институте курс телеграфов, как отдельный предмет» и в более расширенном объеме. Для улучшения преподавания телеграфии институт приобрел «коллекцию передаточных снарядов», т. е. телеграфных аппаратов и трансляций для усиления гальванического тока при действии «телеграфических аппаратов». Конечным этапом изучения предмета было составление проекта и сметы на организацию телеграфной связи на железной дороге.

Конференция института 27 августа 1864 г. приняла все же решение "преподавать в институте курс телеграфов как отдельный предмет" и в более

расширенном объеме. Введение телеграфии в учебный план и расширение занятий до двух часов в неделю позволили увеличить время, отводимое на курсовой проект. К тому же часть занятий со студентами проводилась в Главной телеграфной станции при Министерстве путей сообщения. Было также введено факультативно "приложение электричества к телеграфии, железнодорожной сигнализации и освещению".



С 1887 г. курс телеграфии начал вести выпускник института Г. К. Мерчинг. Он значительно расширил содержание лекций, включив в них сведения об электрических генераторах, двигателях, электрическом освещении. В 1890 г. он же ходатайствовал перед Ученым советом института о переименовании предмета "Телеграфия" в "Электротехника и телеграфия". Совет института в 1891 г. принял решение именовать предмет "Электротехника". В него телеграфия вошла

отдельным разделом. В целом предмет электротехники был отнесен к одной из ведущих кафедр института – теоретической и прикладной механики. В раздел телеграфии, кроме аппаратов Морзе, были включены телеграфные аппараты Юза



В 1895 г. Ученый совет института единогласно признал предмет электротехники необходимым для образования инженера путей сообщения и его преподавания на третьем курсе, ввел еще занятия на четвертом в первом семестре (один час в неделю). Сообщая о новом учебном плане на заседании Ученого совета института, директор особо отметил, что "к перечисленным (т. е. основным) предметам можно прибавить и столь разившуюся в последнее время электротехнику, хотя не поставленную в категорию специальных предметов, но играющую с некоторых пор столь видную роль в путях сообщений". Это решение Ученого совета явилось началом

подготовки инженеров-электриков путей сообщения.

После Великой Октябрьской революции институт инженеров путей сообщения был переименован в Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта (ЛИИЖТ). В 1933 г. на базе электротехнической специализации ЛИИЖТа был образован факультет сигнализации, централизации, блокировки (СЦБ) и связи. Организатором и

первым руководителем факультета стал профессор Дмитрий Семенович Пашенцев (1885–1949) инженер и видный ученый по телеграфии. На факультете были организованы четыре кафедры: "Телеграфия" (заведующий кафедрой Д. С. Пашенцев), "Радиотехника" (заведующий кафедрой В. Н. Листов), "Телефония" (заведующий кафедрой В. И. Коваленков) и "Сигнализация, централизация и блокировка" (заведующий кафедрой Н. В. Лупал).



Электротехнического института инженеров сигнализации и связи железнодорожного транспорта (С.-Петербург)

В 1932 г. был образован Московский электротехнический институт инженеров сигнализации и связи (МЭИИСС). Он просуществовал до 1937 г. и выпустил всего 36 инженеров по СЦБ и связи. В 1937 г. факультет СЦБ и связи ЛИИЖТа был преобразован в специальный Ленинградский электротехнический институт инженеров сигнализации и связи (ЛЭТИИСС). Первым начальником ЛЭТИИССа был назначен И. Н. Косолапов. До этого он работал директором Московского учебного электротехнического комбината. Его заместителями стали выдающиеся ученые Д. И. Каргин и С. Н. Боровой.

С этого времени ЛЭТИИСС стал единственным в стране специализированным вузом по подготовке для железнодорожного транспорта инженеров по СЦБ и связи. Он оказал решающее влияние на содержание и уровень подготовки специалистов этого профиля.

В 1950 г. ЛЭТИИСС был переименован в Ленинградский электротехнический институт инженеров железнодорожного транспорта (ЛЭТИИЖТ), который в 1954 г. вновь был объединен с ЛИИЖТом и вошел в его состав как электротехнический факультет. В настоящее время ЛИИЖТ преобразован в Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС) Министерства путей сообщения Российской Федерации.

7.3 Техническое училище почтово-телеграфной связи

В условиях развивающегося телеграфа, ни школа «телеграфических сигнальщиков», ни Институт инженеров путей сообщения не могли решить

проблему кадров для телеграфов железных дорог России и предоставления услуг населению. Поэтому в 1883 г. в России была организована первая Телеграфная школа, послужившая впоследствии образцом для местных окружных телеграфных школ. Одновременно была начата разработка вопроса об устройстве специального училища для подготовки телеграфных техников. В 1886 г. в С.-Петербурге состоялось открытие Технического



училища почтово-телеграфного ведомства – первого в России специализированного учебного заведения связи. Директором Технического училища был назначен Николай Григорьевич Писаревский (1821–1895), известный специалист в области техники связи, автор ряда книг по физике и электротехнике, электрическим измерениям, сооружению телеграфных линий связи. Так, в 1878 г. вышла первая его книга «Руководство по устройству воздушных телеграфных линий», которая многие годы являлась справочником для телеграфных

техников [70].

Слушатели Технического училища проходили трехлетний курс обучения со специализацией в области телеграфии. Кроме общенаучных и общетехнических дисциплин, в училище преподавались телеграфия, электрические измерения, телеграфная и почтовая служба. За период с 1886 по 1891 гг. училище окончили 52 человека, что было явно недостаточно для такой страны, как Россия.

В воскресенье, 19 мая 1891 г., Техническое училище почтово-телеграфного ведомства праздновало торжественный акт – пятилетний юбилей, совпавший с третьим выпуском молодых телеграфных инженеров. После молебствия преподаватель электротехники, инженер Г. К. Мерчинг (выпускник Института Корпуса инженеров путей сообщения) прочел речь о значении электротехники в культурном развитии XIX столетия. На торжественном акте также было провозглашено, что по прошествии пятилетнего срока со дня образования в 1886 году училища с трехгодичным сроком обучения с 1891 года оно будет преобразовано в Электротехнический институт с четырехгодичным обучением, в котором будущие инженеры-электрики получат более широкое общее и электротехническое образование.

7.4 Первый электротехнический институт России

После того, как в Государственный совет Российской империи поступила справка о потребности Главного управления почт и телеграфов в специалистах, имеющих высшее образование, министром внутренних дел,

графом Д. А. Толстым в Государственный Совет был представлен проект временного положения и штата Технического училища. 3 июня 1886 года он удостоился Высочайшего утверждения. Директором Училища был назначен Н. Г. Писаревский, видный общественный деятель России, бывший в 1868—1885 годах инспектором Телеграфного ведомства и много потрудившийся над разработкой самого проекта и выработкой программ преподавания. Инспектором Училища был назначен чиновник особых поручений при начальнике Главного управления почт и телеграфов Н. Н. Качалов. 4 сентября 1886 года состоялось открытие Училища.

Результаты первых 5 лет работы Технического училища показали необходимость увеличения сроков обучения и расширения учебных программ, и 11 (23) июня 1891 г. императором Александром III был подписан указ о преобразовании Технического училища в Электротехнический институт с правом защиты дипломной работы после первого года практической работы.

После кончины Н. Г. Писаревского в 1895 г. институт возглавил Н. Н. Качалов. Под его руководством был разработан новый проект преобразования института, в котором деятельное участие приняли многие крупные ученые, профессора Университета,

Электротехнический институт (С.-Петербург)



В утвержденном «Положении об Электротехническом институте» указывалось: «Электротехнический институт есть открытое учебное заведение, имеющее целью доставлять специальное образование, необходимое для занятия технических и административных должностей по ведомству почт и телеграфа, а также готовить преподавателей для местных почтово-телеграфных школ и вообще деятелей по разным отраслям электротехники». 4 (16) июня 1899 г. ЭТИ получил статус высшего учебного заведения с введением пятилетнего обучения, а с 12 (24) августа 1899 г. получил наименование «Электротехнический Институт Императора Александра III». С 1900 г. выпускникам присваивалось звание инженеров-электриков.

Первый выпуск студентов, окончивших Электротехнический институт, состоялся в июне 1893 г. Выпускникам было присвоено звание техника.. Все окончившие институт были назначены на должности младших механиков в различных периферийных почтово-телеграфных округах.

В ЭТИ в 1925 г. началась подготовка инженеров по специальностям "Транспортная связь" и "Сигнализация, централизация и блокировка" на железнодорожном транспорте. В год в среднем готовили 15–20 специалиста, что было явно недостаточно для страны. Именно поэтому в 1930 г. в Ленинградском институте железнодорожного транспорта (ЛИИЖТ) была открыта электротехническая специализация по СЦБ и связи. С этого времени подготовка инженеров по СЦБ и связи в Ленинградском электротехническом институте прекратилась [29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В своем развитии и становлении, Интернет на более высоком уровне, во многом повторил путь, пройденный телеграфом.

Семенов Н. Ф. (р.1929)

Если мы бросим взгляд на тот громадный успех, с которого развивалась и совершенствовалась цифровые телекоммуникации с момента появления первого оптического телеграфа Клода Шаппа (1792), а затем электрических телеграфов Шиллинга (1832), Морзе (1837) и других изобретателей до наших дней, то мы с гордостью можем констатировать тот факт, что ни одно изобретение прежних лет ни приобрело такой безусловной и бесспорной популярности как телеграф. Сегодня мы можем с полным основанием утверждать, что развитие телеграфа и Интернет явилось чрезвычайно важным в истории человечества. То, что сделано изобретателями, инженерами в данной области за столь короткий по историческим меркам срок, является чудом.

