

ПРЕДИСЛОВИЕ

По оценкам ведущих специалистов мира, XXI век ознаменуется созданием Глобального Информационного Общества, основой которого будут Глобальные Информационные Сети, построенные с широким использованием радиоэлектронных средств (РЭС) радиосистем передачи информации (сообщений). Именно они в состоянии обеспечить каждому человеку планеты Земля, где бы он не находился, возможность персонального доступа к источникам информации. Без услуг сотовой подвижной электросвязи, цифрового телевидения и радиовещания, высокоскоростного радиодоступа к сетям, в том числе к сети Интернет, невозможно представить жизнь в современном обществе.

Функционирование РЭС с заданными техническими характеристиками обеспечивают специалисты, получающие профессиональное образование по группе специальностей «Телекоммуникации». Им важно знать современное состояние и пути дальнейшего развития сетей радиосвязи, радиовещания и телевидения, предельные и реальные возможности технических средств, используемых в радиосистемах передачи сообщений и т. п. Учебное пособие содержит необходимые сведения по этим направлениям. В нем представлена информация о существующих и перспективных сетях и системах радиосвязи, радиовещания и телевидения, работающих в различных стандартах.

Учебное пособие написано в соответствии с требованиями квалификационных характеристик специалистов, получающих среднее профессиональное образование по специальностям 210705 «Средства связи с подвижными объектами», 210721 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» и др. Сведения, изложенные в пособии, являются базовыми для изучения дисциплин специального цикла. Специалистам, специализирующимся в области радиосвязи, радиовещания и телевидения, учебное пособие позволит систематизировать имеющиеся у них знания.

В первой главе рассмотрены структура радиосистемы передачи сообщений, принципы передачи и обработки сигналов в каналах цифровых радиосистем передачи сообщений. Проанализированы свойства радиоканалов при различных условиях распространения радиоволн, рассмотрены способы повышения эффективности

использования радиочастотного спектра за счет применения много-частотной модуляции, множественного доступа и др.

Выделение данных вопросов в отдельную главу преследует цель — подчеркнуть, что в основе построения различных по назначению систем радиосвязи, радиовещания и телевидения лежат одни и те же принципы. Такое построение способствовало исключению повторения излагаемых сведений в других главах учебного пособия.

Во второй главе рассмотрены принципы построения сетей подвижной и фиксированной служб радиосвязи. Показано их многообразие, пояснено назначение и особенности функционирования некоторых элементов сетей. Обращено внимание на интеграцию вновь создаваемых сетей подвижной электросвязи с другими сетями.

В третьей главе приведены характеристики сигналов звукового вещания, методы их сжатия, принципы построения аналоговых систем синхронного и стереофонического радиовещания, а также перспективных систем цифрового радиовещания.

В четвертой главе рассмотрены системы аналогового и цифрового вещательного телевидения. Приведены сведения о сигналах вещательного телевидения, способах уменьшения избыточности цифровых сигналов. Пояснены принципы построения систем цифрового телевидения стандартов DVB.

Для усвоения приведенного в пособии материала требуются знания по математике, теории электрических цепей, теории электрической связи, цифровым и микропроцессорным устройствам, основам построения систем и сетей телекоммуникаций.

Учебное пособие написано автором — доцентом М.Т. Кохно с учетом многолетнего опыта преподавания дисциплин «Теория электрической связи», «Звуковое и телевизионное вещание», «Радиорелейные и спутниковые системы передачи» в Минском техникуме связи и Учреждении образования «Высший государственный колледж связи» (УО ВГКС), а также с использованием ранее изданной литературы по данной тематике [1–30]. Автор признателен преподавателю УО ВГКС Н.Г. Прашковичу, любезно согласившемуся ознакомиться с авторским оригиналом и сделавшему ряд предложений по его улучшению.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современного общества сопровождается неуклонным и быстрым ростом потоков информации. Объем информации растет примерно пропорционально квадрату промышленного потенциала, удваиваясь каждые два года. Информация имеет ценность только в том случае, если она доступна людям, невзирая на ее удаленность от места и давность появления. Отсюда возникает необходимость запоминания, хранения и передачи ее на расстояние. Для этих целей информацию представляют совокупностью различных знаков и символов (слова и фразы человеческой речи, рисунки и т. п.), которые называют *сообщениями*.

В электросвязи передача сообщений любого рода (звуковых, оптических, данных) ведется с использованием энергии электромагнитного поля, способной распространяться в специальных направляющих средах или в открытом пространстве со скоростью (в зависимости от среды распространения), почти равной скорости света.

Появление электросвязи было подготовлено величайшими открытиями XVIII и начала XIX веков, связанными с электрическими и магнитными явлениями, в частности, с протеканием (распространением) по проводникам электрического тока. Первоначально электросвязь осуществлялась исключительно по проводам. Во второй половине XIX века наука теоретически доказала существование электромагнитных волн (ЭМВ), способных распространяться в открытом пространстве со скоростью света.

Сущность ЭМВ впервые предсказал в 1832 г. М. Фарадей, а в 1865 г. Дж. Максвелл теоретически доказал, что ЭМВ распространяются от источника по всем направлениям и что все виды излучений (радиоволны, оптические волны и др.) являются электромагнитными волнами, имеющими разную длину волны. В 1888 г. немецкий физик Г. Герц экспериментально подтвердил эту теорию. Им же определена скорость распространения ЭМВ в воздухе — она оказалась примерно равной 300 000 км/с, как и предсказывал Дж. Максвелл.

