

Предисловие

В 2005 г. впервые книга «Телекоммуникационные системы и сети» была выпущена издательством «Горячая линия-Телеком» как трехтомник (первый том «Современные технологии», второй – «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» и третий – «Мультисервисные сети»), который фактически охватывает все вопросы построения телекоммуникационных систем. В настоящее время назрела необходимость в переработке и внесении дополнений в первый том. Что же было сделано в этом направлении?

Во-первых, был устранен ряд опечаток, во-вторых, учтены замечания читателей, приславших свои письма, и, наконец, в-третьих, была сделана попытка представить последние достижения в области телекоммуникаций. Существенно была переработана восьмая глава, обновлен раздел 11 «Телеграфные службы», полностью переработана глава 21. Теперь она посвящена вопросам организации широкополосного доступа с использованием оптоволоконка. Приведены материалы о достижениях в этой области таких компаний как «Iskratel» и «Элтекс». Первая сегодня поставляет на телекоммуникационный рынок России оборудование для организации широкополосных сетей доступа на базе S13000, MSAN. Вторая – оборудование для пассивных оптических сетей (PON, GPON). Глава 26 дополнена разделом по реализации системы управления сетевыми элементами компании «Iskratel». В приложении 2 представлен подход к реализации системы управления услугами компании «Iskratel». В процессе переработки удалось сократить объем представленного в 1 томе материала: ликвидирована глава 27, заключение к части IV и ряд приложений, что облегчит освоение материала студентам.

Кроме авторов указанных на титульном листе в подготовке 4-го издания первого тома приняли участие В.Г. Фокин, Д.С. Трибунский (глава 8, приложение 1), С.В. Тимченко (раздел 11.2), М.М. Егунов (раздел 26.3), В.М. Деревяшкин (раздел 21.4 и приложение 2), А.Ф. Киреев и Р. Юрьевич (разделы 21.1 – 21.3, 26.4, приложение 2).

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность проф. В.К. Попкову и проф. В.И. Битнеру за обсуждение работы и замечания, способствовавшие улучшению рукописи, а также Н.М. Гусельниковой за помощь в оформлении рукописи.

В заключение авторы выражают уверенность, что книга будет полезна широким слоям читателей, интересующимся проблемами телекоммуникаций, и просят присылать свои замечания по адресу: 630102, Новосибирск, ул. Кирова, 86, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, профессору В.П. Шувалову.

Профессор *В.П. Шувалов*

Введение

Краткая история развития электросвязи. На заре становления человеческого общества общение между людьми было весьма скудным. Воткнутая в землю ветка указывала, в каком направлении, и на какое расстояние ушли люди; особо положенные камни предупреждали о появлении врагов; зарубки на палках или деревьях сообщали об охотничьей добыче и пр. Существовала и примитивная передача сигналов на расстояние. Сообщения, закодированные в виде определенного числа выкриков либо ударов барабана с изменяющимся ритмом, содержали ту или иную информацию.

В десятом томе «Всеобщей истории» древнегреческого историка Полибия (ок. 201–120 г. до н.э.) описан способ передачи сообщений на расстояние с помощью факелов (факельный телеграф), изобретенный александрийскими учеными Клеоксеном и Демоклитом.

В 1800 г. итальянский ученый А. Вольта создал первый химический источник тока. Это изобретение дало возможность немецкому ученому С. Земмерингу построить и представить в 1809 г. Мюнхенской академии наук проект электрохимического телеграфа. Телеграф Земмеринга имел много недостатков и не нашел практического применения. Понадобилось более 20 лет, чтобы появилась первая практически применимая система телеграфирования. Ее автор – выдающийся русский ученый П.Л. Шиллинг. В октябре 1832 г. состоялась первая публичная демонстрация электромагнитного телеграфа. В том же году с помощью телеграфа Шиллинга была налажена связь между Зимним дворцом и Министерством путей сообщения.

Подлинную революцию в деле электросвязи по проводам произвели русский академик Б.С. Якоби и американский ученый С. Морзе, предложившие независимо друг от друга пишущий телеграф. Заслугой С. Морзе является создание используемой до сих пор телеграфной азбуки, в которой буквы обозначались комбинацией точек и тире.

