

МЕТЕОРНАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ: ПУТИ К МОДЕРНИЗАЦИИ

Введение

В настоящее время растет объем передаваемой информации в системах различного назначения. Разнообразие областей применения, условий работы и необходимых характеристик и параметров требует использования различных систем в различных условиях. Один из примеров системы передачи информации – метеорная система передачи информации (МСПИ).

Метеорная система передачи информации разработана в ПНИЛ РТ [1,2]. Коллектив разработчиков столкнулся с рядом научных и технических проблем, которые, в основном, были решены. Представляется, что сейчас настало время проанализировать работу МСПИ с точки зрения обработки сигналов с целью поиска возможностей её улучшения.

МСПИ

Структурная схема МСПИ приведена на рис 1.

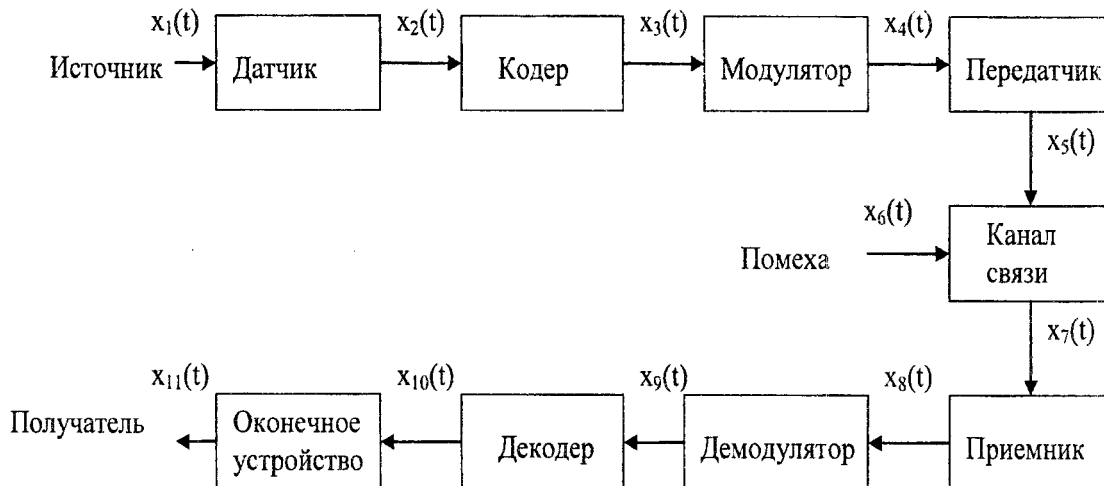


Рис. 1. Структурная схема МСПИ

Структурная схема не содержит ничего нового, данная статья посвящена только анализу МСПИ в том виде, как она создана в ХНУРЭ на кафедре ОРТ и описана в литературе [1 – 3].

Анализ элементов структурной схемы МСПИ

Источник информации. В экспериментах, описываемых в литературе, передавался текст с помощью стартстопного телеграфного аппарата (СТА). Скорость передачи 400 и 360 знаков/мин (50 и 45 бод). $x_1(t)$ – неэлектрический сигнал, его рассмотрение может дать информацию о необходимой полосе частот и динамическом диапазоне.

Датчик. На выходе телеграфного аппарата – классический двухуровневый импульсный сигнал. Исходя из скорости передачи параметры импульсов: длительность 2,5 – 2,8 мс, качество: передний и задний фронт – не более 5 % длительности.

Кодер, декодер: Аналоговые данные могут представляться и цифровыми сигналами. Устройство, выполняющее функцию передачи речевой информации, называется кодеком

(кодером/декодером). По существу информация аппроксимируется этим сигналом потоком битов. Приемник, со своей стороны, использует этот поток битов для воспроизведения аналоговых данных [4].

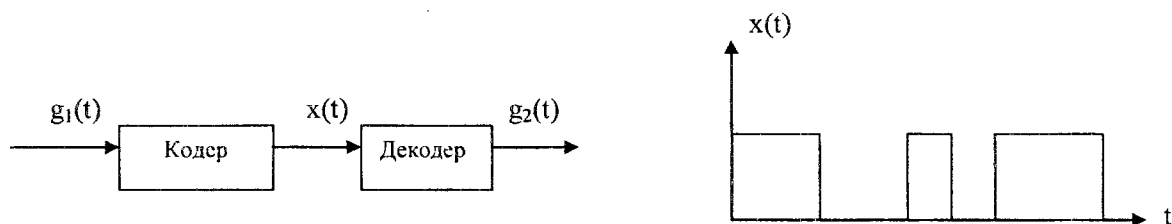


Рис. 2. Кодирование в цифровой сигнал»

На рис. 2: $g_1(t)$ – исходные данные, $x(t)$ – цифровой сигнал, $g_2(t)$ – данные, полученные в точке приема.

