

Применение двубинарных сигналов в волоконно- оптических системах связи

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент

Болецкая Татьяна Константиновна

Студент гр. *ФРБ-602-О-01*

Демочко Ярослав Олегович

Цель настоящей работы: исследовать, как влияют статистические свойства последовательности, представляющей цифровое сообщение, на спектральную плотность мощности передаваемого сигнала.

Для достижения этой цели нужно решить следующие задачи:

1. Изучить литературу, посвященную этой теме.
2. Выполнить расчеты спектральной плотности мощности бинарного и двубинарного сигналов.
3. Моделировать передачу бинарного и двубинарного сигналов по оптической системе связи.

$$\dots, a_{-2}, a_{-1}, a_0, a_1, a_2, \dots \quad (1)$$

$$m_1 = \text{av} \{ a_n \} \quad (2)$$

$$R(n) = \text{av} \{ a_k a_{k+n} \} \quad (3)$$

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n g(t - nT), \quad (4)$$

$$\text{av} \{x(t)\} = \text{av} \left\{ \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n g(t - nT) \right\} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \text{av} \{a_n\} g(t - nT) = m_1 \sum_{n=-\infty}^{\infty} g(t - nT) \quad (5)$$

$$\text{av} \{x(t)\} = m_1 f_r \sum_{m=-\infty}^{\infty} G(mf_r) \exp(2m\pi jf_r t) \quad (6)$$

где $f_r = 1/T$

$$y(t) = x(t) - \text{av} \{x(t)\} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} (a_n - m_1) g(t - nT) \quad (7)$$

$$\text{av} \{y(t)\} = 0 \quad (8)$$

$$y_N(t) = \sum_{n=-N}^N (a_n - m_1)g(t - nT) \quad (9)$$

$$S_N(f) = \sum_{n=-N}^N (a_n - m_1)G(f) \exp(-2n\pi jfT) \quad (10)$$

$$\text{av}_\infty \{y_\infty^2(t)\} = \lim_{N \rightarrow \infty} \text{av}_N \{y_N^2(t)\} = \lim_{N \rightarrow \infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\text{av} \{|S_N(f)|^2\}}{(2N+1)T} df = \quad (11)$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} w(f) df,$$

$$w(f) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\text{av} \{|S_N(f)|^2\}}{(2N+1)T} \quad (12)$$

$$w(f) = f_r |G(f)|^2 \left\{ R(0) - m_1^2 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} [R(k) - m_1^2] \cos(2\pi k f T) \right\} \quad (13)$$

$$w_d(0) = m_1^2 |G(0)|^2 / T^2 \quad (14)$$

$$w_d\left(\frac{m}{T}\right) = \frac{2m_1^2}{T^2} \left| G\left(\frac{m}{T}\right) \right|^2 \quad m = \pm 1, \pm 2, \dots \quad (15)$$

$$m_1 = \text{av} \{ a_n \} = \frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 0 = \frac{1}{2} \quad (16)$$

Последовательность двоичных цифр $\{a_n\}$		0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1
Предварительно кодированная последовательность $w_n = a_n \oplus w_{n-1}$	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
Двубинарное кодирование: $y_n = w_n + w_{n-1}$		0	0	0	0	1	1	0	1	2	2	1	1	1
Смещение: $c_n = y_n - 1$		-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	1	1	0	0	0

Таблица. Преобразование бинарной последовательности в двубинарную последовательность

$$R(k) = \text{av} \{ a_n a_{n+k} \} = \text{av} \{ a_n \} \text{av} \{ a_{n+k} \} = m_1^2 = \frac{1}{4} \quad \text{при } k \neq 0 \quad (17)$$

$$R(0) = \text{av} \{ a_n^2 \} = m_2 = \frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 0 = \frac{1}{2} \quad (18)$$

$$w(f) = \frac{1}{4T} |G(f)|^2 \quad (19)$$

$$w_d(0) = \frac{1}{4T^2} |G(0)|^2 \quad (20)$$

$$m_1 = \text{av} \{ c_n \} = \frac{1}{2} \cdot 0 + \frac{1}{4} \cdot 1 + \frac{1}{4} \cdot (-1) = 0 \quad (21)$$

$$R(k) = \text{av} \left\{ \sum_n c_n c_{n+k} \right\} \quad (22)$$

$$R(0) = \text{av} \left\{ c_n^2 \right\} = m_2 = \frac{1}{2} \cdot 0 + \frac{1}{4} \cdot 1 + \frac{1}{4} \cdot 1 = \frac{1}{2} \quad (23)$$

