

## Практическое занятие 4

### Оценка параметров передачи

**BER** (Bit Error Rate – Отношение Бит/Ошибка) – это подсчет неправильно полученных битов информации. Если точнее – это количество ошибочно принятых битов разделенное на общее количество переданных битов. Оно может быть выражено и в дБ, но обычно выражается в формате  $10^{-x}$ . Например,  $10^{-9}$  означает что один ошибочный бит был принят в при получении потока информации объемом в 1 миллиард битов.

**NPR** (Noise Power Ratio – Отношение Шум/Мощность) – это технология измерения соотношения Сигнал/Шум в аналоговых устройствах, работающих в режимах QAM или QPSK. Поскольку эти режимы имеют частотный спектр в виде Гауссова шума, NPR-тест производится путем подмены сигнала эквивалентной полосой белого шума. Ближе к середине полосы эта шумовая «зарубка» (обычно 4 МГц) опускается. Когда полоса шума пускается через устройство, глубина «зарубки» определяется несколькими факторами: тепловым шумом, «шумоподобными продуктами» сигнала и т. п..

**FEC** (Forward Error Correction – Упреждающая Коррекция Ошибок) – это программная технология для определения и устранения ошибок в цифровой передаче данных. Это сложная и затратоемкая (по мощности процессора), однако необходимая задача – упреждать потерю битов информации – позволяет улучшить качество картинки.

**MER** (Modulation Error Ratio – Отношение Модуляция/Ошибка) – это величина отклонения полученной модуляции (по амплитуде и/или фазе) от переданной

**Eb/No** – отношение энергии сигнала на один бит к мощности шума в полосе 1 Гц.

### Определения из Рекомендации МСЭ-Т G.826

#### 1.1.1 Показатели качества по ошибкам для трактов

- *Блок с ошибкой (EB)*  
Блок, в котором один или несколько битов содержат ошибки.
- *Секунда с ошибкой (ES)*  
Односекундный период с одним или несколькими EB.
- *Секунда, пораженная ошибками (SES)*  
Односекундный период, который содержит  $\geq 30\%$  EB или по крайней мере один дефект (определение дефектов см. в Рекомендации МСЭ-Т G.826).  
Следует отметить, что SES – это часть ES.
- *Фоновая ошибка по блокам (BBE)*  
EB не является частью SES.

### 1.1.2 Показатели качества по ошибкам для соединений

- *Секунда с ошибкой (ES)*  
Односекундный период с одним или несколькими ошибочными битами или в ходе которого обнаружены потери сигнала или аварийный сигнал.
- *Секунда, пораженная ошибками (SES)*  
Односекундный период с коэффициентом ошибок по битам  $\geq 1$  в степени  $10^{-3}$ .

### 1.2 Параметры

Показатели качества по ошибкам следует оценивать, только когда тракт или соединения находятся в состоянии доступности. Для определения критериев входа/выхода для состояния недоступности см. Примечание 7 и Приложение А Рекомендации МСЭ-Т G.826.

- *Коэффициент секунд с ошибками (ESR)*  
Отношение ES к общему числу секунд во время доступности в течение фиксированного интервала измерений.
- *Коэффициент секунд, пораженных ошибками (SESR)*  
Отношение SES к общему числу секунд во время доступности в течение фиксированного интервала измерений.
- *Коэффициент фоновых ошибок по блокам (BBER)*  
Отношение EB к общему числу блоков в течение фиксированного интервала измерений, за исключением всех блоков во время SES и во время недоступности.

### Задачи студентам

Определить число бит, приходящихся на один символ:

№ <sub>п/п</sub>	модуляция	число бит
1	BPSK	
2	QPSK	
3	ФМ-8	
4	ФМ-16	
5	ОФМ-4	
6	КАМ-4	
7	КАМ-16	
8	КАМ-32	
9	КАМ-64	
10	КАМ-128	
11	КАМ-256	
12	КАМ-512	
13	КАМ-1024	

Определить энергию на бит и на символ некодированного потока для:

(оценку произвести для: скорости – 10, 15, 25, 30 Мбит/с; мощность – 100 Вт, 1,5, 2,5, 3 кВт)

№ <sub>п/п</sub>	модуляция	$E_b$
1	QPSK	
2	ФМ-8	
3	ФМ-16	
4	ОФМ-4	
5	АФМ-4	
6	КАМ-16	

Оценить отличие спектральной эффективности некодированного потока (во сколько раз)

№ <sub>п/п</sub>	модуляция	модуляция	отличие
1	QPSK	ФМ-8	
2	ФМ-8	КАМ-512	
3	ФМ-16	QPSK	
4	ОФМ-4	КАМ-16	
5	АФМ-4	КАМ-1024	
6	КАМ-16	КАМ-256	

Определить полосу, занимаемую некодированным потоком:

скорость, Мбит/с	модуляция	полоса
10	QPSK	
15	КАМ-16	
20	КАМ-256	
34	QPSK	
65	КАМ-16	
50	КАМ-64	
25	QPSK	
30	КАМ-1024	
37	КАМ-64	

Определить полосу, занимаемую некодированным потоком с учетом скругления спектра:

скорость, Мбит/с; скругление	модуляция	полоса
10; 0,15	QPSK	

15; 0,3	KAM-16	
20; 0,35	KAM-256	
34; 0,6	QPSK	
65; 0,15	KAM-16	
50; 0,4	KAM-64	
25; 0,35	QPSK	
30; 0,5	KAM-1024	
37; 0,2	KAM-64	