Первым, получившим распространение в России, был оптический телеграф К. Шаппа. Благодаря оптическому телеграфу был накоплен бесценный опыт по эксплуатации протяженных линий для передачи телеграмм. Были разработаны первые правила и нормы телеграфного дела России, начата подготовка кадров (сигналистов) по передаче депеш и обслуживанию аппаратов (механиков). Оптический телеграф стал также основным средством управления и обеспечения безопасности движения поездов на первых и последующих железных дорогах России.

Оптические телеграфы, эпоха которых в России продолжалась около 30 лет, явились необходимой ступенью и условием для перехода к следующему этапу развития телеграфии – эпохе электромагнитных телеграфов. Попытки создать электрический телеграф начались через треть века после того, как в

1800 году итальянский физик А. Вольта изобрел химический источник тока – вольтов столб. Изобретателем первого, получившего практическое применение электрического телеграфа в отечественной и мировой литературе, принято считать Павла Львовича Шиллинга, продемонстрировавшего в октябре 1932 года первый сеанс электрической телеграфной связи по проводам, с помощью изобретенного им телеграфного аппарата и кода (азбуки). В последующие годы были разработаны и другие конструкции телеграфных аппаратов: Морзе, Юза, Уитстона, Сименса, Бодо и др. Наиболее долговечным из них оказался телеграфный аппарат, изобретенный в 1837 году нью-йоркским художником Самюэлем Морзе. Он также разработал знаменитую азбуку Морзе, состоящую из точек и тире. Аппарат Морзе завоевал весь мир и обессмертил имя его изобретателя.

Не менее значимым было изобретение в 1874 году многократного буквопечатающий телеграфный аппарат французского механика Ж. Бодо и его пятиэлементного кода Бодо. Аппараты Морзе и Бодо обеспечивали телеграфную связь до середины XX века. Принципы телеграфа Бодо в дальнейшем легли в основу всех систем цифровой связи.

Проблема дальности телеграфов Морзе, Бодо и других была решена применением телеграфных трансляций, в основу которых было положено предложенное английским физиком Дж. Генри электромагнитное реле. На железных дорогах долгие годы применялись трансляции Большого северного телеграфного общества (БСТО) и английского изобретателя Ч. Уитстона.

После решения проблемы дальней телеграфной связи впервые стал вопрос о создании межконтинентальной и глобальной телеграфной связи. Были созданы Трансантлантическая, а затем Индо-Европейская телеграфные линии. Строительство межконтинентальных телеграфных линий человечество оценило как великий инженерный подвиг. Эти же линии фактически явились основами всемирной телеграфной связи. К 1870 г. сформировалась первая всемирная проводная телеграфная сеть, объединившая страны и континенты.

Вот как английский электротехник профессор Уильямы Эйтона (1847–1908) так представлял будущее телеграфа в начале XX века: «Нет сомнения, что придет день, когда мы все будем забыты, а медную проволоку, гуттаперчевую изоляцию и стальную броню поместят в музей антикварных вещей. В будущем, если кто-нибудь захочет поговорить со своим другом, он свяжется с ним посредством совершенных аппаратов, работающих с помощью электромагнитных колебаний» [45].

Значительно расширились возможности телеграфа с изобретением в конце XIX века А. С. Поповым телеграфирования без проводов – радио и практической реализации радио А. С. Поповым и итальянским инженером и предпринимателем Г. Маркони. Развитие радио привело к появлению радио

и радиорелейных линий, а затем и спутниковых радиолиний. 23 апреля 1965 г. в СССР был запущен искусственный спутник Земли “Молния-1”, на борту которого находилась приемопередающая ретрансляционная радиостанция.

И это будущее свершилось в конце XX века. На смену телеграфной связи в середине XX века на базе проводных и беспроводных сетей телеграфной связи, ПЭВМ, ЭВМ и суперЭВМ началось формирование нового вида цифровой связи – передачи данных, ставшей основой всемирной сети цифровой передачи данных. Торжеством цифровой передачи данных стала глобальная цифровая информационная сеть связи Интернет, которая сегодня является и телеграфом и почтой, и телефоном, и телевидением, и справочной службой, и библиотекой, и кинотеатром и многими другими видами услуг связи. И все это благодаря цифровым методам передачи информации, начала которых были положены в первых электрических телеграфах.

Передача данных как одного из этапов развития телеграфа явилась также значительным событием в жизни общества. Пожалуй, одним из первых кто обратил на это внимание, был профессор электротехники и компьютерных наук Массачусетского технологического института (МТИ) Роберт Фано (1917–2016). Это он в своей статье *«On the Social Role of Computer Communications»* на роль науки информатики в жизни общества отметил: *«Брак между вычислительной машиной и средствами связи совершился, Свадьба сыграна, медовый месяц позади, и супруги начинают все больше и больше ощущать, как сильно они стали зависеть друг от друга»* [156]. Почти полувекковой брак показал, что этот брак основательно укрепился и с годами становится все крепче и крепче.

С появлением Интернета телеграф начал постепенно терять свои позиции. Телеграфные компании постепенно прекращали свою работу. Так в США старейшая телеграфная компания Western Union перестала выполнять прямые функции, т. е. принимать и отправлять телеграммы и с 2006 года, сосредоточилась исключительно на денежных переводах. Как сообщила с большим пафосом компания The Times of India, последняя в мире сеть проводного телеграфа закончила свою работу в воскресенье, 14 июля 2013 года. Но в некоторых странах, в том числе России, Беларуси услуги телеграфа значительно сократились, но продолжают действовать и сейчас так как не в каждую деревню на обширных территориях стран есть возможность провести телеграфную (телефонную) линию и Интернет.

Таким образом, телеграфная связь явилась предтечей Интернет и с полным основанием можно утверждать что Интернет сегодня – телеграф XXI века со своей инфраструктурой. Интернет – свободный «континент» базирующийся на огромных сетевых ресурсах Интернет это телекоммуникации, наука, государственное управление, бизнес, образование, это наша жизнь.

В начале XXI века начался новый этап развития Интернет, оказывающем услуги людям. С ростом числа пользователей и оконечных устройств (ПЭВМ, планшетов, гаджетов и др.) Интернет людей начал постепенно перерождаться в Интернет вещей, оказывающий услуги вещам.

Концепция Интернета вещей была сформулированная в 1999 году как результат осмысление перспектив широкого применения средств радиочастотной идентификации для взаимодействия физических предметов между собой и с внешним окружением. Наполнение концепции «Интернета вещей» многообразным технологическим содержанием и внедрение практических решений, для её реализации начиная с 2010-х годов считается устойчивой тенденцией в информационных технологиях, прежде всего, благодаря повсеместному распространению беспроводных сетей, появлению облачных вычислений, развитию технологий межмашинного взаимодействия, программно-конфигурируемых сетей.

Появление Интернета вещей, не менее знаменательное событие, чем появление Интернета людей, но еще предстоит уяснить роль Интернета вещей в жизни общества, выработать по отношению к вещам соответствующие технологии, способы управления и др. Требуется разработка гармонии вещей, математического и программного обеспечения, предназначенных для связи систем с вещами. Это огромные задачи ближайшего будущего. Предел услуг Интернет не бесконечен, но где предел. Пока неизвестно.

Из всего изложенного в пособии мы можем отметить постоянное движение и развитие техники телеграфной. Причем для развития телеграфа характерен прогресс, как в технике, так и теории цифровой связи. Так, все основные устройства оптических и электрических телеграфов: ключи, клавиатуры, кодирующие и декодирующие устройства, распределители, устройства синхронизации передающих и приемных устройств, все были выполнены на механических зависимостях. Механика была основным наукой при создании телеграфных аппаратов и устройств. Приводы передающих и приемных устройств также были основаны на механике – гиревые и пружинные с центробежными регуляторами скорости работы.

Электромеханические телеграфные аппараты также были построены на механических зависимостях. Электрическими были только приемные электромагниты и электромагнитные реле, Гиревые и пружинные лентопротяжные механизмы заменили электродвигатели, гальванические элементы – динамомашинны (электрические генераторы)

В современных устройствах Интернет все основные элементы клавиатура, кодирующие и декодирующие, распределители, устройства синхронизации выполнены на основе электронными приборов и

микропроцессоров. Из механических остались только лентопротяжные устройства.

С изменением элементной базы изменялись и методы передачи данных – от асинхронных к синхронным, от неравномерных кодов к равномерным, от простых кодов к кодам с обнаружением ошибок и исправлением ошибок. От систем с односторонней передачей к системам с обратной связью. От коммутации каналов к коммутации сообщений и пакетов.

Дальнейшее развитие получили и линии связи. От проводных телеграфных цепей воздушных и кабельных линий связи перешли к узкополосным каналам тонального телеграфирования, а затем к широкополосным каналам многоканальным системам передачи по радиорелейным и волоконно-оптическим системам передачи информации. Сети передачи данных, как и телеграфные сети, на начальном этапе использовали топологию «шина» и «дерева», а затем перешли к более сложным топологиям «звезды», токен ринг и др.