$$R(1) = \frac{1}{4} \quad (24)$$

$$w(f) = \frac{1}{2T} |G(f)|^2 (1 + \cos 2\pi fT) \quad (25)$$

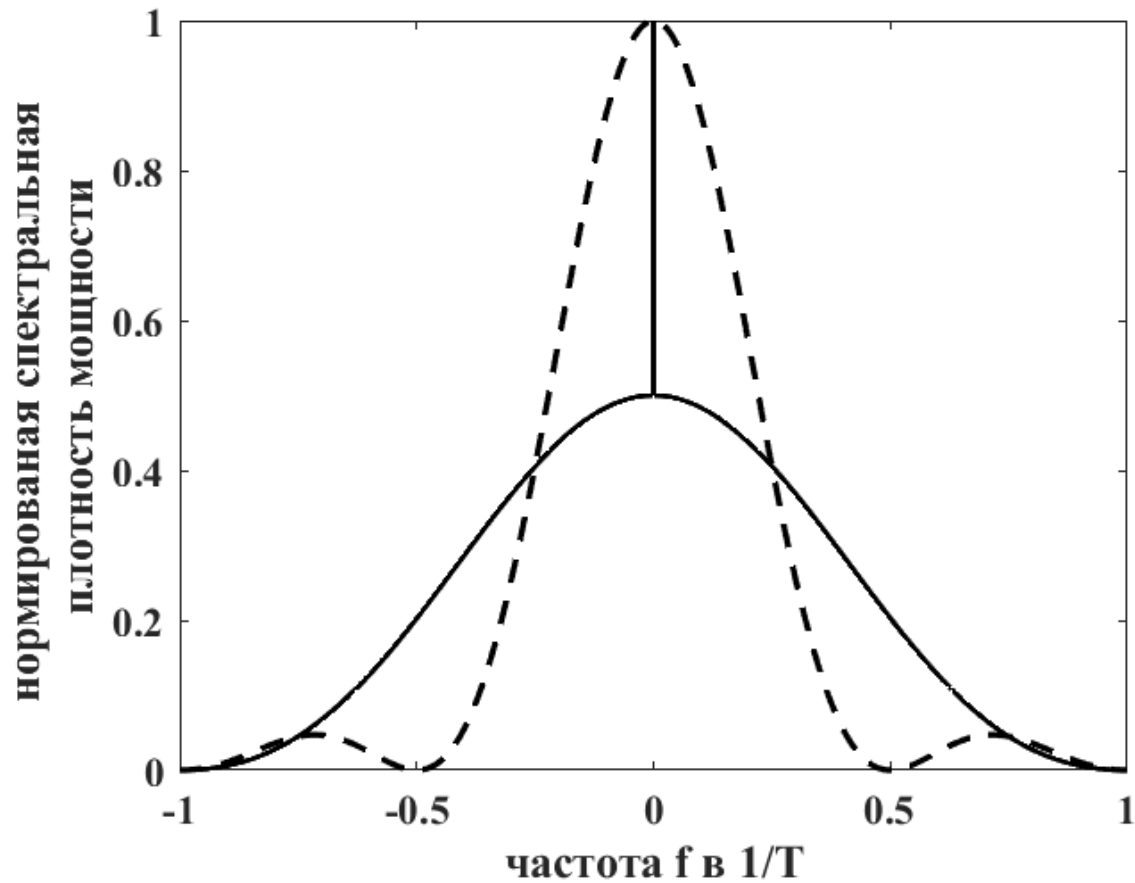


Рис. 1. Спектральная плотность мощности: сплошная линия – бинарный сигнал, пунктирная линия – дубинарный сигнал. Сигналы состоят из прямоугольных импульсов.