При цифровой передаче сигнала исходные данные $g(t)$, которые могут быть как аналоговыми, так и цифровыми, кодируются цифровым сигналом $x(t)$. Конкретная форма этого сигнала зависит от метода кодировки и выбирается с целью оптимизации использования передающей среды. Например, может быть выбрана кодировка, максимально экономно использующая полосу или сводящая к минимуму вероятность возникновения ошибок. Отметим, что в этом случае используемая кодировка также выбирается с целью оптимизации каких-либо характеристик передачи. Если передается человеческая речь, то использование кодера позволяет увеличить скорость передачи информации в 4 – 12 раз [4]. В существующей МСПИ кодер и, соответственно, декодер, отсутствуют.

Модулятор, демодулятор: цифровые данные также можно представить аналоговыми сигналами, применив с этой целью модем (модулятор – демодулятор). Модем преобразует последовательность двоичных импульсов напряжения в аналоговый сигнал, модулируя их несущей частотой. Получившийся в результате сигнал занимает определенный спектр частот с центра на несущей частоте и может распространяться среди подходящей для этой несущей частоты. На другом конце линии другой модем демодулирует сигнал и восстанавливает исходные данные.

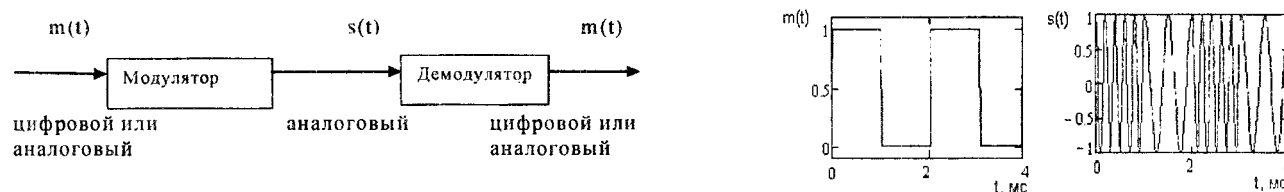


Рис. 3. Модуляция и демодуляция

Основу аналоговой передачи сигналов составляет непрерывный сигнал с постоянной частотой, называемый несущим сигналом. Частота несущего сигнала выбирается совместной с используемой передающей средой. Поступающий сигнал $m(t)$ может быть аналоговым или цифровым и называется модулируемым сигналом. Результат модулирования несущего сигнала называется модулированным сигналом $s(t)$.

Согласно [2], в существующей МСПИ использована некогерентная прямая двухчастотная телеграфия. Параметры: девиация частоты $\Delta f = 100 - 150 \text{ Гц}$.

Передатчик Невысокий разнос рабочих частот приема и передачи позволяет использовать для приема и передачи одну и ту же антенну при дуплексной работе. Здесь отметим, что чем ниже рабочая частота, тем больше численность метеоров (при прочих равных условиях). Известно, что на частотах 40 МГц коэффициент заполнения изменяется с изменением частоты

ты. Многочисленные эксперименты позволили считать, что число «полезных» метеорных следов пропорционально корню квадратному из передаваемой мощности (при прочих неизменных параметрах аппаратуры и трассы) [1, 3]. Поскольку метеоры в околоземном космическом пространстве распределены неравномерно, то на некоторых трассах (зависит от протяжения трасс) можно существенно влиять на получаемый на трассе коэффициент заполнения изменением ориентации антенны в различные часы суток. Характеристики передатчика следующие [1, 2]:

- рабочая частота, $МГц$ 40,6,
- выходящая мощность, $кВт$ 0,3.

Канал связи. Вызываемая метеорными частицами ионизация оказывается достаточной для отражения радиоволн метеорного диапазона, благодаря чему создается возможность для радиосвязи между пунктами, удаленными друг от друга на расстояние до 2000 – 2200 км. Этот канал связи получил название метеорный радиоканал. (МРК) Степень ионизации метеорного следа численно определяется его линейной электронной плотностью, может составлять 108 – 1018 эл/м. Она зависит от массы частицы (с увеличением массы частицы электронная плотность растёт), плотности, скорости, с которой частица входит в атмосферу, а также от угла, под которым она ее протыкает.

