

## АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЦИФРОВОГО СИГНАЛА

**Мошинская А.В., Георгин Д.А.**

*Институт телекоммуникационных систем*

*КПИ им. Игоря Сикорского, Украина*

*E-mail: avmoshinskaya@gmail.com, d-georgin@yandex.ua*

### **Analysis of digital signal quality metrics**

The new technique of quality estimation for digital signal is proposed. The parameters of quality for digital signal from ITU-T Rec. G.826 are investigated in this paper. Relationship between theoretical and applied knowledge is established.

Целью исследования является создание единой методики оценки качества связи, в которой знания, предлагаемые в теории помехоустойчивости и выраженные аналитическими закономерностями, можно сделать прикладными с помощью современных рекомендаций союза электросвязи ITU-T.

В рекомендации ITU-T G.826 определены три типа блочных ошибок: ошибочный блок (Errored block, EB), секунда с ошибками (Errored Second, ES) и секунда с многочисленными ошибками (Severely Errored Second, SES).

В качестве прикладных показателей, не зависящих от времени работы канала связи, используют коэффициент ошибочных блоков (Errored Block Ratio, EBR), коэффициент секунд с ошибками (Errored Second Ratio, ESR) и коэффициент с многочисленными ошибками (Severely Errored Second Ratio, SESR). [5]

Аналитические зависимости для определения параметров качества связи строятся на основе известной вероятности искажения одного бита  $p$  (информационного либо проверочного).

*Вероятность возникновения ошибочного блока равна вероятности события, что хотя бы один из  $n$  бит в блоке искажен:*

$$P(EB) = 1 - (1 - p)^n \quad (1)$$

Предполагается, что в одну секунду передается количество блоков  $M$ , являющееся целым числом. Таким образом, за одну секунду передается  $M$  блоков по  $n$  бит. С другой стороны количество бит за секунду – это скорость  $V$ . Следовательно,

$$M = V / n. \quad (2)$$

Зная количество блоков за секунду (2), а также вероятность того, что блок ошибочен (1), можно записать формулу:

$$P(ES) = 1 - (1 - P(EB))^M \quad (3)$$

- вероятность события, что хотя бы один блок в течение секунды был ошибочным.

Необходимо сделать уточнение, что блок, попавший в две соседние секунды сразу, будет влиять на обе секунды при идентификации их ошибочности. Следовательно, количество блоков в секунду, рассчитанное по формуле (2), всегда будет округляться до целого в большую сторону.

Зная количество блоков за секунду (2), а также вероятность того, что блок ошибочен (1), и используя *биномиальное распределение*, можно определить вероятность появления определенного количества ошибочных блоков за одну секунду.

Пусть  $y$  – количество ошибочных блоков секунде,

$$y = 0, 1, 2...M, \quad (4)$$

тогда

$$P(y = k) = \frac{M!}{(M-k)!k!} P(EB)^M (1 - P(EB))^{M-k} \quad (5)$$

Для возникновения секунды с многочисленными ошибками необходимо, чтобы 30% и более блоков в секунде были ошибочными, т.е.

$$y \geq 0.3M, \quad (6)$$

Тогда, используя (2) и (5) с учетом условий (4) и (6), запишем

$$P(SES) = 1 - \sum_{k=0}^{k < 0.3M} P(y = k), \quad (7)$$

где вычитаемое – это сумма вероятностей событий, каждое из которых заключается в появлении количества ошибочных блоков в данной секунде меньшего, чем 30%. [5]

В целях систематизации соотношений между различными параметрами качества цифрового сигнала предлагается иерархия параметров качества цифрового сигнала, отображенная на схеме рис. 1.

В ходе исследования была разработана имитационная модель для измерения показателей EBR, ESR и SESR при различных значениях вероятности ошибки на бит  $p$ , скорости передачи  $V$ , длины блока  $n$ . В результате моделирования были получены значения этих показателей для различных исходных данных. Благодаря этому результату удалось проанализировать поведение EBR, ESR и SESR.