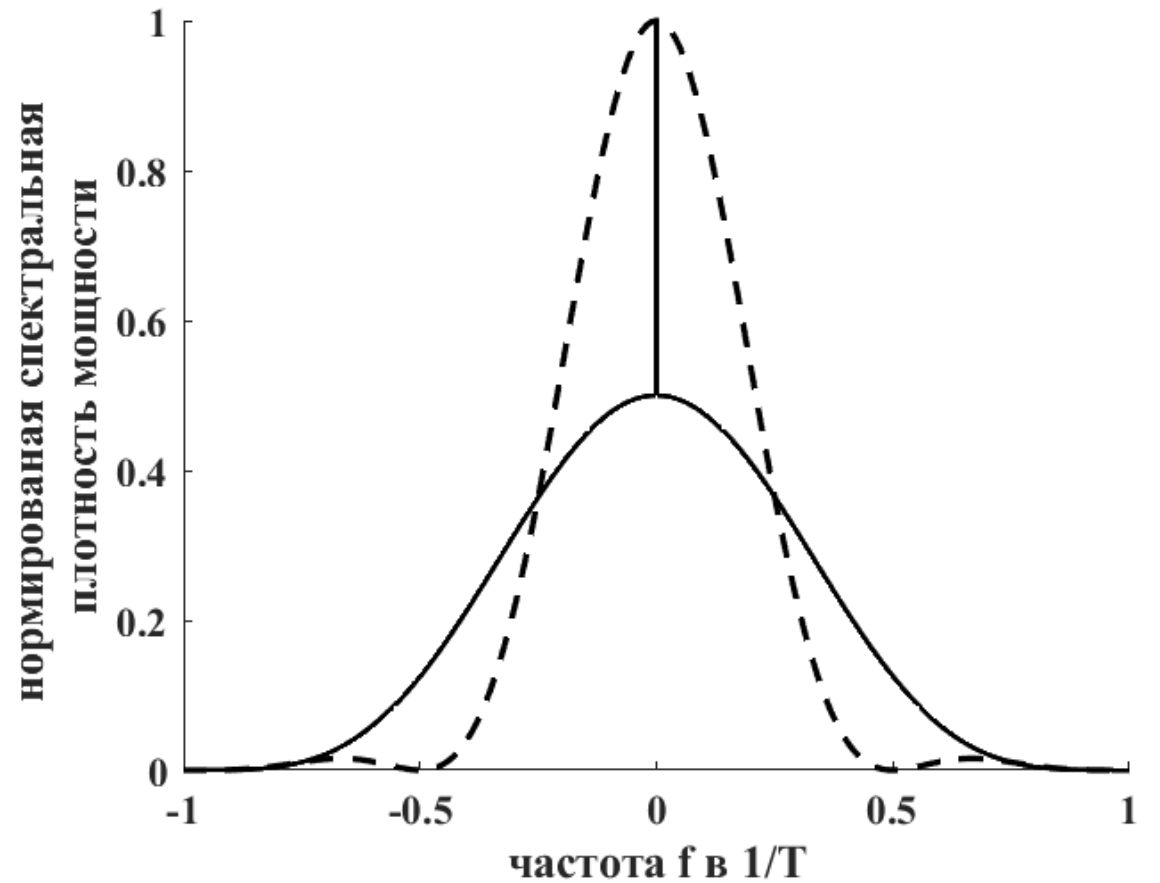


Рис. 2. Спектральная плотность мощности: сплошная линия – бинарный сигнал, пунктирная линия – дубинарный сигнал. Сигналы состоят из импульсов типа приподнятого косинуса.

