

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ**

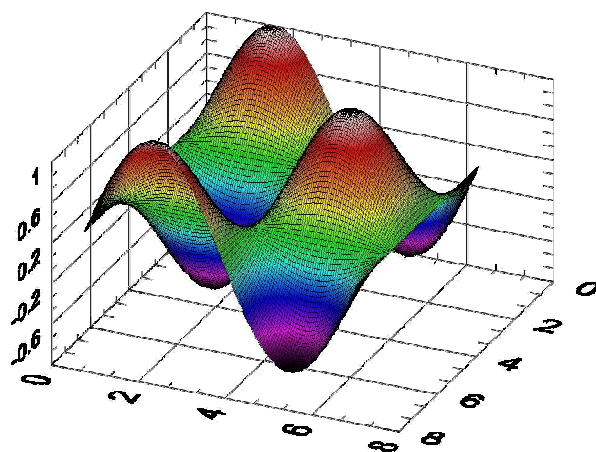
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра  
«Микропроцессорная техника и информационно-управляющие  
системы»**

**М. В. НАФТОЛЬСКИЙ, В. В. ШЕВЦОВ**

**СПЕЦИЗМЕРЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА**

**Лабораторный практикум**



**Гомель 2016**

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**

### **ФУНКЦИИ ГЕНЕРАЦИИ, ВВОДА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В LABVIEW**

**Цель работы:** Изучение функций LabVIEW для ввода и обработки данных во временной и частотной области

**Задание 1.** Создать генератор сигналов заданной длительности с числом выборок 50, частотой 10 Гц, амплитудой равной 2, постоянным смещением, равным 1 и начальным значением фазы равным  $\pi/2$ . Подать выходной сигнал на однолучевой осциллограф, данные сохранить в виде файла в Excel, построить график и описать свойства сигнала.

**Задание 2.** Использовать генератор, созданный по заданию 1 для моделирования входных сигналов системы регулирования. Создать систему и программу ее тестирования. Добавить к входному сигналу случайный гауссовский шум с амплитудой равной 1, запустить программу и проанализировать изменение спектра выходного сигнала.

#### **Основные положения**

LabVIEW предоставляет широкий набор функциональных возможностей для отладки сложных программ, тестирования реальных систем измерения и регулирования и развернутого анализа получаемых данных. Так функции генерации сигналов и шумов (Express → Function → Signal Processing → Signal Generation) используются для формирования детерминированных и случайных сигналов с заданным набором параметров (рисунок 4.1).

Первые два прибора в верхнем ряду представляют многофункциональные программно регулируемые генераторы сигналов с широким набором контролируемых параметров. Приборы, размещенные во второй и третьей строках, предназначены для генерации наиболее широко применяемых детерминированных периодических сигналов, а находящиеся в четвертой и пятой строках - для генерации шумов с различными

законами амплитудного и спектрального распределения.

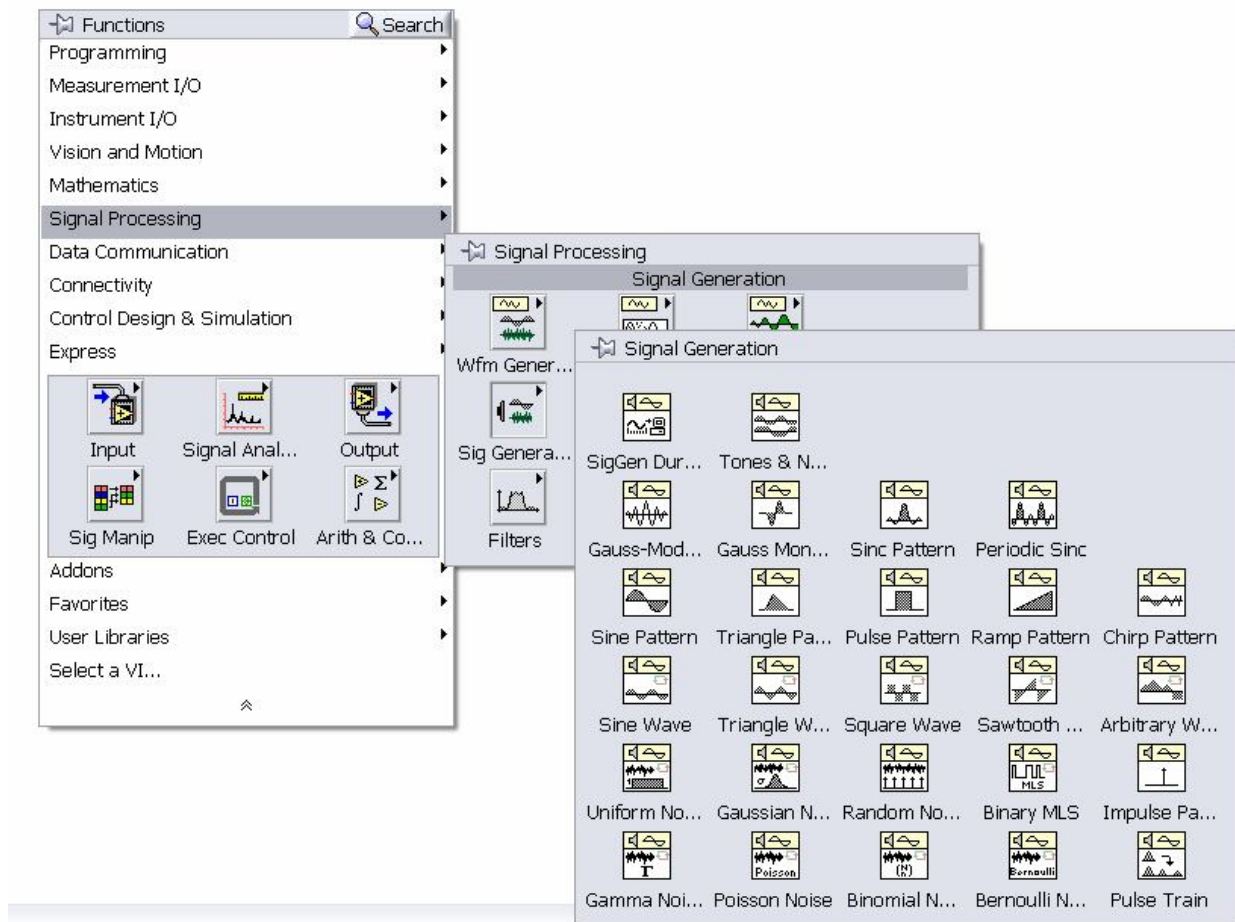


Рисунок 4.1 - Палитра функций генерации сигналов и шумов

Среди них:

- генератор с заданной длительностью сигналов;
- гармонические колебания и шум;
- отрезки синусоидального, импульсного, пилообразного,  $\sin(x)/y$ , прямоугольного и частотно-модулированного сигналов;
- синусоидальные, треугольные, прямоугольные, пилообразные и произвольные колебания любой длительности;
- равномерный, гауссовский, периодический случайный шум и двоичная последовательность максимальной длины;
- гамма-шум, пуассоновский, биномиальный шум, шум Бернулли.

### Порядок выполнения задания 1

1.1. В Палитре всех функций на блок-диаграмме находим «Генератор сигналов с заданной длительностью» Signal Generation

by Duration: Express → Function → Signal Processing → Signal Generation. Для получения справки по какому-либо виртуальному прибору надо активизировать его изображение при помощи левой кнопки мыши и выбрать пункт меню Help (рисунок 4.2).

