

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Приднестровский Государственный Университет им. Т.Г. Шевченко»



Физико-математический факультет  
Кафедра «Твердотельной электроники и микроэлектроники»

**Разработка функционального генератора на основе  
микроконтроллера**

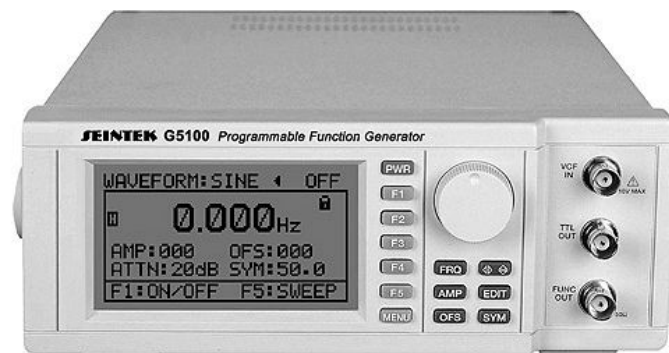
**Работу выполнил:**  
**Студент 4 курса 413 группы ФМФ**  
**Дротенко Валерий Дмитриевич**

**Научный руководитель:**  
**ст.преподаватель, кафедры ТТЭМ**  
**Чукита Виталий Исакович**

# Актуальность

Функциональные генераторы сигналов являются одним из основных средств, предназначенных для технического обслуживания, ремонта, проведения измерений и исследований в различных областях науки, промышленности и связи. От него требуется высокая стабильность и точность, регулируемость выходного сигнала, способность генерировать колебания заданной формы.

Современные функциональные генераторы строятся на основе технологии прямого цифрового синтеза сигналов (DDS). Переход к цифровым методам синтеза сигналов позволяет добиться значительного расширения диапазона частот, повышения стабильности частоты и задания сигналов любой формы. Поэтому разработка функционального генератора на основе микроконтроллера является весьма актуальной задачей.

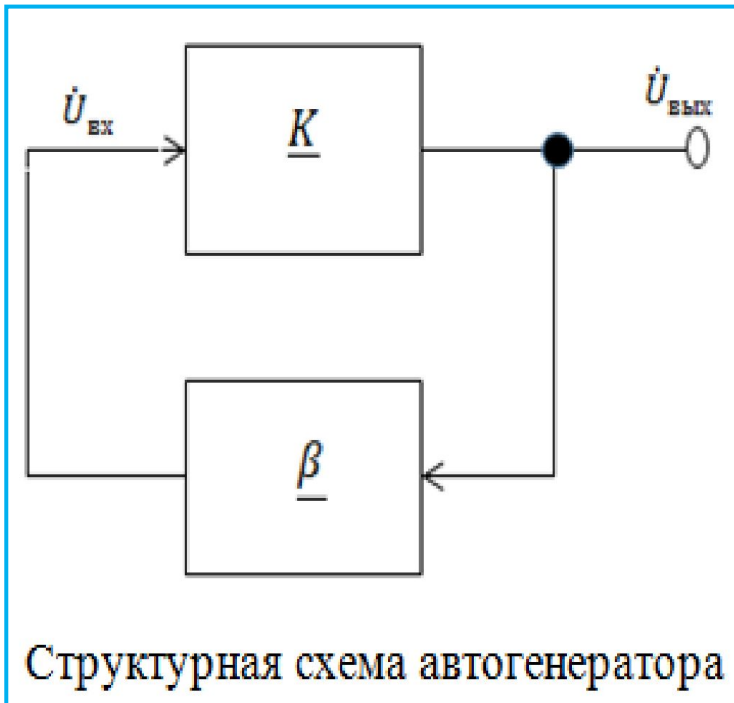


# Цели

Ввиду актуальности решаемой задачи перед нами поставлены следующие цели:

- Разработать и изготовить функциональный генератор на микроконтроллере, который будет генерировать колебания заданной формы;
- диапазон генерируемых частот от 1 Гц ÷ 50 кГц;
- регулируемый уровень выходного сигнала 0 ÷ 5 В.
- нестабильность частоты -  $\sim 10^{-3}$ .

