

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского
Университетский профессиональный колледж**

**Низкочастотный DDS-генератор на базе
микроконтроллера ATmega8535
с управлением по USB-интерфейсу**

Выполнил студент
Кукузей Д.А.

Омск 2018

Прямой цифровой синтез сигналов

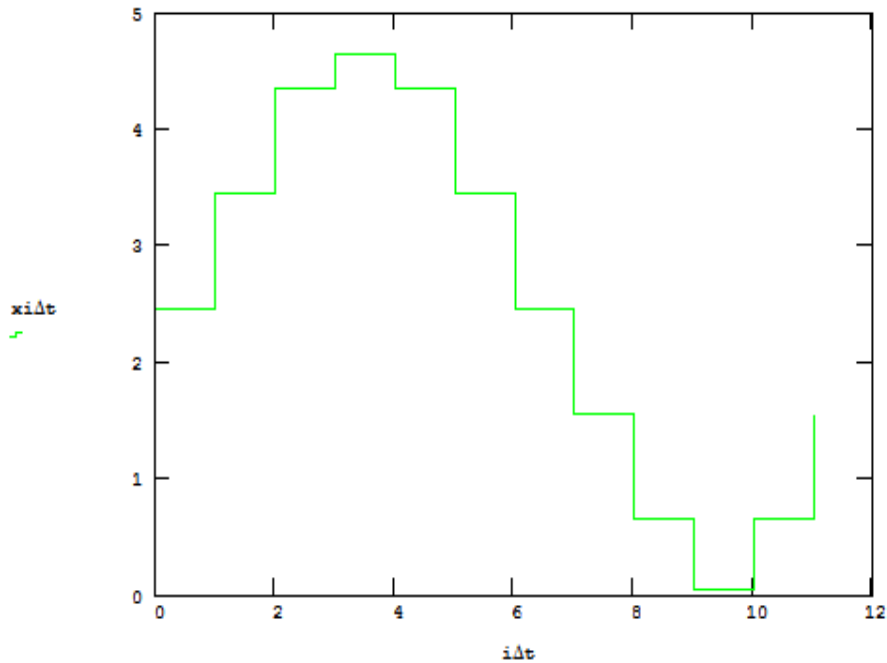


Рис. 1. Представление сигнала в виде дискретных отсчетов

