

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
**Поволжский государственный университет телекоммуникаций
и информатики**

кафедра Теоретических основ радиотехники и связи

Лабораторная работа
«Методы цифровой модуляции сигнала»

Руководство пользователя

доц. каф. ТОРС, к.т.н. Чингаева А. М.

Самара, 2013

Содержание

1	Введение	3
2	Интерфейс пользователя	3
2.1	Главное меню	5
2.2	Комплексный модулированный сигнал	5
2.3	Векторная диаграмма модулированного сигнала	5
2.4	Сигнальное созвездие	6
2.5	Спектр модулированного сигнала	6
2.6	Настройки программы	7

1 Введение

Лабораторная работа «Методы цифровой модуляции сигнала» предназначена для изучения временных и спектральных характеристик сигналов цифровой модуляции.

Элементы управления пользовательского интерфейса позволяют динамически изменять вид модуляции и параметры сигнала и наблюдать изменения временных и спектральных диаграмм.

2 Интерфейс пользователя

На рис. 1 показано основное окно программы после её запуска.

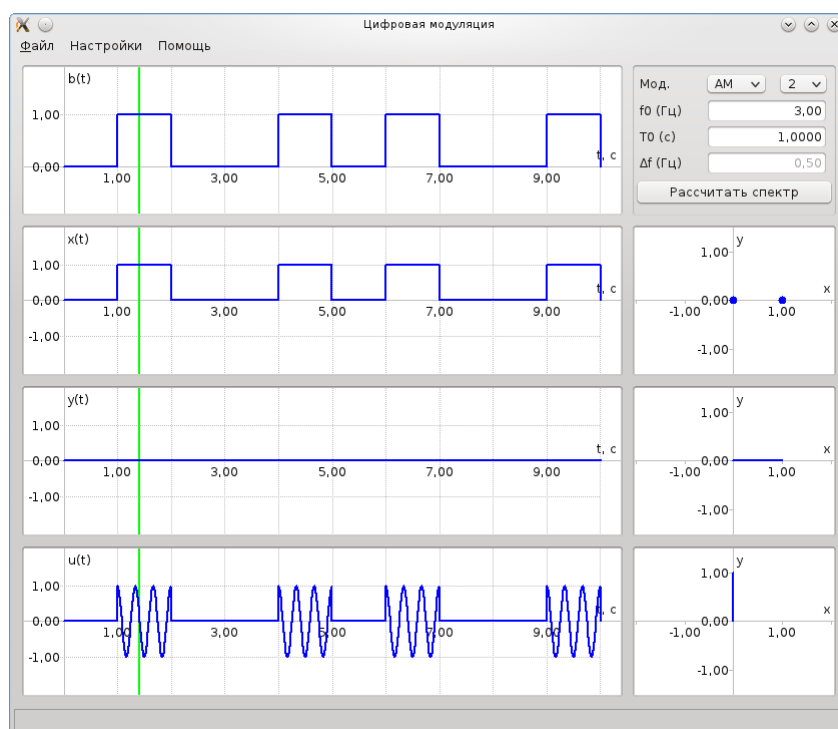


Рис. 1. Окно программы

Графические окна на рис. 1 отображают следующие сигналы (нумерация сверху вниз, слева направо):

1. Исходный случайный двоичный сигнал $b(t)$, принимающий значения «0» и «1» с равной вероятностью.
2. Действительная часть НЧ эквивалента модулированного сигнала $x(t) = \text{Re } \dot{u}(t)$ (см. 2.2).
3. Мнимая часть НЧ эквивалента модулированного сигнала $y(t) = \text{Im } \dot{u}(t)$ (см. 2.2).
4. Модулированный сигнал $u(t)$ (см. 2.2).

5. Сигнальное созвездие (см. 2.4).
6. Векторная диаграмма НЧ эквивалента модулированного сигнала (см. 2.3).
7. Векторная диаграмма комплексного модулированного сигнала $\dot{u}(t)$ (см. 2.3).

Правый клик мышью (ПКМ) на любом из графических окон вызывает контекстное меню:

- **Копировать в буфер обмена** — копировать текущее изображение в буфер обмена.
- **Сохранить в файл** — сохранить текущее изображение в файл.

Левый клик мышью (ЛКМ) в графическом окне или нажатие одной из клавиш управления изменяет позицию указателя (зелёная вертикальная линия):

- ЛКМ — устанавливает указатель под курсор мыши.
- Стрелки «влево» и «вправо» — перемещают указатель на 1 пиксель влево (назад во времени) или вправо (вперёд во времени) по сигналу.
- Стрелки «вверх» и «вниз» — перемещают указатель на величину длительности одного бита влево или вправо.
- Клавиши «Page UP» и «Page Down» — перемещают указатель на величину тактового интервала T_0 .
- Клавиши «Home» и «End» — перемещают указатель в начало и конец сигнала соответственно.

