

# МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ ПО ЗАНЯТЫМ КАНАЛАМ

К. В. Анфалов

Кафедра Информационный и Электронный Сервис, Поволжский Государственный Университет Сервиса  
Тольятти, Россия

E-mail: anfalow@gmail.com

*В работе поднимается вопрос возможности использования занятых телекоммуникационных каналов (телефонных линий), для передачи разовых служебных сообщений от систем мониторинга приборов учета электро-, водо- и теплоснабжения. Поднимается вопрос пропускной способности телекоммуникационных каналов, их помехоустойчивости и способов ее повышения.*

## ВВЕДЕНИЕ

Возможность использования занятых телекоммуникационных каналов для передачи данных раскрывает новые функциональные возможности у существующих систем связи. Передача служебных и информационных данных между узлами позволяет расширить функциональные возможности абонентских систем и получить функции при использовании аналоговых телефонов доступные только при комплексном внедрении IP телефонии. Передача дискретных сообщений по занятому телекоммуникационному каналу без нарушения передачи регулярной информации возможна с учетом спектральных и корреляционных характеристик, анализ которых был проведен в работах [1,2]. Рассмотрим и проанализируем основы схемы построения системы передачи разовых сообщений по занятым телекоммуникационным каналам. В работе показано [4], что использование широкополосного сигнала и его разновидностей, в частности М-последовательности, позволяет улучшить селекцию команд от регулярных сигналов. На основе анализа последнего сделан вывод о необходимости применения ускоренного ввода в синхронизм системы передачи информации; для этого возможно использовать последовательности фиксированной длины, но еще лучшие результаты дает использование нелинейных последовательностей.

## I. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ЗАНЯТЫМ КАНАЛАМ

Говоря об устойчивости сигнала по отношению к помехам, нужно различать искажения сигналов, которые возникают от помех, имеющих природу, совпадающую с природой самих сигналов (активные или флуктуационные помехи), и искажения, которые являются следствием «неидеальности» характеристика канала (например, ограниченной полосы пропускания) и изменения параметров канала (пассивные или параметрические помехи). Параметрические помехи в телефонном канале определяются амплитудно-частотной характеристикой и фазочастотной, а

также изменением этих характеристик во времени[3].

Из анализа проведенного в статье [4] видно, что случайные импульсы меньше снижают разборчивость слов, чем периодические. Это объясняется тем, что у первых более равномерное распределение энергии по всему диапазону. Следовательно, при коэффициенте  $d$  0,65 в профессиональной связи «пропадания» речевого сигнала можно не восстанавливать, так как разборчивость речи остается достаточно высокой. При этом, разборчивость слов при нерегулярных прерываниях сигнала выше, чем при регулярных прерываниях.

## II. ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАНАЛА

Требования к пропускной способности непрерывного канала связи без памяти с аддитивным шумом определяются формулой Шеннона[3]:  $S_{кс} = F_k \log(1 + OСП_{кс})$ . Здесь  $S_{кс}$  – пропускная способность канала связи в двоичных единиц/с.;  $F_k$  – полоса пропускания канала связи в Гц;  $OСП_{кс} = P_c/P_n$  – отношение мощности сигнала  $P_c$  к мощности помехи  $P_n$  в канале связи. Оценим величину пропускной способности телефонного канала, принимая во внимание, что она оценивается величиной:  $F_k = F_v - F_n = 3400 - 300 = 3100$  Гц, где  $F_v$  и  $F_n$  – соответственно, верхняя и нижняя частота телефонного канала, Гц. Учитывая, что нормальный уровень речевого сообщения в телефонном канале оценивается величиной  $P_c = -16...15$  дБ (уровень оценивается по отношению измерительного уровня в 1 мВт на нагрузке 600 Ом), а уровень флуктуационных шумов оценивается величиной  $P_n = -30...-32$  дБ, оценим величину  $OСП_{кс} = 30$  дБ (1000 раз). Подставляя найденные величины в формулу Шеннона, найдем:  $S_{кс} = 28,8 - 31$  Кбит/с. Таким образом, учитывая, что служебные сигналы передаются практически по выделенному телефонному каналу, можно считать, что пропускная его способность колеблется в этих пределах. При передаче информации уже по занятым каналам важно учитывать помехоустойчивость.