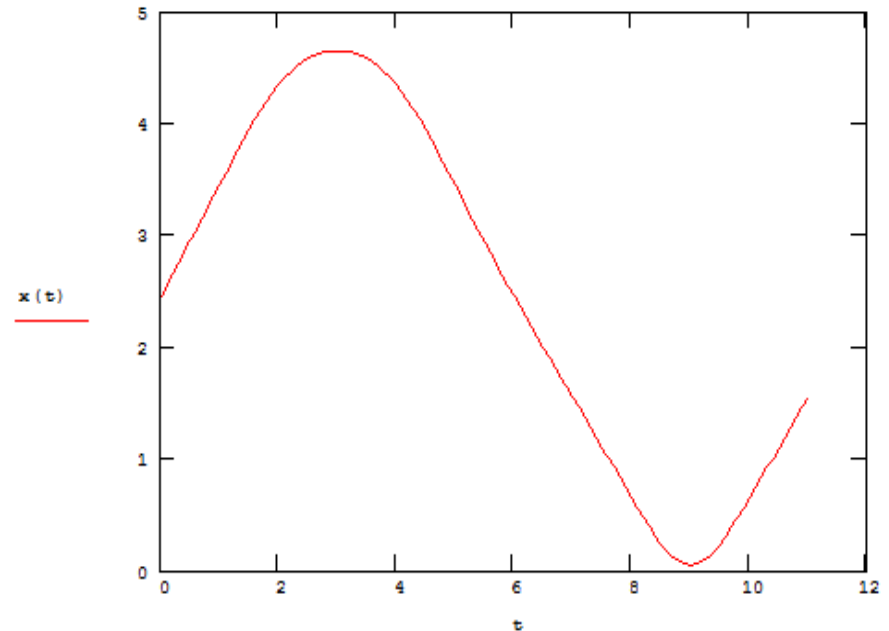
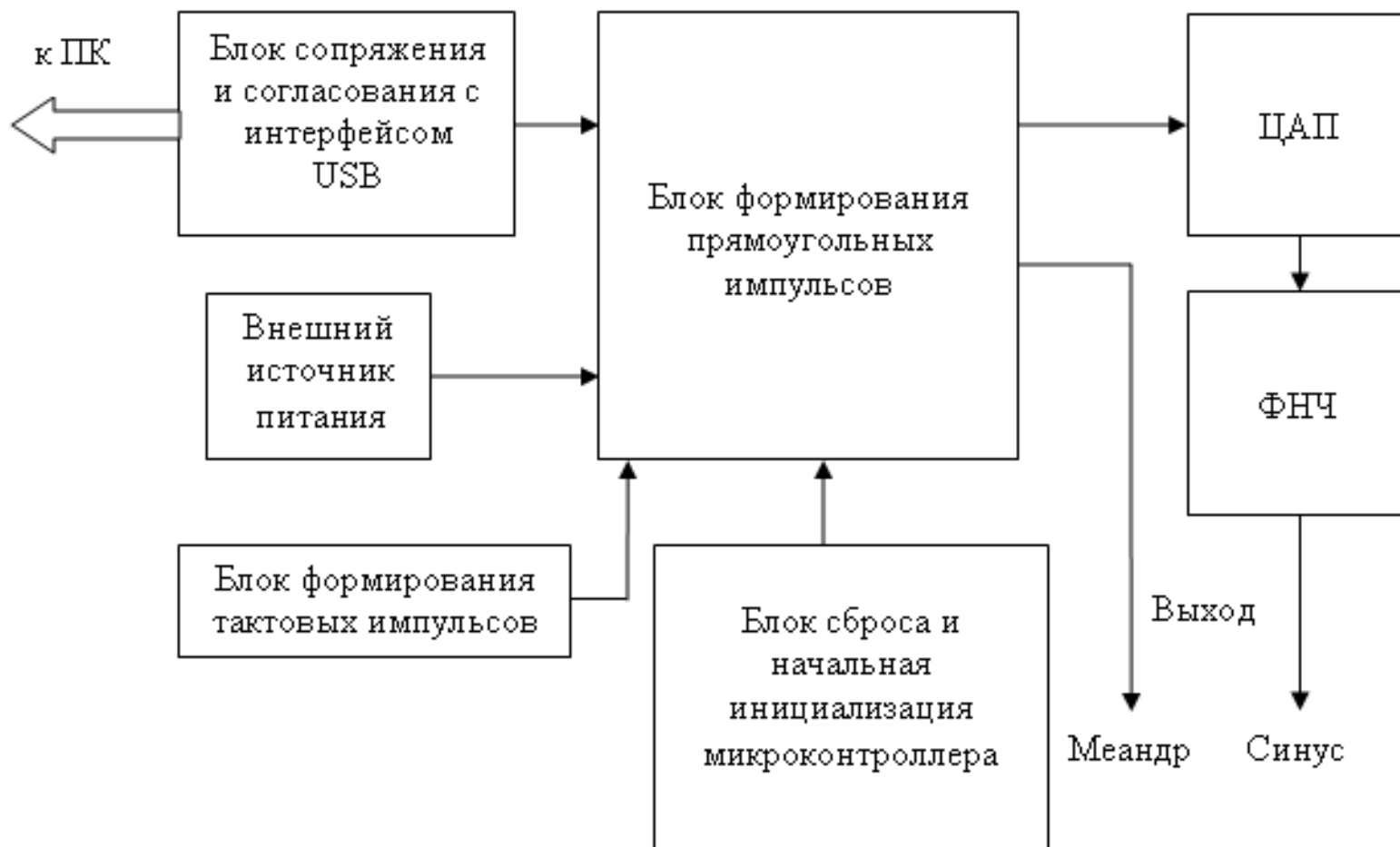
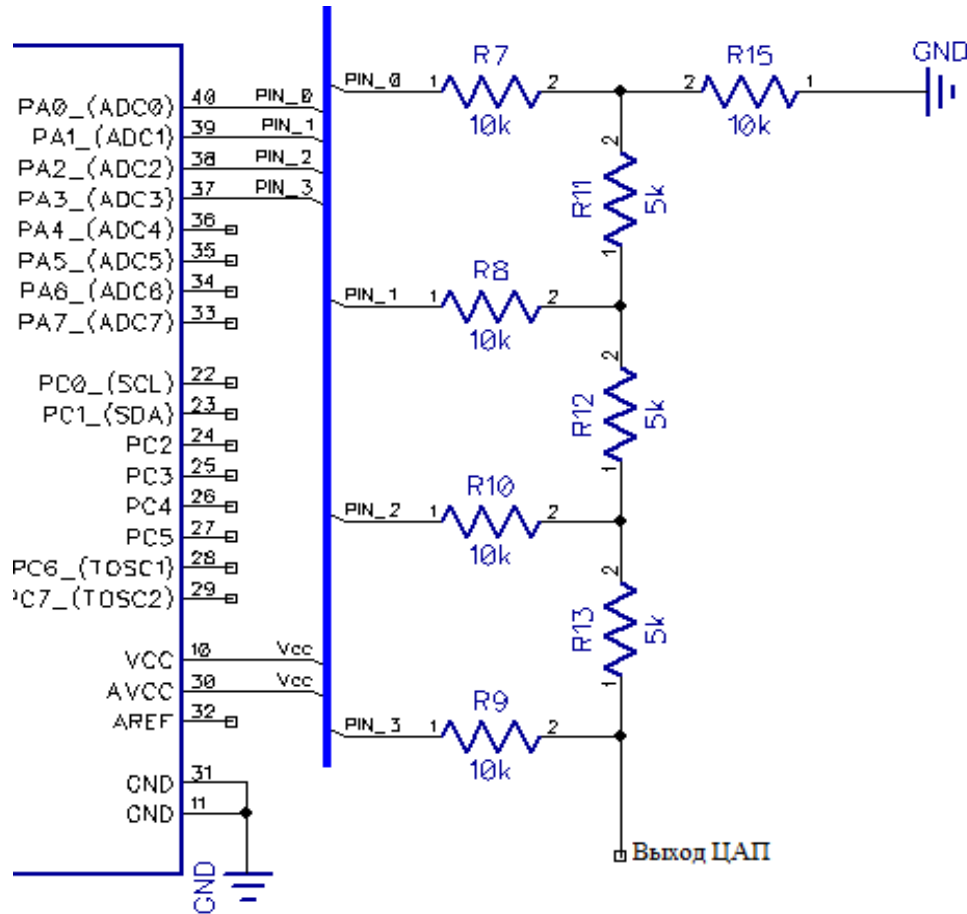


Рис.2. Восстановление сигнала по его дискретным отсчетам

Структурная схема DDS генератора



ЦАП



ЦАП состоит из матрицы резисторов R2R.

Разрядность составляет 4 бит, что равно 16 различным комбинациям выходных напряжений.

Матрица ЦАП подключается к регистру ввода-вывода A.