$$H(f) = e^{-i\alpha f^2} \quad (26)$$

где $\alpha = \pi D(\lambda) \frac{\lambda^2}{c} L$

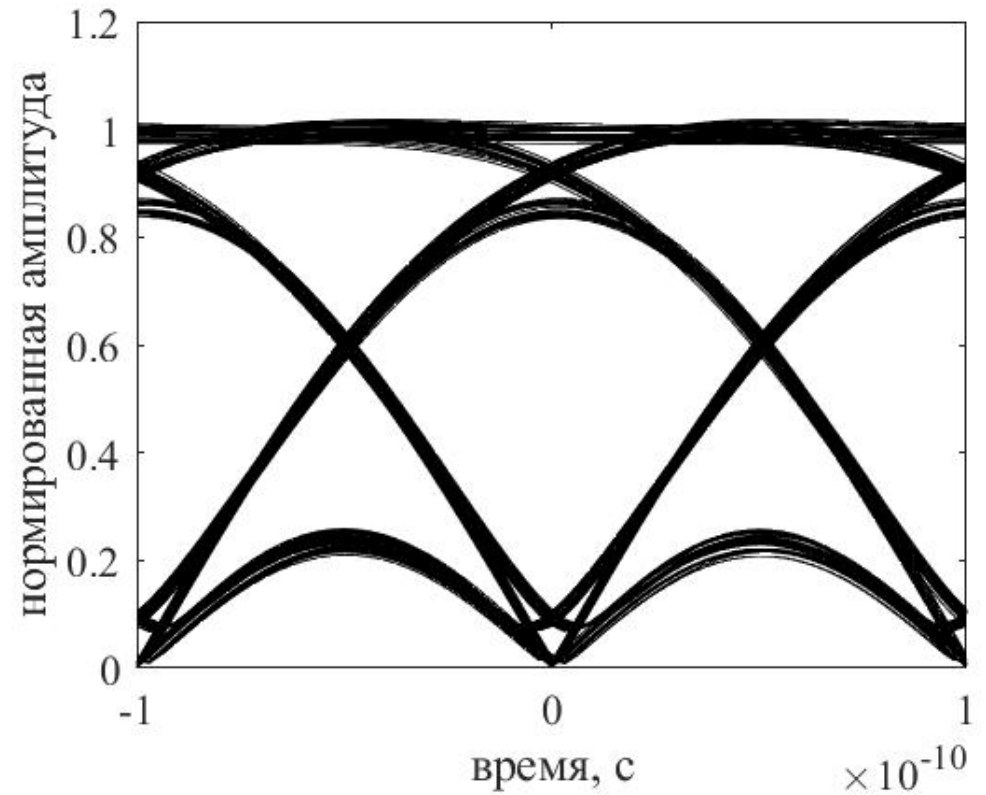
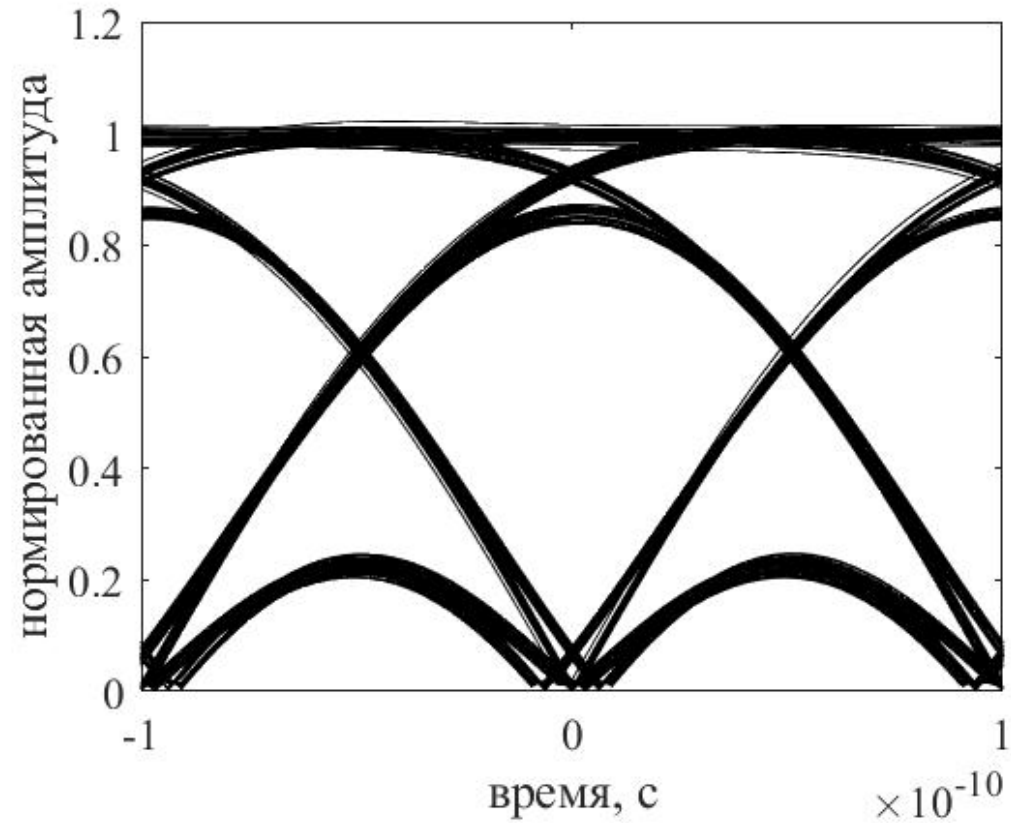


Рис. 3. Глазковая диаграмма оптического дубинарного сигнала вплотную с передатчиком (0 км).

Рис. 4. Глазковая диаграмма оптического дубинарного сигнала на расстоянии 50 км от передатчика.