### III. ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ

Получить выигрыш в помехоустойчивости позволяют широкополосные сигналы в результате последовательного применения операций расширения спектра при передаче и сжатии полосы частот сигнала при его обработке в приемнике. Сжатие полосы осуществляется путем корреляционной обработки принимаемого сигнала и использованием информации о его форме и структуре, как правило, с использованием опорного синхросигнала. В последнее время системы с такими сигналами привлекают все большее внимание, особенно при необходимости передачи в присутствии сосредоточенных помех. Наибольшее распространение получили методы расширения спектра сигналов, основанные на изменении их фазы, частоты и временного положения (задержки) в соответствии с некоторым законом. Среди этих методов можно выделить базовые [4]: - непосредственная модуляция несущей частоты псевдослучайной последовательностью (ПСП), или иначе псевдослучайная частотная или фазовая манипуляция. В результате формируется сигнал с прямым расширением спектра (DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum); - программная перестройка рабочей частоты (ППРЧ), приводящая к формированию сигнала со скачкообразным изменением несущей частоты (FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum).

Эффективность сигналов с расширением спектра определяется базой сигнала, которая в случае скачков во времени равна длительности кодовой последовательности  $L$ , а в случае скачков частоты - числу спектральных составляющих сигнала  $N$ . Выбор базы сигнала с расширением спектра должен осуществляться исходя из полосы канала связи (например, телефонного канала), требуемой помехоустойчивости шумоподобного сигнала и соотношения сигнал-помеха (ОСП). Учитывая, что под помехой понимается речевое сообщение, требуемое ОСП должно быть таким, чтобы разборчивость речевого сигнала при передаче по тому же каналу связи сигнала с расширением спектра не снижала разборчивости речи, а сам сигнал не создавал неприятных ощущений в телефонной трубке.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Под сигналом здесь понимается речевой сигнал; под шумом – сигнал разового сообщения,

имеющий «гладкий» спектр. В частности, источником шумоподобного сигнала может быть генератор M-последовательности. При условии что отношение сигнал шум составляет более 9, показывает что максимально допустимую мощность сигнала разового сообщения, накладываемого на речевой сигнал, при которой звуковая разборчивость речи остается отличной ( $D > 91$

Целесообразно использовать шумоподобную модуляцию (сигналы с расширением спектра), позволяющую снизить мощность передаваемого сигнала систем контроля и учета электро-, водо- и теплоснабжения по занятому каналу связи, что делает его незаметным на фоне общего шума и не влияет на качество передачи информационного сигнала канала связи.

1. Анфалов, К.В. Проблемы достоверной передачи сигналов в проводных линиях связи /К.В. Анфалов // Наука — промышленности и сервису: сб. ст. Пятой международной научно-практической конференции. - Тольятти: Изда-во ПВГУС, 2010. 496 с.
2. Анфалов, К.В. Спектральные и корреляционные характеристики регулярных сигналов передачи информации /К.В. Анфалов // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT – 2013): Сборник статей III Международной заочной научно-технической конференции - Тольятти: Изда-во ПВГУС, 2013. 406 с.
3. Анфалов, К.В. К вопросу о применимости теории помехоустойчивого кодирования для оценки достоверности передачи сигналов в телекоммуникационных каналах /К.В. Анфалов // Информационные технологии радиоэлектроника телекоммуникации ITRT 2011: сб. ст. 1 международной заочной научно-практической конференции - Тольятти: Изда-во ПВГУС, 2011. 351 с.
4. Анфалов, К.В. К вопросу выбора сигналов и методов обработки их при передаче разовых сообщений /К.В. Анфалов, В.И. Воловач // Проблемы техники и технологий телекоммуникаций (ПТиТТ-2013): материалы XIV Международной научно-технической конференции. Самара, 2013. 613 с.
5. Анфалов К.В. Спектральные и корреляционные характеристики регулярных сигналов передачи информации. Анфалов, В.И. Воловач, Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT – 2013): Сборник статей III Международной заочной НТК. ПВГУС. 2014. – 407 с.
6. Воловач В.И. Использование широкополосных сигналов для передачи разовых сообщений синхронизации по занятым телекоммуникационным каналам Воловач В.И., Зайцев С.В., Мазуров А.В. // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т. 9. № 1. С. 76-80.