Практическое использование ЭМВ блестяще реализовал русский ученый А.С. Попов, который впервые с помощью специальных устройств осуществил *радиопередачу* — формирование и излучение радиочастотных сигналов. Демонстрация устройства для приема ЭМВ произошла на заседании Русского физико-химического обще-

ства 7 мая 1895 г. Этот день вошел в историю как день изобретения радио. *Радио* (от лат. *radio* — испускаю лучи) является общим термином, его применяют при указании на использование радиоволн. Например, *радионавигация* — определение места расположения (координат) морских и воздушных судов с помощью радиотехнических устройств; *радиолокация* — определение направления на источник радиоизлучения; *радиосвязь* — электросвязь, осуществляемая посредством радиоволн и т. д.

Кроме А.С. Попова радиопередачей занимались другие ученые и инженеры. Наибольшего успеха при этом добился итальянский изобретатель и предприниматель Г. Маркони, который 2 июля 1897 г. запатентовал в Англии «усовершенствование в передаче электрических импульсов и сигналов в аппаратуре для этого». Спустя несколько месяцев А.С. Попов писал в редакцию английского журнала, что «устройство приемника Маркони является воспроизведением моего индикатора молний».

Изобретение радио привело к интенсивному развитию радиосвязи. Можно выделить несколько этапов ее развития. Уже в 1900 г. радиосвязь использовалась при проведении спасательных работ по снятию с камней броненосца «Генерал адмирал Апраксин», который находился на расстоянии 45 км от берега. Вплоть до начала 20-х годов XX столетия радиосвязь осуществлялась с применением преимущественно искровых радиопередатчиков (радиопередающих устройств), в которых радиочастотные колебания получали с помощью искровых разрядов. Применение их сделало возможным передачу текстовых сообщений телеграфом (искровое радиотелеграфирование) практически на любые расстояния. Однако попытка использования искровых радиопередатчиков для передачи звуковых сообщений, предпринятая А.С. Поповым в 1903 г., не дала достаточно хорошего качества приема и не получила распространения.

Дальнейшее развитие радиосвязи связано с появлением электронной вакуумной лампы (радиолампы). Применение радиоламп дало возможность генерировать и усиливать высокочастотные электрические колебания. Осенью 1920 г. под руководством М.А. Бонч-Бруевича была организована первая в мире передача звуковых (речевых) сообщений между городами Москва и Берлин с использованием радиопередатчика мощностью 5 кВт. Однако диалога не получилось, так как в Берлине голос из Москвы слышали, но ответить не могли. Фирма «Телефункен» только в октябре 1923 г. создала достаточно мощный радиопередатчик для передачи звуковых сообщений.

На следующем этапе после появления радио началось развитие и применение радиовещания. В августе 1922 г. в Москве начала работать первая в мире радиовещательная станция им. Коминтерна. Она имела мощность 12 кВт, которую обеспечивали 12 генераторных радиоламп, включенных параллельно.

Дальнейшее развитие радиосвязи и радиовещания шло по пути создания все более мощных радиоламп при одновременном переходе на использование радиоволн с меньшей длиной волны. Использование более высоких частот позволило в 30-х годах прошлого столетия осуществить передачу подвижных изображений (телевидение). В эти годы радиотехника превратилась в самостоятельную инженерную науку, были разработаны инженерные методы расчета радиотехнических устройств и т. п.

Следующий этап после изобретения радио ведет отсчет с середины XX столетия, когда были созданы полупроводниковые приборы и реализованы цифровые методы обработки и передачи аналоговых сигналов. В этот период в СССР началось создание единой автоматизированной сети связи (ЕАСС), предполагавшей техническое и организационно-административное объединение разрозненных сетей электросвязи в единую сеть электросвязи. С запуском спутников связи (в США — 1963 г., в СССР — 1965 г.) мир вступил в эру спутниковой связи.

Очередной этап в истории радио начался с появлением в 80-х годах XX века персональных компьютеров. Стала возможной передача больших объемов данных, был разработан метод передачи сигналов с коммутацией пакетов. Уровень развития микроэлектроники позволил выпускать массовые дешевые радиоэлектронные устройства с программным управлением, что привело к появлению сотовых сетей радиосвязи (согласно [25] — сотовой подвижной электросвязи). Бум сотовой подвижной электросвязи не замедляется вот уже четверть века. Мобильных телефонов во всем мире уже в несколько раз больше, чем обычных стационарных телефонов, — номинально в абонентах сотовых сетей числится 70 % населения Земли. В этот период начали создаваться инфокоммуникационные (компьютерные) сети. Примером такой сети является всемирная интернациональная сеть Интернет. Эти сети, кроме средств электросвязи, состоят из средств хранения, обработки и поиска информации (баз данных).

Современный этап развития электросвязи характеризуется созданием Глобальных сетей электросвязи, которые позволят реализовать персональную связь. В разрабатываемой Международным союзом электросвязи концепции персональной связи важное место

отводится радиосвязи, позволяющей динамично изменять (без подключения и отключения пользователей) топологию сети. Ее использование также позволяет отказаться от дорогостоящей и не всегда возможной прокладки или аренды волоконно-оптических или электрических (медных) кабелей и др. Видимо все возвращается на круги своя: человечество тысячелетиями жило без проводов, хочет без них жить и впредь.