В 1841 г. Б.С. Якоби ввел в эксплуатацию линию, оборудованную пишущим телеграфом и соединявшую Зимний дворец с Главным штабом. Через два года аналогичная линия протяженностью 25 км была построена между Петербургом и Царским Селом. Первая действующая линия связи в США (Вашингтон – Балтимор, 63 км) начала действовать в 1844 г.

В 1850 г. Б.С. Якоби сконструировал первый буквопечатающий аппарат, который в 1874 г. был усовершенствован американцем Д. Юзом и французом Ж. Бодо.

В июне 1866 г. была осуществлена прокладка кабеля через Атлантический океан. Европа и Америка оказались связанными телеграфом. С 1866 г. телеграфные линии потянулись во все концы земного шара, связав между собой страны и континенты.

Рождение телеграфа дало толчок к появлению телефона. Начиная уже с 1837 г. многие изобретатели пытались передать на расстояние человеческую речь с помощью электричества. Почти через 40 лет эти опыты увенчались успехом. В 1876 г. американский изобретатель А.Г. Белл запатентовал устройство для передачи речи по проводам – телефон. В 1878 г. русский ученый М. Махальский сконструировал первый чувствительный микрофон с угольным порошком, который в модернизированном виде применяется во всех современных телефонных аппаратах.

На первых порах для телефонной связи использовались телеграфные линии. Но для улучшения качества связи потребовалось строительство специальных двухпроводных телефонных линий. Такая линия была спроектирована в 1895 г. между Петербургом и Москвой профессором Петербургского электротехнического института П.Д. Войнаровским и построена в 1898 г.

Существенный вклад в усовершенствование телефона внес русский физик П.М. Голубицкий, который в 1886 г. разработал новую схему телефонной связи. Согласно этой схеме микрофоны абонентских телефонных аппаратов получали питание от одной (центральной) батареи, расположенной на телефонной станции. Эта система была внедрена во всем мире под названием системы ЦБ.

Первые телефонные станции в России были построены в 1882–1883 гг. в Москве, Петербурге, Одессе.

Уже в конце прошлого столетия Земля оказалась опоясанной проводами и кабелями, соединяющими города и континенты. Однако проводная связь не могла удовлетворить быстрорастущие потребности промышленности, транспорта и особенно судоходства. В беспроводной связи остро нуждались мореплаватели и военный флот.

Изобретение радио – заслуга нашего выдающегося соотечественника, талантливого русского ученого А.С. Попова. Первая публичная демонстрация устройства А.С. Попова для приема электромагнитных волн состоялась на заседании Русского физико-химического общества 7 мая 1895 г. Этот день и вошел в историю как день изобретения радио. В марте 1896 г. А.С. Попов передал электрическими сигналами без проводов текст, состоящий из двух слов («Генрих Герц»), на расстояние всего 250 м. А уже в 1900 г. радиосвязь использовалась на практике при снятии с камней броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» и при спасении рыбаков, унесенных в море.

В 1913 г. был организован радиотелеграфный завод с радиолaborаторией под руководством М.В. Шулейкина, а в 1914 г. в Москве и Петербурге построены первые искровые радиостанции.

Сотрудники созданной в 1918 г. Нижегородской лаборатории (ее возглавил М.А. Бонч-Бруевич) уже в 1922 г. построили в Москве первую в мире радиовещательную станцию мощностью 12 кВт, а 17 сентября 1922 г. состоялась первая передача радиоцентра. К 1924 г. радиовещательные станции появились в Ленинграде, Горьком.

В 1935 г. между Нью-Йорком и Филадельфией вступила в строй радиолиния на ультракоротких волнах. Она имела протяженность 150 км. Чтобы перекрыть это расстояние, через 50 и 100 км были построены две промежуточные «релейные» станции, которые принимали ослабленные радиоволны, «заменяли» их новыми и посылали дальше. Сама радиолиния была названа «радиорелейной линией».

Отныне во все концы земного шара протянулись цепочки радиорелейных линий. Строительство первой радиорелейной линии в нашей стране было осуществлено в 1953 г. между Москвой и Рязанью.

«Бип...бип...бип». Эти сигналы услышал 4 октября 1957 г. весь мир. Наступила эра освоения космоса. Совсем небольшой срок отделяет нас от этой даты, а на космические орбиты уже запущены тысячи искусственных спутников, исправно служащих человеку.