С появлением абонентского телеграфирования для множества пользователей (телеграфные абоненты, телеграфные агентства) были «сайты» и были общения абонентов и телеграфистов – «чаты» и др. Но основы цифровой связи, заложенные телеграфом оказались очень продуктивными и во многом были повторены в Интернет

Таким образом, телеграфная связь явилась предтечей Интернет и с полным основанием можно утверждать что Интернет сегодня – телеграф XXI века со своей инфраструктурой. По своему общественному значению телеграф явился одним из основных и весьма важных изобретений Интернет – свободный «континент» базирующийся на огромных сетевых ресурсах Интернет это телекоммуникации, наука, государственное управление, бизнес, образование, это наша жизнь. Сегодня всемирная сеть Интернета мы можем гипотетически рассматривать в качестве возможного «пристанища» искусственного интеллекта.

Изложенная в пособии история телеграфа от первых оптических устройств до Интернета явилась результатом трудов изобретателей, инженеров и ученых многих стран мира. Это объединение привело к формированию нового глобального информационного общества, которое является еще одним шагом на пути достижения единения всех живущих на земле людей.

Заметим также, что возникновение информационного общества предвидел еще в начале 20-х годов прошлого века наш знаменитый соотечественник академик В.И. Вернадский, разработавший концепцию становления на Земле ноосферы – сферы разума [7].

ПОСЛЕСЛОВИЕ АВТОРА

*Еще одно, последнее сказанье — и летопись
окончена моя исполнен долг, завещенный
от Бога мне грешному. Недаром многих лет
свидетелем Господь меня поставил и
книжному искусству вразумил;...*

А. С. Пушкин (1799–1837) «Борис Годунов»

Одной из проблем человечества на многовековом пути развития цивилизаций была проблема передача, приема и обмен сообщениями. Первыми решениями этой проблемы было использование звука и света, огня и дыма костров для передачи простейших дискретных сообщений. Но зависимость качества передачи сообщений от состояния среды распространения сигналов (погоды) не могла удовлетворить потребности общества. Только использование гонцов на скачущих лошадях на протяжении многих тысяч лет позволяло относительно быстро доставлять сообщения. Один греческий историк отзывался о гонцах так: «Никто в мире не может спорить с ними в быстроте; голуби и журавли едва поспевают за ними. На каждой почтовой станции сменяются лошади и всадник; ни дождь, ни снег, ни мороз, ни жара, ни тьма ночная не могут остановить их стремительного бега». Такая оценка гонцов как средств доставки сообщений соответствовало тому далекому времени [60].

Однако человечество продолжало искать и мечтать об общении на дальние расстояния, когда со «скоростью света» они будут получать сообщения, происходящие «за тридевять земель в тридесятом царстве». Вот как эти мечтания были воплощены в самоуверенные и смелые слова шаловливого духа Пэка в комедии Вильяма Шекспира (1564–1616) «Сон в летнюю ночь» (1564–1596). Получив от своего повелителя Оберона (король фей и эльфов) приказание разыскать волшебное растение, затратив на поиск время не больше того, которое потребно Левифану для преодоления одной мили пути, Пэк, не задумываясь, обещает опоясать землю за 40 минут. Влагая в уста Пэка этот ответ, гениальный английский поэт едва ли подозревал, что эти мечты в скором времени начнут сбываться.

Начало было положено с изобретением оптического телеграфа, который получил хотя и небольшое применение, но все же явился началом передачи сообщений на дальние расстояния. В художественной литературе, пожалуй первое упоминание об оптическом телеграфе, мы находим в романе Александр Дюма-отец «Граф Монте-Кристо»: «Мне иногда приходилось, в ясный солнечный день, видеть на краю дороги, на пригорке, эти вздымающиеся кверху чёрные суставчатые руки, похожие на лапы огромного жука, и, уверяю вас, я всегда глядел на них с волнением. Я думал о том, что эти странные знаки, так чётко рассекающие воздух и передающие

за триста лье неведомую волю человека, сидящего за столом, другому человеку, сидящему в конце линии за другим столом, вырисовываются на серых тучах или голубом небе только силою желанія этого всемогущего властелина; и я думал о духах, сильфах, гномах — словом, о тайных силах, — и смеялся. Но у меня никогда не являлось желанія поближе рассмотреть этих огромных насекомых с белым брюшком и тощими чёрными лапами, потому что я боялся найти под их каменными крыльями маленькое



человеческое существо, очень важное, очень педантичное, напичканное науками, кабалистикой или колдовством. Но в одно прекрасное утро я узнал, что всяким телеграфом управляет несчастный служака, получающий в год тысячу двести франков и созерцающий целый день не небо, как астроном, не воду, как рыболов, не пейзаж, как праздный гуляка, а такое же насекомое с белым брюшком и чёрными лапами, своего корреспондента, находящегося за четыре или пять лье от него».

Столь великое изобретение оказало влияние на широкую научную и культурную общественность. В России на это изобретение было отмечено началом издания первого научно-литературного журнала «Московский телеграф» (1825) с нацеленностью на новые знания и на их практическое применение. Эта нацеленность нашла отражение как в названии журнала и в рисунке на обложке журнала. На обложке первого номера журнала (1825) был изображен уже известный в Европе семафорный оптический телеграф в виде башни с сигнальным устройством. В те годы в России оптического телеграфа еще не было. Он появился только в 1824 году.

Появление телеграф раздвинуло естественные границы действия наших органов чувств, представив нам сначала возможность воспроизводить на расстоянии печатный текст. Благодаря этому стал намного легче процесс общения людей (в широком смысле), самым прямым образом влияющий на функционирование общества.

Передача сообщений по оптическому телеграфу безусловно было значительным достижением человечества, но все же он требовал больших финансовых вложений, сооружений многих башен со сложными механическими устройствами, а также сигналистов, умеющих передавать и принимать знаки сообщений кодированных крыльями. Кроме того, передача сообщений в сильной степени зависела от времени суток (день, ночь),

состояния погоды и занимала много времени. Так, передача сообщений, например, на оптической телеграфной линии С.-Петербург–Варшава занимала 15–20 минут. Поэтому поиски методов передачи сообщений продолжались.

В целом оптический телеграф хорошо согласовывался с эпохой романтизма того времени как что-то странное, фантастичное, живописное. Более того, многие люди видели в нем таинственность и даже сокральность. Таинственность оптического телеграфа была столь велика, что ему нашлось место даже в соннике, весьма распространенном в те времена. Так, к чему снится телеграф?:

– Наблюдать во сне за работой оптического телеграфа – это стремление к запретным удовольствиям. Если такой сон видит женщина, то ее ждет безответная любовь к женатому мужчине.

– Увидеть во сне телеграф – вас ждут волнующие и очень приятные новости. Если вам приснилось, что вы пошли на телеграф для того, чтобы дать телеграмму, то это свидетельство того, что что-то, тщательно скрываемое вами, станет известно всем, даже вашим недоброжелателям.

– Быть во сне работником телеграфа – знак того, что в реальной жизни вы слишком много и напряженно работаете. Если так и будет продолжаться дальше, то это может привести к резкому ухудшению вашего здоровья.

В те же годы на почве романтизма возникла также идея создания музыкального телеграфа, идея перевода словесного языка в язык музыкальный. Средства выражать свои мысли посредством различного соединения музыкальных звуков, занимались многие специалисты еще до оптического телеграфа. Но все попытки создать музыкальный языка заканчивались безрезультатно. Только француз Жан Франсуа. Сюдр предложил музыкальный язык, называемый "Соль-ре-соль". Его суть состояла в том, что в музыкальное общение от одного места к другому происходит «посредством некоторого числа *труб*; что похоже на телеграф, и своею *быстрою* почти равняющийся с ни, но музыкальный язык имеет то преимущество пред телеграфом, что *может быть употреблен везде*: в местах гористых, на море, служебным сообщением между морем и землею».

Ж. Сюдр обнародовал правила своего языка в 1817 году. Сорок лет его последователя разрабатывали грамматику, словарь и теорию этого языка. И только в 1868 году в Париже появились сочинения на этом языке. Корнями слов нового языка послужили семь основных музыкальных нот, они же образовывали и некоторые новые слова: си означало "да", до — "нет", ре — "и", ми — "или", до—ре — "я", до—фа — "он", ре—до — "мой" и т. д. Таковую речь можно было и сыграть. Но язык этот оказался труднее самого сложного современного языка и также не получил применения. Но идея не умерла и продолжала существовать.

В 1833 году в Петербурге на плохой бумаге вышло сочинение с пространным названием: *Опыт о Музыкальном языке, или Телеграфе, могущем посредством музыкальных звуков выражать все то, что выражается словами, и служить пособием для различных сигналов, употребляемых на море и на сухом пути*» (с приложением «Алфавиты музыкального телеграфа»). Вместо подписи — псевдоним *К.В.О.*, известного русского писателя и мыслителя эпохи романтизма князя В. Ф. Одоевского (1803–1869), одного из основоположников русского музыкознания [83].

Во Франции на основе музыкального языка был разработан акустический музыкальный «снаряд» – телеграф для передачи приказаний и сигналов на море с корабля на корабль, на суше между крепостями и на линии железных дорог от одной станции к другой через путевую стражу (1843). «Снаряд этот имеет четыре музыкальных тона (соль, до, ми, соль), составляющие аккорд. Тоны сии расположены так, чтобы переход от одного к другому тону был весьма чувствителен для уха, Звуки издаются как на пистонном рожке (корнет-а-пистон) от прижатия пальцем одного из клапанов, звук не прекращается, пока палец придерживает этот клапан» [17, 76]. Аппарат позволял получить до 10 различных сигналов, слышимых на 8 и более верст, и он может заменить с преимуществом телеграф». При этом, сигналисты, обслуживающие аппарат, должны обладать музыкальным слухом.