Модель синусоидального сигнала

M – массив мгновенных значений напряжений сигнала модели

$M := (2.45 \ 3.45 \ 4.35 \ 4.65 \ 4.35 \ 3.45 \ 2.45 \ 1.55 \ 0.65 \ 0.05 \ 0.65 \ 1.55)$

G – массив кодов ЦАП хранящихся в ПЗУ

$G := (0x08 \ 0x0B \ 0x0E \ 0x0F \ 0x0E \ 0x0B \ 0x08 \ 0x05 \ 0x02 \ 0x00 \ 0x02 \ 0x05)$

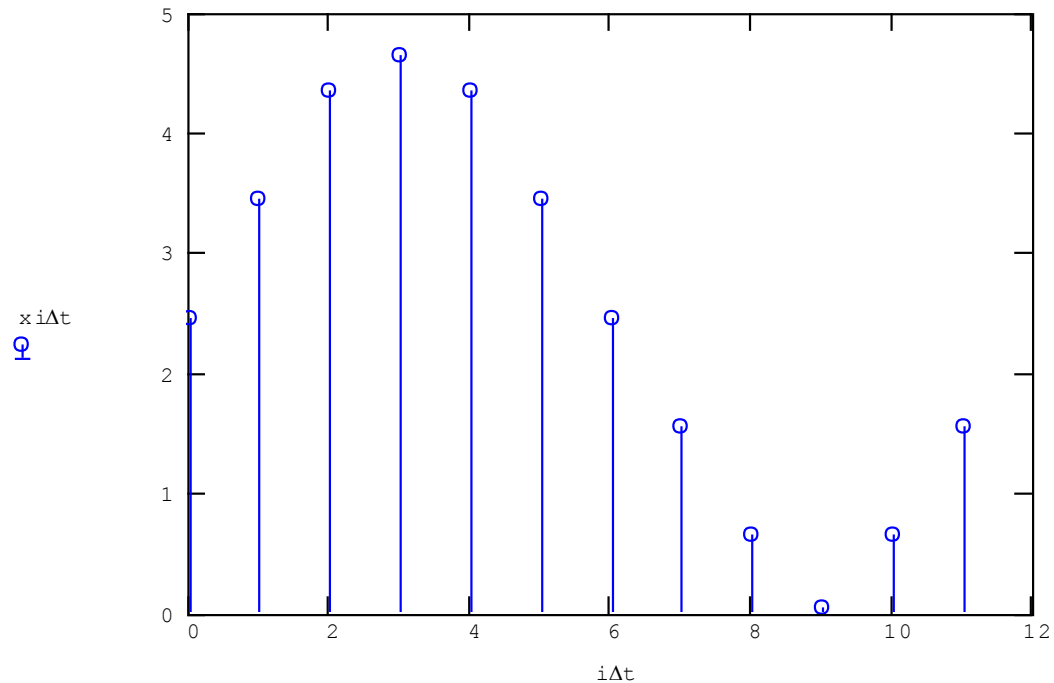


Рис.3. Представление аналогового сигнала

Блок формирования дискретных импульсов

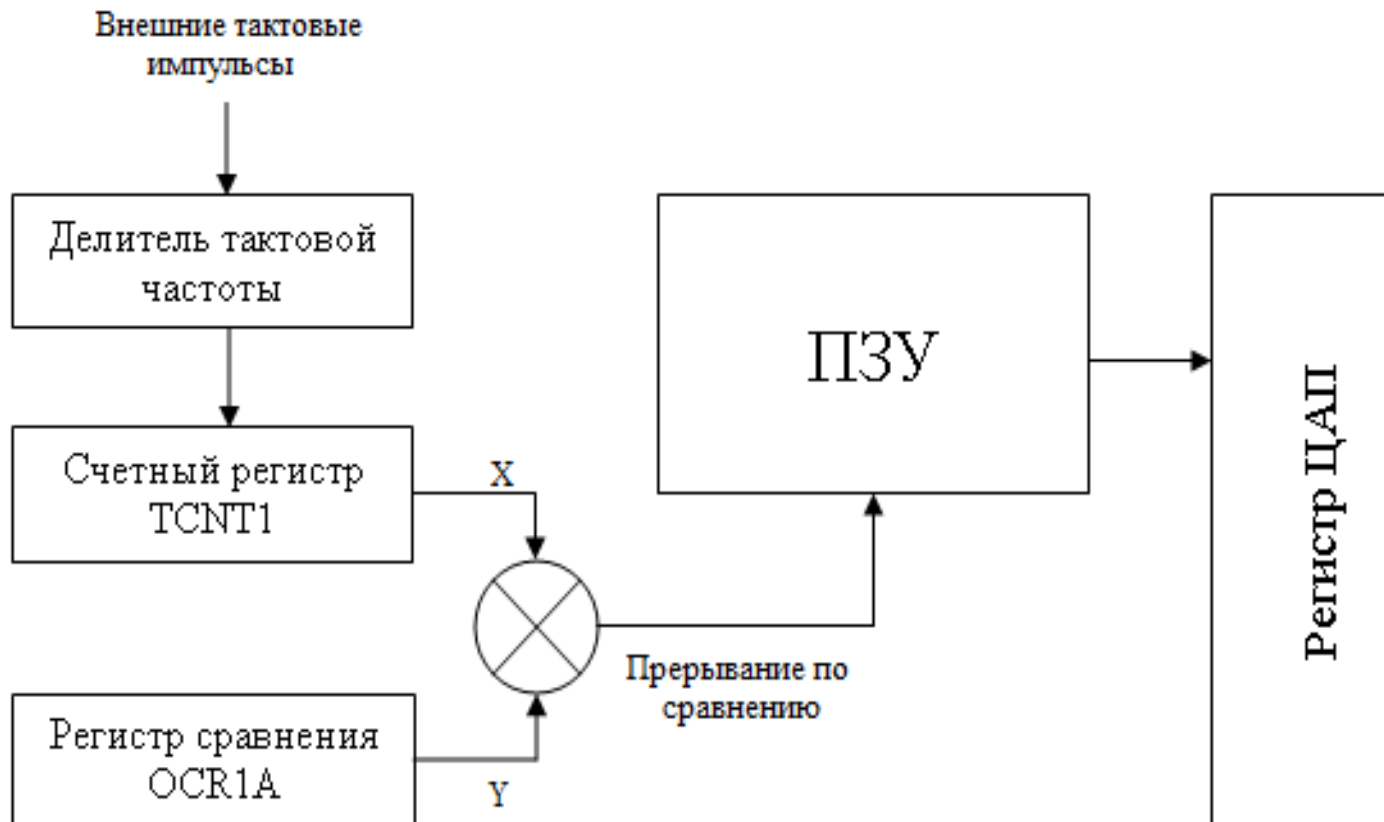


Рис. 4. Функциональная схема дискретного блока

Алгоритм программы блока формирования прямоугольных импульсов

Реализован аппаратно

X, Y

НЕТ

ДА

X = Y

Реализован программно

ArrayCounter + 1

ArrayCounter = 12

ДА

НЕТ

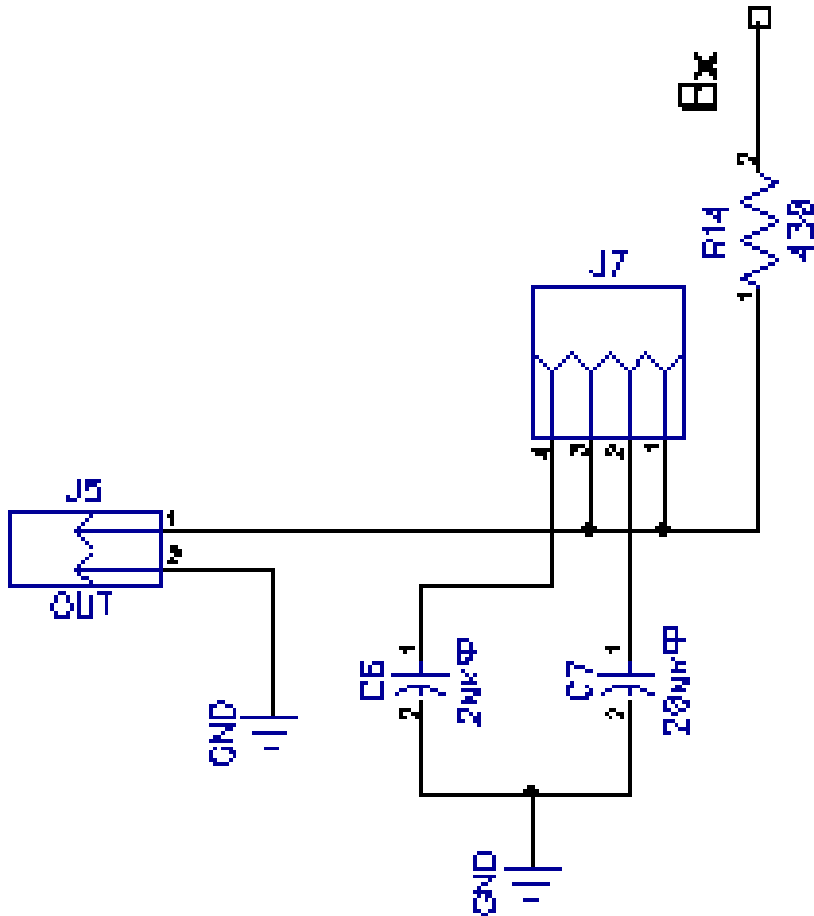
ArrayCounter = 0

PORTA = Sin[ArrayCounter]

Sin[ArrayCounter] – массив значений регистра ЦАП (мгновенные значения напряжения сигнала синус)

ArrayCounter – индекс массива.

Фильтр нижних частот



Условие интерполяции:

$$\tau > \Delta T$$

Рис. 5. Принципиальная схема блока ФНЧ

Сопряжение генератора с шиной USB

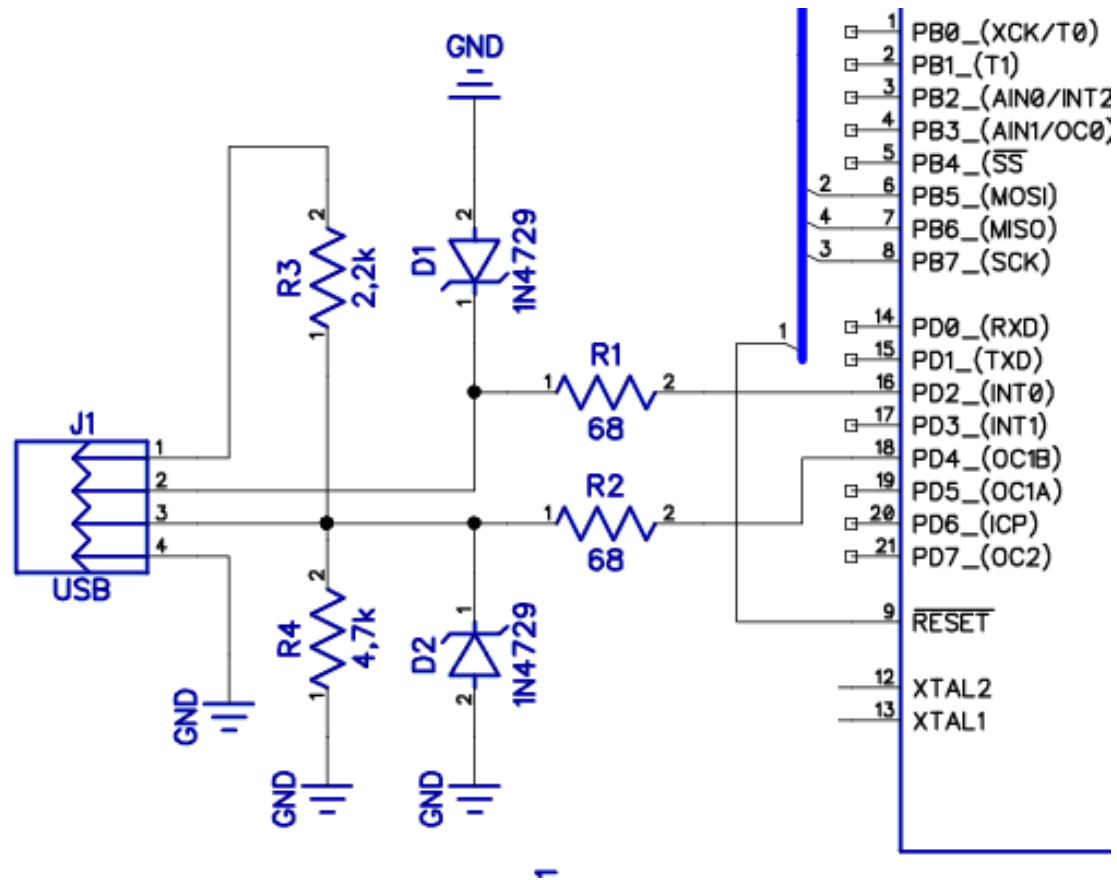


Рис.6. Принципиальная схема блока сопряжения с USB

Программа вычисление параметров МК

Значение регистра сравнения находится по формуле 1.

$$n = \frac{F_{CLK}}{N \cdot k \cdot F_{OUT}} - 1 \quad (1)$$

После, значение коэффициентов сравнивается с требуемой частотой генерации по формуле 2.

