

## Практическое занятие 4

### Уровень ошибок в канале DVB как функция отношения C/N (S/N Eb/No)

При каком C/N отношении STB продолжает работать корректно?

Какой запас мы имеем при работе с DVB-S или DVB-C сигналами?

Какова зависимость уровня ошибок (BER) от этих параметров?

Ответы на эти вопросы необходимо получить при проектировании и оценке аппаратуры и линий связи в стандарте DVB.

Во многих случаях это определённый порог BER для определённого DVB оборудования или чипсета

Различные значения этого параметра для различных видов модуляций.

DVB-S (QPSK) –имеет два уровня кодозащиты : Viterbi и Reed Solomon (RS)

DVB-C (nQAM)- только один уровень

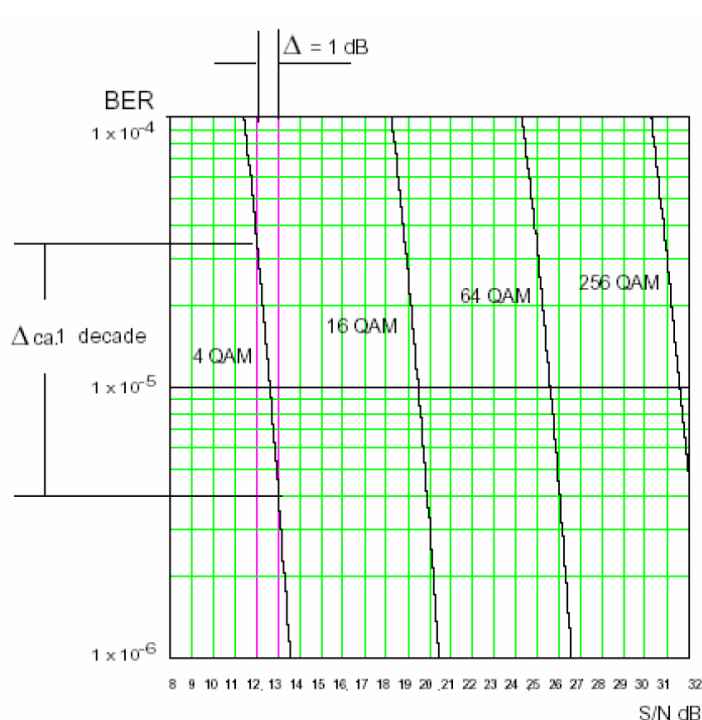
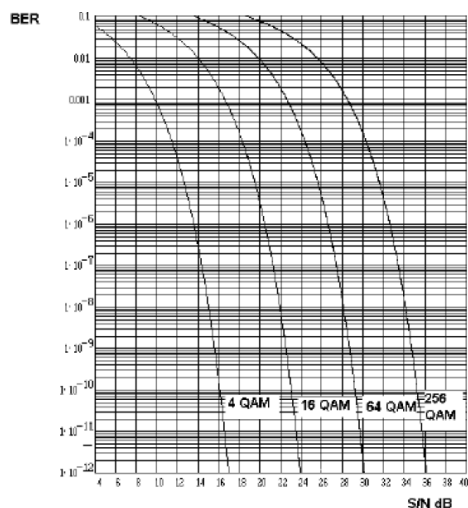
Графики, полученные ниже, иллюстрируют эти зависимости для разных типов модуляции

Так как достаточно сложно сгенерировать поток DVB с определённым количеством BER, применён

более практичный метод изменения C/N и контроля BER

В сформированный DVB-C и DVB-S сигналы порционно домешивался «белый» шум

Гарантированная точность не более  $\pm 0,25\text{dB}$



Наиболее интересная часть этих характеристик находится в зоне BER  $=10^{-4}$  до  $10^{-6}$  (рис справа). Изменение S/N на 1dB дает изменение BER на

порядок. Далее приведены диаграммы снятые для DVB-S (QPSK) с различными значениями FEC.