Из всего изложенного следует, что телеграф величайшее добро для человечества. Но нет добра без худа гласит известная пословица, содержащая глубокий диалектический смысл. В чем же худо оптического телеграфа? Вновь обратимся к упоминавшемуся уже графу Монте-Кристо. Он первый воспользовался оптическим телеграфом для передачи ложного сообщения, иначе дезинформации. Монте-Кристо подкупил сигналиста одной из станций оптического телеграфа, который передал не верное сообщение. Это искаженное сообщение добросовестно принял и далее передал сигналист соседней станции и неверное сообщение, в конце концов, было принято адресатом – Министерством внутренних дел. Эта афера привела злейшего врага Монте-Кристо барона Данглера к убыткам в миллионы франков.

Из приведенного следует, во-первых, что с момента появления первых средств передачи сообщений на далекие расстояния возникла проблема верности принятых сообщений и, во-вторых, проблема несанкционированного вхождения в тракт передачи сообщений. Эти проблемы остаются главными и сегодня.

Зависимость условий работы оптического, да и музыкального телеграфа, от времени суток (день, ночь), состояния погоды (дождь, туман, снег) заставило искать пути совершенствования телеграфа. Такой путь был найден после появления первого химического источника тока –

гальванического элемента, предложенного итальянским физиком А. Вольта и русским электротехником В. В. Петровым.

Электричество стало тем революционным началом, которое привело к изобретению электрического телеграфа, а в дальнейшем и телефона, и другим видам телекоммуникаций. Увлечение электричеством было столь сильным, что его исследованием, кроме физиков, занимались люди многих других профессий: физиологи, медики, филологи, художники и др.

С появлением первых известий об электричестве возникла идея использовать его для передачи телеграфных сообщений. В 1773 году известный немецкий ученый Одиер высказывает впервые мысль о возможности создать способ сношений между странами, разделенными друг от друга морем при помощи электрической энергии. В письме к одной даме он пишет следующее: «Быть может, вас обрадует известие о том, что я занят в настоящее время некоторыми опытами, благодаря которым возможно будет вести беседу с китайским бохдыханом, с англичанами или с каким-нибудь другим народом и притом с такой скоростью, что вы без труда будете в состоянии передать за 5000 миль вашему корреспонденту все, что угодно, менее, чем за полчаса» [98].

Но не суждено было Одиер осуществить свою идею. Идею электрического телеграфа практически реализовал российский дипломат и филолог Павел Львович Шиллинг (1786–1837), который 21 октября 1832 году произвел публично демонстрации первого в истории человечества электромагнитного телеграфного аппарата. Мечта о быстрой передаче сообщений на дальние расстояния свершилась.

Мемуарист, чье имя нам не удалось установить, так вспоминал об изобретателе электрического телеграфа П. Л. Шиллинге: «Это Калиостро (Алексадро Калиостро (1743–1795) – известный в Европе мистик и чародей. Н. С.) или что-либо приближающееся. Он и чиновник нашего министерства иностранных дел, и говорит, что знает по-китайски, что весьма легко, ибо никто ему в этом противоречить не может... Он играет в шахматы две партии вдруг, не глядя на шахматную доску... Он сочинил для министерства такой тайный алфавит, то есть так называемый шифр, что даже австрийский так искусный тайный кабинет и через полвека не успеет прочесть! Кроме того, он выдумал способ в удобном расстоянии посредством электричества произвести искру для зажигания мин. Это весьма мало известно, ибо никто не есть пророком своей земли, – барон Шиллинг изобрел новый образ телеграфа...

Это кажется маловажным, но со временем и усовершенствованием оно заменит наши теперешние телеграфы, которые при туманной неясной погоде или, когда сон нападает на телеграфщиков, что так же часто, как туманы, делаются немymi» (имеется ввиду оптический телеграфы того времени).

В 1837 г. американский живописец Самюэль Морзе (1791–1872) продемонстрировал свой электромагнитный телеграфный аппарат, который долгие годы обеспечивал телеграфную связь во всех странах мира. Он же 27 мая 1844 г. организовал телеграфную связь протяженностью 64 км между Вашингтоном и Балтимором, Первыми были переданы слова из Библии: «*What hath God wrought!*» (Чудны дела твои, Господи!).

Таким образом, мечта о высокой скорости передачи сообщений свершилась. Радости свершения мечты не было предела. Вот как восторженно писала «Энциклопедия промышленных знаний» (1900) о том далеком времени: «Удивительна та глубокая таинственная связь, которая существует между нашими крупными изобретениями и развитием мировых отношений. Благодаря этим изобретениям, самые смелые мечты поэтов былых времен превращаются в действительность, нередко даже реальные факты этой действительности оставляют далеко за собой самую пылкую фантазию» [60].

Основной причинной такого большого интереса к телеграфу было то, что телеграф раздвинуло естественные границы действия наших органов чувств, представив людям возможность воспроизводить на расстояние печатный текст. Благодаря этому стал намного легче процесс общения людей, значительно влияющий на функционирование общества. С этих исторических для всех нас дат 1832 г., а затем и 1937 г., изобретения электрического телеграфа, явились началом единения казалось бы, изолированные друг от друга людей.

Ни одно изобретение, даже из числа самых крупных, не приобрело того громадного международного значения, ни одно не возбудило общественного интереса в такой мере, как электрический телеграф, который, как бы не считаясь ни со временем, ни с пространством, в течение немногих лет распространился по всему земному шару. Не одно из человеческих изобретений не содействовало так разрешению задачи слияния отдельных, независимых национальных хозяйств в одно общемировое хозяйство, как именно телеграф: он один дал возможность установить тесную связь между странами, настолько удаленными друг от друга, что всякое общение и регулярное сношение между ними казалось до сих пор совершенно немислимими. Таким образом, изобретение телеграфа является одной из величайших побед, одержанных человечеством в пользу всеобщего братства народов.

Одним из первых кто оценил изобретение телеграфа П. Л. Шиллингом был поэт А. С. Пушкин (1799–1837). Поэт был дружен с Шиллингом и по весьма правдоподобным предположениям в 1932 г. он даже присутствовал при демонстрации телеграфного аппарата. По этому поводу А. С. Пушкин написал известные строки стиха:

*О сколько нам открытий чудных
Готовят просвещенья дух
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг,
И случай, бог изобретатель...*

После А. С. Пушкина многие поэты обращались к теме телеграфа. Это его современники Ф. И. Тютчев, Я. П. Полонский, А. И. Одоевский, П. А. Вяземский и др.

С изобретением электрического телеграфа началось его триумфальное внедрение в жизнь народов мира. Первыми появились телеграфные бюро или агентства. Основателем первого телеграфного агентства считается немецкий предприниматель Пол Рейтер (1816–1899). Задача деятельности телеграфного агентства состояла в том, чтобы в короткие сроки снабжать газеты телеграфными известиями и таким образом доводить до сведения читателей при посредстве периодической прессы о всех мало-мальских интересных и важных событиях. В 1851 г. Рейтер перевел свое агентство в Лондон, который в то время являлся более благоприятной почвой для развития нового предприятия на базе телеграфа. Вслед за Рейтером многие другие предприниматели организовали свои телеграфные агентства.

В России было создано три телеграфных агентства: Российское телеграфное агентство РТА (1866), С.-Петербургское телеграфное агентство СПТА (существовало с перерывами с 1866 до 1878 г) и Торговое телеграфное агентство ТТА (1902). Агентства имели отделения и конторы во многих городах страны, корреспондентов в крупных центрах за рубежом. Агентства и корреспонденты производило сбор и передачу по телеграфу сведений политического, финансового и торгового содержания.

В связи с этим необходимо отметить появление во Франции первого в мире агентства «Гавас» по сбору и распространению текущих сообщений среди периодических изданий. Агентство было создано в 1835 г. Шарль-Луи Гавасом (1783–1853). С середины XIX века (1846) в США начало действовать информационное агентство «Ассошиэйтед Пресс». Через пять лет (1851) появилось телеграфное агентство, основанное английским предпринимателем П. Ю. Рейтером (1816–1899). Его задачей было оперативно снабжать газеты телеграфными известиями и, таким образом, доводить их до сведения читающей публики.

Существенный переворот в развитии телеграфа произошло с введением в разных странах платы за пользование услугами телеграфа. Вначале был применен «поясной» тариф, т. е. плата за телеграфные сообщения исчислялась в зависимости от расстояния между местом подачи телеграммы и станцией назначения. Затем взамен поясного тарифа был введен «пословный» тариф – где плата исчислялась от количества слов в телеграмме

Оплатой стоимости телеграмм, а также ограничение объёма телеграмм, привела к появлению так называемого телеграфного стиля на письменные телеграфные сообщения. Суть его состояла в стремлении к лаконичному изложению текста телеграмм т. е. уменьшению числа слов. Это же явилось причиной появления телеграфного стиля, т. е. способа выражения текста телеграмм короткими словами, пользоваться сокращениями, пропускать служебные слова. Телеграфному стилю присуща предельная сжатость в тексте телеграмм. Стремление к сжатию текста возникло с появлением кода Морзе. Так. Сочетание точек и тире, соответствующие буквам SN, передаваемых без пробелов, означало «понял», AR – «конец передачи», SOS – «сигнал бедствия» и др. Пример сокращения слов на железных дорогах: ШЧ – дистанция сигнализации и связи, ДС – начальник станции, ШН – электромеханик связи и т. д. Для сокращения длины сообщений в практике радиосвязи, как для профессиональной так и любительской радиотелеграфной связи разработан международный Q-код. Он представляет собой трёхбуквенные сочетания, начинающиеся с буквы Q и обозначающие целые фразы из числа наиболее употребляемых в радиосвязи.

