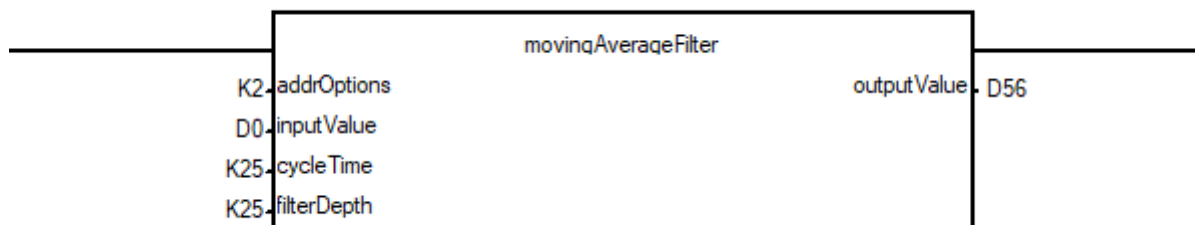


Описание работы функциональных блоков фильтров для ПЛК LogicOn

[movingAverageFilter]

Функция	Фильтр скользящего среднего		
Доступные входы	addrOptions		Стартовый адрес служебных регистров фильтра (4 регистра в памяти ПЛК)
	inputValue		Фильтруемое значение (сигнал)
	cycleTime		Время цикла (измерения) фильтра — временной интервал между передачей фильтруемого значения (сигнала) в текущий элемент буферного массива; задаётся в миллисекундах
	filterDepth	D	Глубина фильтра — количество элементов в буферном массиве фильтра (задаётся как входная переменная); минимальная и максимальная глубина не ограничены, при задании 0 фильтр выключается; влияет на количество занимаемых фильтром регистров в памяти ПЛК по формуле <размер служебных регистров> (4 байта) + 2 x <глубина фильтра>
Доступные выходы	outputValue		Выходное значение фильтра
Описание	<ul style="list-style-type: none"> по истечении времени цикла фильтруемое значение (сигнал) передаётся в текущий элемент буферного массива (таким образом, в первый цикл вызова макроса выходное значение фильтра равно 0); индекс текущего элемента увеличивается на 1; данная операция повторяется каждый цикл фильтра; при заполнении буфера (индекс последнего элемента буфера равен индексу текущего элемента) значение индекса текущего элемента приравнивается к 0. каждый цикл вызова макроса происходит математическая операция над буферным массивом: подсчёт среднего арифметического (сумма элементов, поделенная на количество элементов); увеличение времени цикла приводит к увеличению времени реакции выхода фильтра на изменение входного значения. 		



Пример:

Стартовый адрес служебных регистров задан равным 1 (D1 в памяти ПЛК), время цикла фильтра равно 25 мсек., глубина фильтра равна 25 элементов (общий размер в памяти ПЛК — 54 регистра). В первый цикл ПЛК массив фильтра равен [0₀ ... 0₁₀], таким образом выходная переменная фильтра будет равна нулю. Через 25 мсек. (время цикла фильтра) в

первый элемент массива будет передано значение входного сигнала, например, 1. Массив фильтра приобретёт вид $[1_0 \dots 0_{25}]$, выходное значение будет равно $\frac{1}{25} = 0.04$. Ещё через 25 мсек. во второй элемент массива будет передано значение входного сигнала, например, 1.5. Массив фильтра приобретёт вид $[1_0, 1.5_1, \dots, 0_{25}]$, выходное значение будет равно $\frac{1+1.5}{25} = 0.1$. И так далее. При заполнении последнего элемента массива в следующий цикл массив начнёт заполняться с первого элемента (произойдёт замена имеющегося значения элемента на текущее входное).



На изображении представлены входное значение сигнала (красным) и выходное значение фильтра (зелёным) с указанными выше настройками.

