

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ СИГНАЛОВ ПРОВЕРКИ ВРЕМЕНИ

к.т.н. В.Н.Романько, Н.И.Свитенко
(представил д.т.н. проф. А.С.Клейман)

Проведено сравнение теоретических и экспериментально полученных характеристик помехоустойчивости макетного образца приемника сигналов проверки времени повышенной информативности.

В настоящее время на Украине для обеспечения потребителей информацией о текущем времени с технической точностью используются сигналы проверки времени повышенной информативности (СПВПИ). Эти сигналы позволяют синхронизировать широкий ряд часов технического и бытового применения. СПВПИ привязываются к национальной шкале времени и транслируются радиопередающим центром Гостелерадио Украины в диапазонах СВ и УКВ.

Для автоматизации приема СПВПИ был создан приемник СПВПИ. Он позволяет принять передаваемый сигнал, выделить СПВПИ на фоне основной радиопередачи, синхронизировать по СПВПИ внутренние часы, а также выдать внешний сигнал синхронизации.

Одним из главных требований к приемнику СПВПИ является высокая помехоустойчивость, поскольку каждое ложное срабатывание приводит к потере информации о точном времени, то есть к введению потребителя в заблуждение. В отличие от ложного срабатывания пропуск сигнала значительно менее опасен. При пропуске сигнала последствием является рост поправки часов потребителя относительно шкалы, к которой привязаны СПВПИ.

Блок синхронизатора решает принципиальные задачи обработки СПВПИ, поэтому требование помехоустойчивости относится в первую очередь к нему. Под помехоустойчивостью блока синхронизатора понимается его свойство осуществлять обнаружение, распознавание (выделение) и дешифрацию СПВПИ на фоне мешающих воздействий. Показателем помехоустойчивости является вероятность срабатывания при заданном отношении сигнал / шум на входе блока синхронизатора.

В ходе исследований помехоустойчивости были проанализированы спектры различных фрагментов радиопрограмм. Анализ показал, что в полосе частот около 1 кГц имеются спектральные составляющие значительного уровня. Передаваемые программы, а также взаимные помехи

могут иметь сравнимый по ширине с полосой пропускания блока синхронизации спектр, то есть их можно отнести к узкополосным помехам.

Исходя из всего выше сказанного, помехоустойчивость работы блока синхронизатора исследовалась при аддитивном воздействии на СПВПИ двух типов помех: белого гауссовского шума; гармонической помехи, близкой по частоте к частоте заполнения маркеров СПВПИ 1 кГц.

Аддитивная смесь СПВПИ и помехового сигнала с известным значением отношения сигнал/шум подавалась на вход блока синхронизатора. Проводилась серия экспериментов, что позволило определить эмпирическую (выборочную) оценку вероятности срабатывания блока синхронизатора P_c^* .

При приеме СПВПИ на фоне белого шума по огибающей, оптимальным устройством по критерию максимума отношения сигнал - шум является фильтр, согласованный с огибающей сигнала, который инвариантен амплитуде и времени прихода сигнала. В [1] для этого случая предлагается формула вероятности пропуска сигнала

$$P_n = \frac{1}{2} \cdot \left[1 - \Phi \left(\sqrt{2Bh} - \frac{U_n}{\sigma_0} \right) \right], \quad (1)$$

где

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^x \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt;$$

B - база сигнала (для СПВПИ $B = 60$ с.);

$$h = \frac{\sqrt{E}}{\sqrt{N_0}} \quad - \text{отношение сигнал - шум};$$

$$E = \frac{1}{2} \cdot U_c T \quad - \text{энергия сигнала};$$

N_0 - спектральная плотность мощности шума;

σ_0^2 - дисперсия шума;

U_c - напряжение сигнала;

U_n - напряжение порога;

T - длительность сигнала.

На рис. 1 приведены графики вероятности пропуска сигнала P_n , полученные по формуле (1), и эмпирической (выборочной) оценки вероятности пропуска сигнала P_n^* в зависимости от отношения сигнал / шум h .