В 1947 г. появилось первое упоминание о разработанной фирмой «Белл» системе с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ). Система оказалась громоздкой и неработоспособной. И только в 1962 г. была внедрена в эксплуатацию первая коммерческая система передачи ИКМ-24. 23 апреля 1965 г. в СССР был запущен искусственный спутник Земли «Молния-1», на борту которого находилась приемопередающая ретрансляционная станция.

В 1960 г. в Америке был создан первый в мире лазер. Это стало возможным после появления работ советских ученых В.А. Фабриканта, Н.Г. Басова и А.М. Прохорова и американского ученого Ч. Таунса, получивших Нобелевскую премию.

«Обучать» лазеры передаче на расстояние информации стали вскоре после их изобретения. Первые лазерные линии связи появились в начале 60-х годов этого столетия. В нашей стране первая такая линия была построена в 1964 г. в Ленинграде.

Москвичам хорошо знакомы такие уголки столицы, как Ленинские горы и Зубовская площадь. В 1966 г. между ними засветилась красная нить лазерного света. Связывала она две городские АТС, находящиеся на расстоянии 5 км друг от друга.

В 1970 г. в американской фирме «Corning Glass Company» было получено сверхчистое стекло. Это дало возможность создать и внедрить повсеместно оптические кабели связи.

Современные состояние и тенденции развития электросвязи в России. На современном этапе развития совершенствование средств электросвязи и сети в целом идет по трем направлениям: цифровизация, оптиковизация и компьютеризация. Преимущества ЦСП по сравнению с АСП и принципы их технической реализации были известны несколько десятков лет назад. Однако по настоящему цифровизация сетей стала возможной немногим более 20 лет назад с появлением новой техники проводной связи – ВОСП. И сегодня, на современном этапе развития, процесс цифровизации – это не только постоянное увеличение числа действующих на сети ЦСП по сравнению с АСП (в канало-километрах), но и постоянное совершенствование методов передачи и обработки сообщений на основе цифровых трактов и каналов (появление новых технологий СЦИ и гибкого мультиплексирования, организация сетевой тактовой синхронизации), что создает предпосылки в недалеком будущем к переустройству всей сети связи на качественно новом уровне.

Сегодня оптические магистрали составляют основу современных сетей связи. До последнего времени они строились, в том числе и в России, исключительно на базе технологии SDH. Технология SDH продолжает развиваться, и еще долгое время будет применяться операторами для организации доступа к магистральным сетям, а также для организации местных и зонных сетей. Однако для передачи больших объемов трафика на дальние расстояния основной технологией станет DWDM – плотное спектральное мультиплексирование (разделение каналов).

Для создания сетей сложной архитектуры необходимо применение оптических коммутаторов. Однако в большинстве случаев в них используются решения, основанные на последовательном преобразовании сигнала: оптический – электрический-оптический. Это, во-первых, приводит к громоздкости оборудования цифровых кросс-коммутаторов, а во-вторых, электрическая коммутация подразумевает зависимость от скорости передачи в каждом конкретном канале, а оптическая – обеспечивает полную прозрачность и независимость от скорости передачи. Поэтому следующим этапом развития магистральных оптических сетей является реализация ядра сети на полностью оптических коммутаторах, в которых исключено оптико-электрическое преобразование сигнала.

В городских сетях сегодня широко используется технология пассивного DWDM (p-DWDM) и сети по этой технологии получили название PON (Passive Optical Network). Оборудование p-DWDM не имеет оптических усилителей и экономично.

Сегодня наблюдается тенденция изменения соотношения оборудования SDH и DWDM в пользу последнего.

Наряду с развитием процессов цифровизации и оптиковизации на сети постоянно совершенствуются полупроводниковая элементная база, микропроцессорная (МП) техника и программное обеспечение операционных систем, что явилось основой и для компьютеризации средств связи. Средства ВТ находят применение в устройствах эксплуатационного контроля и управления на различных уровнях телеконтроля и управления, диспетчерских пунктах контроля и управления сетью на различных уровнях иерархии системы технической эксплуатации, в составе измерительной техники и при математическом моделировании на этапах разработки и проектирования, для автоматизации и совершенствования основных функций передачи и обработки передаваемой информации при установлении соединения.