Своеобразным продолжением телеграфного стиля сообщений являются современные СМС – SMS (*Short Message Service* — «служба коротких сообщений») — технология, позволяющая осуществлять приём и передачу коротких текстовых сообщений с помощью сотового телефона.

С появлением электрического телеграфа и его распространением для общения населения стран возникла проблема цензуры посылаемых по телеграфу сообщений. Примером может послужить сосуществование официальной гарантии со стороны правительства тайны телеграфной переписки и конфиденциальной телеграфной цензуры, не разрешавшей доставлять адресатам телеграммы безнравственного, а также опасного в политическом отношении содержания. В качестве примера приведем пример телеграмм, не доставленных адресатам по цензурным соображениям: 29 июля 1906 г. корреспондент московской газеты «Русские ведомости» направил в редакцию телеграмму следующего содержания: «... крестьянка Анна Смирнова 28 июля подвергнута на конюшне кавалергардского полка 25 ударам кнута за произнесенные при прохождении полка с пением по Сергеевской улице слова: «Ишь распелись словно Порь-Артур взяли» медицинский осмотр констатировал истязание». Телеграфный цензор наложил резолюцию «Не разрешено», и депеша попала в секретный архив как политически небезопасная. Другой примернее переданной телеграммы: 28 октября 1910 г. «Астрахань секретарю архирея = ты скотина где прошение=Ястребов». На телеграмме резолюция главного управляющего почтами и телеграфами М. П. Севастьянова: «Не подлежит передаче», т. к. содержание текста противоречит общепринятой нравственности [85].

Телеграф все расширялся, становился все более популярным. Проложен телеграфный кабель через Средиземное море, связавший Европу с Африкой. Телеграфные линии уже объединяли самые отдаленные уголки континентов. Стремление к дальнейшему использованию телеграфа привело к мысли включить в телеграфную сеть Европы важнейшую страну вне континента – Англию. И в 1851 г. Англия была присоединена к материковому телеграфу, и с этого момента Европа впервые стала настоящей Европой, единым организмом, который воспринимает все события материка.

Для достижения мечты о всемирной связи оставалась только одна часть света, и едва ли не важнейшая — Америка. Казалось, что Америка обречена еще долгое время оставаться вне этой связующей весь мир цепи. Как преодолеть одной линией безбрежные просторы Атлантического или Тихого океана, где невозможно создать какую-либо промежуточную станцию? Много было технических и теоретических проблем. Еще не измерена глубина океана, недостаточно исследован рельеф его дна, не проверено, может ли кабель, опущенный на такую глубину, выдержать давление гигантских масс воды, где найти корабль, способный две тысячи миль кабеля из железа и меди? где найти генератор, вырабатывающий ток, способный беспрепятственно преодолеть расстояние, которое корабли проходят в лучшем случае за две-три недели? Преодолеет ли электрический ток такое расстояние? Известны только простейшие законы электричества.

«Неосуществимо! Безумие!» — отмахиваются ученые о прокладке трансокеанского телеграфного кабеля, говорили: «может быть, позже». Даже такой авторитетный человек как Морзе, который больше всех способствовал усовершенствованию телеграфа, считает эту затею слишком смелой. Но ему же принадлежат пророческие слова, что в случае успеха прокладка трансокеанского кабеля будет *«the great feat of the century»* — величайшим подвигом столетия.

И вот за это неосуществимый и безумный проект берется молодой человек Сайрус Филд (1819–1892), который благодаря неизменной удаче в коммерческих делах быстро нажил значительное состояние и смог еще в молодости отойти от дел. Сайрус Филд — можно сказать, к счастью, — не инженер, не специалист. Он ничего не понимает в электричестве и никогда в жизни не видел кабеля. С небывалой энергией, готовый преодолеть любое препятствие (за один только год этот человек тридцать один раз пересек океан, отделяющий Старый Свет от Нового). Сайрус Филд принимается за дело, твердо решившись посвятить все силы и средства осуществлению задуманного предприятия. Это и явилось той искрой, которая вызывает взрыв, превращающий мысль в созидающую силу. Новая волшебная сила электричества соединилась с другим, сильнейшим движущим началом — человеческой волей С. Филдом.

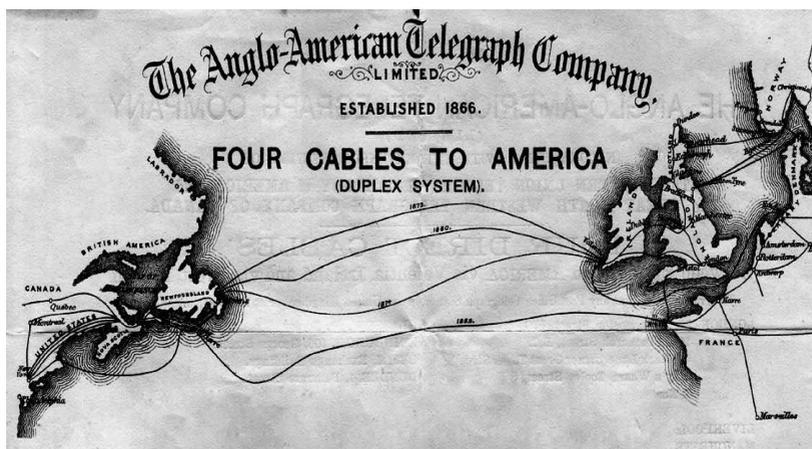
И вот в 1857 г. многолетняя эпопея прокладки кабеля через океан началась. Через тернии и неудачи она завершилась только в 1866 г. Чудо свершилось и с этого момента пульс времени забился одновременно по всей земле. Все страны и народы одновременно слышат и понимают друг друга во всех концах земли, и человечество стало божественно вездесущим благодаря своим собственным творческим силам.

Победа над временем и пространством казалось навеки объединила людей, и будущее их было бы прекрасно, если бы не роковое ослепление, все вновь и вновь заставляющее их разрушать это грандиозное единство и применять те же средства, которыми они утвердили свою власть над природой, для уничтожения самих себя.

Здесь приведем еще один проект межконтинентальной линии связи из истории телеграфа. Это проект 1865–1867 годов компании «Русско-американский телеграф», также известный как «Western Union Telegraph Expedition» и «Collins Overland Telegraph» — по прокладке электрической телеграфной линии от Сан-Франциско, Калифорния, до Москвы. Путь прокладки телеграфа должен был пройти маршрутом от Калифорнии через Орегон, Вашингтонск Территорию, Британской Колумбии и Русской Аляской под Беринговым морем и через Сибирь в Москву, таким образом, создавая возможность коммуникации Америки с Европой.

Проект возглавил американский промышленник Хайрам Сибли (1807–1888) и начал строительство телеграфной линии в Аляске вдоль тихоокеанского побережья. Но в 1866 году проект был заморожен в связи с успешной прокладкой конкурирующими компаниями двух новых трансатлантических линий в Европу по новой, более надежной технологии. Тем не менее, неуспешное предприятие преподнесло приятный сюрприз Правительству Соединённых Штатов. Во время переговоров Хайрама Сибли с премьер-министром Российской империи по вопросу строительства линии по её территории, президент Вестерн Юнион сообщил ему, что компания Hudson Bay требует 6 млн долларов за право прокладки телеграфа по её территории, на что премьер воскликнул: «Мы продадим вам Аляску за примерно ту же сумму!». Сибли по данному факту проинформировал президента США Франклина Пирса. Полагаясь на тщательно собранную информацию компанией по запасам минерального сырья, а также огромных лесных ресурсов, правительство Соединённых Штатов приняло решение приобрести территории Русской Америки за 7,2 млн. долларов. Сделка по продаже Аляски состоялась 18 октября 1867 года. В этой связи Конгресс предоставил Вестерн Юнион право прокладки линий вдоль военных и почтовых путей, включая линии железнодорожного сообщения. Немногом позже Вестерн Юнион разработала собственную технологию прокладки подводного кабеля. На протяжении всей первой половины XX века

компания управляла собственным флотом кабелеукладчиков и были перепроходцами в использовании многих новых технических достижений.