При проведении эксперимента по определению воздействия на блок синхронизации аддитивной смеси СПВПИ и гармонической помехи,

близкой по частоте к частоте заполнения маркеров 1кГц, выяснилось, что для обеспечения заданной вероятности срабатывания необходимо обеспечить на выходе блока синхронизатора значительно большее отношение при воздействии белого гауссовского шума (рис.2).

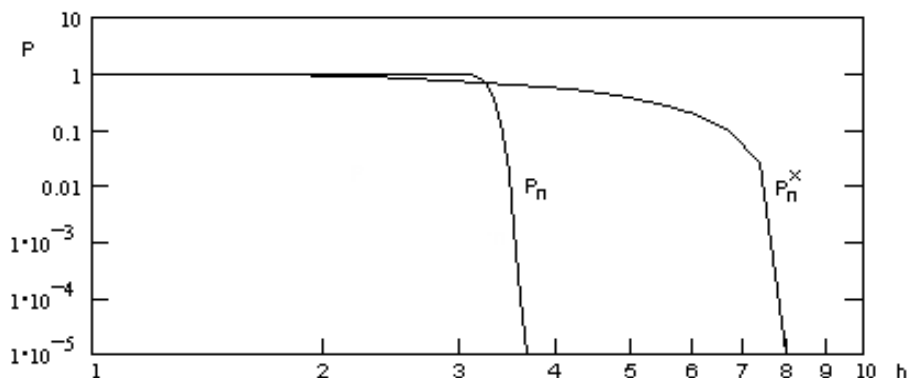


Рис. 1 - Вероятность пропуска сигнала

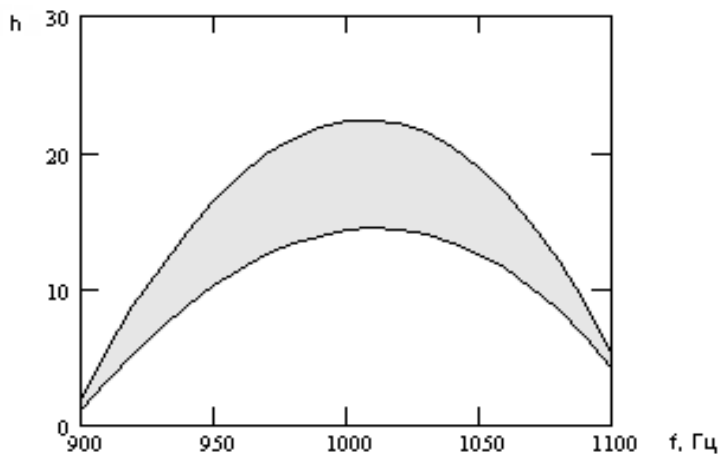


Рис. 2 - Отношение сигнал/шум при различных частотах гармонической помехи

Выполненный объем исследований продемонстрировал возможность применения подоптимального приемника СПВПИ для обеспечения автоматической синхронизации шкалы времени потребителя по СПВПИ. Потери качества приема по сравнению с оптимальным алго-

ритмом приема СПВПИ не превышают 6-7 дБ, что оправдывает построение приемника на микросхемах средней степени интеграции.

Отношение сигнал/шум в канале связи для обеспечения устойчивой работы приемника СПВПИ должно составлять не менее 9-10 дБ, что практически всегда выполняется на практике. При этом учитываются шумоподобные помехи: внутренние, промышленные и атмосферные. В случае наложения СПВПИ поверх основной радиопрограммы отношение сигнал/шум должно быть не менее 13-14 дБ, что обуславливает требования по применению СПВПИ в окнах эфирного времени радиостанций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чвилев Г.Д., Нимошенко Ю.И., Деминский А.А. Помехоустойчивость приема сигналов проверки времени повышенной информативности // Измерительная техника. – 1988. – №11 (33). – С. 35 - 37.