

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУМА В РЕАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

Никулица Н. Ю.,
научный руководитель д-р техн. наук Панько С.П.
Сибирский федеральный университет

В ходе разработки систем проводной связи возникает необходимость оценки и расчета помехоустойчивости. Для этого необходимы данные об уровнях полезного сигнала и шума в линии на приемной стороне, и его вероятностно-статистические характеристики. В статье рассмотрен пример практической оценки вероятностно-статистических характеристик шума в реальной линии, необходимых для дальнейших оценок и расчетов помехоустойчивости разрабатываемого канала проводной связи.

С двухпроводной физической линией, предполагаемой для использования в качестве среды связи, цифровым осциллографом регистрируется реализация шума, схема эксперимента приведена на рисунке 1.

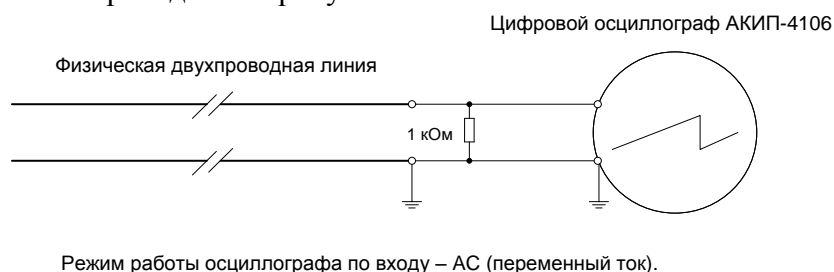


Рисунок 1. Схема эксперимента

Предполагаемым источником шума в данной физической линии являются соседние кабели связи и геофизические процессы. Линия связи расположена частично на поверхности земли в металлических коробах, частично в кабельных колодцах, с множеством других кабелей связи. Длина линии около 3 км, сопротивление шлейфа 400 Ом, емкость $\sim 0,5$ мкФ. Сопротивление резистора, подключенного к линии выбирается равным входному сопротивлению приемного устройства канала связи. Цифровой осциллограф регистрирует выборки амплитуды шума. Собственные шумы осциллографа не превышают значения 1,5-2 мВ. Осциллограммы амплитуды шума в линии и его спектра приведены на рисунках 2 и 3.