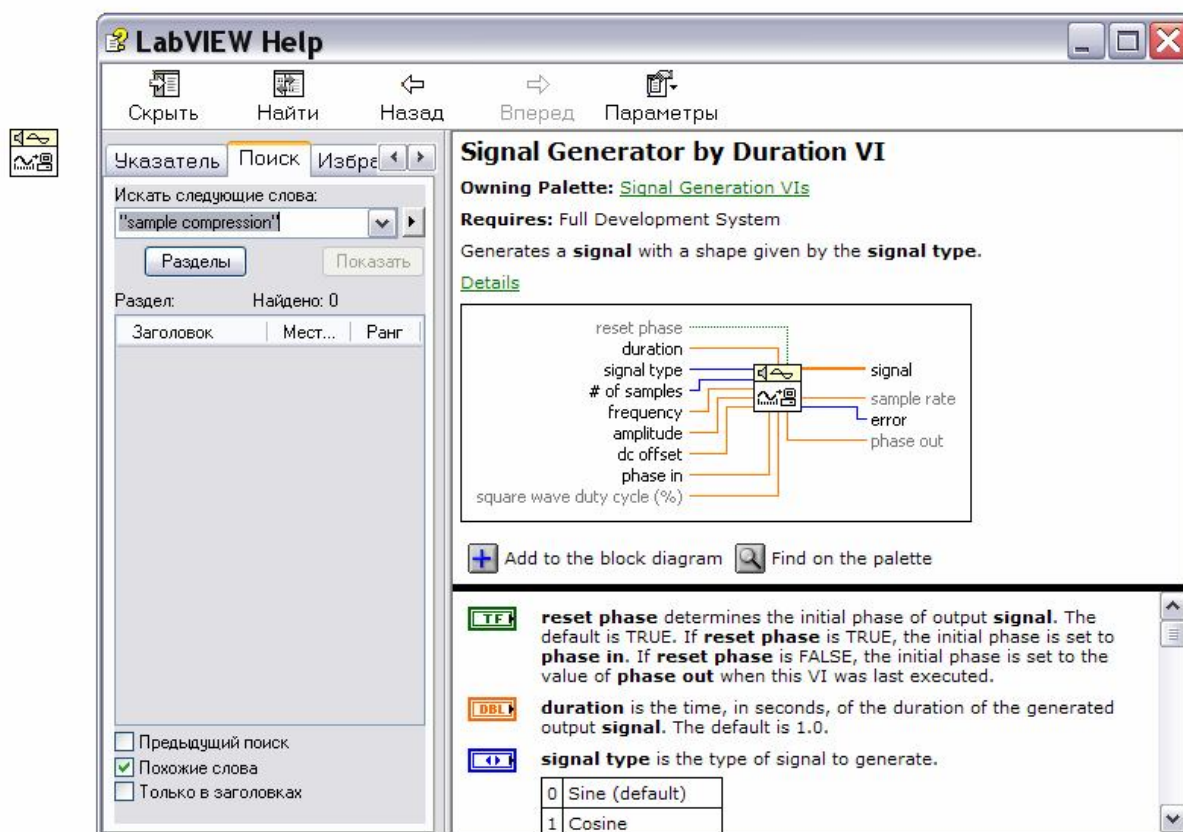


Рисунок 4.2 - Выбор генератора сигналов с заданной длительностью

Рассматриваемый виртуальный прибор (ВП) имеет девять входов и три выхода. Входы: сбросить фазу, длительность, тип сигнала, число выборок, частота, амплитуда, постоянная составляющая, вход фазы, заполнение цикла прямоугольного колебания (%). Выходы: сигнал, частота выборок, выход фазы (рисунок 4.3).

ВП генерирует сигнал (signal), имеющий форму, задаваемую на входе *тип сигнала* (signal type). Вход *сбросить фазу* (reset phase) определяет начальную фазу выходного сигнала. По умолчанию на входе установлено состояние ИСТИНА. При этом начальная фаза сигнала устанавливается в соответствии со значением на входе *вход фазы* (phase in). Если на входе *сбросить фазу* установлено

состояние ЛОЖЬ, то начальная фаза устанавливается равной значению фазы на *выходе фазы* (phase out) при последнем выполнении этого ВП.

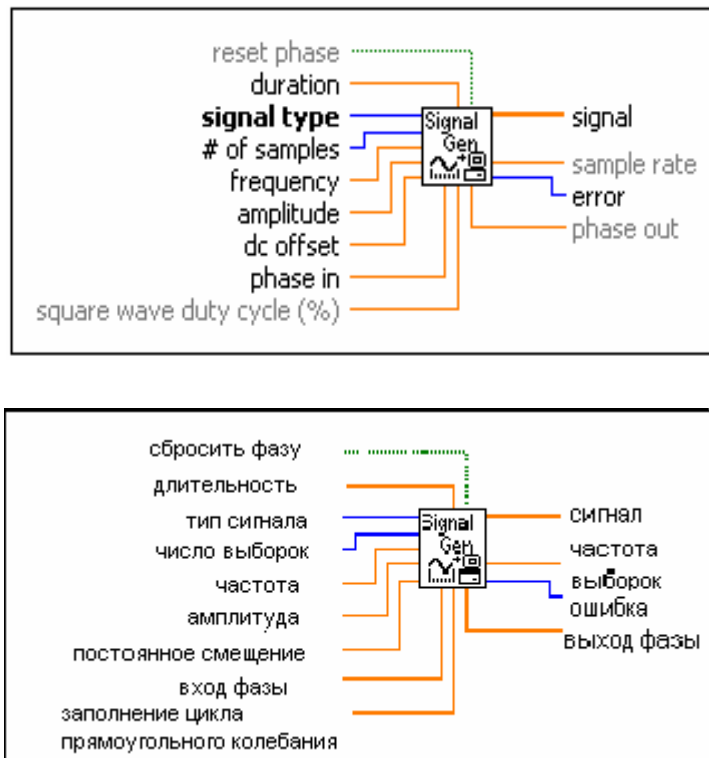


Рисунок 4.3 - Генератор сигналов с заданной длительностью

Вход *длительность* (duration) задает время в секундах, равное длительности генерируемого выходного сигнала. По умолчанию значение длительности равно 1,0.

Вход *тип сигнала* задает следующие типы генерируемого сигнала: 0-синусоидальный, 1-косинусоидальный, 2-треугольный, 3-прямоугольный, 4-пилообразный, 5-линейно нарастающий, 6-линейно спадающий.

Вход *число выборок* (# of samples) задает число выборок выходного сигнала. По умолчанию это значение равно 100.

Вход *частота* (frequency) определяет частоту выходного сигнала в герцах. По умолчанию значение частоты равно 10. При задании частоты необходимо учитывать требование выполнения критерия Найквиста:  $частота < \frac{число\ выборок}{2 * длительность}$ .

Вход *амплитуда* (amplitude) задает амплитуду выходного сигнала. По умолчанию значение амплитуды равно 1,0.

Вход *постоянное смещение* (dc offset) задает постоянное смещение или значение постоянной составляющей выходного

сигнала. По умолчанию значение постоянной составляющей равно нулю.

*Вход фазы* определяет начальную фазу (в градусах) выходного сигнала при установке *сбросить фазу* в состояние ИСТИНА. По умолчанию значение на *входе фазы* равно нулю.

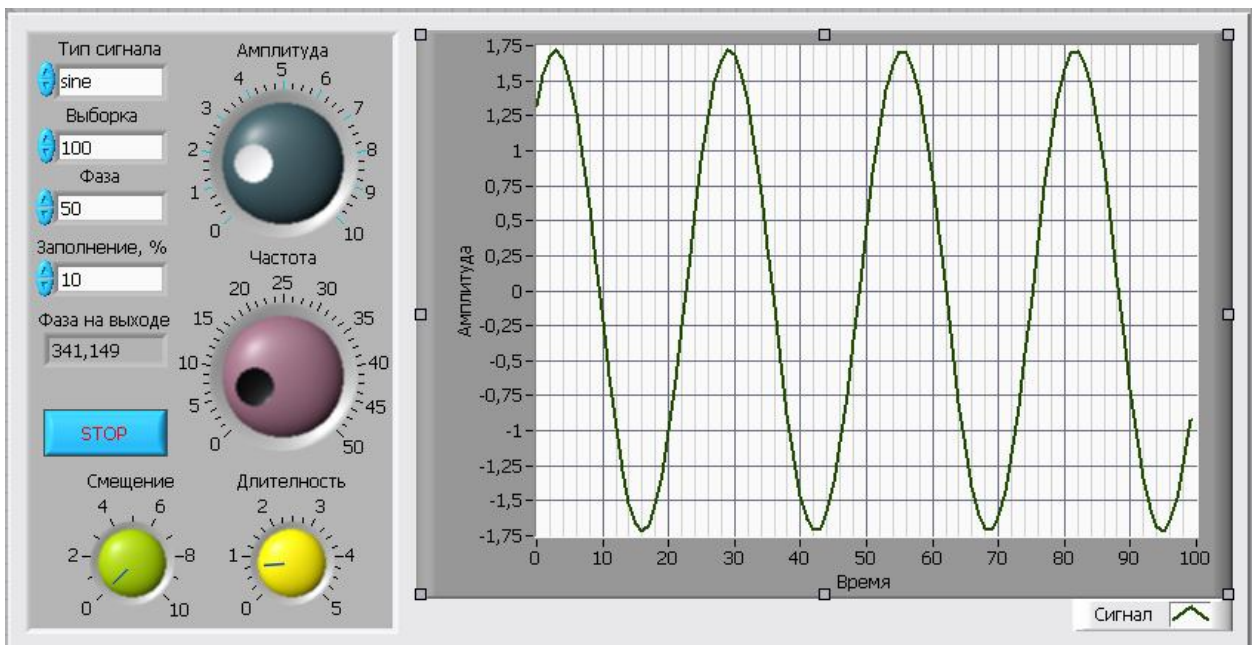
*Вход, заполнение цикла прямоугольного колебания*, (square wave duty cycle) определяет время (в % от периода), в течение которого прямоугольный сигнал имеет высокий уровень. ВП использует данный параметр только для прямоугольного сигнала. По умолчанию значение на *входе* равно 50 %.