# Условия самовозбуждения автогенератора



$$\dot{U}_{\text{ВЫХ}} = \underline{K} \dot{U}_{\text{ВХ}} \quad (1)$$

$$\dot{U}_{\text{ВХ}} = \underline{\beta} \dot{U}_{\text{ВЫХ}} \quad (2)$$

Подставив выражение (2) в (1), получим

$$\dot{U}_{\text{ВЫХ}} = \underline{\beta} \underline{K} \dot{U}_{\text{ВЫХ}} \quad (3)$$

следовательно,

$$\underline{K} \underline{\beta} = 1 \quad (4)$$

Выражение (4) можно представить в виде

$$|\underline{K}| e^{j\varphi} |\underline{\beta}| e^{j\psi} = 1 \quad (5)$$

Равенство (5) выполняется при следующих условиях:

$$|\underline{K}| |\underline{\beta}| = 1, \quad (6)$$

$$\varphi + \psi = 2\pi n; \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad (7)$$

где  $|\underline{K}|$  и  $|\underline{\beta}|$  – модули коэффициентов усиления и передачи соответственно усилителя и звена обратной связи, а  $\varphi$  и  $\psi$  – аргументы этих коэффициентов.

# Параметры основных характеристик функциональных генераторов мировых фирм

Марка генератора	Диапазон частот	Диапазон выходных напряжений	Нестабильность частоты
VC2003	1 Гц ÷ 3 МГц	5 мВ ÷ 8 В (при нагрузке 50 Ом)	не более $5 \cdot 10^{-5}$
AFG3101	1 мГц ÷ 100 МГц	20 мВ ÷ 10 В (при нагрузке 50 Ом)	$10^{-6}$
AFG3251	1 мГц ÷ 240 МГц	50 мВ ÷ 5 В (до 200 МГц) 50 мВ ÷ 4 В (свыше 200 МГц)	$10^{-6}$

# Выводы и постановка задачи

На основе литературного обзора установлено, что амплитуда, частота и фаза являются основными параметрами и характеристиками выходного сигнала функциональных генераторов. Функциональные генераторы на дискретных элементах помимо своей простоты и дешевизны обладают некоторыми недостатками, в частности:

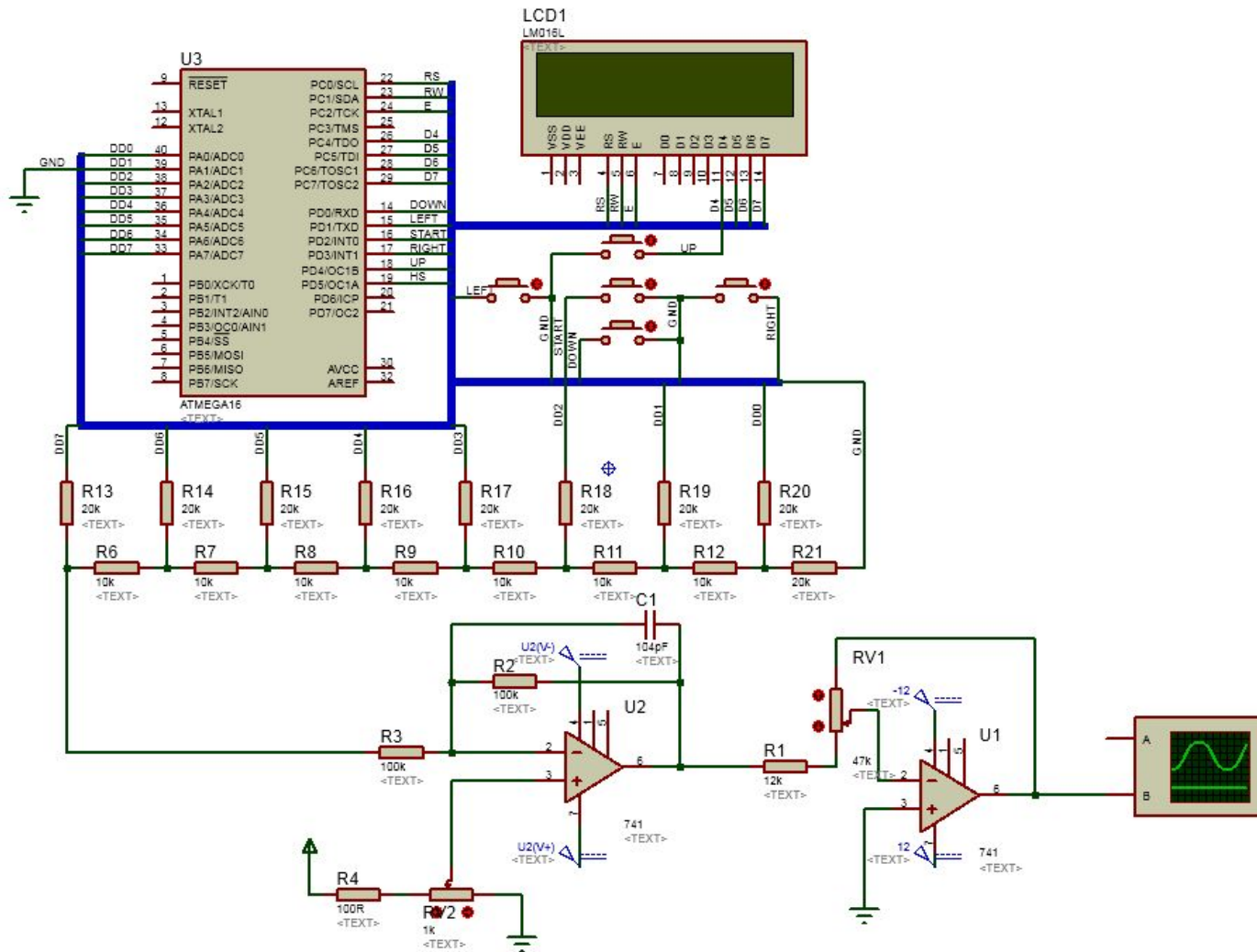
- узкий частотный диапазон;
- низкая стабильность электрических параметров;
- низкая точность выходного сигнала.