Первые четыре Трансантлантические кабели

На появления Трансантлантического кабеля телеграфа откликнулись многие писатели и поэты. Вот как писал в своей новелле «Первое слово из-за океана» известный венгерский писатель С. Цвейг (1881–1942): «В течение тысяч, а может быть и сотен тысяч лет, прошедших со времени появления на земле удивительного существа, именуемого человеком, мерилom скорости была скорость бегущей лошади, катящегося колеса, корабля, идущего на веслах или под парусами. Все вместе взятые технические открытия, сделанные за весь тот короткий, освещенный сознанием промежуток времени, который мы называем мировой историей, не привели к сколько-нибудь значительному ускорению ритма движения. И только девятнадцатый век коренным образом меняет ритм и мерило скорости на земле. За первые два десятилетия страны и народы сблизилась теснее, чем за все прошедшие тысячелетия; железные дороги и пароходы свели к одному дню многодневные путешествия прошлого, превратили в минуты бесконечные часы, проводимые доселе в пути. Но какими поразительными ни казались современникам скорости железных дорог и пароходов, они все-таки не выходили из пределов, доступных пониманию. Их скорости в пять, десять, двадцать раз превосходили ранее известные, однако все же было возможно следить за ними взглядом и постигать умом разгадку кажущегося чуда. Но уже первые успехи электричества, этого Геркулеса еще в колыбели, производят настоящий переворот, опрокидывают все ранее установленные законы, отбрасывают все принятые

мерки. Мы, более поздние поколения, никогда не сможем до конца понять восхищения тех, кто был свидетелем первых успехов электрического телеграфа, их безмерного и восторженного удивления перед тем, что та же самая, едва ощутимая искра Лейденской банки, которая еще вчера преодолевала лишь расстояние в один дюйм до сустава подставленного пальца, превратилась вдруг в могучую силу, способную проложить себе путь через равнины, горы и целые материки; что едва додуманная до конца мысль, не успевшая еще просохнуть запись на бумаге в ту же секунду принимается, читается, понимается за тысячи миль; что невидимый ток между полюсами крошечного вольтова столба может распространяться по всей земле, пробегая ее из конца в конец; что игрушечный прибор в лаборатории физика, еще вчера способный лишь на то, чтобы наэлектризованным стеклом притянуть несколько клочков бумаги, заключает в себе силу и скорость, равную миллионам и миллиардам человеческих сил и скоростей, невидимую силу, которая приводит в движение поезд, освещает дома и улицы, доставляет известия и, как Ариэль, незримо витает в воздухе.

Начинается новый этап развития телеграфа. Кроме передачи телеграмм правительственными учреждениями и населением, телеграф широко начали использовать так же для консультаций с врачами, живущими в других городах, и заказов мест в гостиницах. Незаменим он стал в торговле, метеорологии, борьбе со стихией, борьбе полиции с преступностью. Был случай даже венчания с помощью телеграфа между молодыми из Бостона и Нью-Йорка. Наконец, телеграфу принадлежит чрезвычайно важная роль в деле обеспечения безопасности движения поездов. Уже в 1840 г. на Блоквельской железной дороге в Лондоне для управления движением поездов впервые получил практическое применение электрический телеграф, предложенный немецким физиком Вильгельмом Вебером (1804–1891).

Между прочим, это было началом использования электрической связи для организации передачи производственных (оперативно-технологических) сообщений в мировой практике. Нельзя не отметить и начало применения телеграфа для сигнализации. Впервые телеграфные линии в крупных городах начали использовать для пожарной сигнализации и срочного вызова пожарных, а потом и для сигнализации на железнодорожном транспорте.

Прочные позиции телеграф занял в финансовых делах и коммерции. В 1869 г. американский изобретатель Томас Алва Эдисон (1847 – 1931) создал тикерный аппарат (*ticker tape machine*) — аппарат для передачи с помощью телеграфной связи текущих котировок акций на той или иной бирже. Специальная пишущая машинка подключалась к телеграфным проводам для соединения на противоположном конце с тикерным аппаратом. Напечатанный на пишущей машинке текст появлялся на узкой непрерывной бумажной ленте с противоположного конца связи.

В настоящее время курсы последних биржевых сделок отображаются в виде бегущей строки на табло. На мониторе компьютера отображение может быть как в виде таблицы цен, так и в виде графиков, наглядно демонстрирующих динамику изменений.

Отметить использован телеграфа для денежных переводов. В октябре 1871 года телеграфная компания Western Union начали предоставляться услуги денежных переводов с опорой на собственную разветвлённую телеграфную сеть. Эту дату можно по праву считать началом эры электронной коммерции. Денежными переводами компания занимается и в настоящее время.

Телеграф оказал сильное влияние как на общественность, так и на писателей, поэтов и др. В прозе на изобретение телеграфа откликнулись писатели С. Цвейг, Т. Манн, А. П. Чехов, М. М. Зощенко, А. И. Куприн, А. Грин, А. Аверченко, Л. Леонов, поэты – А. Белый и много других писателей и поэты. Норвежский режиссер Эрик Густавсон создал кинофильм «Телеграфист» (1993).

Тема телеграфа в литературе и искусстве весьма обширна и требует отдельного исследования. Мы же приедем только начало фельетона Михаила Булгакова «Неунывающие бодистки» (1925) (бодистки это телеграфистки, работающие на аппаратах Бодо): «Есть такой аппарат системы Бодо. Чрезвычайно удобная штука для телеграфирования. Вы, к примеру, сидите в Киеве, а ваша подруга у аппарата в Москве. И обоим на дежурстве до того скучно, что глаза пупом лезут. И аппарату тоже ни черта делать. И вот вы пальчиками начинаете колдовать по клавишам, и получается очень интересный разговор». Напомним также о замечательной песне поэта М. Пляцковского и композиторе М. Фрадкина «Морзянка» (1965). За рубежом весьма популярной была песня «*Telegraph Road*» («Телеграфная дорога») — британской рок-группы Dire Straits, написанная Марком Нопфлером (1982)

Новым этапом развития и становления телеграфа в конце XX века стал Интернет. Интернет после телеграфа был, пожалуй, самым выдающимся новшеством в области телекоммуникаций в истории человечества. По сути Интернет еще в большей степени объединил народы мира и реально воплотил идею самоуправляемых общин (*selfgoverning community*) французских утопистов XIX века Т. Дезами (1803–1850) и Ш. Фурье (1772–1847) с их лозунгами свободы, братства и равенства.

История Интернета и компьютеров не менее знаменательна, чем история телеграфа. Между телеграфом и Интернетом много общего. На телеграфе были абоненты, телеграфные агентства – на Интернете сайты, на телеграфе переговоры абонентов – на Интернете чаты. Более того, принципы построения телеграфных сетей и коммутации линий и каналов передачи близки к Интернету.

Сегодня с помощью Интернета мы можем получать информацию и вести общение в реальном времени с человеком, который находится в любой части земло. Для получения более подробного личного и интерактивного общения, можно воспользоваться средствами видеоконференции и чата. С помощью этих услуг, географически удаленные страны могут собраться вместе, чтобы сформировать сообщество, которое способно поделиться своими мыслями по вопросам, которые затрагивают всех и каждого.

В Интернете также можно узнавать новости о последних достижениях в области науки и техники, медицине и других областях науки. Есть также такие сайты как Wikipedia, Wicrosoft, Amazon, TeacherTube и др., которые созданы для передачи знаний всем людям сети.

Невозможно представить себе социальную жизнь без контакта, фейсбука или твитера. Эти порталы стали нашим средством, чтобы оставаться на связи с друзьями и близкими, и оставаться на связи с последними событиями в мире.

Благодаря многочисленным услугам, мы можем выполнить все наши финансовые операции в Интернете. Мы можем забронировать билеты на самолет, переводить денежные средства, оплачивать коммунальные услуги и налоги, не покидая свои дома или офисы. В наши дни общение ограничивается уже не расстоянием, а способностью людей управлять процессами передачи и приема информацией, понимать и пользоваться ими.

Дальнейшее развитие Интернета вещей связано с тесным взаимодействием сетей, людей, процессов, данных и объектов – с реализацией концепции Интернета вещей и всеобъемлющего Интернета .

Как любая инновация в области науки и техники, Интернет имеет и свои недостатки. Как и в телеграфе, опасность для Интернета представляют хакеры (компьютерные взломщики), а также злоумышленники, которые передачей специальных сообщений и программ, могут заразить наши файлы или компьютер опасными вирусами, а также передачей вредоносных сообщений по электронной почте – спамов, которые не несут никакой информации, а лишь засоряют наш почтовый ящик.