$$F_{OUT} = \frac{F_{CLK}}{N \cdot k \cdot (n - 1)} \quad (2)$$

КПМК

Тип сигнала

Синусоидальный

Цифровой

Частота

0 Гц

Параметры МК

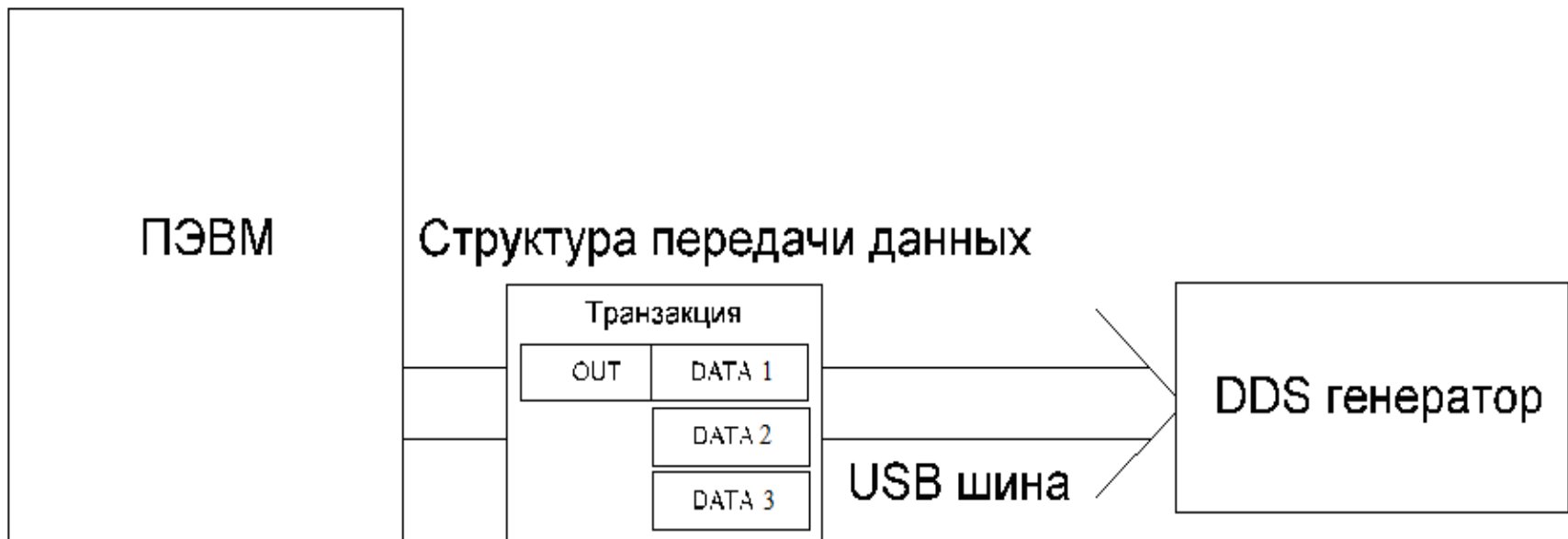
k 1

n 0

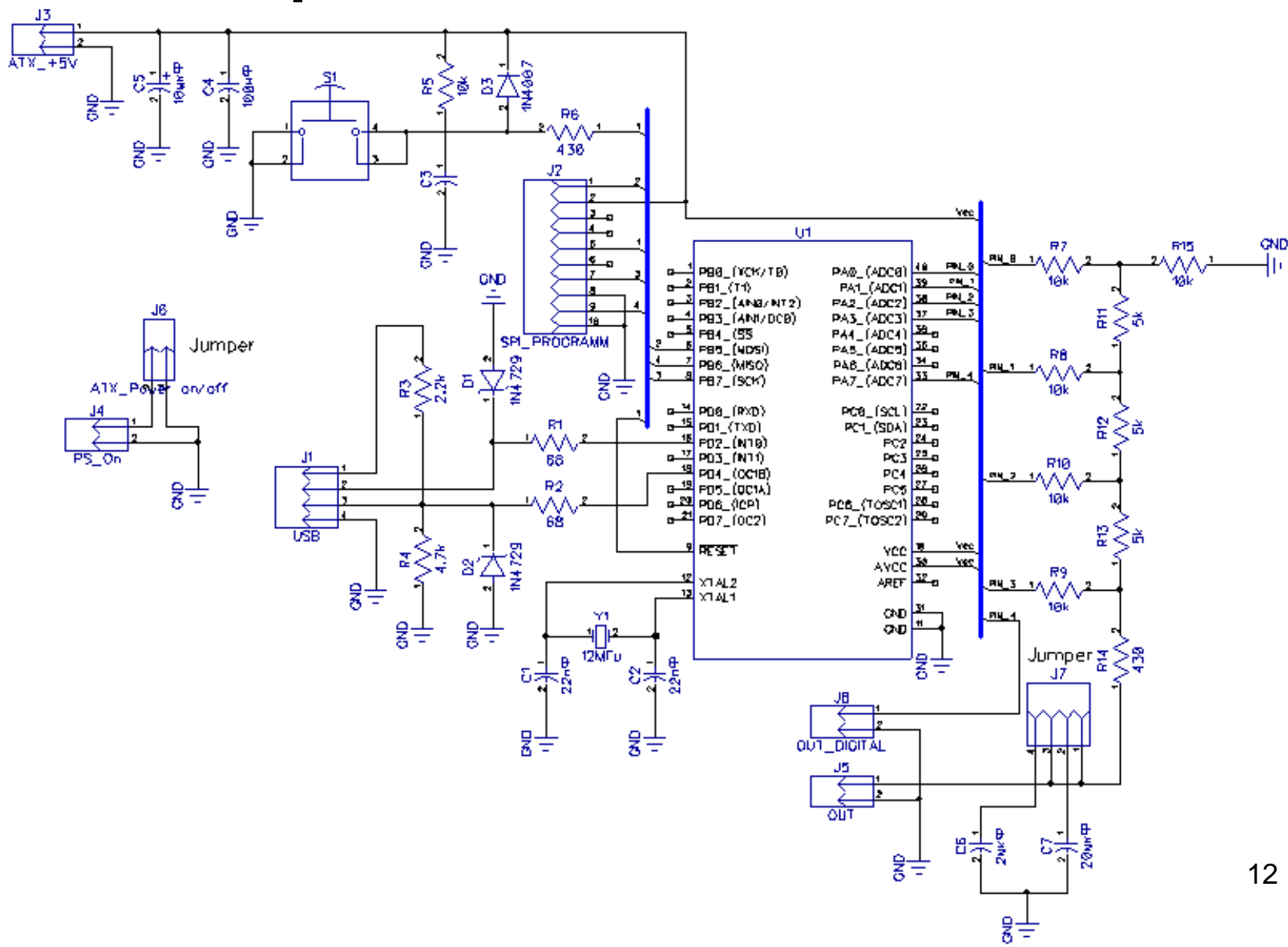
Вычисление

Информационное поле