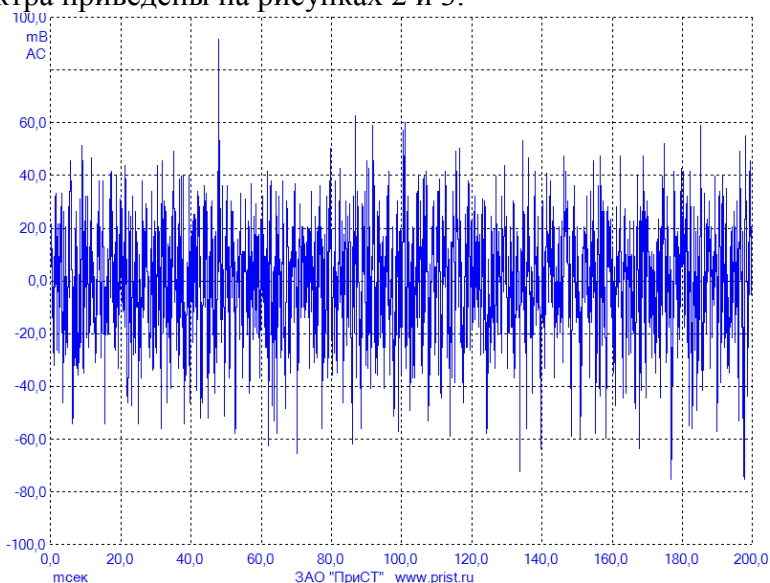


Рисунок 2. Осциллограмма шума в физической двухпроводной линии

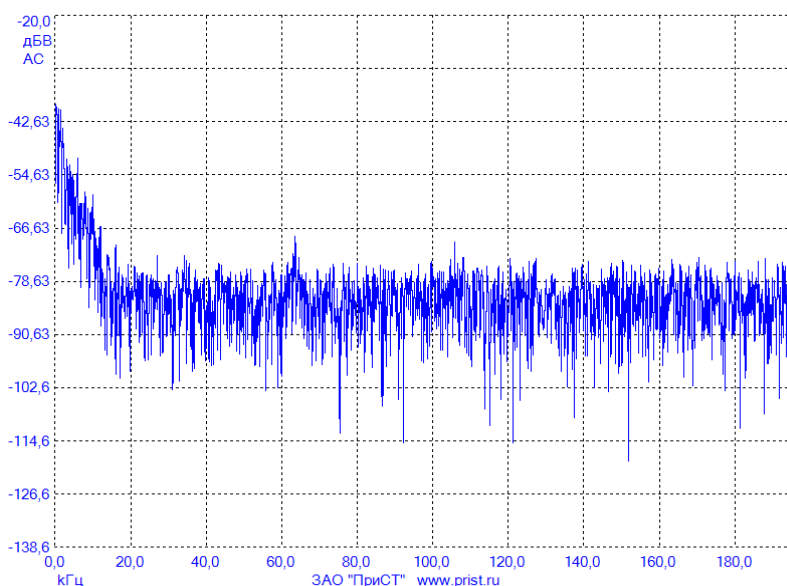


Рисунок 3. Спектр шума в физической двухпроводной линии в полосе анализа 195 кГц

Спектр шума показывает, что основная энергия шума сосредоточена в низкочастотной области, до 20 кГц, что можно объяснить, представив линию как RC-цепь, обладающей функцией фильтра низкой частоты. В результате проведенного эксперимента имеется реализация шума длиной 200 мС, с интервалом между выборками 0.04096 мС, сохраненная в текстовом файле.

Время (мсек)	Канал А (mB)
0.00000000	5.49638300
0.04096000	19.8736500
.....

Для проверки гипотезы о нормальном законе распределения имеющейся реализации шума, 2000 выборок проверены на критерий согласия χ^2 Пирсона. Исходный массив разбит на 10 интервалов, границы которых определены децилями нормального распределения.

Рассчитанное критическое значение статистики χ^2 при заданном уровне значимости $\alpha=0,05$ и числе степеней свободы $V=9$, равно 16,92.

Результаты расчета значения статистики U:

100 выборок – U = 16,8
 500 выборок – U = 11,184
 2000 выборок – U = 9,031

Критерий согласия показывает, что данная реализация шума имеет нормальное распределение вероятностей, и с увеличением объема выборок точность приближения к нормальному закону распределения только увеличивается, что полностью согласуется с центральной предельной теоремой.

Таблица 1. Результаты вычисления основных статистических характеристик массива выборок.

Среднее значение, мВ	0,060066	Максим. значение, мВ	91,76305
Среднее отклонение, мВ	15,61053	Миним. значение, мВ	- 65,4286
Среднее квадрат. отклонение, мВ	19,58416	Медиана, мВ	1,663259
Дисперсия, мВ ²	383,7314	Мода, мВ	-1,16987

Выполнено группирование массива выборок в равные интервалы с шагом 2 мВ, рассчитанные значения попаданий выборок в интервалы нормированы. По расчетам попаданий выборок в заданные интервалы построена гистограмма распределения вероятностей, рисунок 4.

