

Применение фазовых форматов модуляции в волоконно-оптических системах связи

Выполнил: студент группы
ФРМ-902 Максимов О.Н.

Научный руководитель: к.ф.-м.н.,
доцент Болецкая Т.К.

Цель: исследовать свойства сигналов с NRZ-DPSK и RZ-DPSK модуляцией, применяющихся в волоконно-оптических системах связи.

Задачи:

1. изучить литературу, посвященную волоконно-оптическим системам связи;
2. вычислить спектральные плотности энергии, глазковые диаграммы и зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал-шум для сигналов с NRZ-DPSK и RZ-DPSK модуляцией;
3. выполнить сравнение NRZ-DPSK и RZ-DPSK форматов модуляции с амплитудными NRZ и RZ форматами.

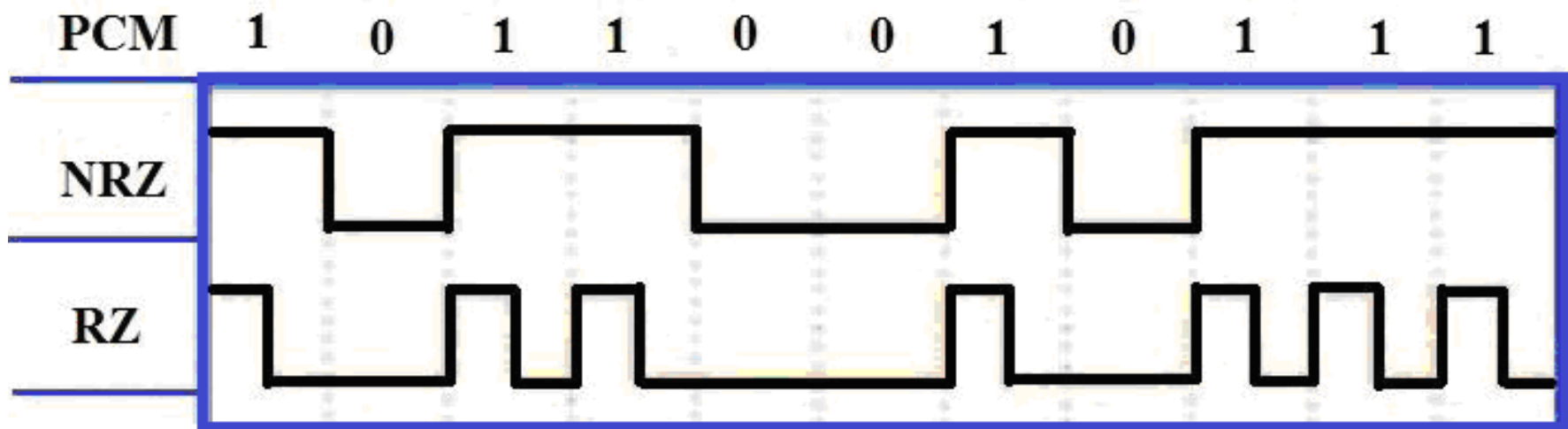


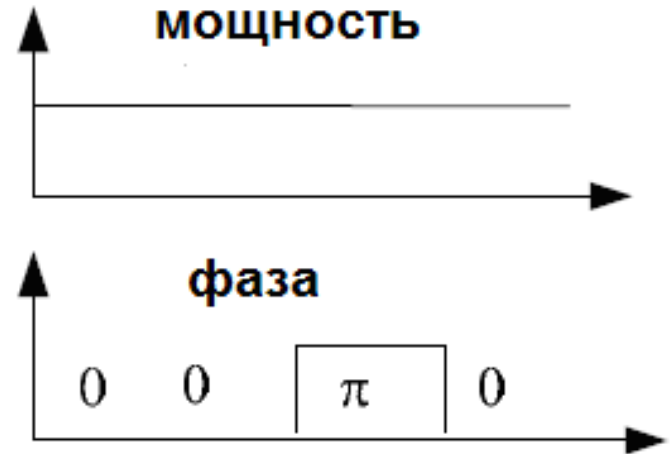
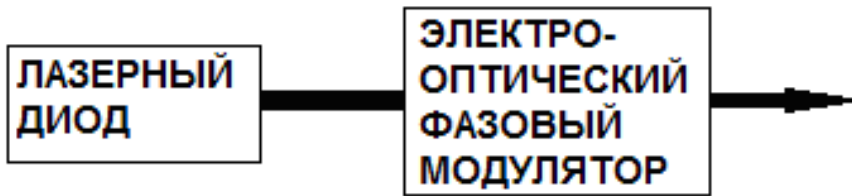
Рис. 1. PCM сигналы: без возвращения к нулю (NRZ), с возвращением к нулю (RZ).