*Выход сигнал* представляет сгенерированный массив выборок сигнала.

*Выход частота выборок* (sample rate) отображает частоту дискретизации выходного сигнала. *Частота выборок* равна отношению числа выборок к длительности. *Выход фазы* указывает значения фазы (в градусах) последней выборки выходного сигнала.

1.2. Создадим генератор сигналов заданной длительности на основе блока «Signal Generation by Duration». На рисунке 4.4 представлены два варианта оформления лицевой панели разрабатываемого проекта.

а)



б)

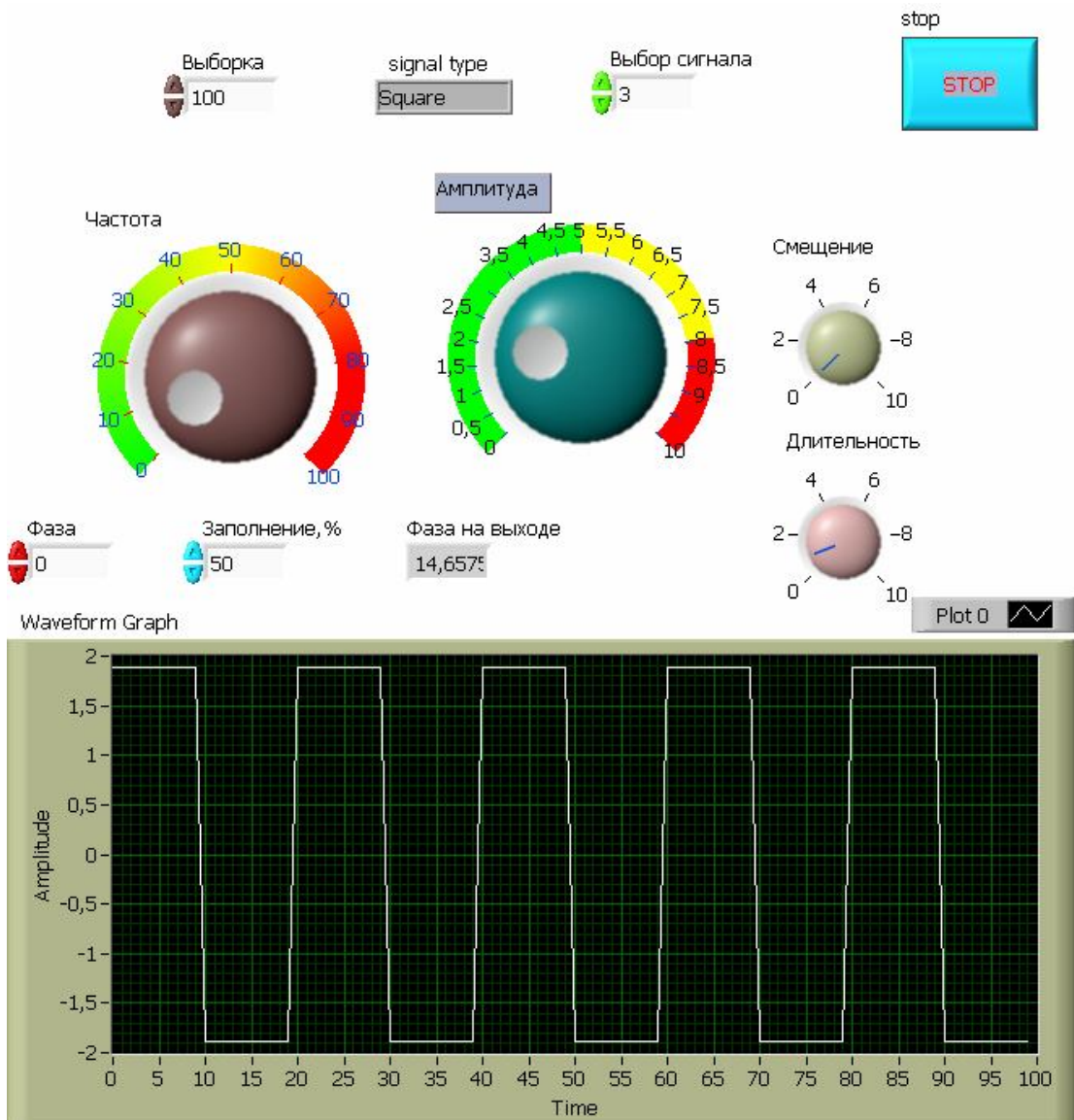


Рисунок 4.4 – Лицевая панель генератора сигналов  
а) – приемлемый вариант разработки; б) – неудачный вариант  
КОМПОНОВКИ

**Совет.**

**Размер окна.** Убедитесь в том, что ваша панель будет отражаться на экране монитора целиком. Если Вы не уверены, какой размер экрана выбрать, например 640X480 или 800X600 по умолчанию, тогда можно использовать **Screen sizing** функции LabVIEW.

На рисунке 4.5 представлена блок – диаграмма виртуального прибора.

Блок «Write To Measurement File» позволяет выводить информацию, полученную в ходе запуска программы виртуального прибора в указанный файл (например, LR4.lvm).