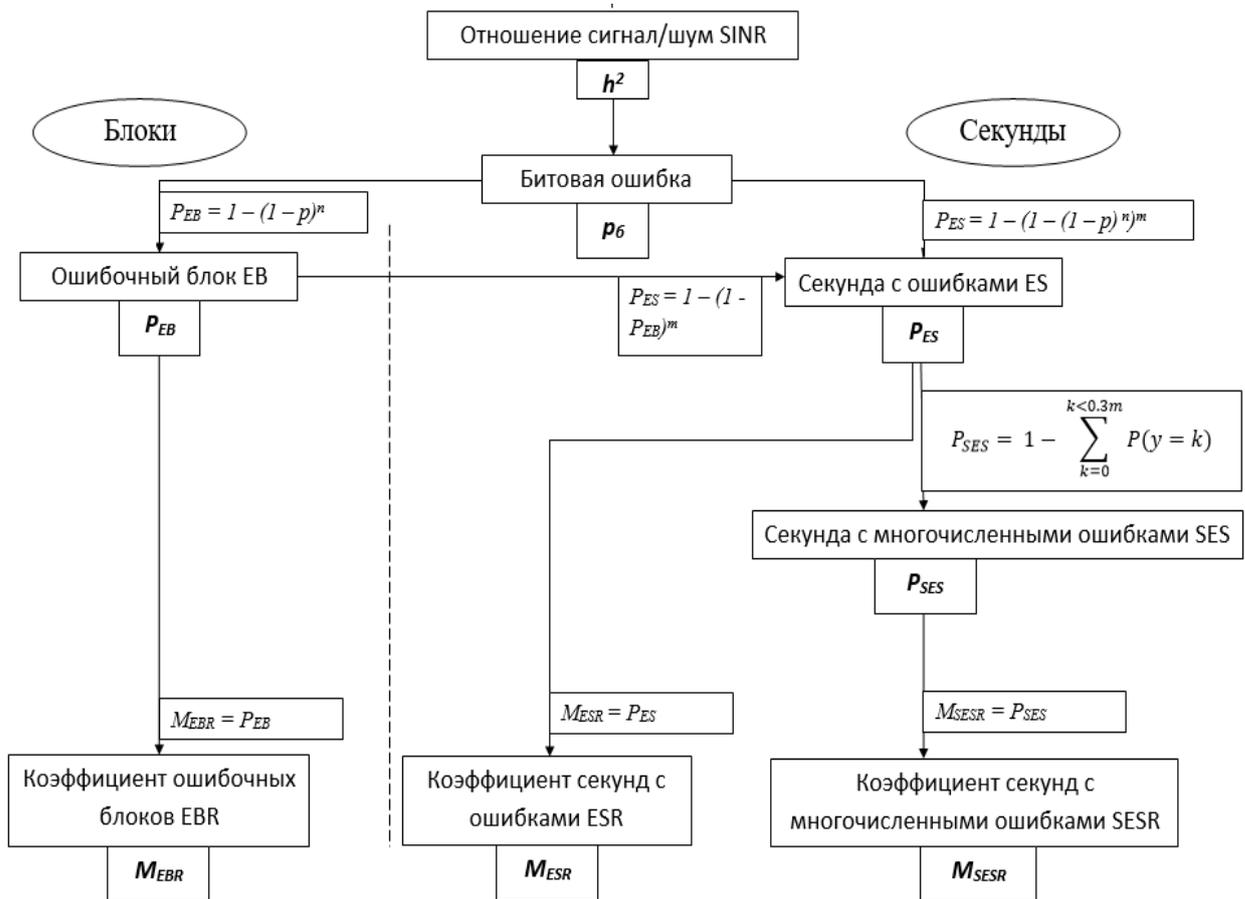


Рис. 1. Иерархия параметров качества цифрового сигнала.

Как видно из аналитических формул и подтверждено результатами имитационного моделирования, показатели ESR и SESR для одной и той же системы при разных значениях скорости передачи заметно отличаются. Таким образом можно сделать вывод о том, что возможность применения показателей ESR и SESR для сравнения систем передачи информации на предмет качества связи требует введения определенных условий, в целом же является ограниченным и требует дальнейшего анализа.

### Литература

1. Коржик В. И., Финк Л. М., Щелкунов К. Н. Расчет помехоустойчивости систем передачи дискретных сообщений: Справочник / Под ред. Л. М. Финка. — М.: Радио и связь, 1981. — 232 с.
2. J. G. Proakis, Digital Communication, 4th ed. Boston, MA: McGraw-Hill, 2000.
3. ITU-T Recommendation G.826. End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections, – 2002. – pp. 6-9.
4. Кларк Дж. Кодирование с исправление ошибок в системах цифровой связи / Кларк Дж., Кейн Дж. – М.: Радио и связь, 1987. – с. 392.
5. Мошинская А.В., Георгин Д.А. Синтез методика оценки качества цифрового сигнала // Мошинская А.В., Георгин Д.А - «Проблеми телекомунікації»: десята міжнародна науково-технічна конференція, присвячена дню науки в Україні (ПТ-16) 19-22 квітня 2016 р., К.: с. 62-64.