Указатели внутри всех окон перемещаются синхронно.

Группа элементов «Параметры» позволяет изменять параметры сигнала:

- **Мод.** (модуляция) — выбор вида модуляции и числа позиций модулированного сигнала (позиционности модуляции — m).
- **f_0 (Гц)** — установка центральной (несущей) частоты спектра модулированного сигнала f_0 (Гц).
- **T_0 (с)** — установка величины тактового интервала модулированного сигнала T_0 (с).
- **Δf (Гц)** — установка девиации частоты Δf (Гц) для сигнала ЧМ.

Нажатие кнопки «Рассчитать спектр» запускает расчёт амплитудного спектра модулированного сигнала и отображает результат в отдельном окне (см. 2.5).

2.1 Главное меню

- **Файл**
 - **Рандомизировать** (Ctrl+R) — сгенерировать новую случайную последовательность.
 - **Выход** (Alt+F4) — выйти из программы.
- **Настройки** (только для преподавателей!)
 - **Настройки программы** — задать параметры программы (см. 2.6).
- **Помощь**
 - **Руководство пользователя** (F1) — открывает это руководство.
 - **О программе** — показывает информацию о программе.

2.2 Комплексный модулированный сигнал

Модулятор в работе построен по квадратурной схеме. Квадратурные компоненты модулированного сигнала $x(t)$ и $y(t)$ используются для получения комплексного модулированного сигнала $\dot{u}(t)$:

$$\dot{u}(t) = u(t) + j\tilde{u}(t),$$

где $u(t)$ — действительный модулированный сигнал, $\tilde{u}(t)$ — его преобразование по Гильберту:

$$\begin{aligned} u(t) &= x(t) \cos(2\pi f_0 t) - y(t) \sin(2\pi f_0 t); \\ \tilde{u}(t) &= y(t) \cos(2\pi f_0 t) + x(t) \sin(2\pi f_0 t), \end{aligned}$$

f_0 — центральная (несущая) частота.

2.3 Векторная диаграмма модулированного сигнала

Векторная диаграмма НЧ эквивалента модулированного сигнала показывает текущий отсчёт НЧ эквивалента (квадратурных компонент) модулированного сигнала в виде вектора на комплексной плоскости. Выбор текущего отсчёта осуществляется с помощью указателя (см. 4). Плавно перемещая указатель, можно наблюдать изменение (вращение) вектора сигнала во времени.

Аналогично, векторная диаграмма модулированного сигнала показывает текущий отсчёт модулированного сигнала в виде вектора на комплексной плоскости. Диаграммы синхронизированы.

2.4 Сигнальное созвездие

Сигнальное созвездие отображает сигнальные точки (позиции) модулированного сигнала на комплексной плоскости. Сигнальное созвездие строится только для линейных видов модуляции.

2.5 Спектр модулированного сигнала

Внешний вид окна отображения спектра модулированного сигнала показан на рис. 2.

На график выводится нормированное значение энергетического спектра модулированного сигнала. Энергетический спектр получается усреднением N квадратов амплитудных спектров реализаций модулированного сигнала. Величина N задаётся в настройках программы (см. 2.6).

По умолчанию спектр выводится в линейном масштабе.