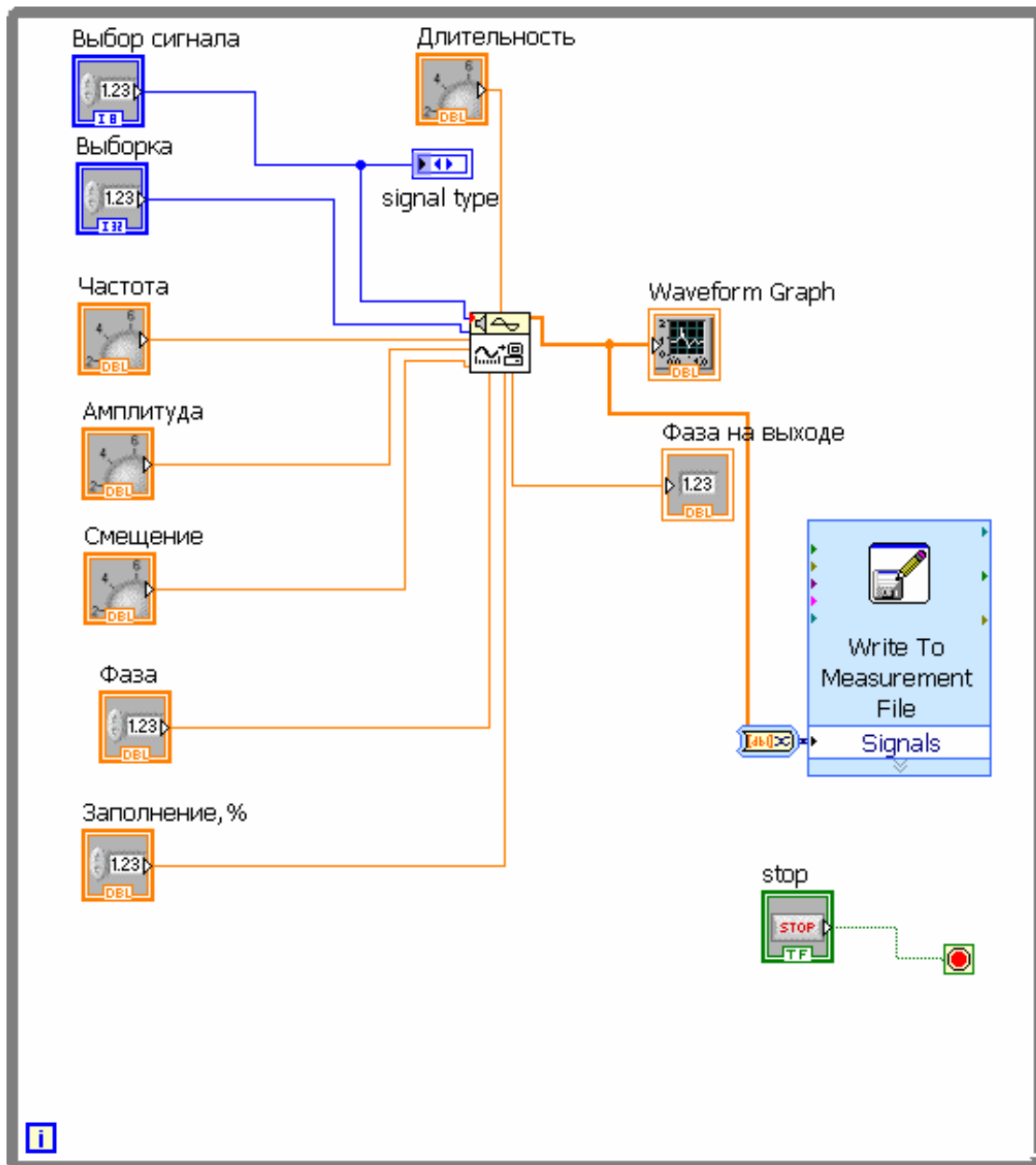


Рисунок 4.5 – Блок-диаграмма программного управления режимом работы генератора

**Совет.**

*Делайте все аккуратно.* Исходный текст, т.е. диаграмма, должна быть "читабельна". Да, для этого потребуется время. Но еще больше времени уйдет на то, чтобы разобраться даже в своих "каракулях". Приучив себя к четкости, чистоте и порядку в отношении диаграмм, Вы заметите, что и ошибок, и промахов станете делать существенно меньше.



### 1.3 Содержимое файла вывода информации LR4.lvm:

LabVIEW Measurement

Writer\_Version 2

Reader\_Version 2

Separator Tab

Decimal\_Separator ,

Multi\_Headings No

X\_Columns One

Time\_Pref Relative

Operator Admin

Date 2011/10/23

Time 13:41:26,03125

\*\*\*End\_of\_Header\*\*\*

Channels 1

Samples 50

Date 2011/10/23

Time 13:41:26,03125

X\_Dimension Time

X0 0,0000000000000000E+0

Delta\_X 1,000000

\*\*\*End\_of\_Header\*\*\*

X_Value	Untitled	Comment
---------	----------	---------

0,000000	3,026152	
----------	----------	--

1,000000	2,957102	
----------	----------	--

2,000000	2,754684	
----------	----------	--

3,000000	2,432765	
----------	----------	--

4,000000	2,013403	
----------	----------	--

5,000000	1,525332	
----------	----------	--

6,000000	1,001993	
----------	----------	--

7,000000	0,479243	
----------	----------	--

8,000000	-0,007101	
----------	-----------	--

9,000000	-0,423714	
----------	-----------	--

10,000000	-0,742054	
-----------	-----------	--

11,000000	-0,940307	
-----------	-----------	--

12,000000	-1,004890	
-----------	-----------	--

13,000000	-0,931378	
-----------	-----------	--

14,000000	-0,724808	
-----------	-----------	--

15,000000	-0,399333	
-----------	-----------	--

16,000000	0,022746	
-----------	----------	--

17,000000	0,512509	
-----------	----------	--

18,000000	1,036400	
-----------	----------	--

19,000000	1,558522	
-----------	----------	--

20,000000	2,043102	
-----------	----------	--

21,000000	2,456938	
-----------	----------	--

22,000000	2,771675
23,000000	2,965747
24,000000	3,025859
25,000000	2,947890
26,000000	2,737184
27,000000	2,408177
28,000000	1,983412
29,000000	1,491992
30,000000	0,967588
31,000000	0,446131
32,000000	-0,036650
33,000000	-0,447678
34,000000	-0,758789
35,000000	-0,948667
36,000000	-1,004303
37,000000	-0,921883
38,000000	-0,707056
39,000000	-0,374541
40,000000	0,052880
41,000000	0,545920
42,000000	1,070799
43,000000	1,591552
44,000000	2,072500
45,000000	2,480690
46,000000	2,788153
47,000000	2,973823
48,000000	3,024978
49,000000	2,938114

1.4 Диаграмма выходного сигнала генератора, построенная в Excel по данным, полученным из файла LR4.lvm, приведена на рисунке 4.6.

На рисунке 4.6 изображена диаграмма полностью отвечающая начальным параметрам генератора, так амплитуда полученной синусоиды составляет 2, смещение относительно оси абсцисс 1, количество выборок 50. Для получения этого сигнала использовалось значение длительности равное 0,2 с. Увеличим длительность до 0,58 с, полученную диаграмму приведем на рисунке 4.7.