Таблица. 1 Дифференциальное кодирование

Номер бита, k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Информационное сообщение, $b_0(k)$		1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
Сообщение в дифференциальной кодировке (первый бит произвольный), $b(k)$	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Соответствующий сдвиг фаз, $\theta(k)$	π	0	0	π	0	0	π	0	0	0	π

передатчик NRZ-DPSK

оптический NRZ-DPSK сигнал



электрический NRZ-сигнал

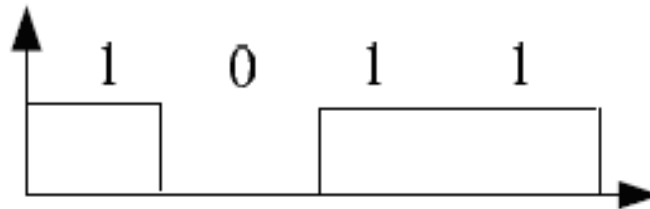


Рис. 2. Блок схема типичного NRZ-DPSK передатчика

$$P_B = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{E_b}{N_0}\right) \quad (1)$$



Рис. 3. Блок схема типичного NRZ-DPSK приёмника.
PH1, PH2 – фотодиоды конструктивного и деструктивного портов.

Таблица. 2 Прием DPSK сигнала

Номер бита, k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Информационное сообщение, $b_0(k)$		1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
Сообщение в дифференциальной кодировке (первый бит произвольный), $b(k)$	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Соответствующий сдвиг фаз, $\theta(k)$	π	0	0	π	0	0	π	0	0	0	π
Идеальная величина сигнала на выходе конструктивного порта в условных единицах	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	
Идеальная величина сигнала на выходе деструктивного порта в условных единицах	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	
Принятая последовательность битов		1	0	1	1	0	1	1	0	0	1