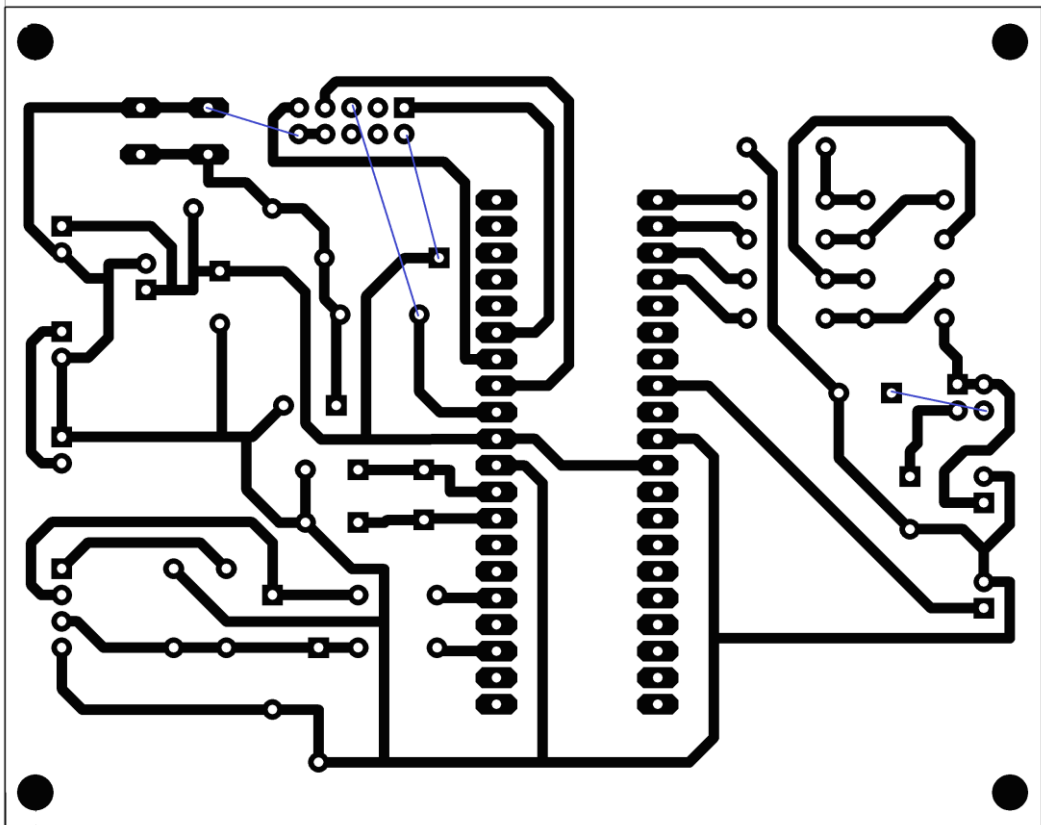
Передача данных устройству по USB-интерфейсу



Принципиальная схема



Топология ПП



ПП разрабатывалась при помощи САПР DipTrace.

Диаметр переходных отверстий: 1 мм.

Ширина проводников: 1 мм.

Диаметр контактных площадок: 2мм.