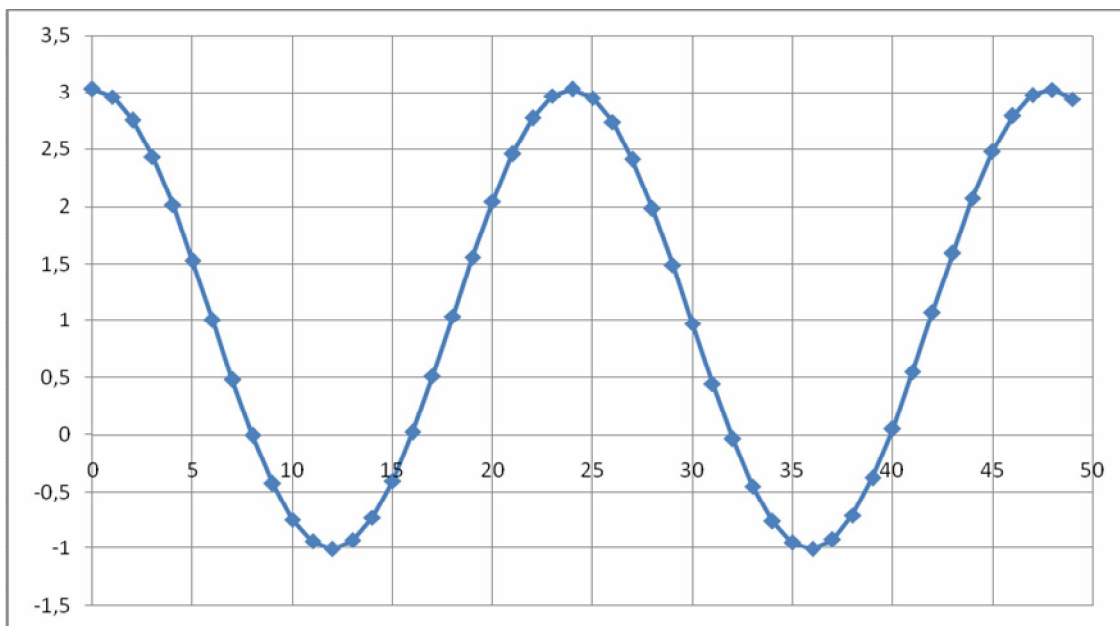


Рисунок 4.6 – Диаграмма выходного сигнала генератора при длительности 0,2 с

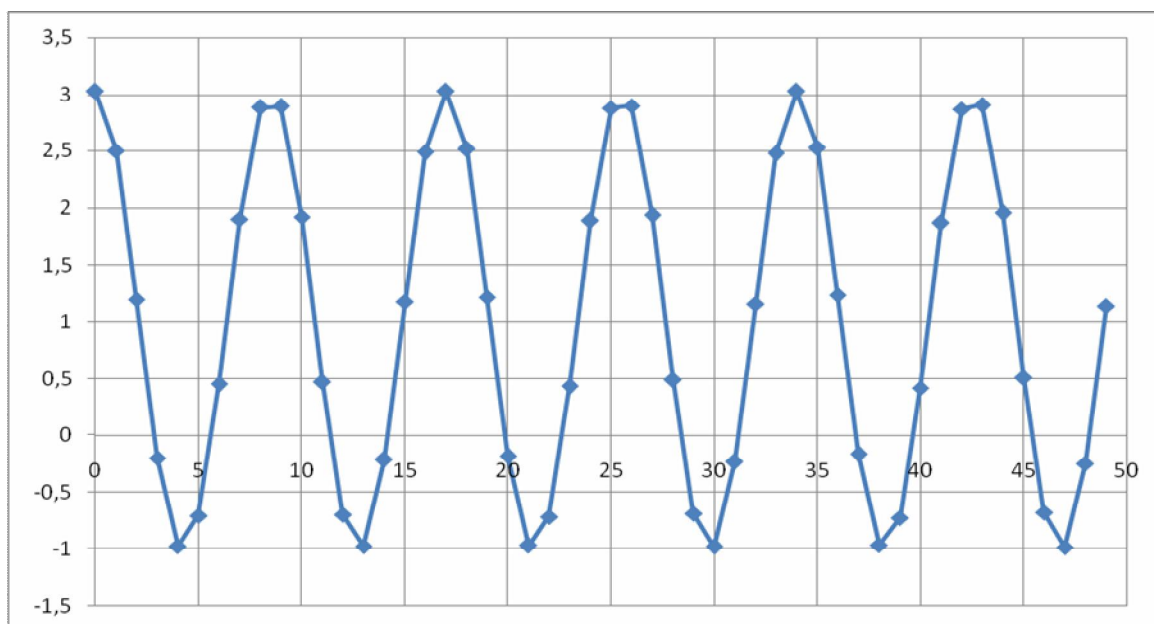


Рисунок 4.7 – Диаграмма выходного сигнала генератора при длительности 0,58

Увеличение длительности при постоянных значениях количества выборок и частоты привело к потере точности в изображении синусоиды.

## Порядок выполнения задания 2

2.1. Для выполнения данного задания надо выбрать *Палитру функций обработки сигналов в частотной области* (Function → All Function → Analyze → Signal Processing → Frequency Domain → Transfer Function), которая содержит наборы функций, позволяющих выполнить прямое и обратное преобразования Фурье, Гильберта, Хартли и Уолша-Адамара, а также прямое и обратное вейвлет-преобразование (рисунок 4.8).

На базе функций преобразования Фурье разработан ряд высокоуровневых приборов для оценки взаимного спектра мощности, импульсной и частотной передаточной характеристик цепей, частотной функции когерентности и измеритель гармонических искажений сигнала, размещенные на данной палитре.

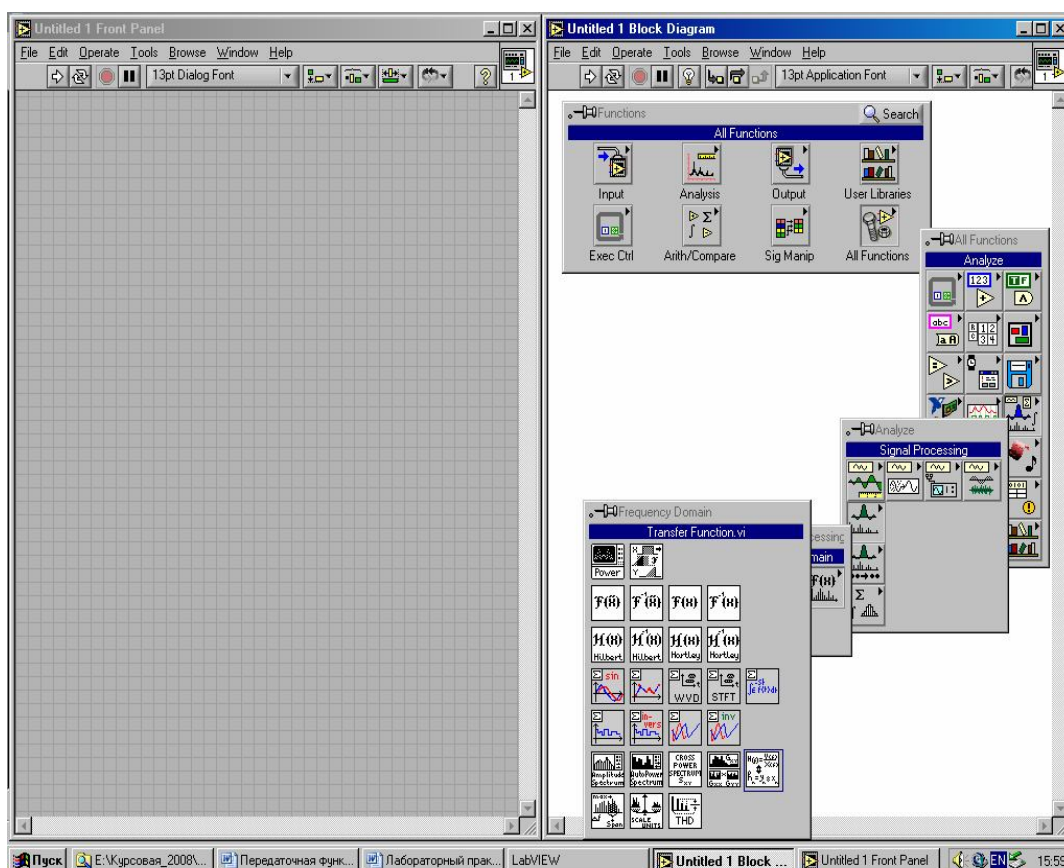



Рисунок 4.8 – Палитра функций обработки сигналов в частотной области

Виртуальный прибор (ВП) *Передаточная функция* (Transfer function) производит расчет односторонней передаточной функции, также известной как частотная передаточная функция, на основе

анализа заданных во временной области тестирующего сигнала (Stimulus Signal) и выходного сигнала тестируемого объекта (Response Signal) на входе и выходе тестируемой электрической цепи. Пиктограмма (терминал) расчета передаточной функции приведена на рисунке 4.9.

2.2. Добавить к схеме генератора гауссовский шум со стандартными параметрами. Для этого на предыдущей блок-диаграмме вызвать Виртуальный прибор -  - Гауссовский белый шум (Gaussian White Noise), который генерирует псевдослучайную последовательность с гауссовским (нормальным) распределением с параметрами: *выборка (samples)*, *стандартное отклонение (standart deviation)*, *начальное значение (seed)*.

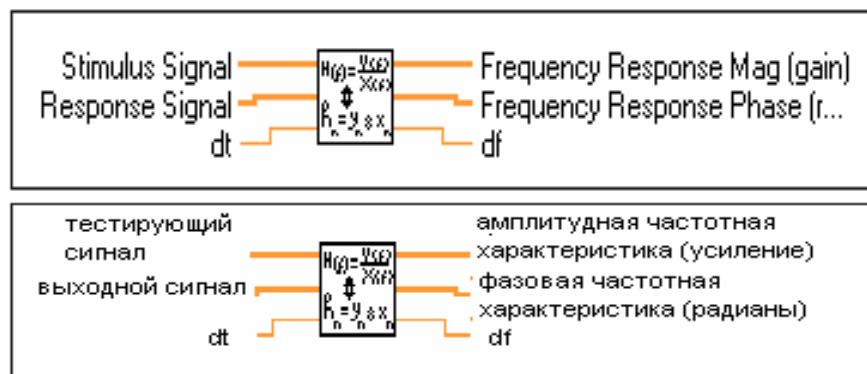


Рисунок 4.9 – Входы и выходы пиктограммы расчета передаточной функции

Гауссовский шум описывается следующей функцией плотности вероятностей:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 * \pi}} * e^{-\frac{1}{2} * \left(\frac{x}{s}\right)^2}$$

По умолчанию значение стандартного отклонения равно 1,0.

2.3. Создадим систему, в которой для моделирования входных сигналов будем использовать генератор из пункта задания 1. Добавим к входному сигналу случайный гауссовский шум с амплитудой равной 1 и проанализируем изменение спектра выходного сигнала.

Блок-диаграмма работы системы приведена на рисунке 4.10, а лицевая панель виртуального прибора - на рисунке 4.11.