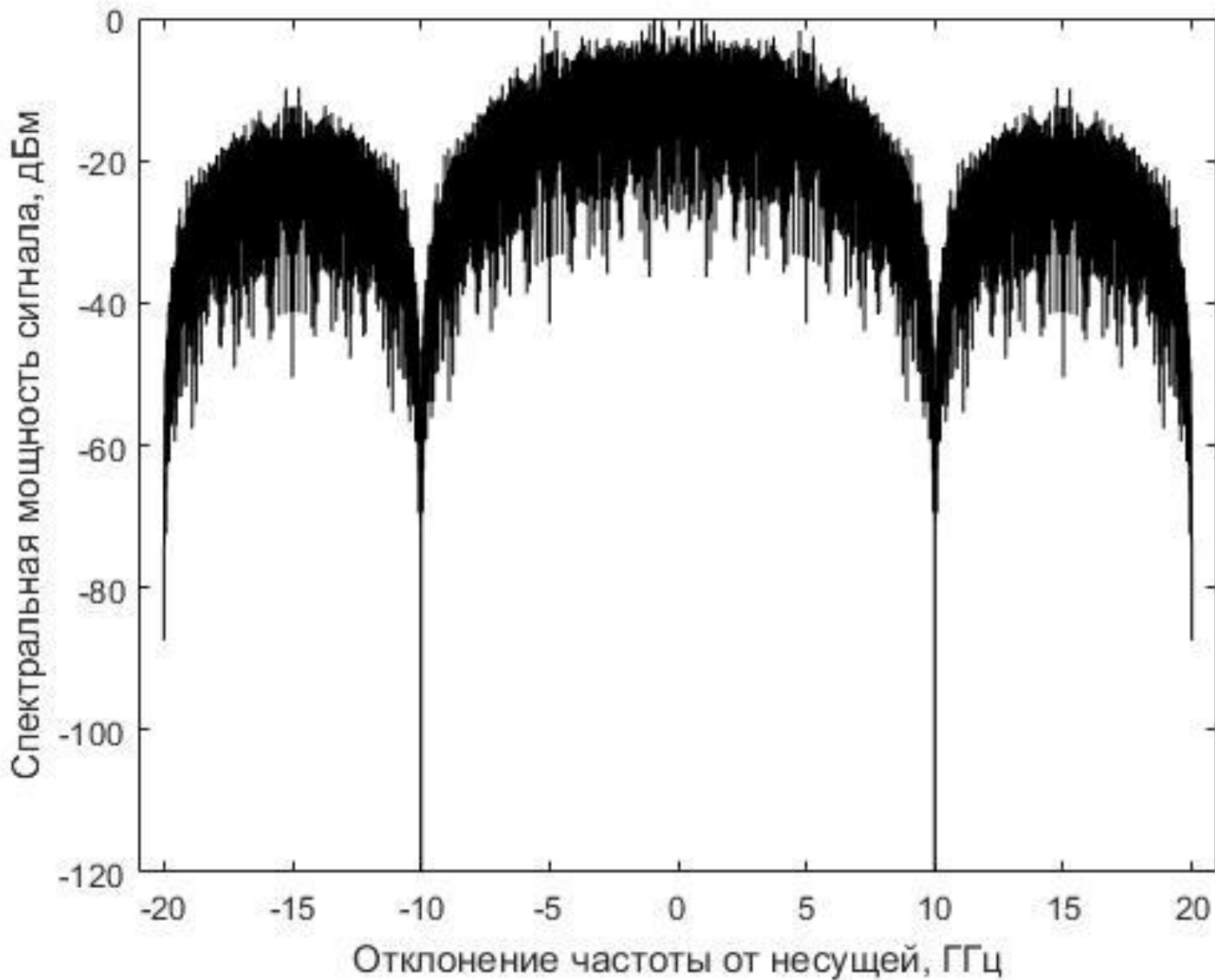


Рис. 4. Спектральная плотность энергии NRZ-DPSK-сигнала

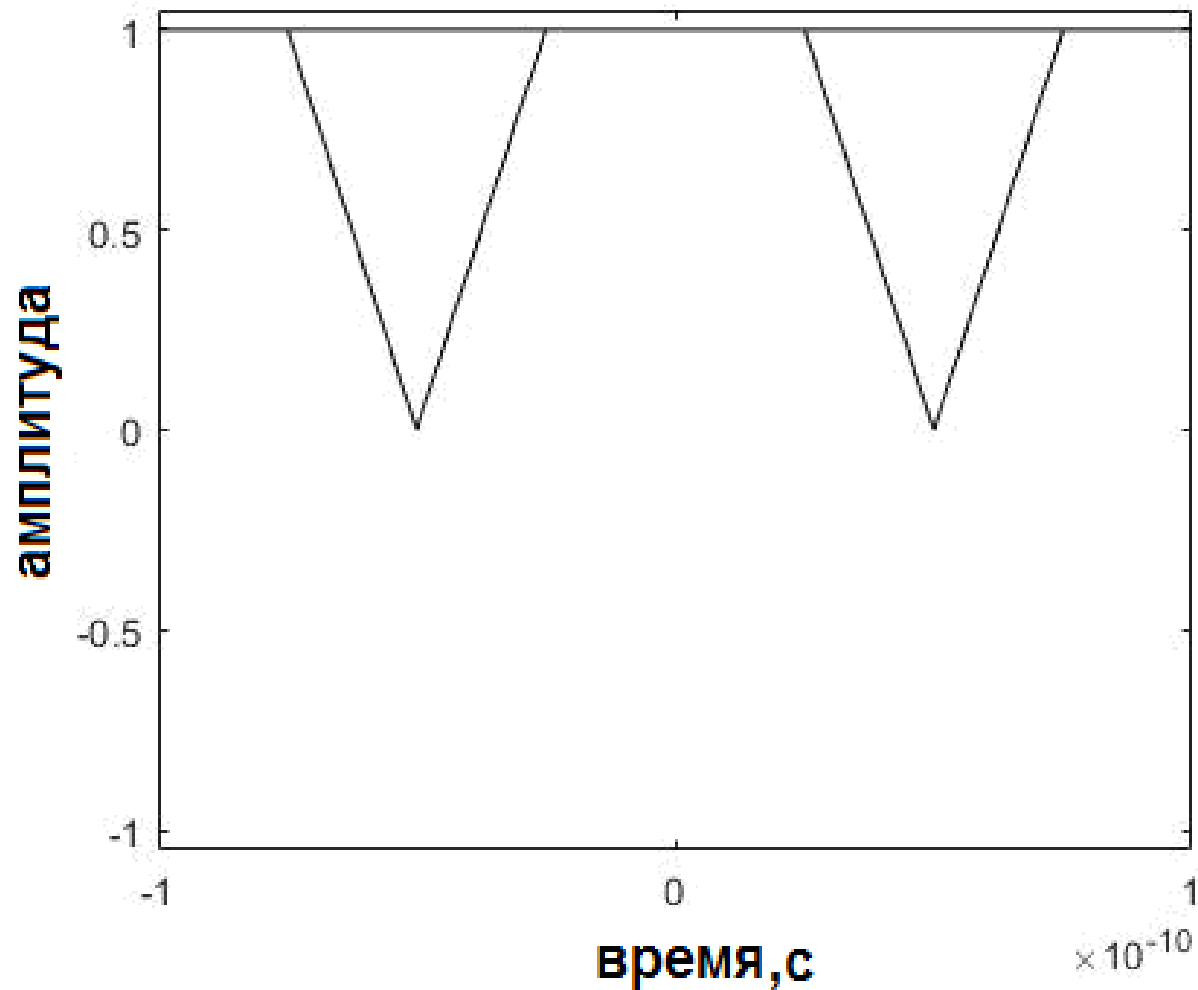


