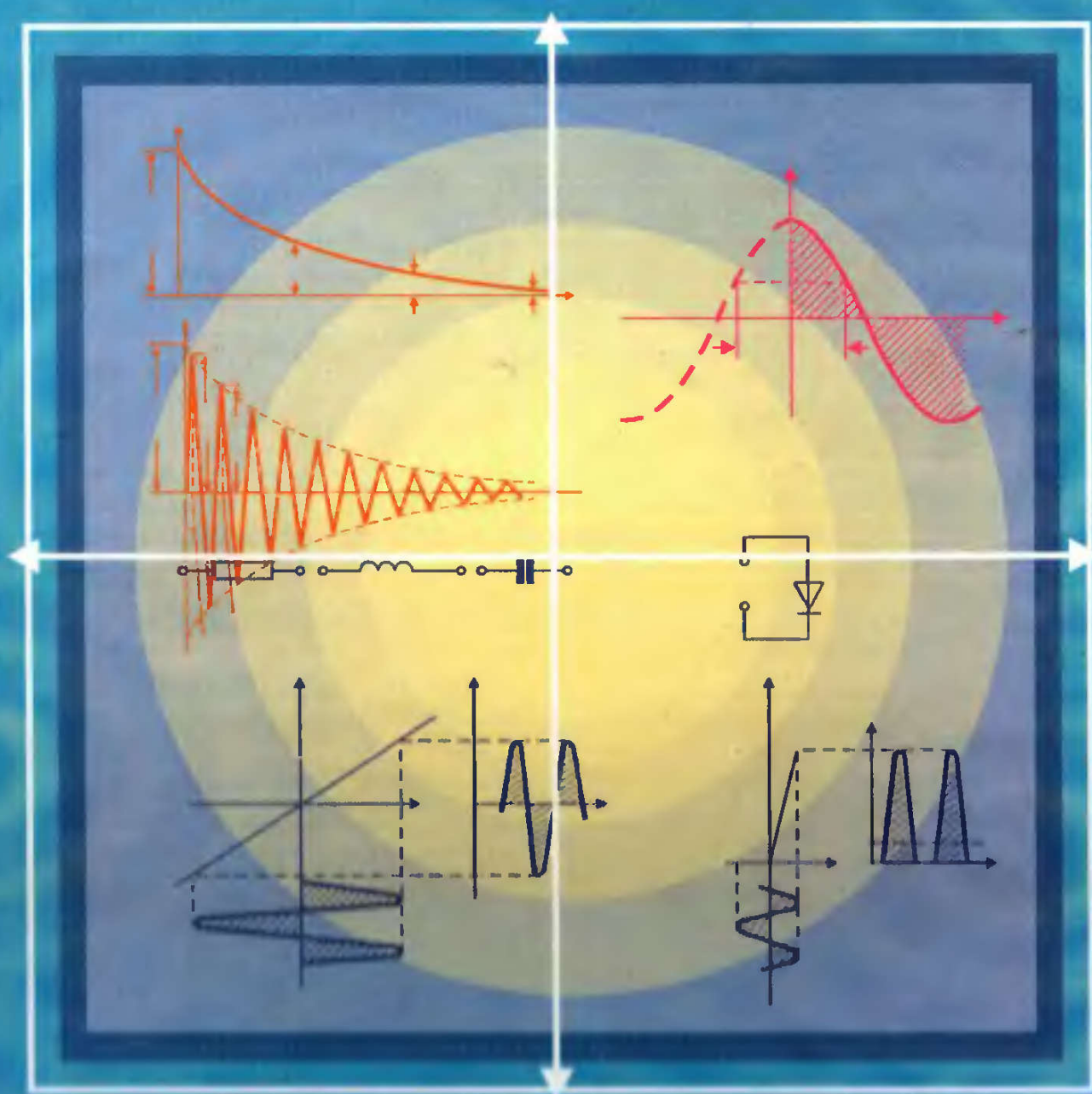


ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ



**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ЦЕНТР СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО,
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

В. А. КРИВОПИШИН, А. А. ХАЛИКОВ

ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

*Учебное пособие
для профессиональных колледжей*

**«VORIS-NASHRIYOT»
ТАШКЕНТ — 2007**

ББК 37.871

К82

Рецензенты: **Х. Б. Сапаев** — профессор кафедры «Электрическая связь и радио» ТашИИТ, докт. техн. наук;
М. И. Насыров — заместитель начальника «Центра сигнализации и связи» ГАЖК «УТЙ»;
У. Ш. Шаабдиев — преподаватель Ташкентского профессионального колледжа железнодорожного транспорта.

В учебном пособии излагаются основы теории передачи сообщений с помощью сигналов электросвязи, рассматриваются принципы передачи информации, основные характеристики сигналов электросвязи, важнейшие физические процессы, используемые в технике связи. Даны основные сведения об элементах теории передачи информации.