Пропускная способность канала. Существует множество факторов, способных исказить или повредить сигнал. Наиболее распространенные из них – помехи и шумы, представляющие собой любой нежелательный сигнал, который смешивается с сигналом, предназначенным для передачи или приема, и искажает его. Максимально возможная при определенных условиях скорость, при которой информация может передаваться по конкретному тракту связи или каналу, называется пропускной способностью канала. Если отвлечься от физических принципов, метеорного распространения радиоволн и рассмотреть метеорный канал как канал связи, то факторами, влияющими на его пропускную способность, будут:

- коэффициент заполнения;
- распределение метеорных следов по длительности;
- энергия сигнала, приходящаяся на один бит;
- частота излучения;
- тип сигнала;
- уровень шумов в месте приема;
- размер кодовых блоков;
- размер информационного пакета;
- протокол передачи (включая метод помехоустойчивого кодирования и метод коррекции ошибок).

В отсутствие многолучевого распространения полоса пропускания метеорного радиоканала достигает 5 – 6 $МГц$. Это создает возможность передачи информации с высокой скоростью, вплоть до нескольких $Мбит/с$. Такая скорость может обеспечить передачу изображений, больших масс информации, однако увеличение полосы пропускания метеорного тракта требует соответствующего увеличения мощности передатчика. Так, если при скорости передачи 2 $Мбит/с$ для сохранения тех же параметров радиоканала (коэффициент заполнения, время ожидания) нужна мощность порядка 300 $кВт$ [1, 2].

По результатам спектрального анализа сигнала x_2 (см рис. 1) или сигнала $x(t)$ (см. рис.2), с учетом параметров импульсов получаем шкалу частот.

Приемник: Амплитуда принимаемого сигнала и отношение сигнал/шум в метеорном радиоканале могут значительно меняться как от следа к следу, так и в течение времени существования одного метеорного следа. Типичное отношение сигнал/шум составляет 10 – 15 $дБ$. В приемном тракте, как правило, применяется амплитудное ограничение. Исходя из этого выбирается вид сигнала и способ модуляции. В настоящее время, как правило, применяется относительно фазовая, либо частотная модуляция:

- рабочая частота приемника, $МГц$ 40,6,
- чувствительность приемника, $дБ$ 120.

Выводы

В анализируемой системе информацию в неимпульсном аналоговом виде передавать, по-видимому, нет смысла из-за прерывистой природы канала. В качестве простых методов модуляции нельзя использовать амплитудную из-за отсутствия постоянства амплитуды коэффициента передачи канала. Но можно использовать частотную или фазовую.

Зная возможности (ресурсы) канала, можно увеличить скорость передачи информации, контролируя при этом качество переданной информации.

При передаче информации по телефону (протоколы V32 и более новые, см. [4]) эффективная длительность импульсов (битов) очень короткая при эффективной полосе частот канала, но аппаратура обеспечивает полный дуплекс со скоростью 28800 бит/с при $\Delta f = 3100$ Гц. Для увеличения скорости аппаратура контролирует модуляцию и качество канала, что существенно усложняет систему

В современных технологиях мобильных телекоммуникаций, например IEEE 802.11x, абонентские станции могут регулировать мощность передатчика, вид и параметры модуляции, но станции работают в предположении о неизвестном канале передачи, чаще всего с глубокими замираниями и в условии большого количества различных помех [4].

Поэтому, для увеличения помехоустойчивости системы схема должна быть дополнена устройством кодирования / декодирования данных.

Во многих случаях, спектр модулированного сигнала улучшается (с точки зрения работы канала и системы в целом), если передается симметричное во времени число нулей и единиц. Чтобы обеспечить такой режим, требуется обоснованно выбранный кодер, называемый отбеливателем, а к нему в пару – декодер, выполняющий обратную процедуру при приеме сигнала.

Список литературы: 1. *Антипов И.Е.* Развитие теории и совершенствования радиометеорных систем связи и синхронизации / И.Е. Антипов, Ю.А. Коваль, В.В. Обельченко. – Харьков : Коллегиум, 2006. – 308с. 2. *Кащеев Б.Л.* Метеорная связь : учеб. Пособие / Б.Л. Кащеев, Б.Г. Бондарь. – Киев : УМК ВО, 1989. – 74с. 3. *Дистанционные методы и средства исследования процессов в атмосфере Земли* / Под ред. Б.Л. Кащеева, Е.Г. Прошкина, М.Ф. Лагутина. Разд. № 7 : Радиометеорный канал передачи информации. – Харьков: Харьк. ун-т радиозлектроники; Бизнес Информ, 2002. – 426 с. 4. *Сергиенко А.Б.* Цифровая обработка сигналов : Учебник / А. Б. Сергиенко – СПб : Питер, 2002. – 608с. 5. *Вильям Столлинг.* Беспроводные линии связи и сети : пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. – 640 с.

*Харьковский национальный
университет радиозлектроники*

Поступила в редколлегию 25.03.2011