Исторический путь развития телекоммуникаций от оптического и электрического телеграфа, автоматизированных сетей абонентского телеграфа, компьютерных сетей и мобильной связи дает нам людям XX–XXI века ощущение неисчерпаемых возможностей цифровой связи — связь всегда, везде, когда нужно, немедленно и без препятствий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балагин, И. Я. Телеграфия / И. Я. Балагин, В. П. Попов. – М.: Трансжелдориздат, 1952. – 234 с.
2. Балагин, И. Я. Передача дискретной информации и телеграфия / И. Я. Балагин, В. А. Кудряшов, Н. Ф. Семенюта. – М.: Трансжелдориздат, 1971. – 333 с.
3. Бондарик, В. Н./ Прогнозирование развития Интернета Вещей на горизонте планирования до 2030 года. // В. Н. Бондарик, А. Е. Кучерявый // Труды МФТИ: радиотехника и коммуникации. Том 1, – № 3. – С. 92
4. Борисова, И. Е. Музыкальный телеграф кн. В.Ф. Одоевского: контексты, риторика, интерпретация / И. Е. Борисова // Звучащая философия.: сб. материалов конференции – СПб.: – Санкт-Петербургское философское общество, 2003. – С. 8–11.
5. Бывший директор телеграфного департамента тайный советник Карл Карлович Людес / Почтово-телеграфный журнал. – 1911. № 4.
6. Быховский, М. А. роль электросвязи в развитии общества / М. А. Быховский // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. – 2015. – Том 9. – №7. – С. 89–93..
7. Вернадский, В.И. Труды по всеобщей истории науки / В. И. Вернадский. – М.: "Наука", 1988.
8. Винер, Н. Кибернетика и общество / Н. Винер. – М.: Изд. иностранной литературы, 1958.
9. Гладких, Б. А. Информатика. Введение в специальность / Б. А. Гладких. – Томск: Изд-во науч.-тех. лит. 2002. – 350 с.
10. Верховский, В. О международном железнодорожном конгрессе / В. О. Верховский // Инженер. –1885. Т. IV. Кн. 11. – С. 181–238.
11. Волков, В. М. Введение в специальность / В. М. Волков. –СПб.: ПГУПС, 1995. – 120 с.
12. Галушкин, А. П. Состояние и основные направления развития телеграфной связи железнодорожного транспорта / А. П. Галушкин, Н. Ф. Семенюта. Автоматика и связь (ЦНИИТЭИ МПС). Обз. 1. 1982. – 24 с.
13. Бондарик, В. Н. Прогнозирование развития Интернета Вещей на горизонте
14. Бывший директор телеграфного департамента тайный советник Карл Карлович Людес / Почтово-телеграфный журнал. – 1911. № 4..
15. Гамель, И. Исторический очерк электрических телеграфов / И. Гамель // Управление путей сообщений и публичных зданий. – 1860. – Т. 32. – С. 73–128.
16. Золотинкина, Л. И. Вклад профессора И. Г. Фреймана в развитие телекоммуникации в России / Л. И. Золотинкина // Телевидение: прошлое, настоящее будущее: Материалы седьмых научных чтений памяти А.С. Попова. – СПб.: Центральный музей связи им. А. С. Попова, 2014. – С. 46- 53.
17. Каргин, Д. И. Начало сигнального дела на наших железных дорогах / Д. И. Каргин. – М.: Транспечать, 1922. – 84 с.
18. Каргин, Д. И. Сигналы времени / Д. И. Каргин. – М.: Транспечать. 1922. – 26 с.
19. Карьев, Батыр. Интернет, краткая история и влияние на общество – LAP LAMBERT Academic Publishing. 2015. – 368с.
20. Кларк, А. Голос через океан / А. Кларк. – М.: Связь. 1964. – 236 с.
21. Красковский, Е. Я. ЛИИЖТ на службе Родины (1809–1984) / Е. Я. Красковский. –Л.: Транспорт, 1984. – 237 с.
22. Кудряшов, В. А., Первая магистральная телеграфная связь России / В. А. Кудряшов, Н. Ф. Семенюта // 7-я МНПК «Инфотранс-2002» СПб.: ПГУПС. 2002. – 191-192.

23. Кудряшов, В. А. Передача дискретной информации на железнодорожном транспорте / В. А. Кудряшов, Н. Ф. Семенюта. – М.: Транспорт, 1986. – 333 с.
24. Коузов, А. И. Исторический очерк устройства телеграфного сообщения между Петербургом и Москвою / А. И. Коузов // Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный. – 1910. – № 2–3.
25. Коузов, А. И. Исторический очерк развития главной телеграфной конторы в С.Петербурге / А. И. Коузов, М. М. Божко-Степаненко // Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный. – 1914. – № 5–7.
26. Коузов, А. И. Подготовка кандидатов на должности телеграфных чиновников в и механиков в управлении городских телеграфов в Петрограде / А. И. Коузов // Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный. – 1914. – № 12; – 1915. – № 1–2.
27. Коузов А.И. Краткий обзор развития телеграфов в России в связи с ролью инженеров-электриков в почтово-телеграфном ведомстве / А. И. Коузов // Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный. – 1915. – № 9–12.
28. Коваленков, В. И. Теория передачи по линиям электросвязи / В. И. Коваленков. – М.: Связьиздат, 1937. – 366 с.
29. Лебединский, В.К. Изобретение беспроводного телеграфа (1895). А.С. Попов / В. К. Лебединский. – М., 1925.
30. Лисич, Н. И. Директор телеграфов Карл фон Людерс / Н. И. Лисич // Электросвязь: история и современность. № 4, 2007. – С.5–7.
31. Листов, В. Н. Из истории электротехнического образования в России / В. Н. Листов // Автоматика, телемеханика и связь. – Л.: ЛИИЖТ, 1960. Вып. 169. – С. 3–1.
32. Листов, В. Н. Физические основы частотного телеграфирования / В. Н. Листов. – Л.: ЛИИЖТ, 1931. – 120 с.
33. Листов В. Н. Дальняя связь / В. Н. Листов, В. Л. Тюрин. – М.: Трансжелдориздат, 1964. – 472 с.
34. Листов, В. Н. Подтональное телеграфирование / В. Н. Листов. – Л.: ЛИИЖТ. 1932.
35. Лодж, О. Современные взгляды на электричество / О. Лодж. – СПб., 1891. – 230 с.
36. Макриденко, Б. А. Автоматизированное рабочее место телеграфиста / Б. А. Макриденко, Н. Ф. Семенюта А. Н., Семенюта. – М.: Транспорт. – 68 с.
37. Малявко, В. Е. Состояние и основные направления развития телеграфной связи железнодорожного транспорта / В. Е. Малявко, Н. Ф., Семенюта. Автоматика, телемеханика и связь, – 1985. – № 10. – С. 12–14.
38. Марценицын, С. И. 150 лет отечественному телеграфу / С. И. Марценицын, В. В. Новиков. – М.: Радио и связь. 1982. – 150 с.
39. Опыты телеграфирования без проводов в России // Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный. – 1903. – № 10;
40. Кукк, К И. Радиосвязь в Великую Отечественную / К. И. Кукк // ЭИС. Электросвязь: история и современность. – 2005. – № 2. – С. 21–25.
41. Иванов, А. А. История развития телеграфной службы в России / А. А. Иванов. – Москва, 1996.
42. Иванов, Б. И. История развития электротехники в Санкт-Петербурге / Б. И. Иванов, Л. М. Вишневецкий, Л. Г. Левин. – СПб.: Наука. 2001. – 208 с.
43. Медведев, Д. Л. Основоположники сети Интернет / Д. Л. Медведев // ЭИС. Электросвязь: история и современность. – 2006. – №3–4. – С. 21–26

44. Мерчинг, Г. Электрическая передача силы на расстояние, электрические железные дороги, электромагнитные телеграфы, телефоны / Г. Мерчинг. – СПб., 1891. – 189 с.
45. Нейман, В. И. Системы и сети передачи данных на железнодорожном транспорте / В. И. Нейман. – М: Маршрут. 2005. – 470 с.
46. Опыты телеграфирования без проводов в России // Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный. – 1903. – № 10.
47. Паррота, М. Ф. Гальванические батареи и законы электрического тока М. Ф. Паррота. – СПб.: Институт инженеров путей сообщения, 1864. – 62 с.
48. Паррота, М. Ф. Телеграфы. Телеграфные аппараты в России. / М. Ф. Паррот. – СПб.: Институт инженеров путей сообщения, 1865. – 87 с.
49. Паррота, М. Ф. Телеграфы. Устройство телеграфных станций / М. Ф. Паррота. – СПб.: Институт инженеров путей сообщения, 1865. – 54 с.
50. Паррота, М. Ф. Электрические сигналы на железных дорогах // Инженерные записки, издаваемая конференцией института инженеров путей сообщения. Т.1. – СПб.: Институт инженеров путей сообщения, 1874. – С. 76–103.
51. Пашенцев Д. С. Телеграфирование на железнодорожном транспорте / Д. С. Пашенцев. – Л.: ЛИИЖТ, 1931. – 124 с
52. Пашенцев Д. С. Россия – родина электромагнитного телеграфа Д. С. Пашенцев. – СПб.: АН СССР. 1949.
53. Пахомов, А. А. Ключи соединившие континенты / А. А. Пахомов. М. 2013.
54. Петровский, А. А. Попов и Маркони / А. А. Петровский // Телеграфия и телефония без проводов. – 1925. – № 30;
55. Попов, А. С. О телеграфировании без проводов / А. С. Попов. – СПб.: Типография. Арнольда. 1897.
56. Развитие автоматки, телемеханики и связи на железной дороге: под ред Б. С. Рязанцева. – М.: Транспорт. 1986. 279 с.
57. Попов, А. С. О телеграфировании без проводов / А. С. Попов // Электротехнический вестник. – 1897. – № 48. – С.499–509.
58. Попов, А. С. Телеграфирование без проводов / А. С. Попов // Труды Первого Всероссийского электротехнического съезда 1899 в С.-Петербурге. – Т.2. — СПб., 1901. – С.288–309.
59. Применение электричества в эксплуатации железных дорог / Инженер, 1885. – Т. IV. Кн. 11. – С. 12–23.
60. Промышленность и техника: Энциклопедия промышленных знаний. Т. X. – СПб.: Просвещение. 1900. – 720 с.
61. Профессора Лодж и Маркони по поводу телеграфа без проводов // Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный. – 1898. – № 5;
62. Рамлау, П. Н. Радиосвязь на железнодорожном транспорте П. Н. Рамлау. – М.: Транспорт, 1970. – 289 с.
63. Семенюта, Н. Ф. Профессор В. Н. Листов – пионер многоканальной связи в России / Н. Ф. Семенюта // Электросвязь. – 2000, – № 12. – С. 38–40.
64. Семенюта, Н. Ф. Каналообразующие устройства передачи дискретных сигналов / Н. Ф. Семенюта. – Гомель: БелГУТ. 2003. – 137 с.
65. Семенюта, Н. Ф. Электротехника и связь на железнодорожном транспорте (начальный период истории развития) / Н. Ф. Семенюта, И. А. Здоровцов. – Гомель: БелГУТ, 2004. – 171 с.