Предназначено для учащихся профессиональных колледжей, колледжей железнодорожного транспорта и связи. Может быть полезно студентам вузов соответствующего профиля и инженерно-техническим работникам.

37.871

К 82

Кривопишин В. А.

Теория передачи электрических сигналов: Учебное пособие для профессиональных колледжей / В. А. Кривопишин, А. А. Халиков; МВ и ССО РУз, Центр сред. спец., проф. образования. — Т.: ООО «VORIS-NASHRIYOT», 2007. — 400 с.

И. Халиков А. А.

ББК 37.871я722

ВВЕДЕНИЕ

В XX веке произошла научно-техническая революция в области связи, в основе которой лежат два крупных достижения фундаментальной науки — разработка теории передачи сигналов (общей теории связи) и разработка современной микроэлектронной элементной базы, которая основана на открытиях в области квантовой механики.

Краткая история развития электросвязи. Передача информации на расстояние необходима в жизни и деятельности каждого человека, коллектива, общества. На разных этапах развития человеческого общества для этого использовались различные способы и средства в зависимости от уровня развития. Но всегда их реализация основывалась на самых новейших достижениях науки и техники.

Появление электросвязи было подготовлено величайшими открытиями XVIII и начала XIX веков, связанными с электрическими и магнитными явлениями. Использование электрической энергии для передачи сообщений на расстояние явилось фактически одним из первых практических применений этих открытий. Это связано с тем, что электрический ток обладает свойством, весьма важным для передачи сообщений на расстояние, — способностью распространяться вдоль проводников с огромной скоростью.

Старейшим из всех видов электросвязи является телеграфная связь. Греческое слово «телеграф» в переводе означает «далеко пишу» или «пишу на расстоянии». Временем зарождения телеграфной связи принято считать 1832 г., когда русский ученый П. Л. Шиллинг создал и испытал первый в мировой практике работоспособный образец электромагнитного телеграфного устройства. Он же разработал первые телеграфные коды. Американец, профессор живописи С. Морзе в 1837 г. изобрел электромагнитный телеграфный аппарат, а в 1838 г. — телеграфный код, называемый телеграфным кодом Морзе и применяемый до сих пор. Усилиями ученых и инженеров разных стран в настоящее время созданы и успешно используются электронные буквопечатающие телеграфные аппараты, отличающиеся высоким качеством работы и надежностью.

Почтенный возраст и у факсимильной связи. «Факсимиле» — латинское слово, означающее «сделать подобное». Первый факсимильный аппарат, способный передавать на расстояние неподвижные изображения, изобретен в

1855 г. итальянским физиком Дж. Казелли. Получил применение в странах Европы и в России в 1866–1868 гг.

Немного позднее появилась телефонная связь. Слово «телефон» в переводе с греческого означает «звук из далека». Впервые устройства, преобразующие звуковые сообщения в электрический сигнал и обратно, были изобретены американским ученым А. Г. Беллом. Именно это событие, происшедшее в 1876 г., принято считать зарождением телефонной связи. Однако и самому изобретателю и инженерам других стран мира пришлось еще очень много поработать, прежде чем телефонная связь превратилась в один из самых распространенных видов электрической связи.

Первоначально передача сигналов электросвязи осуществлялась исключительно по металлическим проводам. Однако прокладка проводов для связи является процессом весьма трудоемким и дорогостоящим. К тому же не везде провода можно проложить. Во второй половине XIX века наука теоретически доказала существование электромагнитных волн, способных распространяться в открытом пространстве с огромной скоростью. Практическое использование этих волн блестяще реализовал русский ученый А. С. Попов, который впервые с помощью специальных устройств передал электрические сигналы не по проводам, а по радиоканалу. Это событие произошло 7 мая 1895 г. За свое изобретение А. С. Попов в 1900 г. в Париже на Всемирной выставке получил золотую медаль.

Многие ученые разных стран занимались использованием электромагнитных волн для целей связи. Так, например, Маркони Гульельмо, итальянский радиотехник и предприниматель, с 1894 г. в Италии, а с 1896 г. в Великобритании проводил опыты по практическому использованию электромагнитных волн. В 1897 г. получил патент на изобретение способа беспроводного телеграфирования и создал акционерное общество по производству аппаратуры. Способствовал развитию радио как средства связи. В 1909 г. совместно с К. Ф. Брауном получил Нобелевскую премию.

Телевизионное вещание как вид электросвязи появилось в начале XX века. Слово «телевидение» означает «видение на расстоянии». Своим появлением телевидение во многом обязано русскому ученому Б. Л. Розингу, который в 1911 г. впервые на практике осуществил телевизионную передачу.

Остальные виды электросвязи — передача данных, передача газет и видеотелефонная связь — являются разновид-

ностями соответственно телеграфной, факсимильной и телевизионной связи. Они появились в середине прошлого века.

