

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ

Силантьев А.А.

Научный руководитель – профессор Патюков В.Г.

Железногорский филиал СФУ

Шумы представляют собой важную проблему в науке и технике поскольку они определяют нижние пределы, как в отношении точности любых измерений, так и в отношении величины сигналов, которые могут быть обработаны средствами электроники.

Отношение сигнал/шум (англ. SNR, Signal-to-Noise Ratio) – безразмерная величина, равная отношению мощности полезного сигнала к мощности шума.

$$SNR = \frac{P_{signal}}{P_{noise}} = \left(\frac{A_{signal}}{A_{noise}} \right)^2,$$

где P – средняя мощность, а A – среднеквадратичное значение амплитуды. Оба сигнала измеряются в полосе пропускания системы.

Высокое отношение сигнал/шум на выходе приемника означает высокое качество связи аналоговых систем и низкую вероятность ошибки цифровых систем. В исследуемых устройствах используются очень сложные процессы по нахождению амплитуды, шума или сигнала, что сказывается на точности измерений. Поэтому задача разработки прибора, который непосредственно измеряет, а не вычисляет отношение сигнал/шум, является актуальной.

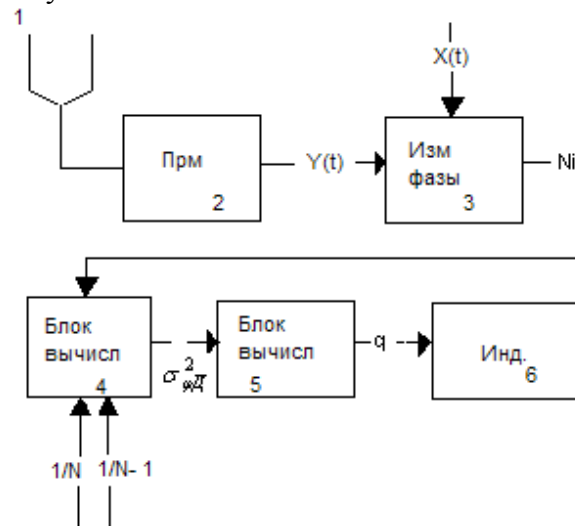


Рис. 1. Структурная схема устройства

Устройство определения отношения сигнал/шум содержит последовательно включенные антенну приемник, измеритель фазы, блок вычисления дисперсии фазы, блок вычисления отношения сигнал/шум, индикатор.

Устройство измерения отношения сигнал/шум работает следующим образом. Аддитивная смесь полезного сигнала и узкополосного шума формируется антенной приемником и поступает на измеритель фазы, где производится преобразование фазового сдвига между сигналами $y(t)$ и $x(t)$ во временной интервал, который заполняется счетными импульсами. Результат измерения фазы представляет собой

числа N_i , которые подвергаются статистической обработке для определения дисперсии фазы

При технической реализации антенна, приемник и измеритель фазы выполняются как типовые элементы радиосистем. Приемник содержит усилители высокой частоты, преобразователи частоты и усилители промежуточной частоты. В качестве измерителя фазы целесообразно использовать измеритель, который содержит преобразователь фазового сдвига между сравниваемыми сигналами $y(t)$ и $x(t)$ во временной интервал, который заполняется счетными импульсами. Квадраторы, умножители и накапливающие сумматоры являются известными и достаточно подробно описываются в справочниках по интегральным микросхемам. В качестве блока вычитания возможно использовать сумматор, на второй вход которого полученное среднее значение фазы поступает в дополнительном коде. Блок вычисления отношения сигнал / шум может быть выполнен в виде дешифратора или перепрограммируемого постоянного запоминающего устройства. Индикатор может быть выполнен как цифровой индикатор.

В результате использования такой схемы устройства удалось добиться повышенной точности определения отношения сигнал/шум.

Из известных устройств оценки отношения сигнал/шум наибольшее распространение получил прибор, обеспечивающий оценку дисперсии фазы путем сравнения с генерируемыми опорными функциями фазы. Результирующие значения отношения сигнал/шум получаются в результате преобразования полученной дисперсии фазы в блоке вычисления отношения сигнал/шум. Это устройство включает в свой состав последовательно соединенные антенну, приемник, измеритель фазы, блок памяти, блок вычитания, блок вычисления дисперсии фазы, блок вычисления отношения сигнал/шум и индикатор, в состав устройства также входят блоки, которые обеспечивают сравнение значений фазы сигнала и шума с опорными функциями, блоки генерирования опорных функций и блоки обнаружения сигнала. Однако это устройство имеет существенные недостатки: сложность исполнения и низкие точностные характеристики.

Дисперсия фазы вычисляется при статистической обработке результата N фазовых измерений N_i по формуле, обеспечивающей несмещенную оценку:

$$\sigma_{\varphi_d}^2 = \frac{1}{N-1} * \sum_{i=1}^N (N_i - N_{cp})^2,$$

где N_i – цифровые отсчеты фазы, N – количество усредняемых отсчетов.

Чтобы реализовать вычисление значений дисперсий фазы используются квадраторы, накапливающие сумматоры, умножители и блок вычитания. Поступившие на вход блока вычисления дисперсии фазы цифровые отсчеты N_i возводятся в квадрат в первом квадраторе, суммируются в накапливающем сумматоре и умножаются на константу в умножителе.

Выводы :

1) Вычисление соотношения сигнал/шум – очень важный критерий в системах электросвязи, так как современные приемные устройства радиолокационных станций, аппаратуры связи, навигации должны обнаруживать и обрабатывать слабые радиосигналы.

2) Изобретение относится к радиотехнике и может использоваться в радиолокации, радионавигации и системах связи для измерения отношения сигнал/шум, повышения точности и достоверности получаемой информации или контроля качества канала связи.

В основу изобретения положена задача повышения точности измерения отношения сигнал/шум при одновременном упрощении устройства.