Рис. 5. Глазковая диаграмма для NRZ-DPSK-сигнала

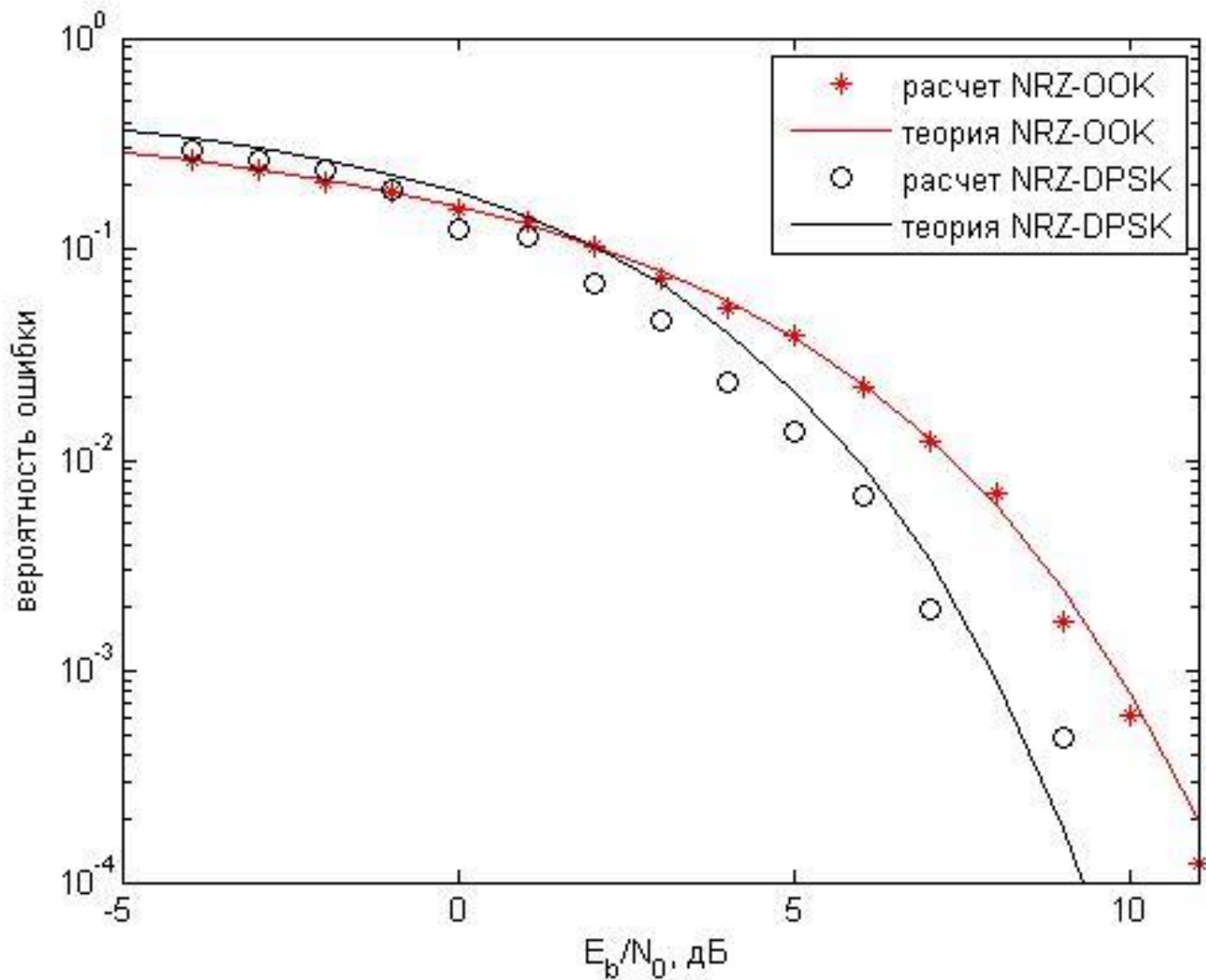


Рис. 6. Вероятности ошибки для NRZ-DPSK и амплитудного NRZ форматов модуляции.

$$A_{RZ} = \tau_2 A_{NRZ} = A_{NRZ} \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \sin^2 \frac{\pi t}{T} \right) \quad (2)$$