Количество слоев: 1

ШхГхВ: 100x79x1,5

Толщина платы: 1мм

Материал платы: стеклотекстолит

Рис.7. Эскиз печатного рисунка топологии со связями

Монтажная схема

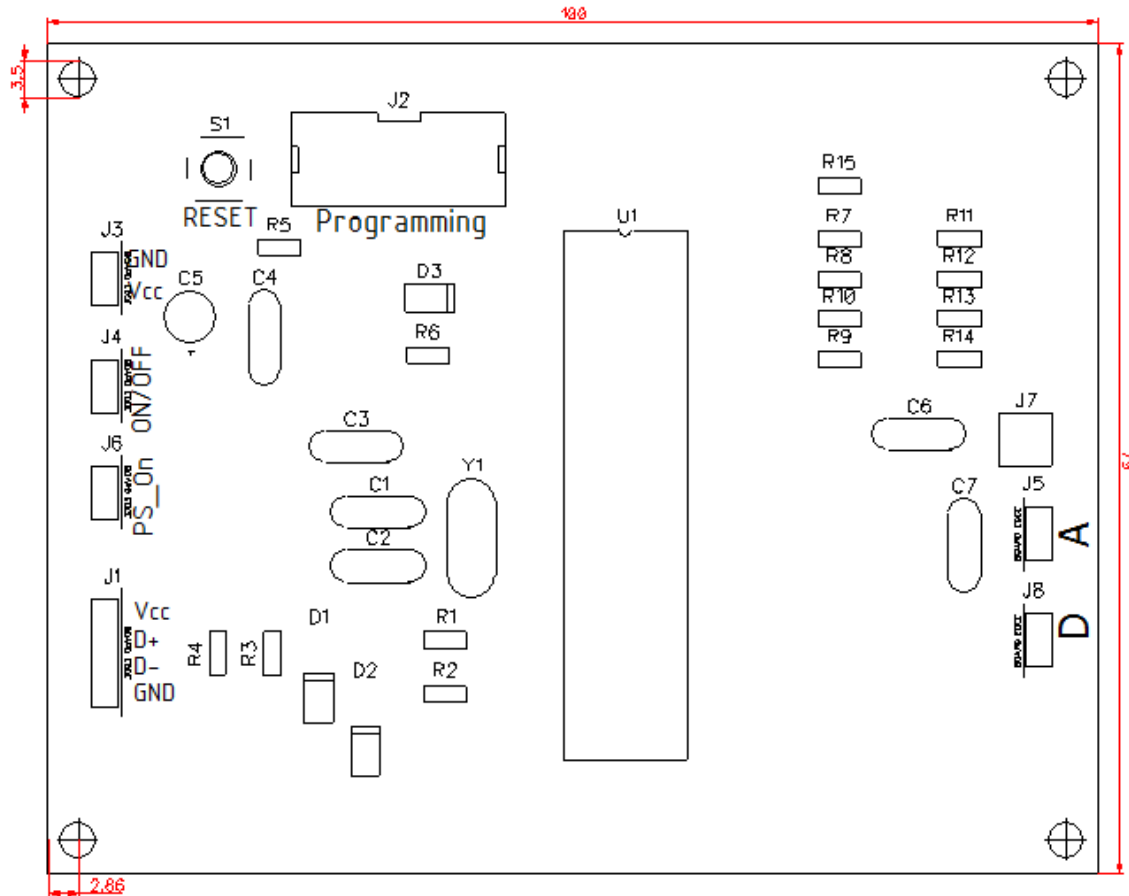
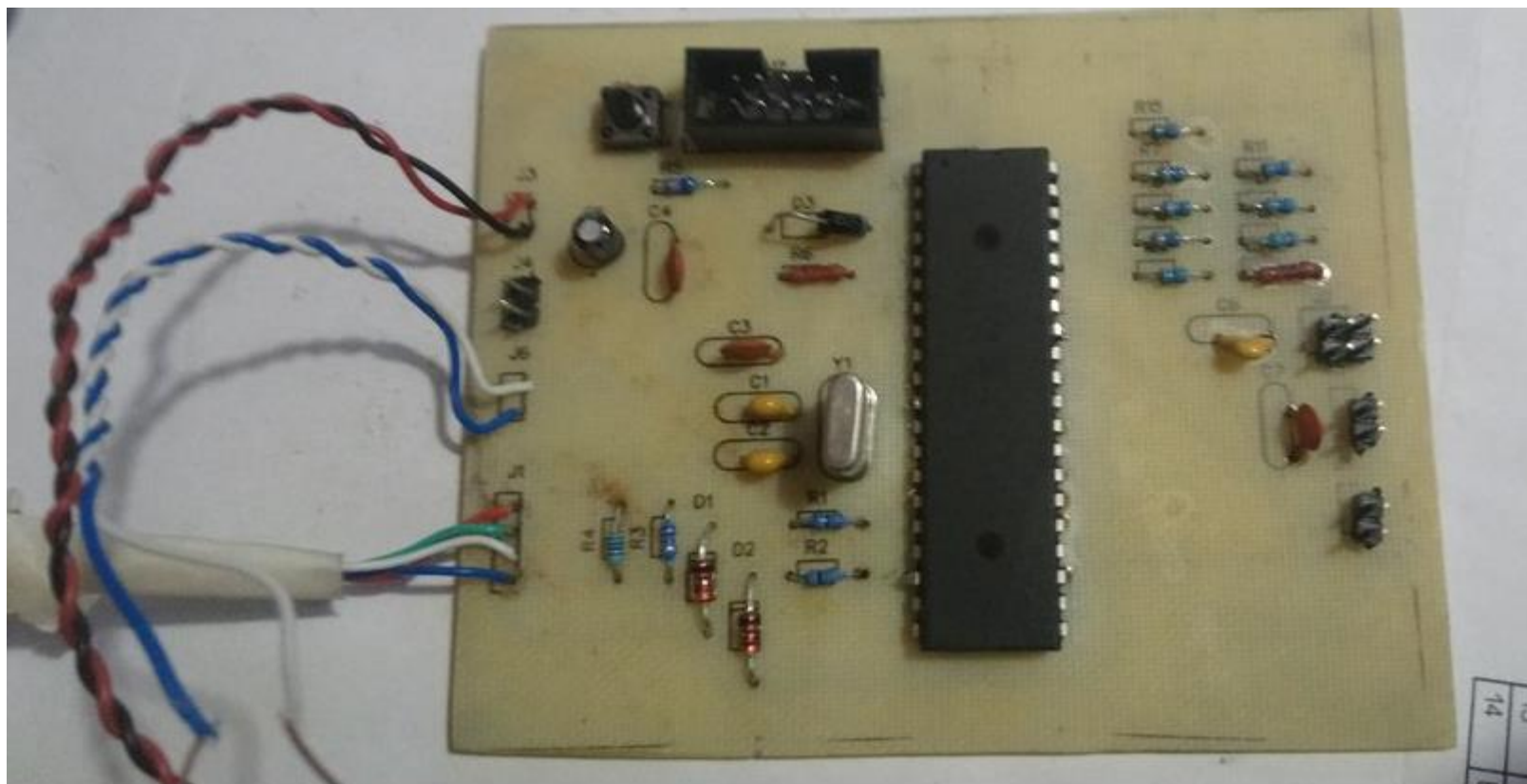