Эти недостатки зависят от разброса технологических параметров дискретных элементов, от температурных воздействий. С учетом этого принято решение разработать функциональный генератор на основе микроконтроллера, у которого параметры выходного сигнала определяются технологией прямого цифрового синтеза. Это позволит улучшить параметры и характеристики разрабатываемого функционального генератора.

# Структурная схема функционального генератора на микроконтроллере

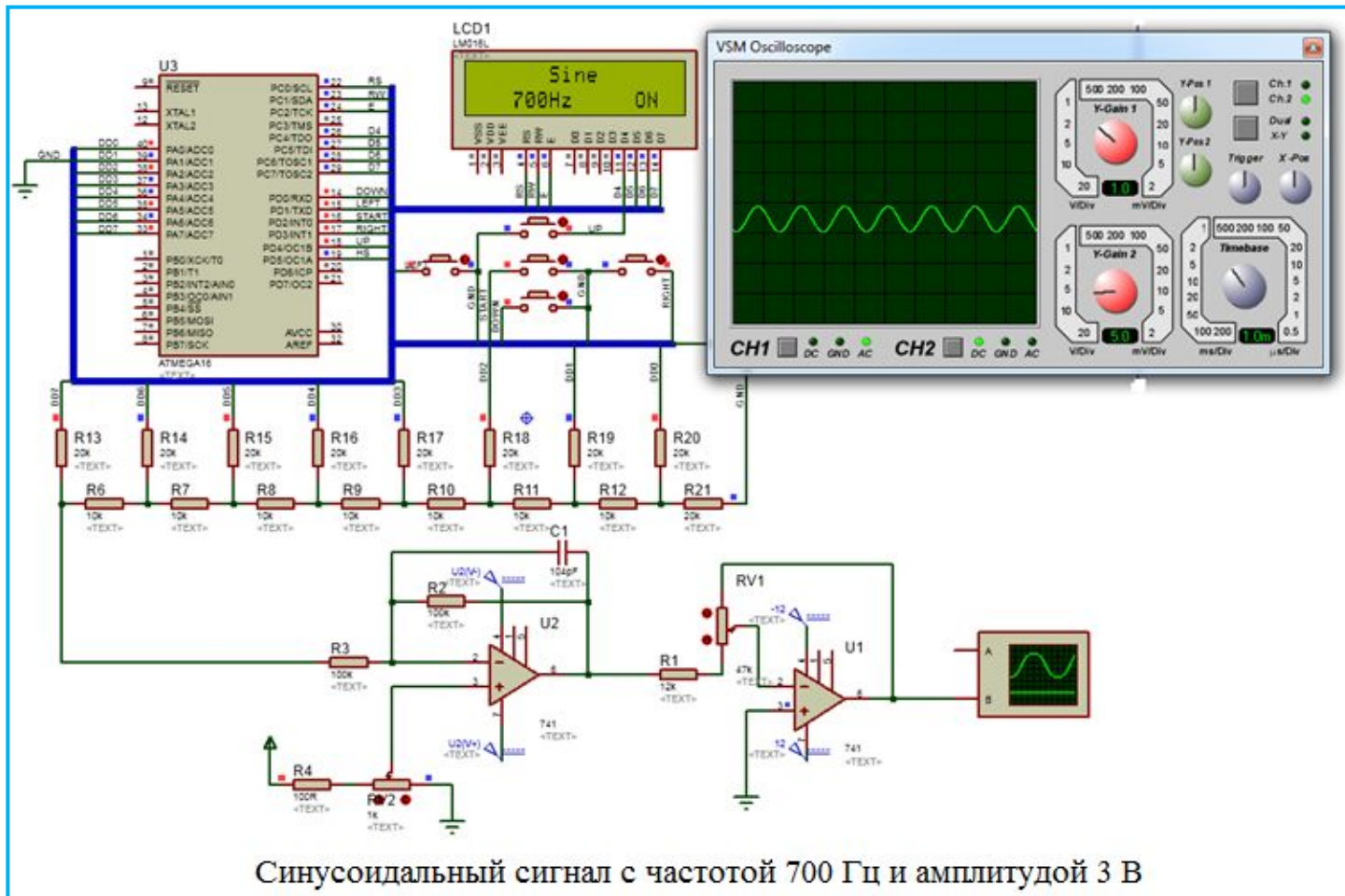


# Принципиальная схема функционального генератора на микроконтроллере



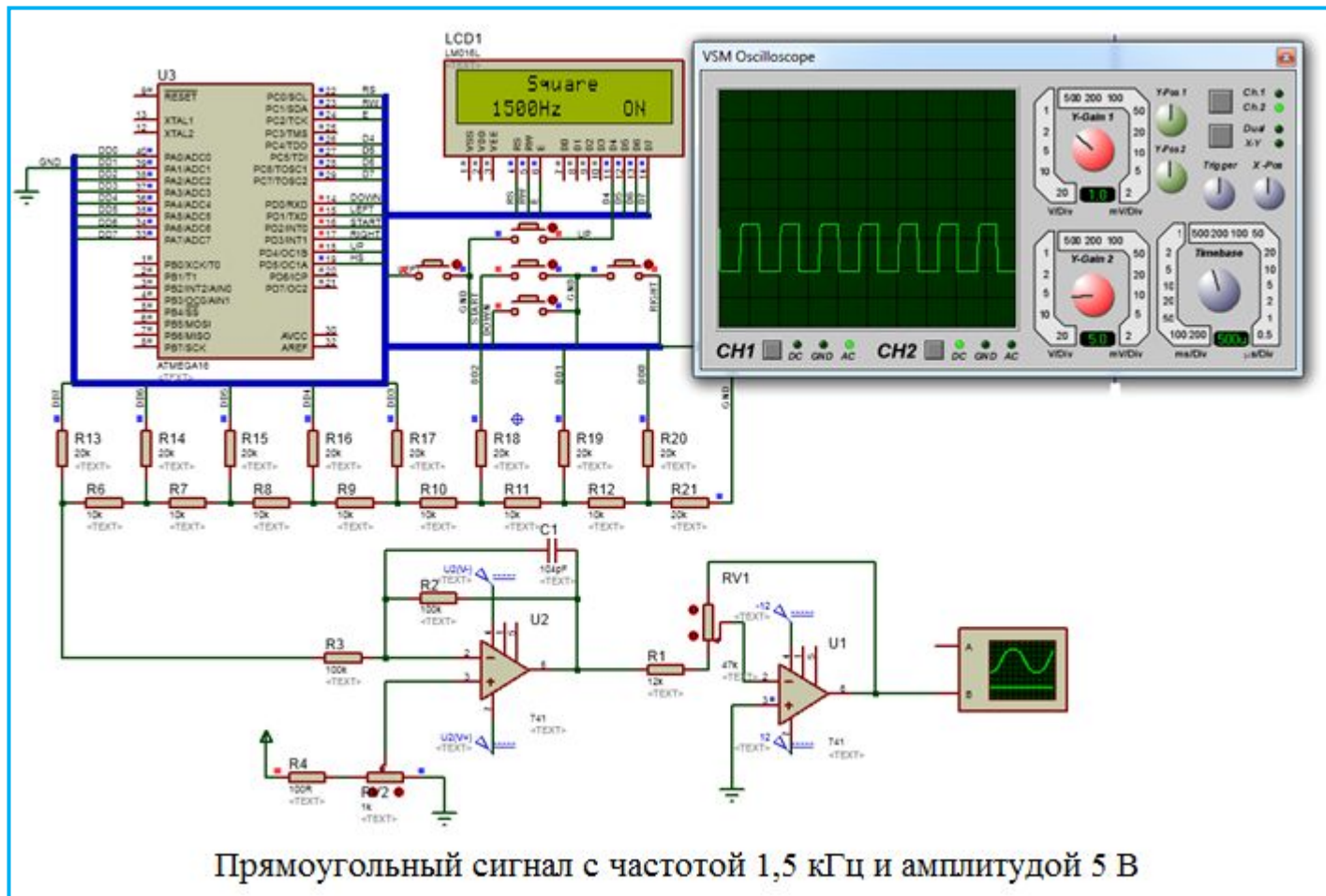


# Режим генерации синусоидального сигнала

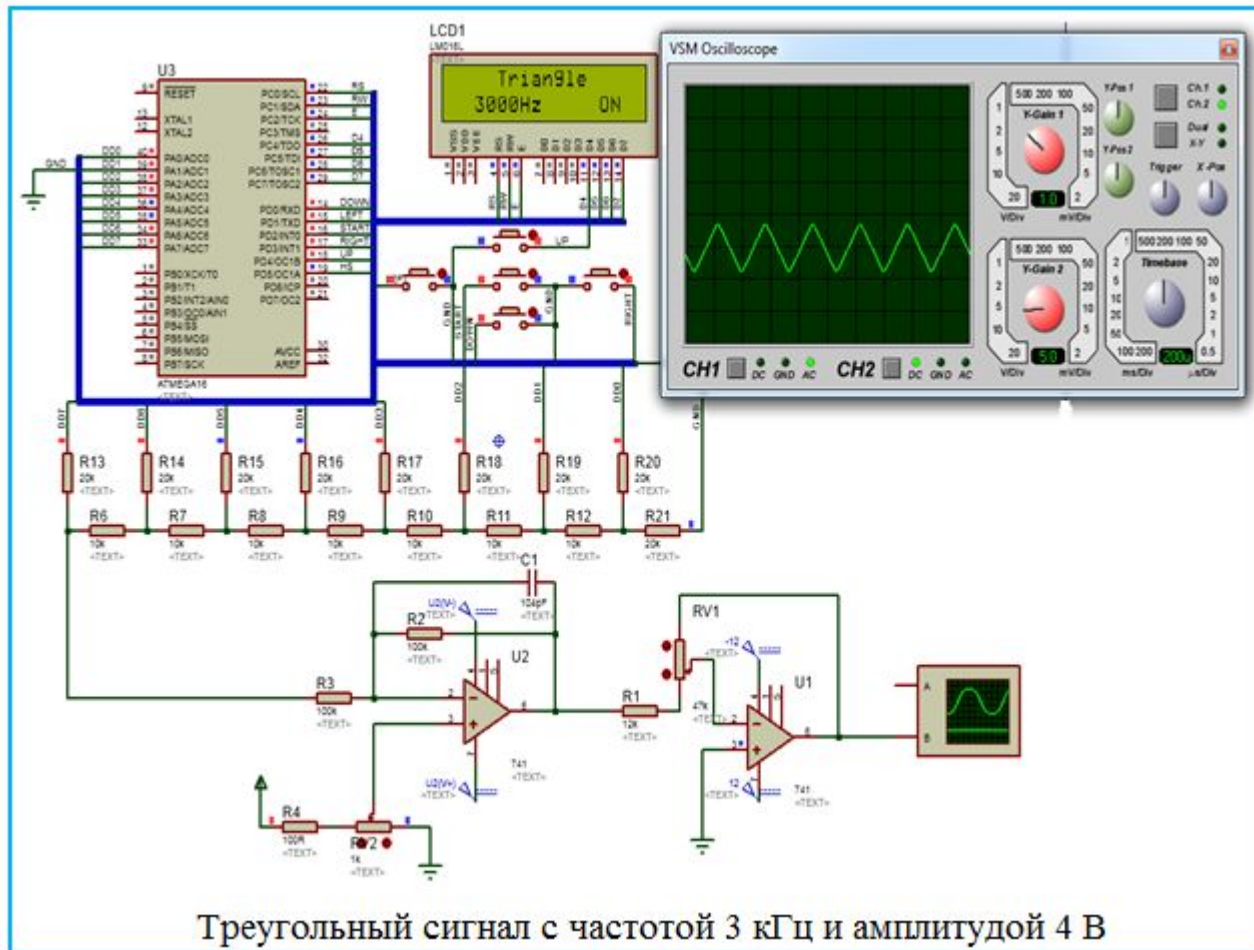


Синусоидальный сигнал с частотой 700 Гц и амплитудой 3 В

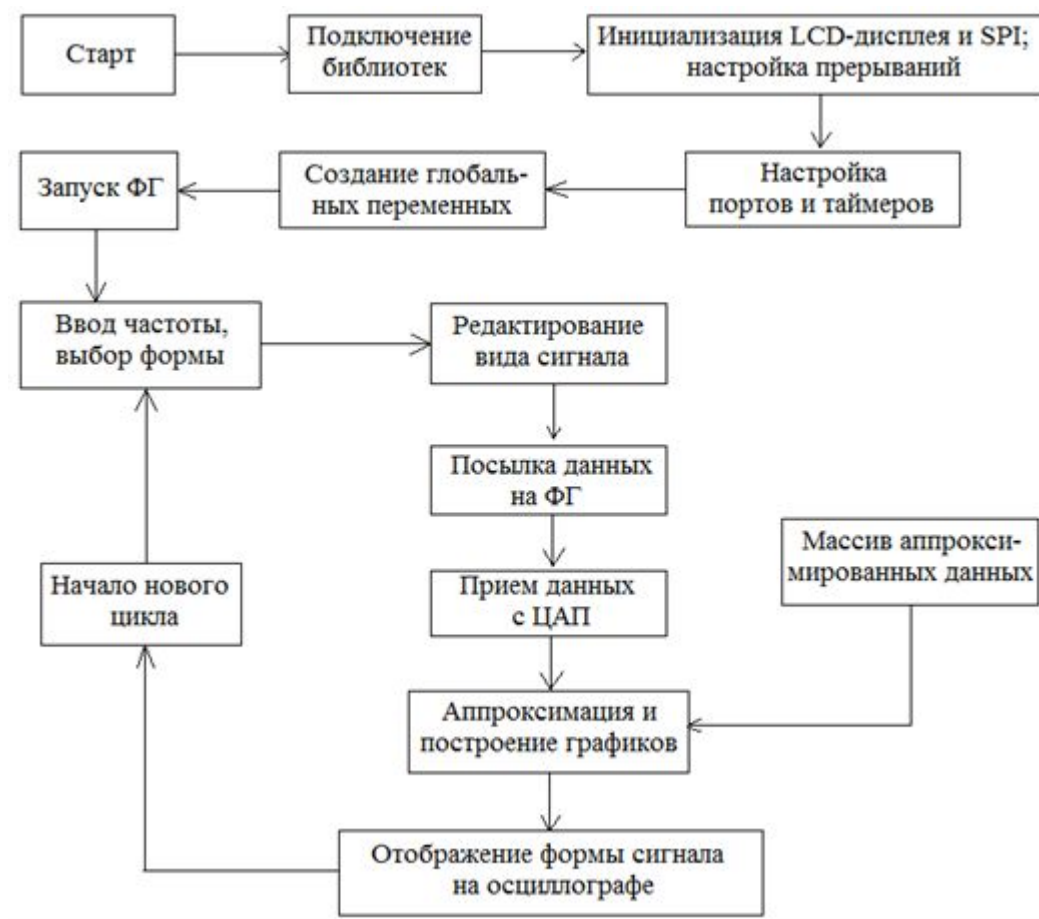
# Режим генерации прямоугольного сигнала



# Режим генерации треугольного сигнала



# Алгоритм программного обеспечения функционального генератора



# Заключение

Таким образом, изучен литературный обзор по данной тематике. Разработана структурная и принципиальная схемы функционального генератора. В программной среде Proteus проведено исследование функционального генератора в трех режимах (синусоидальном, прямоугольном и треугольном).

Функциональный генератор имеет следующие электрические параметры:

- Диапазон частот – 1 Гц ÷ 60 кГц;
- Амплитуда сигнала – 0 ÷ 5 В;
- Нестабильность частоты -  $\sim 7 \cdot 10^{-4}$ .

На языке C++ разработано программное обеспечение функционального генератора. Разработанное устройство позволяет исследовать электрические параметры аналоговых сигналов. Поставленные перед нами задачи были выполнены.

**Спасибо за внимание!!**