RZ-DPSK передатчик

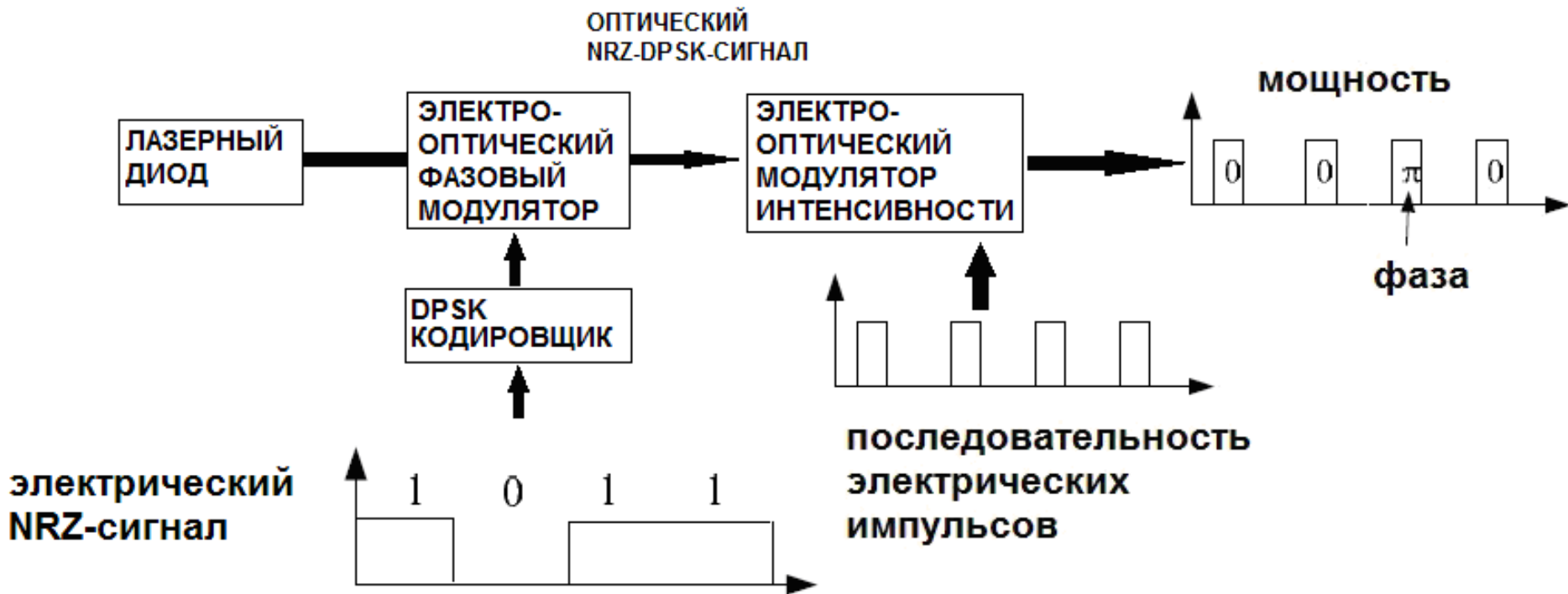


Рис. 7. Блок схема типичного RZ-DPSK передатчика

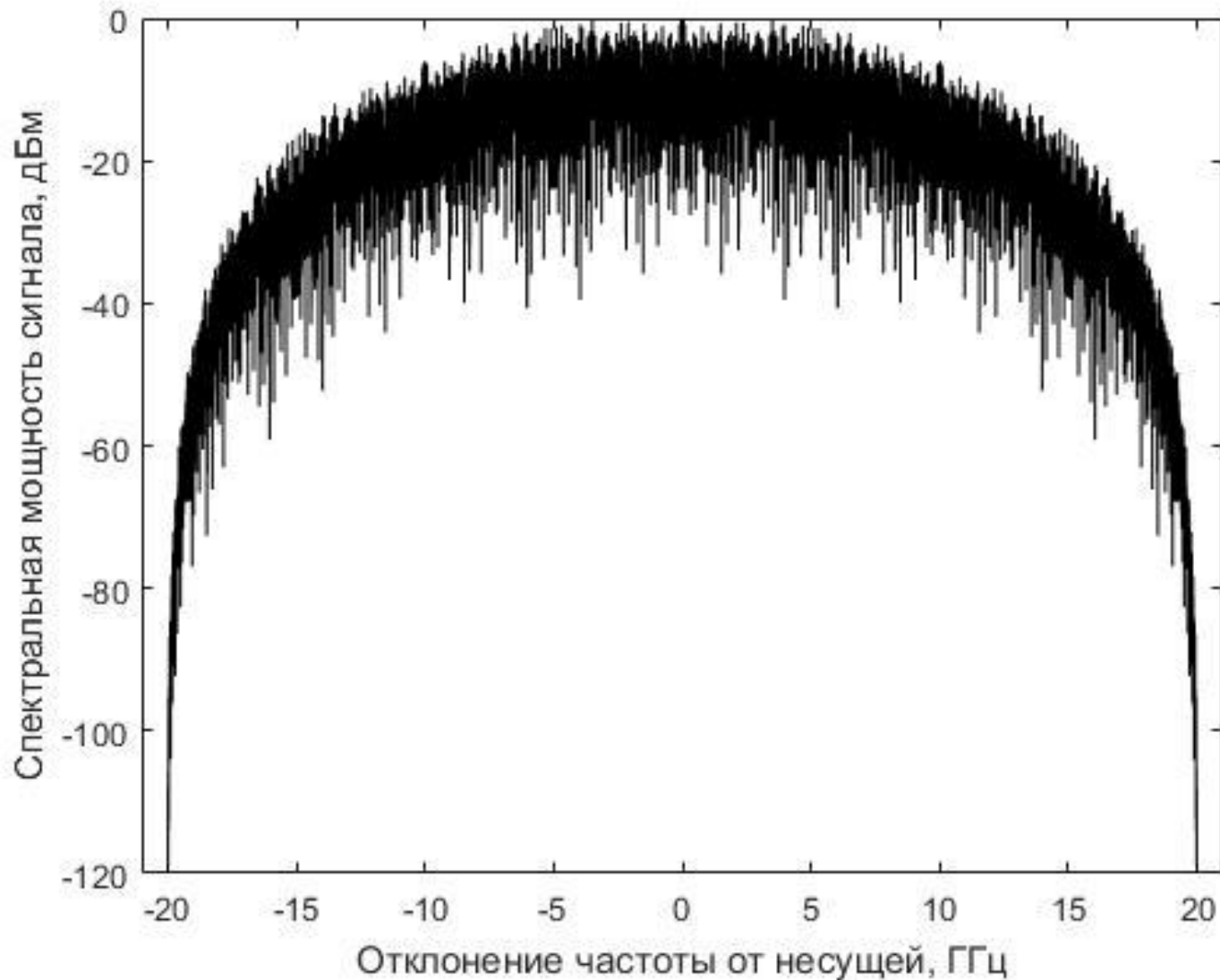


Рис. 8. Спектральная плотность энергии RZ-DPSK-сигнала

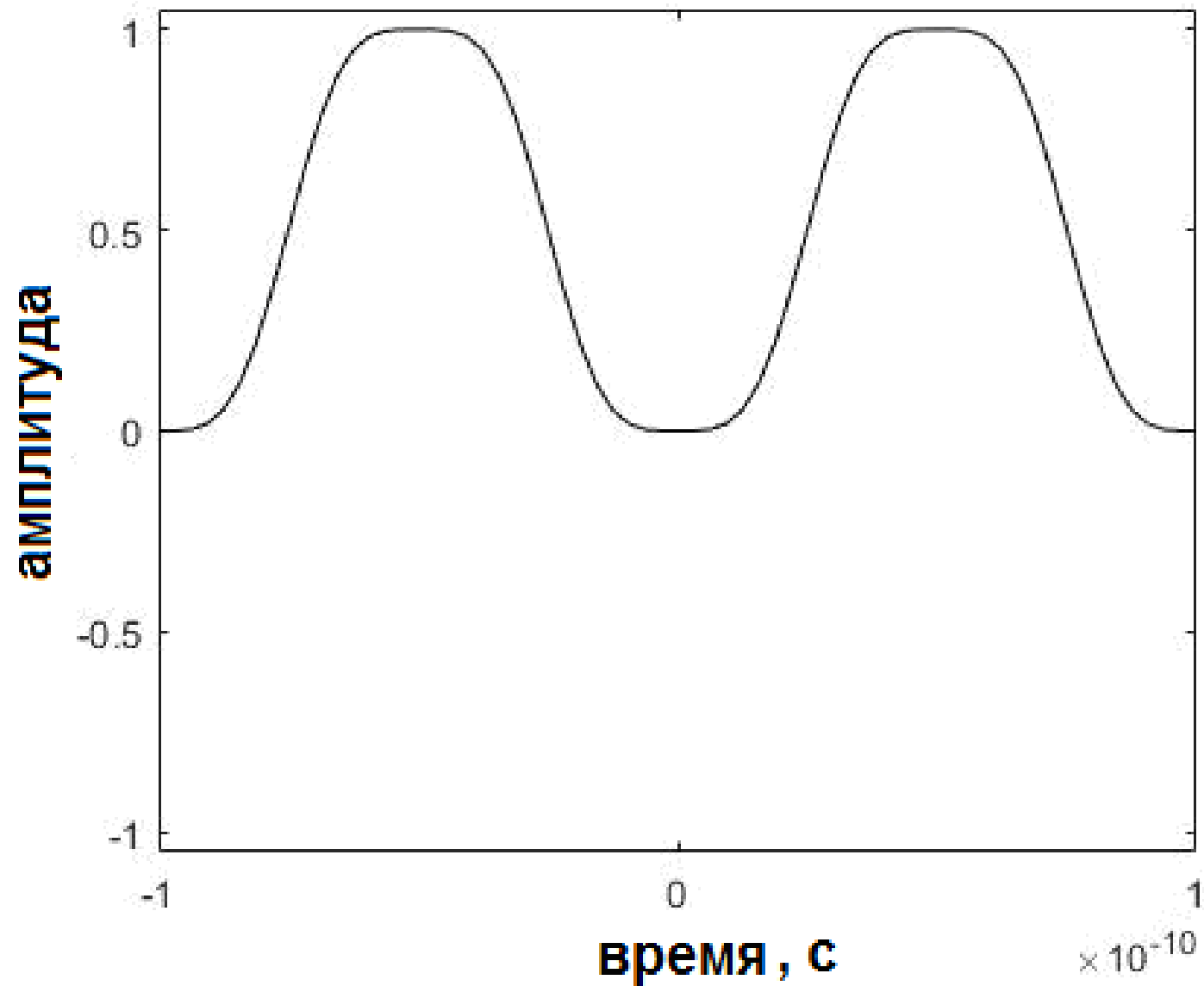


Рис. 9. Глазковая диаграмма для RZ-DPSK-сигнала

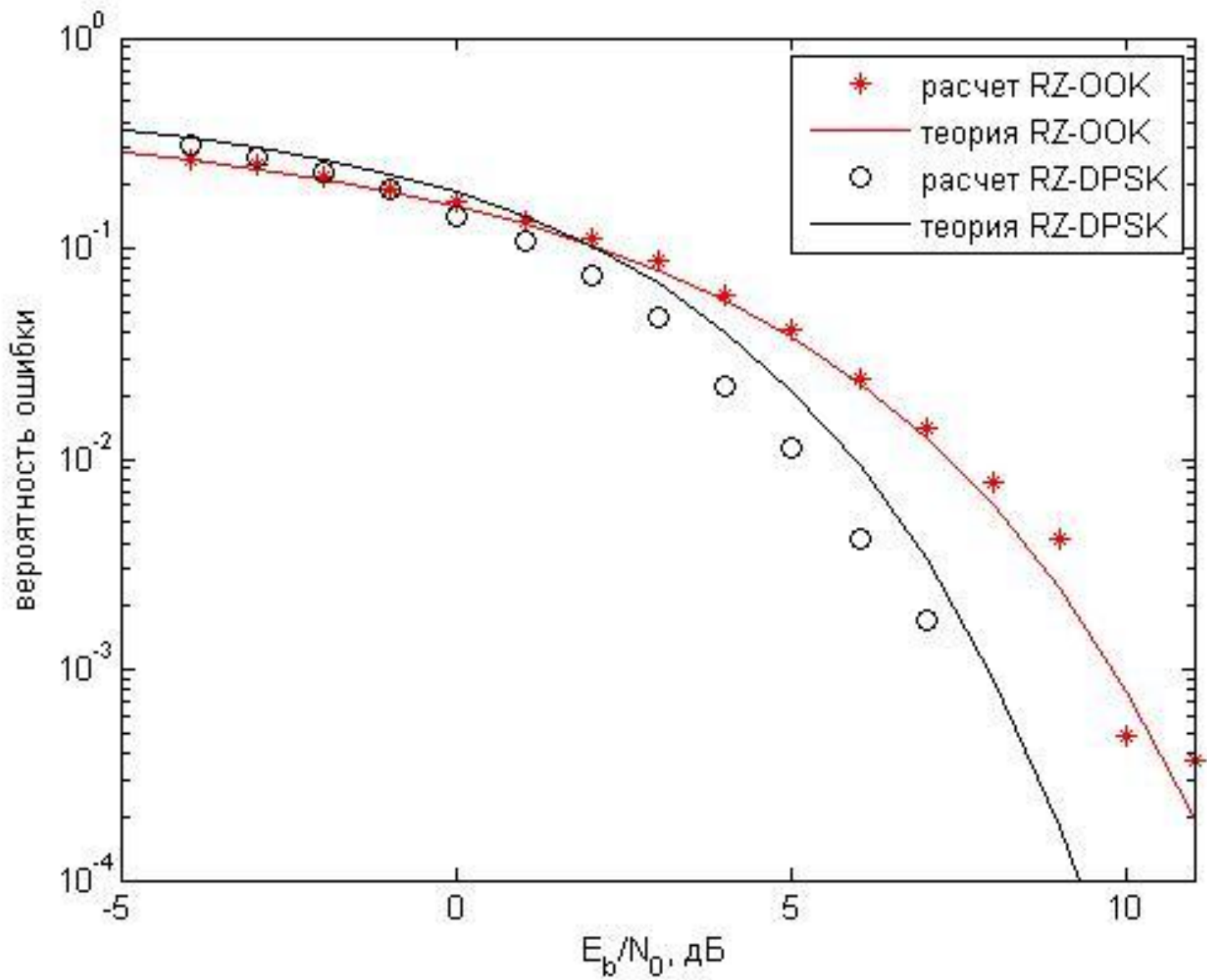


Рис. 10. Сравнение вероятности ошибки RZ-DPSK формата модуляции с амплитудным RZ форматом

Заключение

В ходе выполнения работы

1. изучена литература, посвященная волоконно-оптическим системам связи;
2. вычислены спектральные плотности энергии, глазковые диаграммы и зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал-шум для сигналов с NRZ-DPSK и RZ-DPSK модуляцией;
3. выполнено сравнение NRZ-DPSK и RZ-DPSK форматов модуляции с амплитудными NRZ и RZ форматами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гоноровский И.С.** Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Советское радио, 1977. 608 с.
2. **Баскаков С.И.** Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 2000. 462 с.
3. **Скляр Б.** Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 1104 с.
4. **Гауэр Дж.** Оптические системы связи. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. 504 с.
5. **Агравал Г.** Нелинейная волоконная оптика. Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. 323 с.
6. **Zhang S.** Advanced Optical Modulation Formats in High-speed Lightwave System. Thesis (M.S.)--University of Kansas, Electrical Engineering and Computer Science, 2004. 85 p.
7. **Семёнов А.С.,** Смирнов В.Л., Шмальков А.В. Интегральная оптика для систем передачи и обработки информации. – М.: Радио и связь, 1990 – 224 с.