При модуляции DVB-S (QPSK) – где используются две схемы кодозащиты ситуация несколько хуже в плане чувствительности к изменениям S/N. Так при изменениях S/N всего на 0,5dB BER изменяется почти в десять раз. Вообще участок, где BER достигает значения  $10^{-4}$ , наиболее критичен, так как это зона порога для большинства приёмных устройств DVB

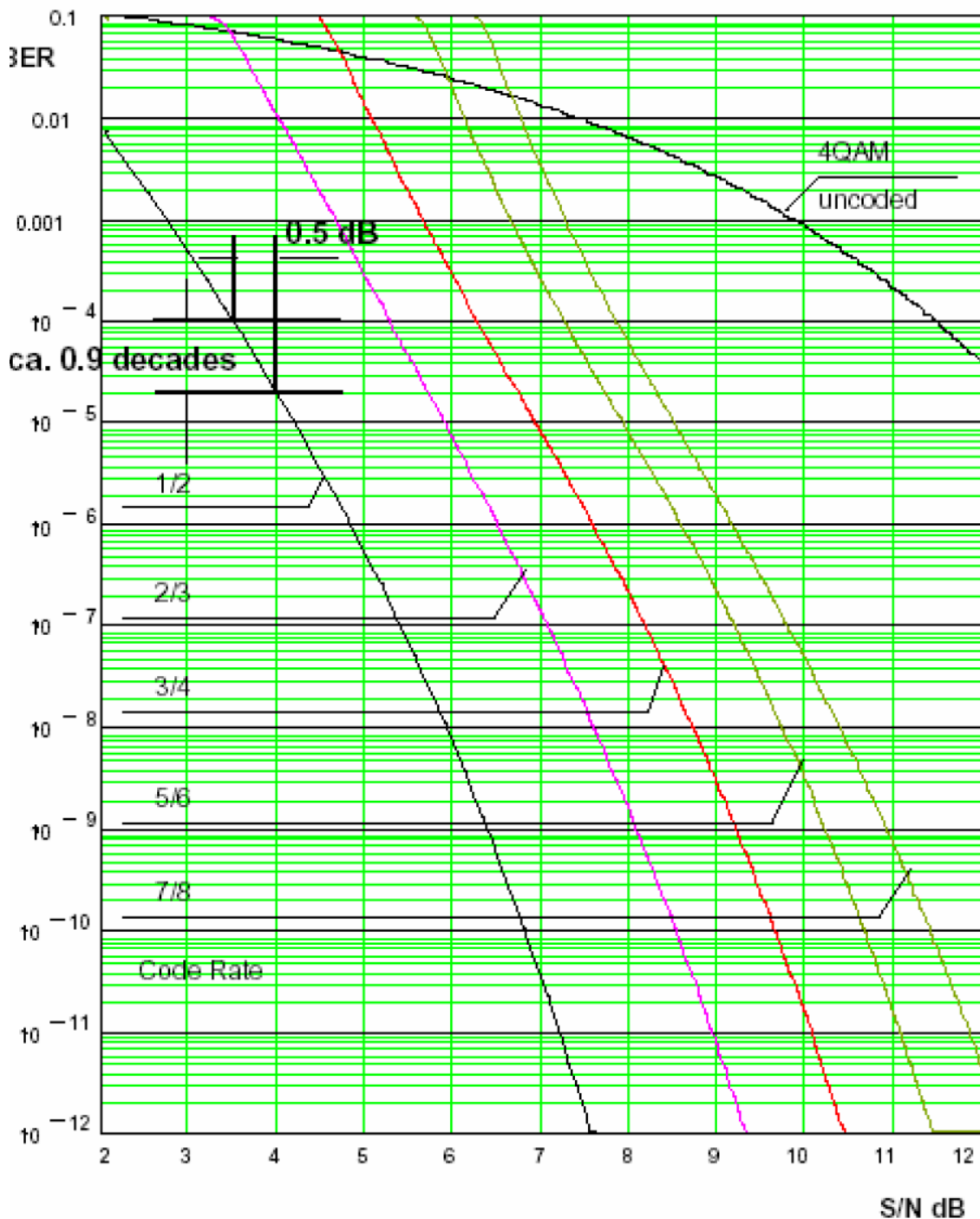


Diagram for QPSK Modulation

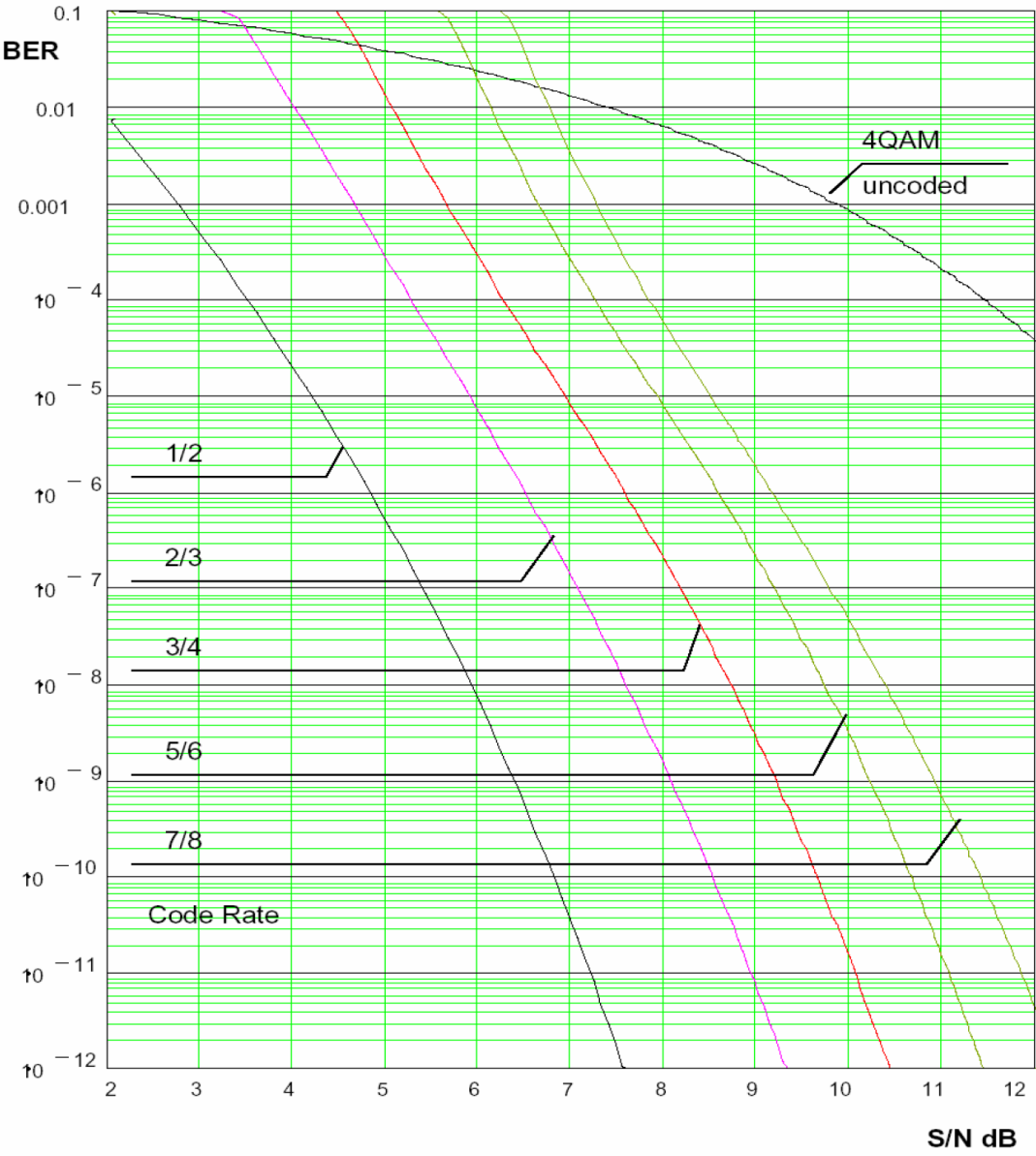


Fig. 11 BER as a function of S/N

### Преобразование S/N (C/N) to E<sub>b</sub>/N<sub>0</sub>

Часто индицируется значения BER, E<sub>b</sub>/N<sub>0</sub> и другие

С учётом нескольких факторов их можно конвертировать меж

$$C/N = E_b/N_0 + k_{FEC} + k_{QPSK/QAM} + k_P \text{ dB}$$