Говоря об истории развития электросвязи, следует сказать об основной ее проблеме — проблеме каналов. Наиболее надежными и качественными каналами являются проводные. Раньше каждый канал организовывался по отдельной линии связи, что делало его наиболее дорогим элементом систем электросвязи. Поэтому развитие электросвязи в целом всегда зависело от успехов в создании линий повышенной пропускной способности. Проблема повышения эффективности использования линий связи актуальна и в наши дни несмотря на то, что разработаны методы и различные системы, обеспечивающие возможность одновременной передачи многих тысяч сигналов по волоконно-оптическим линиям связи.

На железнодорожном транспорте активно внедряются спутниковые, волоконно-оптические системы связи, системы с шумоподобными сигналами, системы подвижной радиосвязи: сотовая, транкинговая, пейджинговая и др. Доступ подвижного объекта к стационарным сетям связи осуществляется с помощью радио. Произошло объединение в разумном сочетании проводной и радиосвязи, широко- и узкополосных, аналоговых и дискретных систем связи.

Передача информации на железнодорожном транспорте ведется в специфических условиях воздействия сильных и разнообразных помех. Поэтому системы связи должны обладать высокой помехоустойчивостью, что имеет большое значение для безопасности движения поездов. К системам связи предъявляются требования высокой эффективности при относительной простоте технической реализации и эксплуатации.

Для правильного понимания принципов функционирования действующих и перспективных систем передачи информации специалисту в области автоматики, телемеханики и связи необходимо знать основные положения теории сигналов, информации, электрических цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами, генерирования колебаний, модуляции, оптимального приема и помехоустойчивого кодирования.

В связи с ограниченным объемом учебного пособия в него не вошли импульсные, цифровые и дискретные виды модуляций, а также вопросы, связанные с основами помехоустойчивости систем передачи. Авторы обязуются изложить вопросы, не вошедшие в данное издание, в отдельном издании.

Глава 1. ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ И СИГНАЛЫ

1.1. Общие понятия и определения

Деятельность людей направлена на создание материальных и духовных ценностей, совершенствование общественных отношений.

Процесс создания материальных ценностей принято называть производством. Без производства невозможно существование людей. Любому производству наряду с орудиями труда, сырьем, рабочей силой необходима информация, накопленная людьми многих поколений. Эта *информация* хранится в памяти людей, книгах, документах и т. д. Слово «информация» латинского происхождения и означает «разъяснение», «изложение», «осведомление». В широком смысле информация — это новые сведения об окружающем нас мире, которые мы получаем в результате взаимодействия с ним.

Информация — одна из важнейших категорий естествознания наряду с веществом, энергией и полем.

Можно выделить три основных вида информации в обществе: личную, специальную и массовую.

Личная информация касается тех или иных событий в личной жизни человека. К *специальной* относятся научно-техническая, деловая, производственная, экономическая и другая информация.

Массовая информация предназначена для большой группы людей и распространяется через средства массовой информации: газеты, журналы, радио, телевидение, мультимедийные средства — Internet и др.

Информация имеет ценность только в том случае, если она доступна людям, невзирая на ее удаленность и давность получения. Отсюда возникает необходимость запоминания, хранения и передачи информации на расстояние.

Известно, что $80 \div 90$ % информации человек получает через органы зрения и $10 \div 20$ % — через органы слуха. Другие органы чувств (осязание, обоняние, вкус) дают человеку в сумме $1 \div 2$ % информации. Таким образом, зри-

тельные и слуховые органы человека в совокупности с его нервной системой являются основными каналами поступления информации в мозг.

Выдача информации из мозга осуществляется также по каналам, образуемым нервной системой и исполнительными органами. Основным является звуковой канал, заканчивающийся голосовыми связками. Определенные колебания голосовых связок передаются в окружающую среду в виде отдельных звуков, слов, предложений и воспринимаются слуховыми органами людей как речь. Важным для выдачи информации является также канал, исполнительным органом которого являются руки человека. Во-первых, руками с помощью различных приспособлений (карандаша, ручки, персонального компьютера и др.) человек пишет, рисует, т. е. выдает информацию, фиксируя ее на носителях. Во-вторых, руками с помощью различных инструментов и приспособлений человек выдает звуковую информацию (музыка, шумы). Наконец, определенные движения рук, иногда с использованием флажков, фонарей и других предметов, также являются способом выдачи информации (например, морской и железнодорожный транспорт).

Информационный обмен для людей — не прихоть, а такая же естественная потребность, как пища, воздух, сон и т. д. Обмен информацией означает ее передачу и прием. Когда говорят о передаче информации, то подразумевают, что есть источник информации, получатель (потребитель) информации и средства ее передачи. При этом возникает проблема передачи больших объемов информации на значительные расстояния. Для ее решения человек создал и широко использует технические средства — средства электросвязи или системы электросвязи.