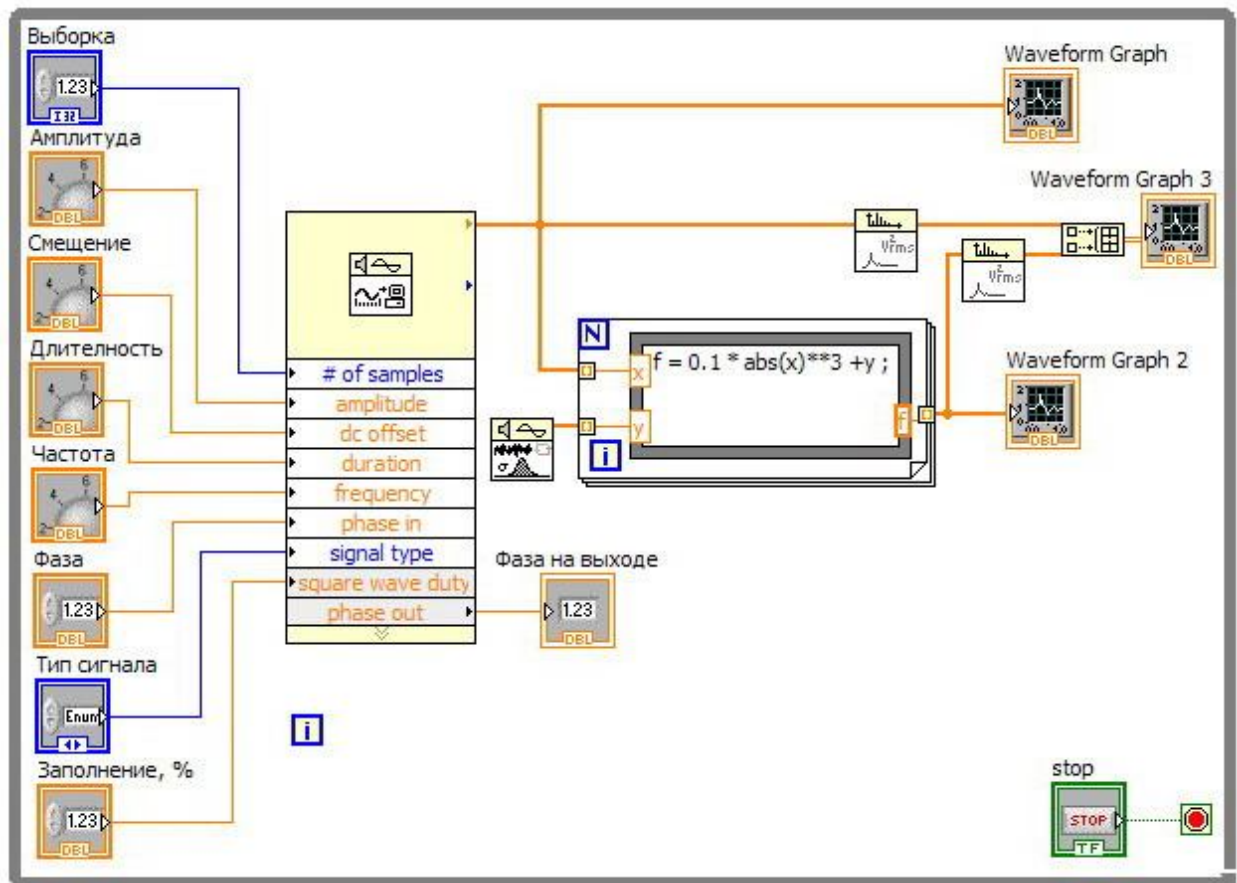


Рисунок 4.10 – Блок-диаграмма тестирования выходного сигнала

**Совет.**

*Создавайте и проверяйте фрагменты программы, прежде чем включать их в основной алгоритм.* Создайте маленький ВП для тестирования, чтобы найти правильный вариант перед включением этого фрагмента в блок- диаграмму. Следует удостовериться, что этот фрагмент программы будет работать. Поверьте, что это правило предохранит Вас в дальнейшем от многих неприятностей.

**Совет.**

*Ограничьте диаграмму одной страницей.* Стиль LabVIEW программиста расположить все виртуальные подприборы (подВП) на одной странице, избегая скроллинга. Что это Вам дает? Первое - создается модульность и ВП выглядит достаточно просто. Второе - Вы видите всю программу сразу, не делая скроллинг страницы для поиска где, что и с чем соединено.

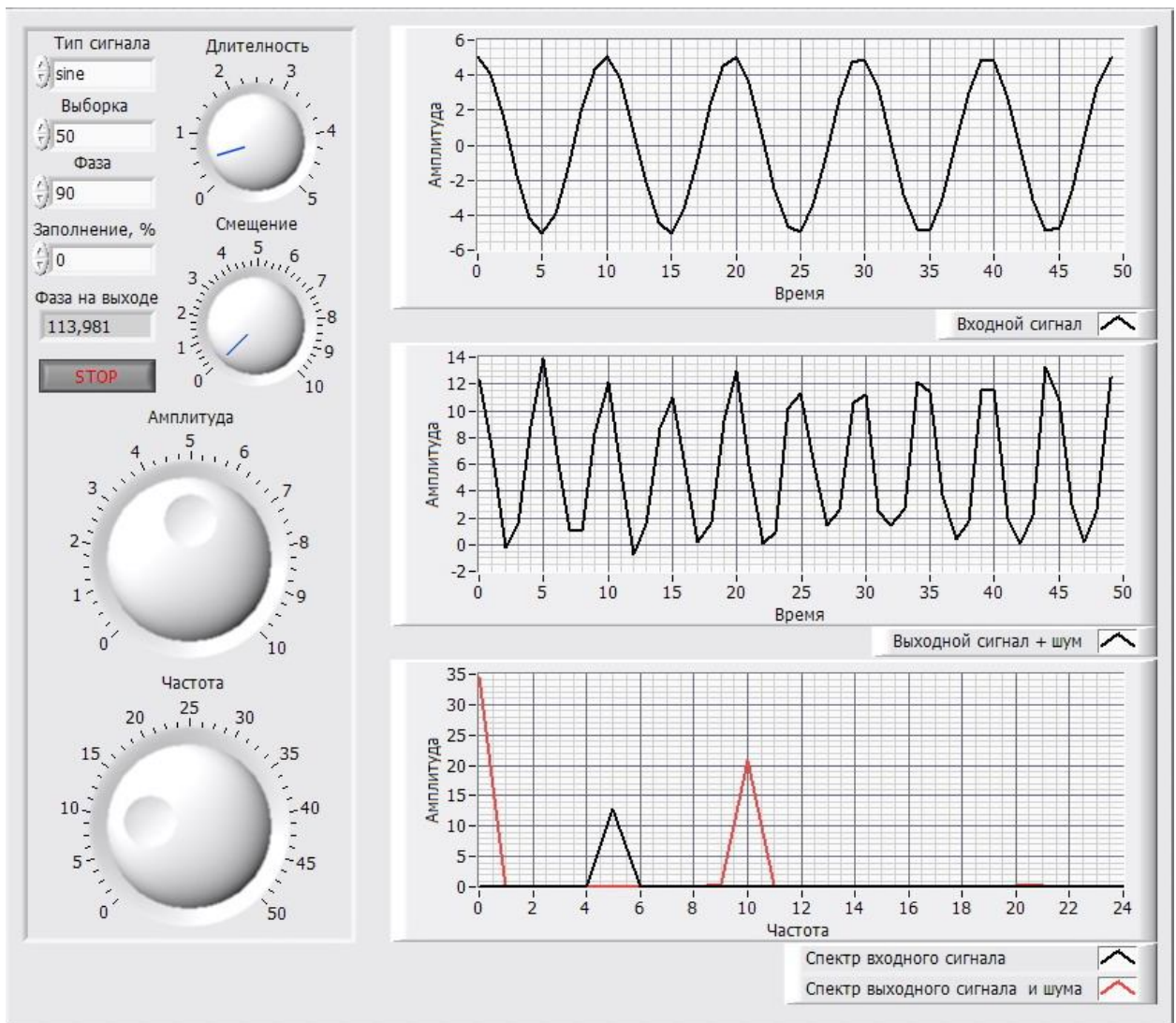


Рисунок 4.11 – Лицевая панель виртуального прибора

Как видно из рисунка 4.11, на индикаторах лицевой панели виртуального прибора отображается, изменение амплитуды входного и выходного сигнала, а также можно наблюдать процессы не только во временной области, но и в частотной при построении спектра с помощью блока «Auto Power Spectrum».

### Задание для самостоятельной работы

Создать систему регулирования, формирующую управляющий сигнал на отключение оборудования при достижении значения генерируемой функции 0,75 ее максимума.