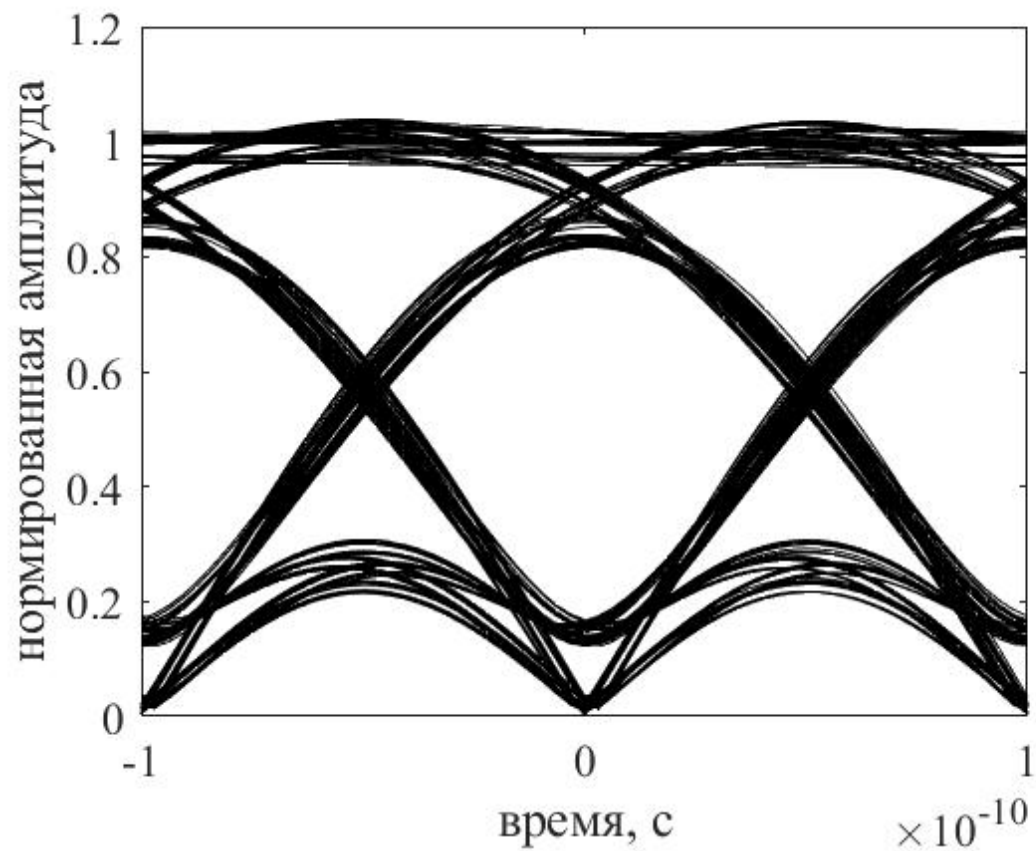


Рис. 5. Глазковая диаграмма оптического двубинарного сигнала на расстоянии 100 км от передатчика.