$$E_b/N_0 = C/N - k_{FEC} - k_{QPSK/QAM} - k_P \text{ dB}$$

$$E_b/N_0 = S/N - k_{roll\ off} - k_{FEC} - k_{QPSK/QAM} - k_P$$

where:  $C/N = S/N - k_{roll\ off}$  dB

**Фактор влияния кода Рида Соломона**

$$k_{fec} = 10 * \lg(188/204) = -0,3547 \text{ dB}$$

**Фактор влияния мапинга ( модуляции)**

$$k_{QPSK/QAM} = 10 * \lg(m)$$

Mode	m	k <sub>QPSK/QAM</sub> dB
QPSK	2	3.0103
16 QAM	4	6.0206
64 QAM	6	7.7815
256 QAM	8	9.0309

**Фактор влияния кода Витерби**

$$k_P = 10 * \lg(P)$$

Mode	P	k <sub>P</sub> dB
QPSK	1/2	-3.0103
	2/3	-1.7609
	3/4	-1.2494
	5/6	-0.7918
	7/8	-0.5799
QAM	1	0

**Фактор**

$$k_{roll\ off} = 10 * \lg(1 - \frac{\alpha}{4})$$

Mode	$\alpha$	k <sub>roll off</sub> dB
DVB-C	0.15	-0.1660
DVB-S	0.35 (nominal)	-0.3977
	0.27 (actual in transmitter)	-0.3035