### Требования к отчету

Наименование и цель работы; созданные виртуальные приборы (лицевые панели и блок-диаграммы) в соответствии с заданиями 1 и 2, демонстрация их работы; результаты обработки полученных данных в Excel; диаграммы выходного сигнала генератора; демонстрация работы системы регулирования, формирующая управляющий сигнал на отключение оборудования при достижении значения генерируемой функции 0,75 ее максимума; заключение.

### **Контрольные вопросы**


1. Для каких целей в LabVIEW используются функции генерации шумов и сигналов?
2. Какие свойства тестируемого объекта характеризует передаточная функция?
3. С помощью контекстной справки определите обязательные, рекомендуемые и опциональные входы и выходы генератора сигнала с заданной длительностью.
4. Опишите спектр выходного сигнала.






### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**






1. Бутырин, П.А. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 Express / П.А. Бутырин, Т.А. Васьковская, В.В. Каратаев, С.В. Материкин – М.: ДМК Пресс, 2005. - 264 с.
2. Суранов, С.Я. LabVIEW 8.5: справочник по функциям / С.Я. Суранов. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 572 с.
3. Батоврин, В.К. LabVIEW: практикум по электронике и измерительной технике / В.К. Батоврин, А.С. Бессонов, В.В. Мошкин. - М.: ДМК Пресс, 2007.
4. Батоврин, В.К. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий / В.К. Батоврин, А.С. Бессонов, В.В. Мошкин. - М.: ДМК Пресс, 2007.
5. Евдокимов, Ю.К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора / Ю.К. Евдокимов, В.Р. Линдваль, Г.И. Щербаков. - М.: ДМК Пресс, 2007.
6. Федосов, В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW / В.П. Федосов, А.К. Нестеренко. - М.: ДМК Пресс, 2007.













Основные функции цифровой фильтрации сигналов

Функция	Название. Входы и выходы	Назначение
	<p><b>Signal Generator by Duration</b> (Генератор сигнала заданной длительности) Вх.1: сбросить фазу (reset phase). Вх.2: длительность (duration), с. Вх.3: тип сигнала (signal type). Вх.4: число выборок (# of samples). Вх.5: частота (frequency), Hz. Вх.6: амплитуда (amplitude). Вх.7: постоянная составляющая (dc offset). Вх.8: вход фазы (phase in), град. Вх.9: заполнение цикла прямоугольного колебания (square wave duty cycle), %. Вых.1: сгенерированный сигнал. Вых.2: частота выборок (sample) Вых.3: выход фазы (phase out)</p>	<p>Генерирует сигнал заданной формы и длительности в виде последовательности <math>Y</math>, состоящей из <math>n</math> элементов. Длительность сигнала (в секундах) задается на входе 2. Форма сигнала задается на входе 3: 0 – синусоида; 1 – косинусоида; 2 – треугольная; 3 – прямоугольная; 4 – пилообразная; 5 – линейно-нарастающая; 6 – линейно-спадающая. Количество отсчетов <math>n</math> задается на входе 4. На входах 5,6,7,8 соответственно устанавливаются значения частоты, амплитуды, начальной фазы и постоянной составляющей (смещение) генерируемого сигнала. По умолчанию на входах 4-8 соответственно выставлены значения: <math>n = 100</math>, частота – 10, амплитуда – 1, фаза – 0, смещение – 0. Значение частоты <math>f</math> необходимо задавать исходя из теоремы Котельникова (частоты Найквиста): <math>f \leq n/2d</math>, где <math>d</math> – длительность сигнала. Вход 9 задает длительность высокого уровня прямоугольного импульса в процентной доле от его общей длительности. По умолчанию ее значение равно 50%. По входу 1 задается логическая переменная «ИСТИНА» или «ЛОЖЬ». Если на входе задано значение «ИСТИНА», то начальная фаза выходного сигнала устанавливается равной значению фазы на входе 8. Если на входе задано значение «ЛОЖЬ», то начальная фаза выходного сигнала принимается равной значению выходной фазы (phase out) при последнем выполнении этой функции. На выходах 2, 3 формируются значения, соответствующие частоте выборки дискретизации выходного сигнала и фазе последней выборки сигнала.</p>

	<p><b>Tones and Noise</b> (Тональные сигналы и шум) Вх.1: сбросить сигнал (reset signal). Вх.2: выборки (samples). Вх.3: тональные сигналы (tones). Вх.4: шум (noise, rms), скз. Вх.5: смещение (offset). Вх.6: <math>F_s</math>. Вх.7: seed (начальное значение). Выход: сигнал (сумма гармонических сигналов с шумом)</p>	<p>Генерирует аддитивную смесь гармонических (тональных) сигналов, шума и постоянной составляющей в виде последовательности <math>Y</math>, состоящей из <math>n</math> элементов. При подаче на вход 1 сигнала «ИСТИНА» осуществляется начальная установка фаз каждого из гармонических сигналов, равных фазам, заданных на входе 3, а также начального числового значения шума равного значению на входе 7 и отметки времени равной 0. По умолчанию на входе 1 – «ЛОЖЬ». Вход 2 задает число выборок <math>n</math> (по умолчанию <math>n = 1000</math>). Вход 3 является кластерным, задающим параметры каждого гармонического сигнала (частота, амплитуда, фаза). Вход 4 задает среднеквадратическое значение (скз) гауссовского шума (по умолчанию - 0). Вход 5 определяет величину постоянного смещения. Вход 6 задает частоту выборок <math>F_s</math> (количество выборок/с). Вход 7 служит для инициализации шума. Если значение <math>seed &gt; 0</math>, то инициализируется генерация шума. Если <math>seed \leq 0</math>, то генерация не инициализируется и продолжается процесс генерации на основе предыдущих значений. По умолчанию - значение <math>seed = -1</math></p>
	<p><b>Sine Pattern</b> (Синусоидальный сигнал) Вх.1: выборки (samples). Вх.2: амплитуда (amplitude). Вх.3: фаза (phase), град. Вх.4: циклы (cycles). Выход: <math>Y</math> - отрезок синусоидального сигнала</p>	<p>Формирует отрезок синусоидального сигнала в виде последовательности, состоящей из <math>n</math> элементов. Длительность сигнала определяется числом циклов (периодов), задаваемым на входе 4. Значение цикла <math>k</math> может быть целым или дробным числом с положительным или отрицательным знаком. Значения выходной последовательности рассчитываются как <math>y_i = a \sin((2\pi k/n + (\pi\phi_0/180)))</math>, где <math>a</math> – амплитуда и начальная фаза, задаваемые на входах 2 – 3</p>
	<p><b>Impulse Pattern</b> (Импульсный сигнал) Вх.1: выборки (samples). Вх.2: амплитуда (amplitude). Вх.3: задержка (delay). Выход: импульс с задержкой</p>	<p>Формирует отрезок импульсного сигнала в виде последовательности, состоящей из <math>n</math> элементов. На входах 2,3 задаются значение амплитуды и задержки сигнала. Значение задержки должно быть положительным числом, не превышающим величины <math>n</math>, задаваемой на входе 1</p>
	<p><b>Ramp Pattern</b> (Пилообразный сигнал) Вх.1: выборки (samples). Вх.2: конец (end). Вх.3: начало (start)/ Выход: пилообразный сигнал</p>	<p>Формирует отрезок пилообразного сигнала в виде последовательности, состоящей из <math>n</math> элементов. На входах 2,3 задаются значения начального <math>y_0</math> и конечного <math>y_{n-1}</math> уровней сигнала. Заданием знаков на этих входах можно сформировать нарастающую или спадающую формы пилы</p>
	<p><b>Sinc Pattern</b> (Сигнал вида <math>\sin(x)/x</math>) Вх.1: выборки (samples). Вх.2: амплитуда. Вх.3: задержка. Вх.4: <math>\Delta t</math> (delta t) Выход: сигнал <math>\sin(x)/x</math></p>	<p>Формирует отрезок сигнала <math>\sin(x)/x</math> в виде последовательности, состоящей из <math>n</math> элементов по соотношению: <math>y_i = a \sin\pi(i\Delta t - d)/\pi(i\Delta t - d)</math>, где <math>a</math> – амплитуда, <math>d</math> – задержка</p>