Под системой электросвязи понимают совокупность технических средств и среды распространения сигналов, обеспечивающих передачу сообщений от источника к потребителю или потребителям.

Таким образом, **информация** — это совокупность сведений о каких-либо событиях, процессах, явлениях, предметах. Для передачи и хранения информации используют различные знаки (символы), позволяющие выразить, представить ее в некоторой форме. Ими могут быть слова, фразы, рисунки, чертежи, фотографии, показания датчиков, измерительных приборов и т. д.

Для того чтобы информацию можно было доставлять получателю, хранить, обрабатывать и использовать, она должна быть представлена в виде сообщения.

Сообщение — это совокупность знаков, содержащих ту или иную информацию или по-другому — форма представления информации.

Сообщение, кроме информации, может содержать адрес доставки, различные служебные сведения, дополнительную информацию для обнаружения и даже устранения ошибок, т. е. для повышения верности получаемой информации. Например, в телеграфной связи сообщение — это текст в виде последовательности букв и цифр; в телефонной связи — это непрерывное изменение во времени звукового давления, передающее не только содержание разговора, но и интонацию, тембр, ритм; в телевидении — это изменение во времени яркости подвижного изображения со звуковым сопровождением.

Передача сообщений на небольшие расстояния может быть непосредственной, а на большие расстояния — опосредованной, с помощью какого-либо материального носителя (бумага, магнитная лента, дискета, диски и т. п.) или с помощью физического процесса, способного распространяться в определенной среде (звуковые и электромагнитные волны, электрический ток, свет и т. д.).

Любое сообщение имеет параметр, в изменении которого «заложена» информация, содержащаяся в сообщении. Этот параметр называется **информационным**. По характеру изменения информационных параметров различают непрерывные и дискретные сообщения.

Если информационный параметр сообщения в процессе изменения может принимать любые значения в некотором интервале, то сообщение называется **непрерывным**. Непрерывными являются, например, звуковые сообщения. Любые текстовые и цифровые сообщения состоят из определенного, конечного и известного набора знаков, например, букв алфавита. Подобные сообщения принято называть **дискретными**.

Задачей связи является передача сообщений на расстояние от источника к получателю. Физический процесс, способный распространяться в определенной среде с огромной скоростью и отображающий сообщение, называется **сигналом**. Сигнал — это материальный носитель или переносчик сообщений.

В дальнейшем будем рассматривать средства связи, использующие в качестве переносчиков сообщений на расстояние электрический ток, электромагнитное поле, световые волны. Скорость распространения таких переносчиков соизмерима с предельно возможной скоростью распространения процессов в окружающем нас мире, которая равна скорости света $C = 299\,792\,458 \pm 1,2$ м/с или $C \approx 300\,000$ км/с. С помощью таких сигналов можно передавать огромное количество информации за единицу времени.

Электромагнитная волна как материальный носитель сообщения. Названные выше способы передачи информации практически невозможно использовать, если источник или получатель подвижны, разделены недоступными для человека районами Земли либо находятся в различных точках космического пространства. Во всех названных случаях в качестве материального носителя сообщений принимают *электромагнитные волны*.

Если по проводнику конечной длины l проходит постоянный ток, то в пространстве, окружающем проводник, при этом будет существовать статическое магнитное поле.

В случае медленного уменьшения тока до нуля, напряженность магнитного поля будет также медленно убывать до нуля: содержащаяся в поле энергия возвращается источнику тока. Аналогичная картина наблюдается и в том случае, когда значение тока и его направление периодически и медленно меняются. С увеличением значения тока растет и энергия магнитного поля, при уменьшении тока энергия поля возвращается источнику.

Однако с увеличением частоты изменения значения и направления тока рассмотренный выше процесс происходит только в ограниченной области пространства, примыкающей к проводнику. Часть энергии излучается во все стороны от проводника в виде электромагнитной волны, которая может быть использована в качестве материального носителя для передачи сообщений на большие расстояния. Скорость распространения такой волны зависит от свойств среды, в которой находится проводник. В вакууме эта скорость равна скорости света $300\,000$ км/с.

Важнейшим параметром электромагнитной волны является его длина. Если известна частота колебаний f , период этого изменения $T=1/f$. Длиной волны называется путь, пройденный электромагнитной волной за один период, т. е.



Bu tanishuv parchasidir. Asarning to'liq versiyasi <https://kitobxon.com/uz/asar/3222> saytida.

Бу танишув парчасидир. Асарнинг тўлиқ версияси <https://kitobxon.com/uz/asar/3222> сайтида.

Это был ознакомительный отрывок. Полную версию можно найти на сайте <https://kitobxon.com/ru/asar/3222>