Так же имеет значение где вычисляются эти взаимоотношения

Так например для канала распространения QAM

$$E_b / N_0 = C / N - 10 * \lg \frac{188}{204} - 10 * \lg (m) \text{ dB}$$

Для демодулятора QAM

$$E_b / N_0 = S / N - 10 * \lg \left( 1 - \frac{\alpha}{4} \right) - 10 * \lg \frac{188}{204} - 10 * \lg (m) \text{ dB}$$

Для демодулятора QPSK с измерением после Viterbi

$$E_b / N_0 = S / N - 10 * \lg \left( 1 - \frac{\alpha}{4} \right) - 10 * \lg \frac{188}{204} - 10 * \lg (m) - 10 * \lg (P) \text{ dB}$$

Для демодулятора QPSK с измерением до Viterbi

$$E_b / N_0 = S / N - 10 * \lg \left( 1 - \frac{\alpha}{4} \right) - 10 * \lg (m) - 10 * \lg (P) \text{ dB}$$

Diagram for QAM BER vs Eb/No

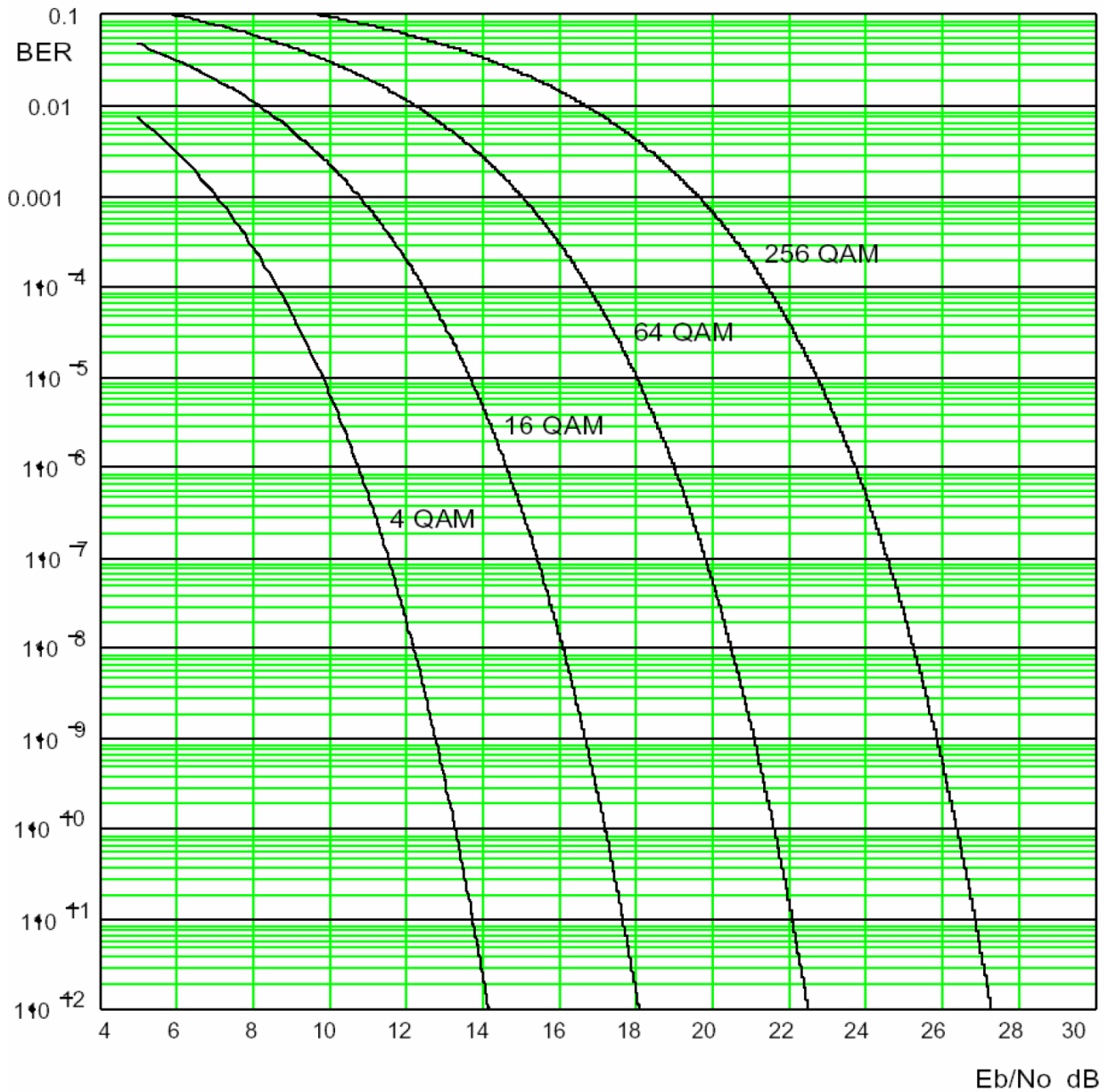


Fig. 12 BER as a function of Eb/No

### Diagram for QPSK Modulation BER vs Eb/No

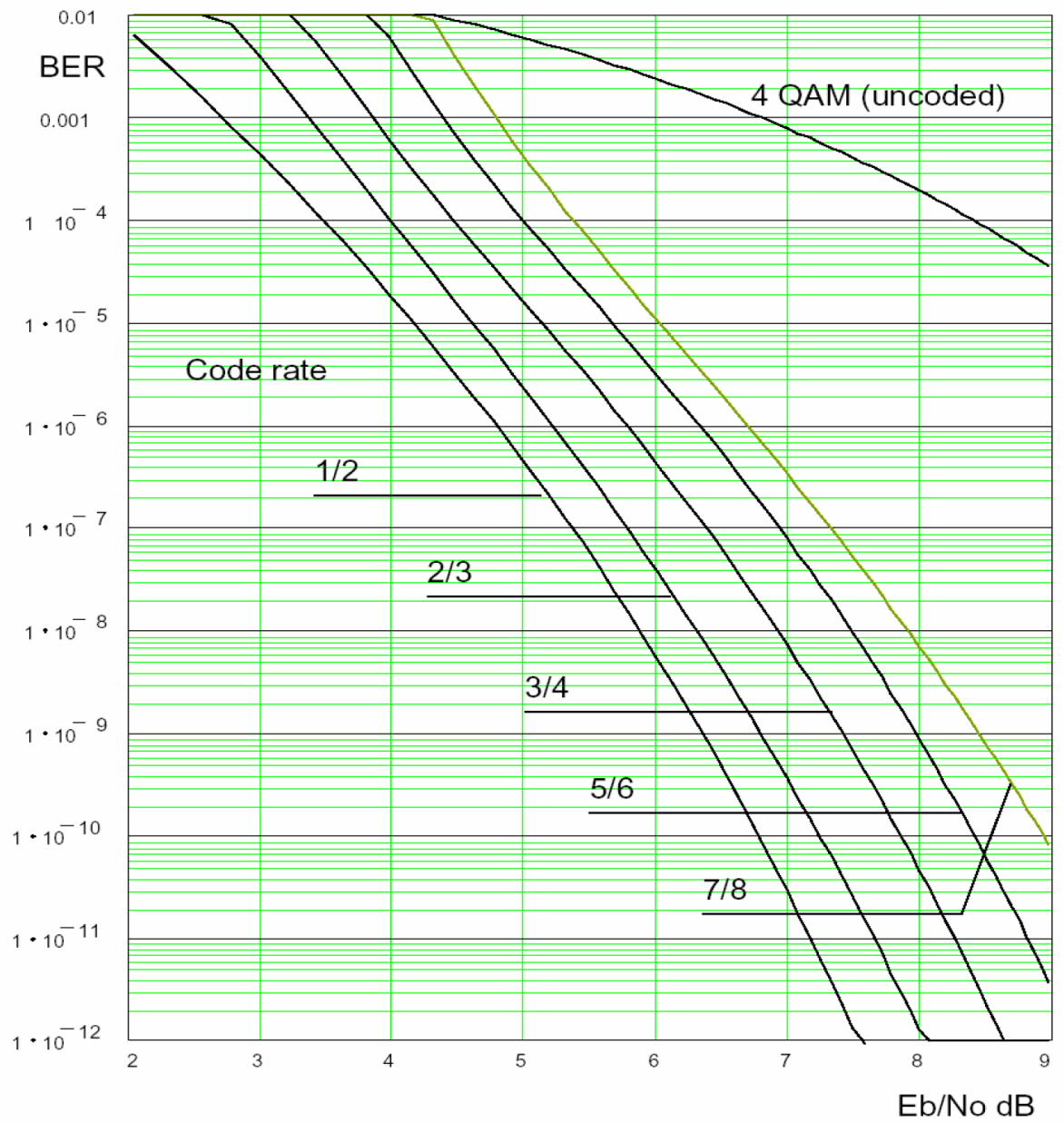


Fig. 13 BER as a function of  $E_b/N_0$