	<p><b>Pulse Pattern</b> (Прямоугольный сигнал) Вх.1: выборки (samples). Вх.2: амплитуда. Вх.3: задержка. Вх.4: ширина (width) Выход: прямоугольный импульс</p>	<p>Формирует отрезок прямоугольного сигнала в виде последовательности, состоящей из <math>n</math> элементов</p>
	<p><b>Chirp Pattern</b> (ЛЧМ сигнал) Вх.1: выборки (samples). Вх.2: амплитуда. Вх.3: <math>f_1</math>. Вх.4: <math>f_2</math>. Выход: ЛЧМ сигнал</p>	<p>Формирует отрезок сигнала с линейной частотной модуляцией в виде последовательности, состоящей из <math>n</math> элементов и рассчитанной по соотношению: <math>y_i = a \sin(\pi(f_2 - f_1)/n + 2\pi f_1 i)</math>. Входы <math>f_1</math> и <math>f_2</math> задают начальную и конечную частоту ЛЧМ сигнала в относительных единицах (1/период). Период задается количеством отсчетов</p>
	<p><b>Sine Wave</b> (Синусоидальное колебание) Вх.1: сброс фазы (reset phase). Вх.2: выборки (samples). Вх.3: амплитуда. Вх.4: <math>f</math>. Вх.5: вход фазы. Вых.1: синусоидальное колебание. Вых.2: выход фазы</p>	<p>Формирует синусоидальное колебание в виде числовой последовательности, рассчитанной по выражению: <math>y_i = a \sin(\text{phase}[i])</math>, где <math>\text{phase}[i] = \text{initial phase} + f360i</math>. Вход <math>f</math> задает частоту колебаний в относительных единицах (1/период). Период задается количеством отсчетов. По умолчанию задано значение <math>f = 7,8125E-3</math>, что соответствует относительной частоте с периодом, на который приходится 128 выборок. Функциональное назначение остальных входов аналогично назначениям входов для <b>Signal Generator by Duration</b></p>
	<p><b>Triangle Wave</b> (Треугольное колебание) Вх.1: сброс фазы (reset phase). Вх.2: выборки (samples). Вх.3: амплитуда. Вх.4: <math>f</math>. Вх.5: вход фазы. Вых.1: треугольное колебание. Вых.2: выход фазы</p>	<p>Формирует треугольное колебание в виде числовой последовательности, рассчитанной по выражению: <math>y_i = a \cdot \text{tri}(\text{phase}[i])</math>, где <math>\text{phase}[i] = \text{initial phase} + f360i</math>. Функциональное назначение входов аналогично назначениям входов для <b>Sine Wave</b></p>
	<p><b>Square Wave</b> (Прямоугольное колебание) Вх.1: сброс фазы (reset phase). Вх.2: выборки (samples). Вх.3: амплитуда. Вх.4: <math>f</math>. Вх.5: вход фазы. Вх.6: заполнение цикла, %. Вых.1: прямоугольное колебание. Вых.2: выход фазы</p>	<p>Формирует прямоугольное колебание в виде числовой последовательности, рассчитанной по выражению: Функциональное назначение входов аналогично назначениям входов для <b>Signal Generator by Duration</b> и <b>Sine Wave</b>.</p>

	<p><b>Sawtooth Wave</b> (<i>Пилообразное колебание</i>) Вх.1: сброс фазы (reset phase). Вх.2: выборки (samples). Вх.3: амплитуда. Вх.4: f. Вх.5: вход фазы. Вых.1: пилообразное колебание. Вых.2: выход фазы</p>	<p>Формирует пилообразное колебание в виде числовой последовательности. Функциональное назначение входов аналогично назначениям входов для <b>Signal Generator by Duration</b> и <b>Sine Wave</b></p>
	<p><b>Arbitrary Wave</b> (<i>Произвольное колебание</i>) Вх.1: сброс фазы (reset phase). Вх.2: выборки (samples). Вх.3: амплитуда. Вх.4: f. Вх.5: вход фазы. Вх.6: таблица колебаний. Вх.7: интерполяция. Вых.1: колебание произвольной формы, заданное таблицей. Вых.2: выход фазы</p>	<p>Формирует колебание различной формы в виде числовой последовательности. Форма одного периода колебания задается таблицей на входе 6. Вход 7 определяет вид интерполяции, используемой при генерации колебания по данным таблицы. По умолчанию показатель интерполяции равен 0, что означает отсутствие интерполяции. При задании 1 на входе 7 используется линейная интерполяция. Функциональное назначение остальных входов аналогично назначениям входов для <b>Signal Generator by Duration</b> и <b>Sine Wave</b></p>
	<p><b>Uniform White Noise</b> (<i>Равномерный белый шум</i>) Вх.1: выборки (samples). Вх.2: амплитуда. Вх.3: начальное значение (seed). Выход: равномерный белый шум</p>	<p>Формирует псевдослучайный белый шум с равномерной плотностью вероятности в диапазоне <math>[-a, +a]</math>, где <math>a</math> значение амплитуды (по умолчанию <math>a = 0</math>). Периодичность псевдослучайной последовательности составляет <math>2^{90}</math> выборок.</p>
	<p><b>Gaussian White Noise</b> (<i>Гауссовский белый шум</i>) Вх.1: выборки (samples). Вх.2: стандартное отклонение (standard deviation). Вх.3: начальное значение (seed). Выход: гауссовский (нормальный) белый шум</p>	<p>Формирует псевдослучайный гауссовский шум с математическим ожиданием <math>\mu=0</math> и заданным по входу 2 значением <math>\sigma</math> (по умолчанию <math>\sigma=1</math>)</p>
	<p><b>Periodic Random Noise</b> (<i>Периодический случайный шум</i>) Вх.1: выборки (samples). Вх.2: амплитуда спектра (spectral amplitude). Вх.3: начальное значение (seed). Выход: периодический случайный шум</p>	<p>Формирует периодический случайный шум в виде последовательности, состоящей из <math>n</math> элементов. Выходной сигнал представляет собой сумму синусоид различной частоты с одинаковой амплитудой (задается на входе 2) и случайными фазами. Набор частотных составляющих выходного сигнала образован всеми частотами, соответствующими целому числу периодов на заданном объеме выборок <math>n</math></p>

	<p><b>Binary MLS</b> (Двоичная последовательность максимальной длины) Вх. 1: выборки (samples). Вх. 2: порядок полинома (polynomial order). Вх. 3: начальное значение (seed). Выход: двоичная последовательность</p>	<p>Формирует двоичную случайную последовательность максимальной длины (MLS - maximum length sequence) путем деления (по модулю два) полинома, порядок которого задается на входе 2 (по умолчанию порядок равен 31)</p>
	<p><b>Gamma Noise</b> (Гамма-шум) Вх. 1: выборки (samples). Вх. 2: порядок (order). Вх. 3: начальное значение (seed). Выход: гамма-шум</p>	<p>Формирует псевдослучайные числовые значения интервалов времени ожидания заданного числа событий (порядок) пуассоновского процесса с единичным средним. По умолчанию порядок равен 1. Используется при моделировании систем массового обслуживания</p>
	<p><b>Poisson Noise</b> (Пуассоновский шум) Вх. 1: выборки (samples). Вх. 2: среднее (mean). Вх. 3: начальное значение (seed). Выход: пуассоновский процесс</p>	<p>Формирует последовательность чисел, представляющих количество событий на заданном интервале ординарного пуассоновского процесса. Значение интервала задается на входе 2 (по умолчанию – <math>mean = 1</math>)</p>
	<p><b>Binomial Noise</b> (Биномиальный шум) Вх. 1: выборки (samples). Вх. 2: число испытаний (trials). Вх. 3: вероятность испытания (trials probability). Вх. 4: начальное значение (seed). Выход: биномиальный шум</p>	<p>Формирует псевдослучайную последовательность с биномиальной плотностью распределения вероятности. Числовые значения выходной последовательности определяют число осуществленных событий, которые заданы вероятностью совершения (вход 3) и количеством испытаний (вход 2). По умолчанию – <math>trials = 1</math>, <math>trials probability = 0,5</math></p>
	<p><b>Bernouli Noise</b> Вх. 1: выборки (samples). Вх. 2: вероятность единицы (ones probability). Вх. 4: начальное значение (seed). Выход: шум Бернулли</p>	<p>Формирует псевдослучайную последовательность из единиц и нулей, распределенных по закону Бернулли. Выходной сигнал эквивалентен выпадению одной из сторон монеты при ее подбрасывании. При задании вероятности на входе 2 равной 0,5 (эквивалентна «симметричной монете») на выходе будет генерироваться последовательность, состоящая в среднем из 50% единиц и 50% нулей</p>