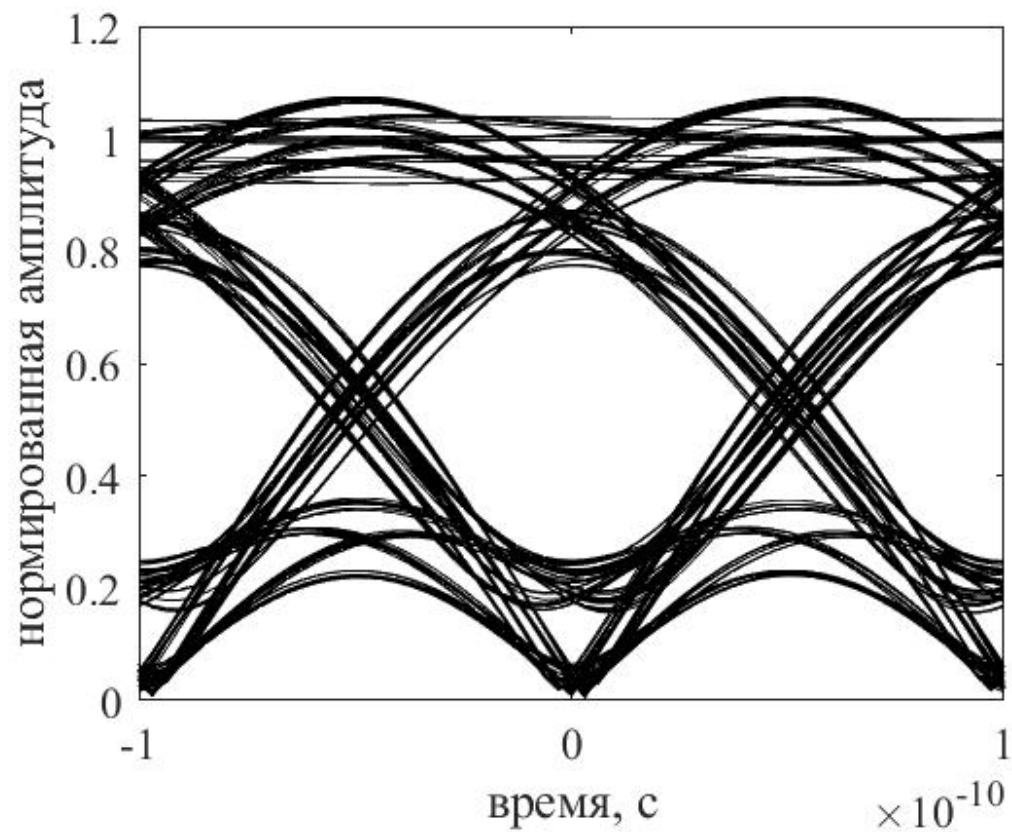


Рис. 6. Глазковая диаграмма оптического двубинарного сигнала на расстоянии 150 км от передатчика.

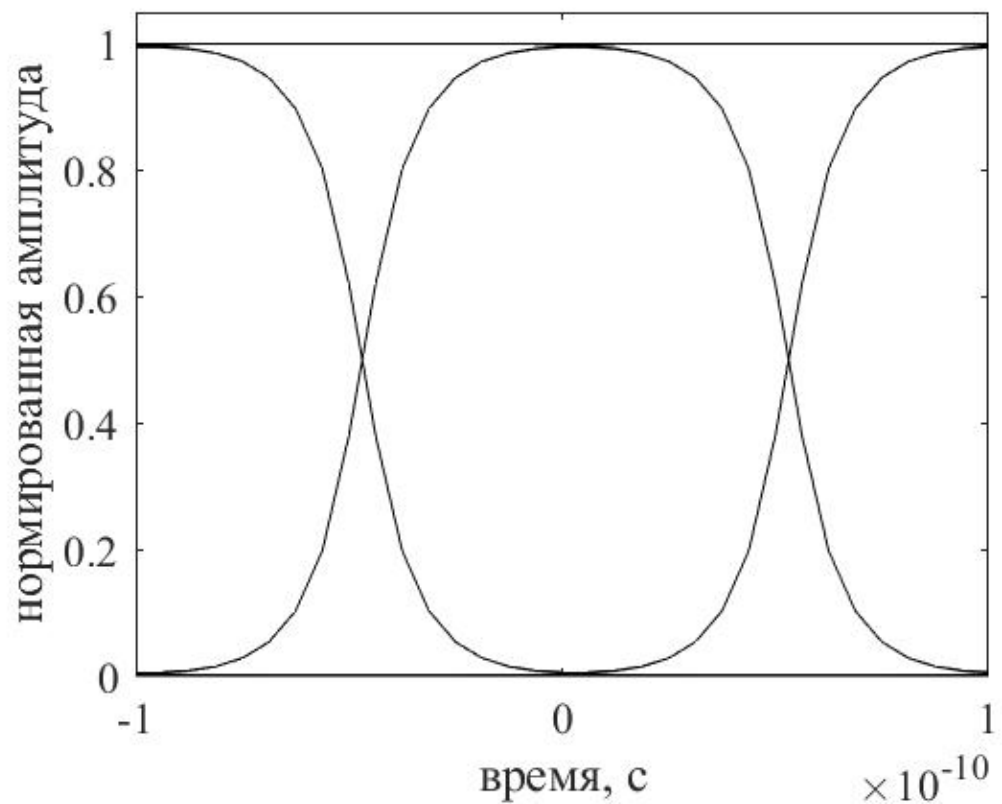


Рис. 7. Глазковая диаграмма оптического бинарного сигнала вплотную с передатчиком (0 км).