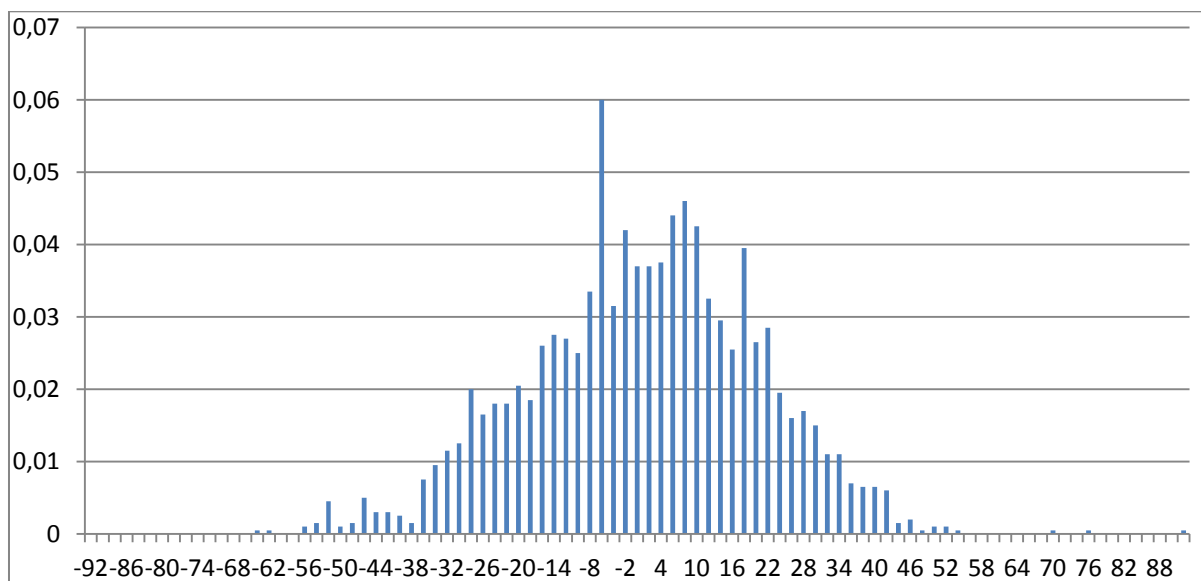


Рисунок 4. Гистограмма нормированного распределения вероятностей выборок шума с интервалом группирования 2 мВ

Полученное распределение вероятностей по группам в дискретных значениях позволяет перейти к интерполяции данных в среде Mathcad. Результатом проведенной интерполяции дискретных значений распределения является непрерывная функция распределения вероятностей $\Phi(x)$, которая будет использоваться в дальнейших расчетах и оценках помехоустойчивости канала связи. В моделировании использована сплайновая интерполяция, результат представлен на рисунке 5.

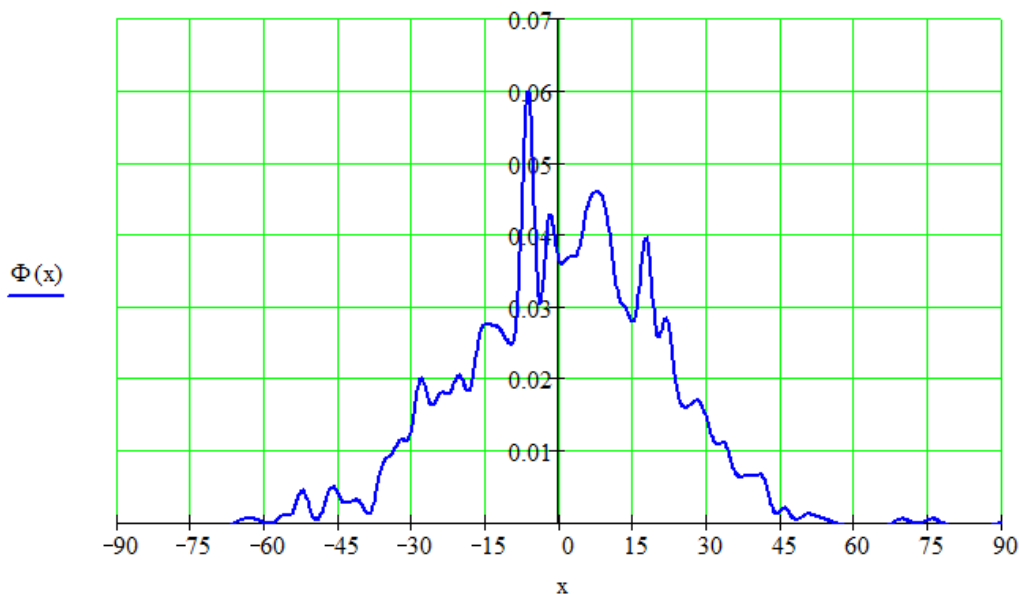


Рисунок 5. Сплайновая интерполяция распределения вероятностей выборок шума в физической линии

Проведенный эксперимент позволил получить реальные статистические характеристики шума, что дает возможность более точно оценить потенциальную помехоустойчивость, чем при использовании идеализированной модели шума с неизвестными характеристиками рассеивания.