

УДК 621.396

«БЕЛЫЙ» ШУМ

Родевич В.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.

«Белый шум» – стационарный шум, спектральные составляющие которого равномерно распределены по всему диапазону задействованных частот. Примерами белого шума являются шум близкого водопада (отдаленный шум водопада – розовый, так как высоко частотные составляющие звука затухают в воздухе сильнее низкочастотных), или шум Шоттки на клеммах большого сопротивления, или шум стабилитрона, через который протекает очень малый ток. Название получил от белого света, содержащего электромагнитные волны частот всего видимого диапазона электромагнитного излучения.

В природе и технике «чисто белый» шум (то есть «белый» шум, имеющий одинаковую спектральную мощность на всех частотах) не встречается (ввиду того, что такой сигнал имел бы бесконечную мощность), однако под категорию «белых» шумов попадают любые шумы, спектральная плотность которых одинакова (или слабо отличается) в рассматриваемом диапазоне частот.

Термин «белый шум» обычно применяется к сигналу, имеющему автокорреляционную функцию, математически описываемую дельта-функцией Дирака по всем измерениям многомерного пространства, в котором этот сигнал рассматривается. Сигналы, обладающие этим свойством, могут рассматриваться как «белый шум». Данное статистическое свойство является основным для сигналов такого типа.

То, что «белый» шум не коррелирован по времени (или по другому аргументу), не определяет его значений во временной (или любой другой рассматриваемой аргументой) области. Наборы, принимаемые сигналом, могут быть произвольными с точностью до главного статистического свойства (однако постоянная составляющая такого сигнала должна быть равна нулю). К примеру, двоичный сигнал, который может принимать только значения, равные нулю или единице, будет являться «белым» шумом, только если последовательность нулей и единиц будет не коррелирована. Сигналы, имеющие непрерывное распределение (к примеру, нормальное распределение), также могут быть «белым» шумом.

Дискретный «белый» шум – это просто последовательность независимых (то есть статистически не связанных друг с другом) чисел. Иногда ошибочно предполагается, что Гауссовый шум (то есть шум с гауссовым распределением по амплитуде - нормальное распределение) обязательно является «белым» шумом. Однако эти понятия неэквивалентны. Гауссовый шум предполагает распределение значений сигнала в виде нормального распределения, тогда как термин «белый» имеет отношение к корреляции сигнала в два различных момента времени (эта корреляция не зависит от распределения амплитуды шума).

«Белый» шум может иметь любое распределение – как Гаусса, так и распределение Пуассона, Коши и т.д. Гауссовый «белый» шум в качестве модели

хорошо подходит для математического описания многих природных процессов. Пример формы сигнала Гауссовского шума, рисунок 1.

Математической моделью «белого» шума служит непрерывный во времени случайный процесс $\xi(t)$, такой, когда его математическое ожидание и автокорреляционная функция удовлетворяет следующим условиям соответственно:

$$\Gamma(t, \tau) = \langle \xi(t+\tau)\xi(t) \rangle = \sigma^2(t)\delta(\tau), \quad (1)$$

где $\delta(\tau)$ - дельта-функция Дирака,
 $\langle \xi(t+\tau)\xi(t) \rangle$ - статистическое усреднение;
 $\sigma^2(t)$ - интенсивность «белого» шума.

В случае стационарного процесса $\sigma^2(t) = \text{const}$, причем корреляционной функции (1) отвечают равномерный спектр.

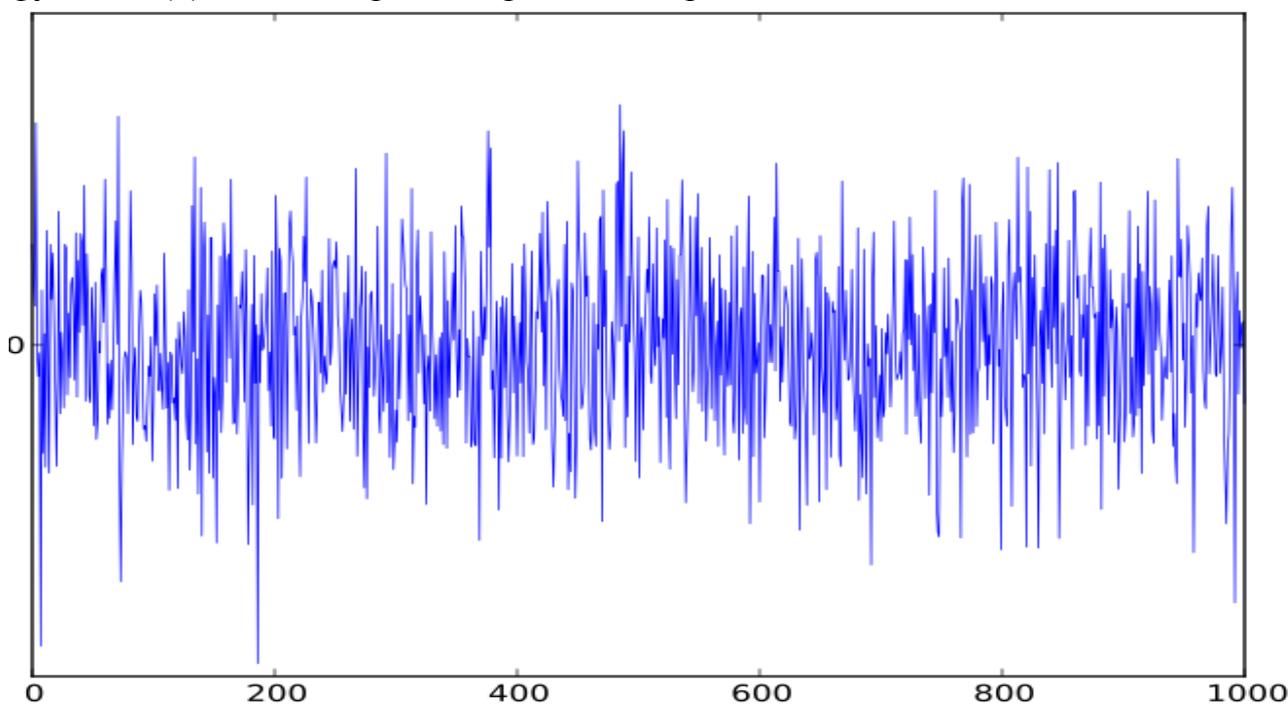


Рисунок 1 – Форма сигнала Гауссовского шума

«Белый» шум применяется в колоссальнейшем числе электротехнических приборов, передающих устройств, современной физике и радиоэлектронике. При этом он может быть использован как в качестве вспомогательного сигнала для скрытия нежелательных помех или шумов в музыкальной аранжировке, входного сигнала для всевозможных фильтров, так и в качестве защитного устройства для обеспечения охраны личных данных и какой-либо аудио информации. Генератор «белого» шума прекрасно подходит для защиты определенного участка площади от возможного внедрения прослушивающих устройств, диктофонов и микрофонов.

Литература

1. Хоровиц, П.А. Хилл, У.С. Искусство схемотехники: Мир, 1993 г.

2. Преснухин, Л.Н., Воробьев, Н.В. Шишкевич, А.А. Расчет элементов цифровых устройств: Высшая школа, 1991 г.
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%83%D0%BC> - электронный ресурс.
4. <http://www.podavitel.ru/generator-belogo-shuma-kak-sredstvo-zashity-informacii.html> - электронный ресурс.