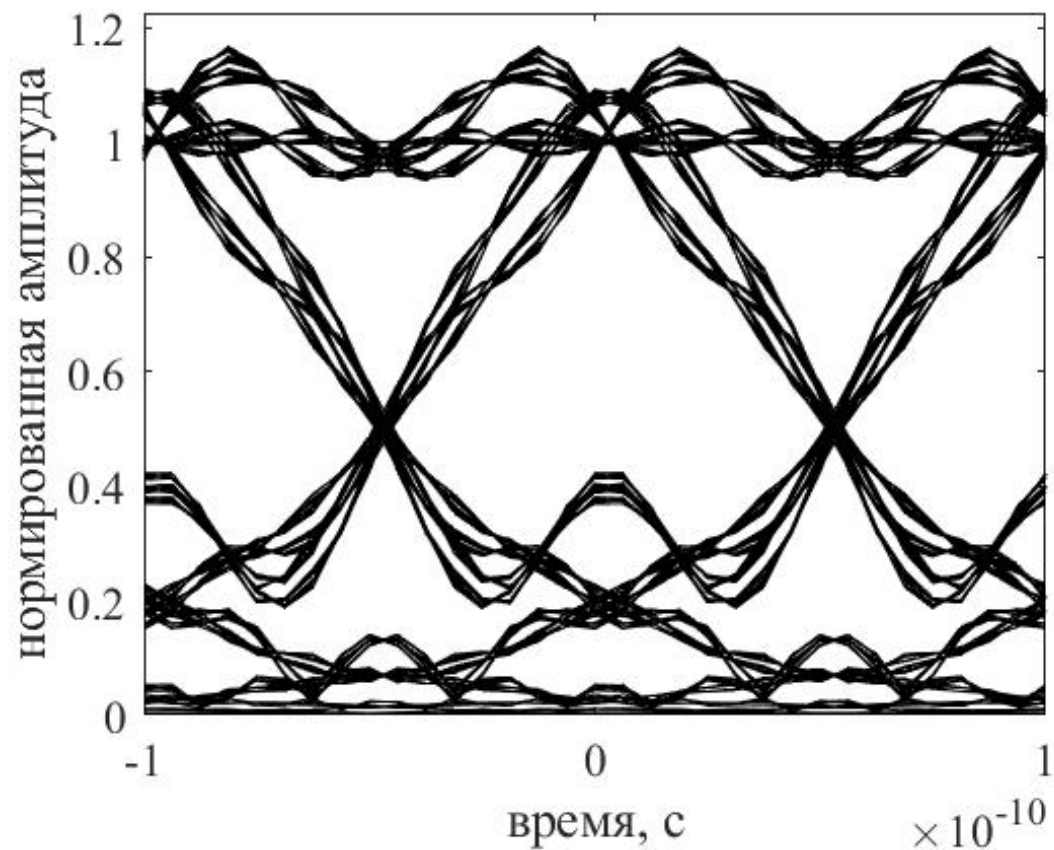


Рис. 8. Глазковая диаграмма оптического бинарного сигнала на расстоянии 50 км от передатчика.

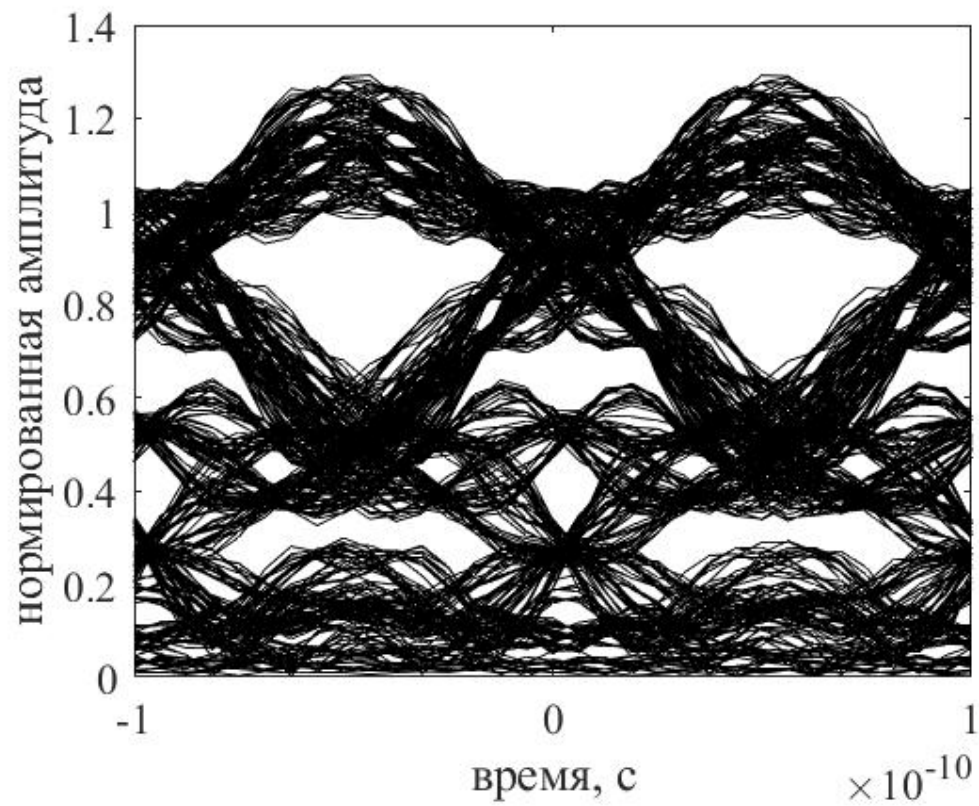


Рис. 9. Глазковая диаграмма оптического бинарного сигнала на расстоянии 100 км от передатчика.