Рис.8. Эскиз монтажной схемы

Опытный образец



Результаты тестовых испытаний

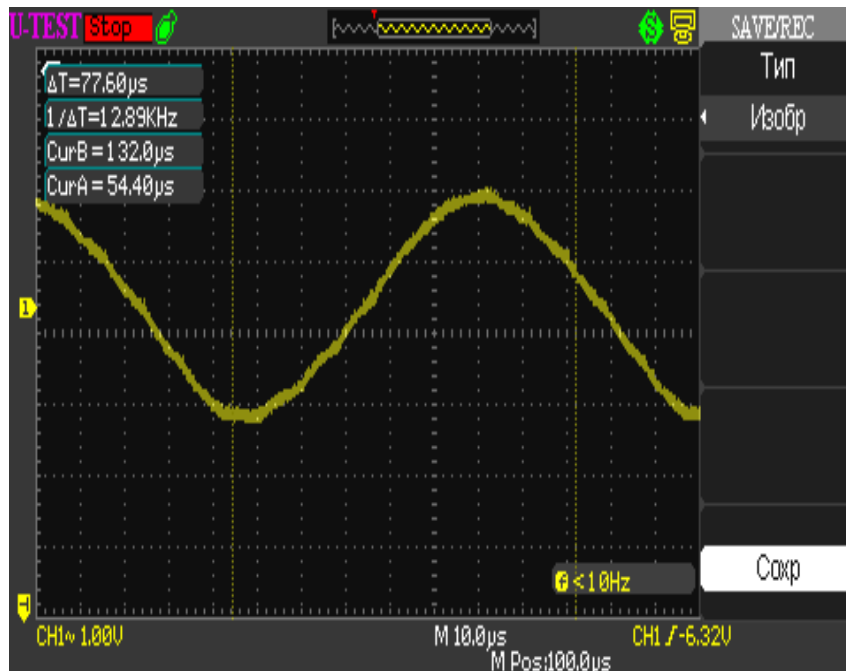


Рис.9. Синтез аналогового сигнала частотой 10кГц

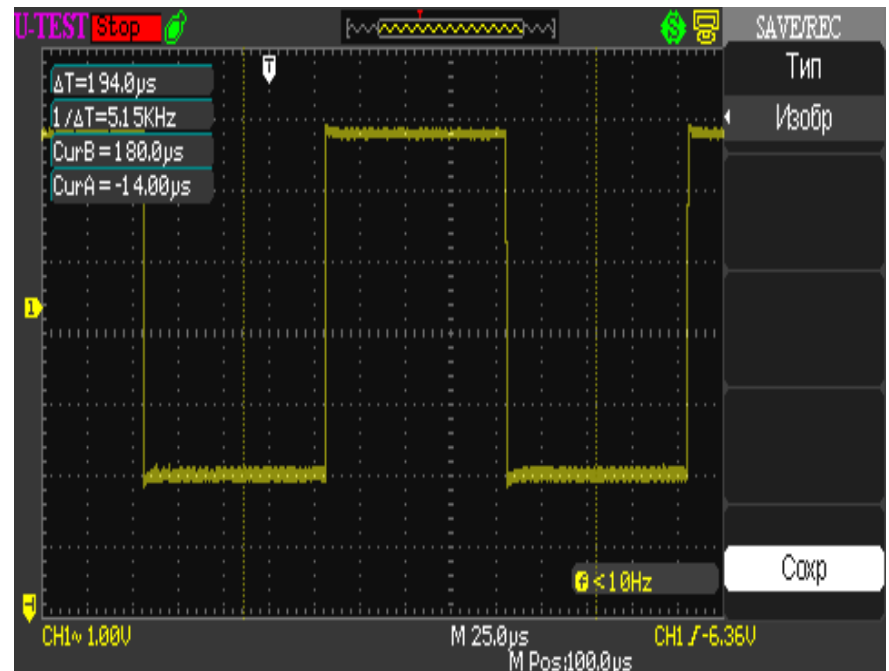


Рис.10. Синтез меандра с частотой 10кГц

Тактико-технические характеристики

- Формы выходных сигналов: синусоидальный, меандр
- Диапазон: 10Гц - 10кГц
- Амплитуда: 4.9 В
- Вертикальное разрешение ЦАП: 4 бит
- Напряжение питания +5 В
- Потребляемый ток: 200 мА
- Частота опорного генератора: 12 МГц
- Интерфейс сопряжения с ПЭВМ: USB
- ШхГхВ: 100x79x15

Спасибо внимание!