На современном этапе развития сети электросвязи все три направления совершенствования средств электросвязи органически связаны друг с другом. Новая техника связи – это, как правило, высокоскоростные ЦСП на оптическом кабеле с высоким уровнем программного обеспечения.

Рассмотрим далее состояние различных отраслей электросвязи на конец 2010 г. и отметим, прежде всего, успешное развитие российского сегмента Интернет. В 2010 г. на 100 жителей приходилось 47 пользователей Интернет. Домен RU вошел в десятку крупнейших доменов мира и в пятерку крупнейших доменов Европы. Российская Федерация стала первопроходцем в деле внедрения национальных страновых доменов на национальном языке. Первый кириллический домен начал работу 13 мая 2010 г. По состоянию на декабрь 2010 г. в домене РФ зарегистрировано более 690 тысяч имен, из них более 500 – домены федеральных и региональных органов государственной власти.

По мнению Министра связи и массовых коммуникаций И. Щеголева введение кириллического домена повысит заинтересованность тех категорий наших граждан, которые недостаточно хорошо владеют английским языком, к ресурсам, создаваемым государством. Это будет способствовать успешной реализации программ информатизации, в том числе по предоставлению услуг в электронном виде.

Следует заметить, что в целом задача обеспечения доступа к информационным ресурсам максимального числа граждан и организаций страны остается все еще нерешенной. Прежде всего, речь идет о сельской местности и поселках городского типа с населением до 20 тысяч человек. Здесь проживает порядка 40 % всего населения РФ.

В настоящее время разработан проект «Обеспечение высокоскоростного доступа к информационным ресурсам через спутниковые системы связи», воплощение, которого в жизнь поможет преодолеть цифровое неравенство регионов, в том числе труднодоступных районов, выровнять стоимость интернет трафика по территории страны. Проектом предполагается создание спутниковой системы широкопо-

лосного доступа, состоящей из космических аппаратов на геостационарной орбите и системы земных станций, обеспечивающих использование малогабаритных абонентских терминалов. Основные технические характеристики системы: скорость абонентского доступа – до 15 Мбит/с, стоимость абонентских терминалов (с антенной системой) – не более 8000 р.; стоимость передачи 1 Гбайта информации – 50 р.

Предоставление доступа к информационно-телекоммуникационным ресурсам в пунктах с небольшим количеством населения предполагается решать также путем организации пунктов коллективного доступа. На конец 2010 года в стране установлено 148 302 таксофонов и 20807 пунктов коллективного доступа.

Особенно быстрыми темпами в мире и у нас в стране развиваются сети сотовой связи. Уже сейчас в России на 100 жителей приходится примерно 150 мобильных телефонов с активными сим-картами. По итогам 2010 г. доходы российских сотовых операторов от услуг мобильного Интернета выросли на 55 %, по сравнению с 2009 г. При этом трафик передачи данных увеличился в 2,5 раза по сравнению с 2009 г.

В заключение заметим, что эволюция телекоммуникационных технологий будет идти по пути увеличения скорости передачи информации, интеллектуализации сетей и обеспечения мобильности пользователей.

Высокие скорости. Необходимы для передачи изображений, в том числе телевизионных, интеграции различных видов информации в мультимедийных приложениях, организации связи локальных, городских и территориальных сетей.

Интеллектуальность. Позволит увеличить гибкость и надежность сети, сделает более легким управление глобальными сетями. Благодаря интеллектуализации сетей пользователь перестает быть пассивным потребителем услуг, превращаясь в активного клиента – клиента, который сможет сам активно управлять сетью, заказывая необходимые ему услуги.

Мобильность. Успехи в области миниатюризации электронных устройств, снижение их стоимости создают предпосылки к глобальному распространению мобильных оконечных устройств. Это делает реальной задачу предоставления услуг связи каждому в любое время и международном сообществе.

Список литературы

1. **Яновский Г.Г.** Современные проблемы науки в области телекоммуникаций (эволюция и конвергенция) // СПб: СПб ГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2008. – 162 с.
2. **Электронный** ресурс. http://rfcmd.ru/book_05/h1_1.