

УДК 517.94

Уменьшение канальных искажений и электрического эха сигнала при цифровой связи

Гурьянов Анатолий Евсеевич, кандидат физико-математических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный университет

Модемы, соответствующие рекомендациям МКТТ V.26 ter и V.32 [1,2], работают в режиме полного дуплекса, при котором на двухпроводной линии связи на одной и той же для вызывающего и вызываемого модемов несущей частоте передаваемые сигналы обычно немного искажаются случайными помехами в канале связи. Передаваемый сигнал имеет вид кусочно-непрерывной функции, составленной из следующих отрезков базовых гармоник (изображающих q передаваемых символов) $a_j \cos(2\pi 1800t) + b_j \sin(2\pi 1800t)$, $0 \leq t < 1/2400$, $j = 1, 2, \dots, q$, $q = 16, 32$, где t обозначает время, измеряемое секундами, и $a_1, a_2, \dots, a_q, b_1, b_2, \dots, b_q$ суть вещественные числа. Пара чисел (a_j, b_j) обозначает передаваемый (или принимаемый) символ по соответствующей структуре сигнала [1,2]. Предшествующие передаваемые символы и их тактовые границы запоминаются на глубину времени добегания электрического эха. При вхождении в связь следует коэффициент k уменьшения эха передаваемого сигнала. При применении АЦП, имеющего частоту дискретизации 9600 Гц, в принимающем модеме на интервале такта длительностью 1/2400 секунды выбираются подальше от границ такта передающего модема три последовательных АЦП значения s_1, s_2, s_3 принятого сигнала (символа) в виде немного искажённой элек-

трическим эхом и аддитивной добавкой s гармоники. По запомненным переданным символам определяются возвращённые эхом значения переданного сигнала c_1, c_2, c_3 .

Оценивание этой добавки s , обусловленной случайными искажениями в канале связи, по предлагается осуществлять по следующей формуле

$$s = ((s_1 - k c_1) - 2 \cos(3\pi/8) (s_2 - k c_2) + (s_3 - k c_3)) / (2(1 - \cos(3\pi/8))).$$

Далее с учётом оценки сдвига несущей частоты и оценки сдвига по фазе, обусловленных тактовыми расхождениями модемов, вошедших в связь, по трём числам, являющимися тремя разностями $s_1 - k c_1 - s$, $s_2 - k c_2 - s$, $s_3 - k c_3 - s$, оценивается принятый модемом передаваемый символ (a_j, b_j) . По разнице между этой оценкой передаваемого символа и самим передаваемым символом уточняются оценка сдвига несущей частоты, оценка сдвига по фазе, оценка времени начала и оценка времени окончания принятой гармоники, по которым прогнозируются границы такта последующего принимаемого сигнала.

В заключение заметим, что здесь будет уменьшение электрического эха по предлагаемому выше способу оценивания [3-5].

Литература:

1. Рекомендация V.26 ter. Дуплексный модем на скорость 2400 бит/сек, использующий метод эхокомпенсации и стандартизованный для использования на коммутируемой телефонной сети общего пользования и двухточечных двухпроводных арендованных каналах телефонного типа. – Малага-Торремолинос: 1984. – 34 с.
2. Рекомендация V.32. Семейство двухпроводных дуплексных модемов со скоростями передачи данных до 9600 бит/сек для использования на коммутируемой телефонной сети общего пользования и арендованных каналах телефонного типа. – Малага-Торремолинос: 1984. – 37 с.
3. Дженнингс Ф. Практическая передача данных: Модемы, сети и протоколы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 272 с.
4. Гурьянов А.Е. Уменьшение влияния электрического эха при цифровой связи. Сборник трудов VI международной конференции «ПМТУКТ-2013» / под редакцией А.П. Жабко – Воронеж: ИПЦ Воронежского государственного университета. 2013 – С. 86-87.
5. Гурьянов А.Е. Уменьшение канальных искажений при цифровой связи. Научные исследования и разработки: XI Международная научная конференция. Москва. Сборник научных трудов Евразийского Научного Объединения. №11. Ноябрь, 2015. С. 9.