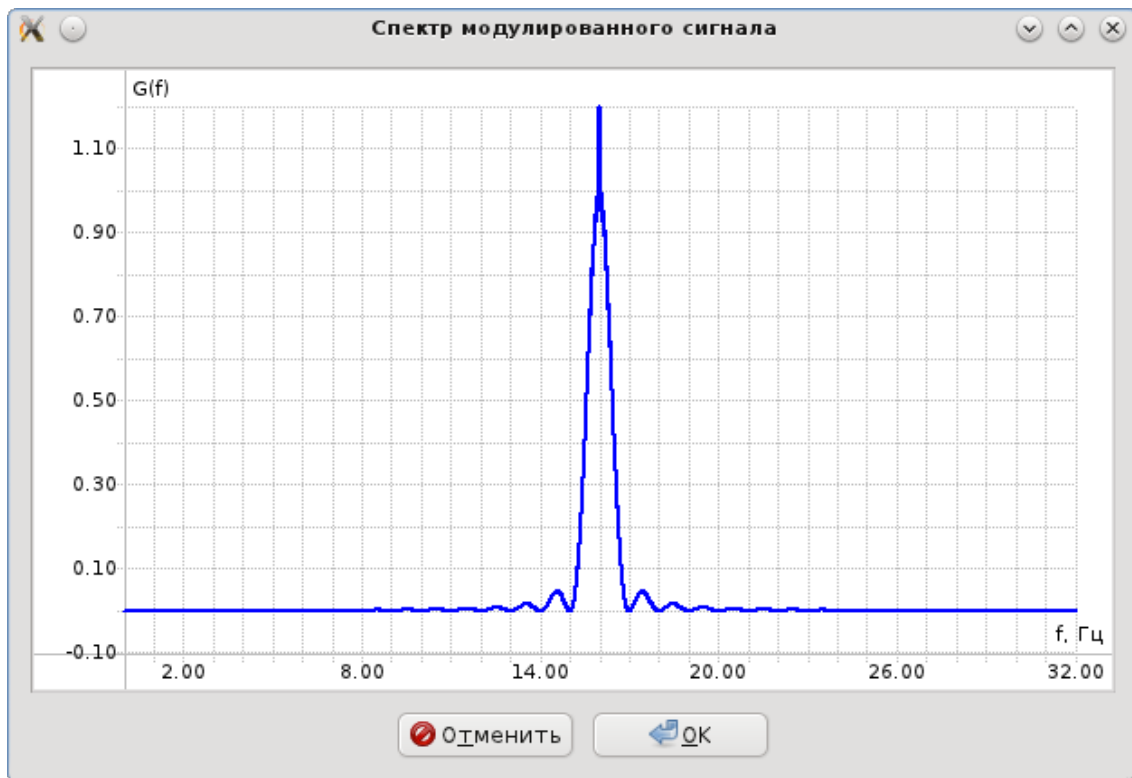


Рис. 2. Спектр модулированного сигнала

Правый клик мыши на изображении спектра вызывает контекстное меню:

- **Переключить масштаб (лин./лог.)** — переключает масштаб отображения: линейный (по умолчанию) или логарифмический.
- **Копировать в буфер обмена** — копировать текущее изображение в буфер обмена.
- **Сохранить в файл** — сохранить текущее изображение в файл.

- **Центрировать** — центрирует изображение под курсором мыши.
- **Уместить в окне** — отображает сигнал (спектр) целиком.
- **Увеличить** — увеличивает изображение.
- **Уменьшить** — уменьшает изображение.
- **Фиксировать отношение** — фиксирует отношение сторон изображения.
- **Управление мышью...** — выводит окно помощи со списком команд мыши.

2.6 Настройки программы

Внешний вид диалогового окна установки параметров программы показан на рис. 3.

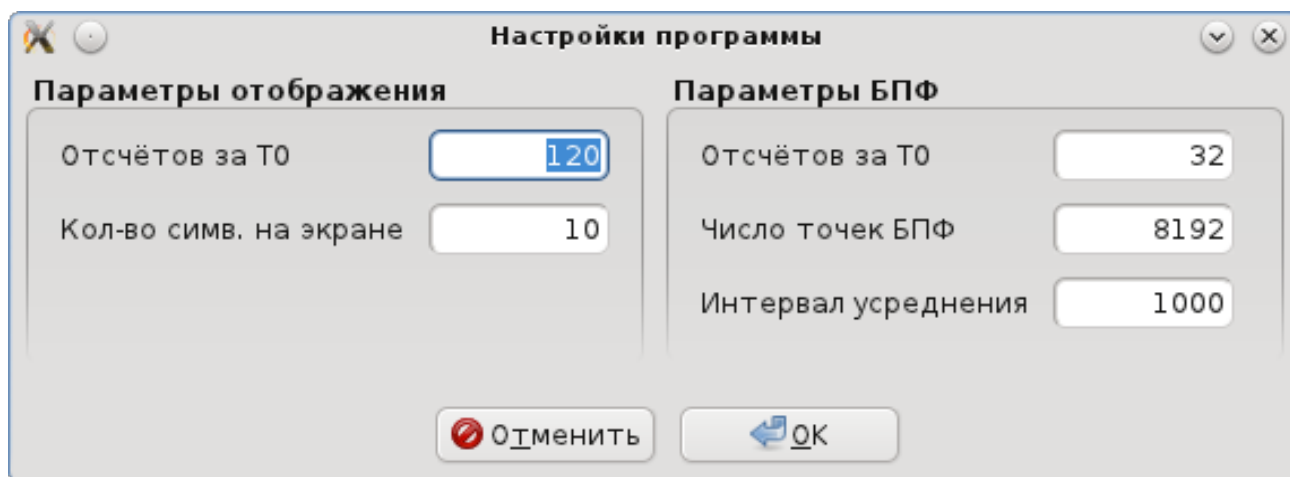


Рис. 3. Установка параметров программы

Параметры отображения:

- «Отсчётов за T_0 » — количество отсчётов на одном тактовом интервале T_0 .
- «Кол-во симв. на экране» — количество «символов» модулированного сигнала на экране, т.е. количество отображаемых тактовых интервалов T_0 .

Параметры БПФ:

- «Отсчётов за T_0 » — количество отсчётов на одном тактовом интервале T_0 .
- «Число точек БПФ» — размер массива БПФ.
- «Интервал усреднения» — количество усредняемых реализаций N .

© Чингаева А. М., 2013

© ФГБОУ ВПО ПГУТИ, 2013