66. Семенюта, Н. Ф. Системы и сети связи на железнодорожном транспорте / Н. Ф. Семенюта, И. А. Здравцов. – Гомель: БелГУТ. 2007. – 244 с.
67. Семенюта Н. Ф. Безопасность прежде всего / Н. Ф. Семенюта // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2001. – № 1. – С. 54–57.
68. Семенюта, Н. Ф. Развитие радиофикации / Н. Ф. Семенюта // Автоматика, связь, информатика. № 5 2012
69. Семенюта Н. Ф. У истоков сигнализации на железных дорогах России / Н. Ф. Семенюта // Автоматика, связь, информатика. 2003, № 10. – С. 34, 48.
70. Семенюта, Н. Ф. Первые электротехнические институты России. ЭИС. Электросвязь: история и современность. – № 3, 2007. – С. 28–31.
71. Семенюта Н. Ф. Передача данных на железнодорожном транспорте / Н. Ф. Семенюта. – Гомель.: БЕЛИИЖТ, 1971. – 24 с.
72. Семенюта, Н. Ф. Новый этап развития всемирной сети – Интернет вещей / Н. Ф. Семенюта // Автоматика, связь, информатик. 2017, № 2. – С. 32–35.
73. Семенюта, Н. Ф. От телеграфа до Интернета / Н. Ф. Семенюта // История техники и музейное дело: вып. 8. Материалы VIII межд. науч.-практ. конф. – М.: Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН. 2017.
74. Семенюта, Н. Ф. От телеграфа до Интернета / Н. Ф. Семенюта // Автоматика, связь, информатика. 2015, № 5. – С. 56–57.
75. Семенюта, Н. Ф. Царскосельская железная дорога / Н. Ф. Семенюта // Автоматика, связь, информатика. 201, № . – С. 54–55.
76. Семенюта, Н. Ф. История электрической связи на железнодорожном транспорте / Н. Ф. Семенюта, И. А. Здравцов. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2008. – 324 с.
77. Сотин, Б. С., Титова В. М. Развитие радиотелеграфных сообщений в России (до 1917 г. / Б. С. Сотин, В. М. Титов // Труды института истории естествознания и техники. Т. 11. История энергетики, электротехники и связи. – М., 1957.
78. Системы передачи данных и сети ЭВМ: под ред. П.Грина и Р. Лаки. – М.: «МИР», 1974. – 216 с.
79. Сокольников, Д. М. Опыты телеграфирования без проводов в военной электротехнической школе / Д. М. Сокольников // Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный. – 1904. – № 1.
80. Супрун, Б. А. Первичные коды / Б. А. Супрун. – М.: Связь, 1970. – 162 с.
81. Телеграф в древности / Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. — СПб., 1890—1907.
82. Теряев, В. Г. Особенности трансляции Уитстона с приемными реле по схеме Гульстада (английского типа). Сигнализация и связь на железнодорожном транспорте. № 6. 1934. – С. 14–16.
83. Тернова, Т. А. Телеграф как универсалия в литературе русского авангарда (футуристический вектор развития) / Т. А. Тернова // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – Волгоград: ВГПУ. № 2, 1956. – С. 109–112.
84. Тихонравова, З. Б. Опыт реконструкции облика общественного телеграфа второй половины XIX века в музее «Дворцовая телеграфная станция» ГМЗ «Петергоф» / З. Б. Тихонравова // История техники и музейное дело: вып. 8. 2016. – С. 115–118.

85. Томсон, С. Электричество и магнетизм / С. Томсон. – СПб., 1891. – 435 с.
86. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум — СПб.: Питер, 2003 — 992 с.
87. Харкевич, А. А. О теореме Котельникова / А. А. Харкевич // Радиотехника. 1958. Т. 13. С. 3–10.
88. Хвольсон, О. Д. Изобретатель электромагнитного телеграфа барон Павел Львович Шиллинг фон Конштадт / О. Д. Хвольсон // Электричество. – 1886. – № 12;
89. Чирахов, Ф. X. Работы П. Л. Шиллинга и Б. С. Якоби в области электротехнических линий связи / А. А. Харкевич // Известия АН СССР. Серия физическая. 1949. Т. 13. 1949. – С. 12–14.
90. Шапп, К. История телеграфии с набором альбомов / К Шапп. – Paris Chez G'ateur, 1824.
91. Энциклопедия промышленных знаний. – СПб.: Просвещение, 1900. – 720 с.
92. Шателен, М. А. Русские электротехники XIX века / М. А. Шателен. – М.–Л.: Госэнергоиздат, 1955. – 431 с.
93. Шеннон, К. Математическая теория связи / работы по теории информации и кибернетики / К. Шеннон. – М.: ИЛ, 1963.
94. Шарле, Д. Л. По всему земному шару: прошлое, настоящее, будущее кабелей связи / Д. Л. Шарле. – М.: Радио и связь, 1985. – 320 с.
95. Шедлинг, М. Ю. История телеграфа / М. Ю. Шедлинг // Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный. – 1896. – № 9–11.
96. Шедлинг, М. Ю. Исторический очерк развития телеграфа / М. Ю. Шедлинг. – М., 1921;
97. Фано, Р. М. О роли организации службы передачи в жизни общества / Р. Фано // Системы передачи данных и сети ЭВМ. – М.: Мир. 1974. – С. 210–215.
98. Яроцкий, А. В. Основные этапы развития телеграфии / А. В. Яроцкий. – М.–Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 80 с.
99. Shannon, K. E. Communication in the presence of noise / K. E. Shannon // Proc. Institute of Radio Engineers. Vol. 37. No. 1. – P. 10–21. Jan. 1949.
100. Standage, T. The Victorian Internet / T. Standage. – New York: Walker & Company. 1998. – 227 p.
101. Gershenfeld, N The Internet of Things / N. Gershenfeld, R. Krikorian , D. Cohen // Scientific American, Oct, 2004.
102. Nyquist, H. Certain topics in telegraph transmission theory / H. Nyquist //AIEE Trans., Vol. 47, Apr. 1928. – P. 617–644.
103. Cohn, Henry. A Conceptual Breakthrough in Sphere Packing, Notices of the American Mathematical Society, 64(2), 2017, pp. 102—115.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие автора	3
Введение	11
1 Начало передачи дискретных сообщений.....	13
1.1 Исходные положения.....	13
1.2 Оптический телеграф.....	16
1.3 Первые оптические телеграфы России.....	19
2 Электромагнитные телеграфные аппараты и трансляции.....	22
2.1 Исходные положения.....	23
2.2 Стрелочный телеграфный аппарат Шиллинга.....	25

2.3	Телеграфные аппараты Якоби	28
2.4	Пишущий телеграфный аппарат Морзе.....	32
2.5	Буквопечатающий телеграфный аппарат Юза	37
2.6	Быстродействующий телеграфный аппарат Уитстона	38
2.7	Быстродействующий телеграфный аппарат Сименса	40
2.8	Аппарат Бодо – новый этап развития телеграфа.....	41
2.9	Стартстопный буквопечатающий телеграфный аппарат	44
2.10	Фототелеграфные аппараты.....	46
2.11	Телеграфные трансляции	47
3	Линии передачи телеграфных сообщений	51
3.1	Исходные положения	51
3.2	Первые электрические телеграфы линии России.....	53
3.3	Телеграфная линия связи С.-Петербурго-Московской железной дороги	58
3.4	Служба времени железных дорог.....	64
3.5	Межконтинентальные подводные телеграфные линии	65
3.6	Каналы тонального телеграфирования	71
4	Сети телеграфной связи	74
4.1	Исходные положения	74
4.2	Участковая телеграфная сеть.....	76
4.3	Дорожная и магистральная телеграфная сеть	76
4.4	Сети беспроводной телеграфной связи.....	78
4.5	Автоматизированные телеграфные сети.....	82
4.6	Первичная и вторичная сети связи.....	85
5	Передача данных.....	86
5.1	Исходные положения	86
5.2	Особенности передача данных	91
5.3	Телеобработка данных	97
5.4	Сети передачи данных.....	101
5.5	Становление теории передачи данных	102
5.5.1	общие сведения.....	102
5.5.2	Мера количества информации.....	106
5.5.3	Пропускная способность канала связи	107
5.5.4	Цифровые методы модуляции и кодирования	108
6	Интернет – всемирная сеть цифровой телекоммуникации.....	110
6.1	Исходные данные	111
6.2	К истории Интернета.....	113
6.3	Цифровая сеть связи Интернета	117
6.4	Интернет XXI века – проблемы и перспективы	119
7	Становление профессиональных кадров телеграфа	125
7.1	Начальные сведения	125
7.2	Институт Корпуса инженеров путей сообщения	132
7.3	Техническое училище почтово-телеграфной связи	134
7.4	Первый электротехнический институт России.....	135
	Заключение	137
	Послесловие автора	142
	Список использованной литературы	156

Научно-популярное издание

Семенюта Николай Филиппович

**ИСТОРИЯ
ЦИФРОВОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**
—
ОТ ТЕЛЕГРАФА ДО ИНТЕРНЕТА

*К 185-летию со дня публичной демонстрации
выдающимся российским академиком
Павлом Львовичем Шиллингом
первого в истории человечества
электромагнитного телеграфного аппарата,
продемонстрированного в С.-Петербурге
21 октября 1832 году*

Ответственный за выпуск *Е. С. Патеи*

Подписано в печать 15.05.2017. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 9,42.
Уч.-изд. л. 8,93. Тираж 30 экз. Заказ 11131.

Издатель и полиграфическое исполнение:
частное производственно-торговое
унитарное предприятие «Колорград».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/471 от 23.12.2015.

Пер. Велосипедный, 5-904, 220033, г. Минск,
www.сегмент.бел