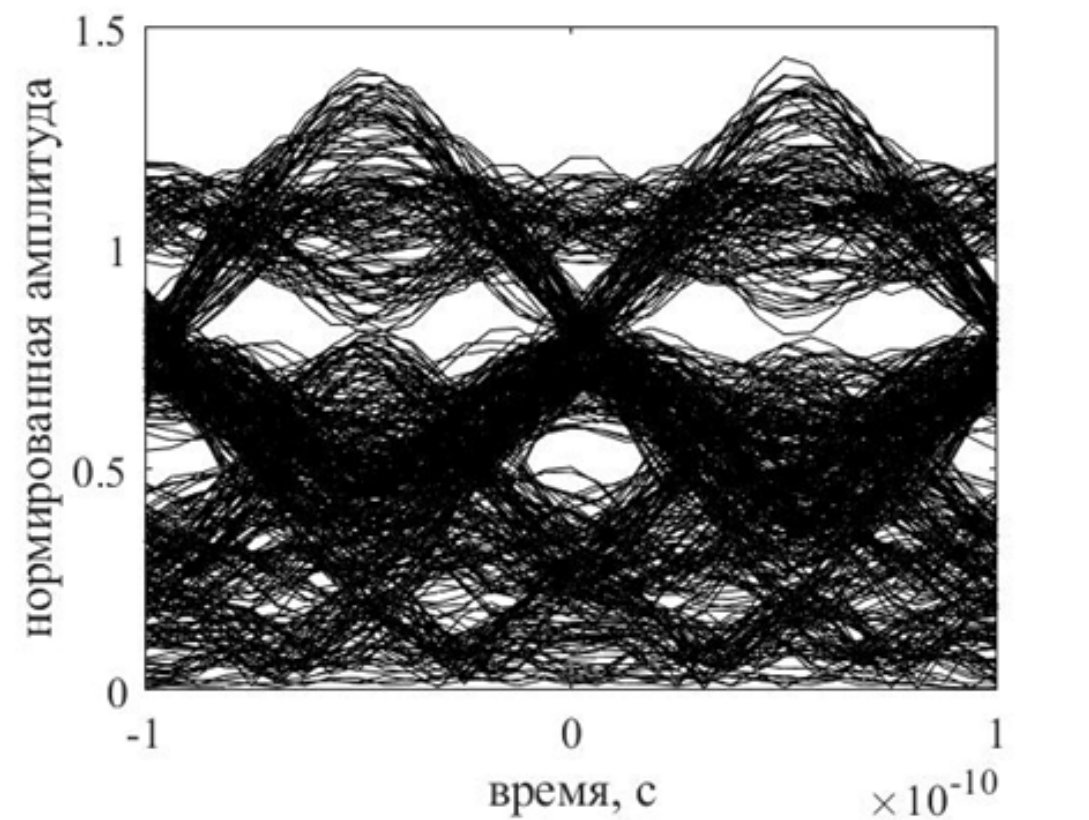


Рис. 10. Глазковая диаграмма оптического бинарного сигнала на расстоянии 150 км от передатчика.

В ходе выполнения работы

1. Изучена литература, посвященная анализу зависимости спектральной плотности мощности последовательности импульсов от ее статистических свойств.
2. Выполнены расчеты спектральной плотности мощности бинарной и двубинарной последовательностей импульсов.
3. Выполнено моделирование передачи бинарного и двубинарного сигналов по оптической системе связи. Рассчитаны глазковые диаграммы сигналов на нескольких расстояниях от источника. Из результатов расчетов следует, что двубинарный сигнал более устойчив к хроматической дисперсии, чем бинарный сигнал.

Список литературы

- [1] Гроднев И.И. Волоконно-оптические линии связи / И.И. Гроднев. М., 1990. 224 с.
- [2] Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика. Теория и практика. / Д. Бейли, Э. Райт. М., 2006. 320 с.
- [3] Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. /Э. Фриман. М., 2003. 500 с.
- [4] Keang-Po Ho. Phase-Modulated optical communication systems. / Keang-Po Ho. New York., 2005. 439 p.
- [5] Прокис Дж. Цифровая связь /Дж. Прокис. М., 2000. 800 с.
- [6] Kazushige Yonenaga and Shigeru Kuwano. Dispersion-Tolerant Optical Transmission System. Journal of lightwave technology, vol. 15, 1997. 8 p.
- [7] Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. М., Издательский дом " Вильямс". 2003. 1104 с.