[medianFilter]

Функция	Медианный фильтр		
Доступные входы	addrOptions		Стартовый адрес служебных регистров фильтра (4 регистра в памяти ПЛК)
	inputValue		Фильтруемое значение (сигнал)
	cycleTime		Время цикла (измерения) фильтра — временной интервал между передачей фильтруемого значения (сигнала) в текущий элемент буферного массива; задаётся в миллисекундах
	filterDepth	D	Глубина фильтра — количество элементов в буферном массиве фильтра (задаётся как входная переменная); минимальная и максимальная глубина не ограничены, при задании 0 фильтр выключается; влияет на количество занимаемых фильтром регистров в памяти ПЛК по формуле $\langle \text{размер служебных регистров} \rangle (4 \text{ байта}) + 2 \times \langle \text{глубина фильтра} \rangle$
Доступные выходы	outputValue		Выходное значение фильтра
Описание	<ul style="list-style-type: none"> по истечении времени цикла фильтра фильтруемое значение (сигнал) передаётся в текущий элемент буферного массива (таким образом, в первый цикл вызова макроса выходное значение фильтра равно 0); индекс текущего элемента увеличивается на 1; данная операция повторяется каждый цикл фильтра; при заполнении буфера (индекс последнего элемента буфера равен индексу текущего элемента) значение индекса текущего элемента приравнивается к 0. происходит сортировка массива от наибольшего значения к наименьшему. в случае если глубина фильтра — чётное число, то из отсортированного массива выбирается значение среднего элемента, иначе — среднее арифметическое двух центральных элементов. увеличение времени цикла приводит к увеличению времени реакции выхода фильтра на изменение входного значения. 		

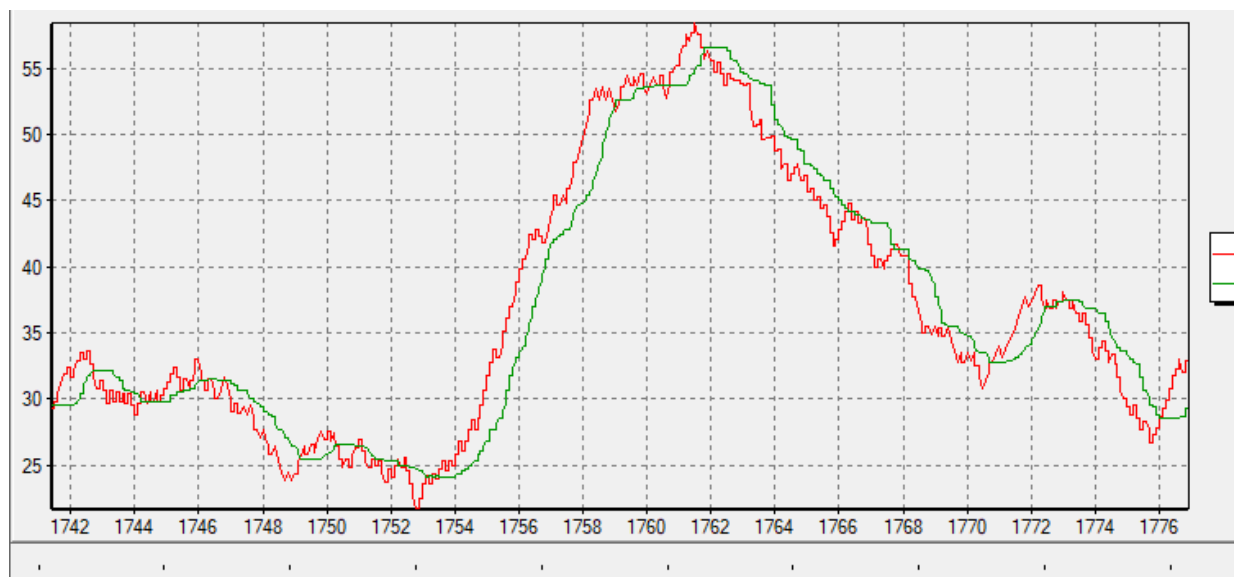


Пример:

- время цикла фильтра равно 25 мсек., размер «окна» равен 5 элементам. В первый цикл ПЛК массив фильтра равен $[0_0 \dots 0_5]$, таким образом выходная переменная фильтра будет равна нулю. Через 25 мсек. (время цикла фильтра) в первый элемент массива

будет передано значение входного сигнала, например, 1. Массив фильтра приобретёт вид $[1_0...0_5]$, после сортировки текущий массив будет иметь прежний вид — $[1_0...0_5]$. Выходное значение фильтра (медиана) в данном случае — 0. Ещё через 100 мсек. массив заполнится целиком и примет вид $[1_0, 7_1, 2_2, 10_3, 0_4]$. После сортировки массив примет вид $[10_0, 7_1, 2_2, 1_3, 0_4]$. В данном случае значение медианы будет равно 2.

- в случае если «окно» будет иметь чётный размер, например, $[1_0, 7_1, 2_2, 10_3, 0_4, 5_5]$, после сортировки массив примет вид $[10_0, 7_1, 5_2, 2_3, 1_4, 0_5]$, а выходное значение фильтра будет равно среднему арифметическому двух центральных элементов массива (с индексами 2 и 3 в данном случае): $\frac{5+2}{2}=3.5$.

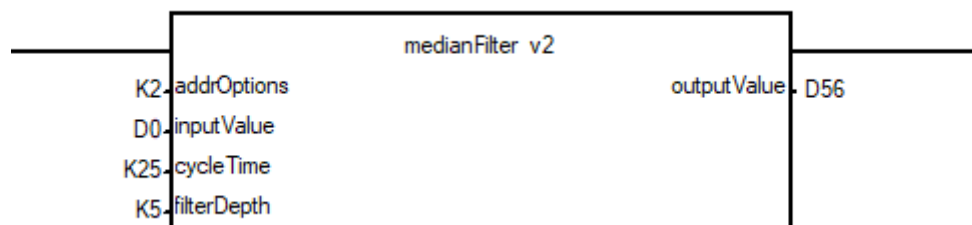


На изображении представлены входное значение сигнала (красным) и выходное значение фильтра (зелёным) с глубиной фильтра 50 значений.

[medianFilter_v2]

Функция	Медианный фильтр с поиском элементов с наибольшим числом повторений		
Доступные входы	addrOptions	D	Стартовый адрес служебных регистров фильтра (4 регистра в памяти ПЛК)
	inputValue		Фильтруемое значение (сигнал)
	cycleTime		Время цикла (измерения) фильтра — временной интервал между передачей фильтруемого значения (сигнала) в текущий элемент буферного массива; задаётся в миллисекундах
	windowSize		Глубина фильтра — количество элементов в буферном массиве фильтра (задаётся как входная переменная); минимальная и максимальная глубина не ограничены, при задании 0 фильтр выключается; влияет на количество занимаемых фильтром регистров в памяти ПЛК по формуле <размер служебных регистров> (4 байта) + 2 x <глубина фильтра>
Доступные выходы	outputValue	Выходное значение фильтра	

Описание	<ul style="list-style-type: none"> по истечении времени цикла фильтруемое значение (сигнал) передаётся в текущий элемент буферного массива (таким образом, в первый цикл вызова макроса выходное значение фильтра равно 0); индекс текущего элемента увеличивается на 1; данная операция повторяется каждый цикл фильтра; при заполнении буфера (индекс последнего элемента буфера равен индексу текущего элемента) значение текущего элемента приравнивается к 0. происходит сортировка массива от наибольшего значения к наименьшему; одновременно с данной операцией заполняется массив повторений и массив индексов повторений. происходит сортировка массива повторений, затем — массива индексов. в случае если один из элементов «окна» повторяется чаще других, его значение передаётся на выход фильтра; в случае если ни один из элементов «окна» не имеет большего количества повторений и размер «окна» чётный, то из отсортированного массива выбирается значение среднего элемента, если размер «окна» нечётный — среднее арифметическое двух центральных элементов. увеличение времени цикла приводит к увеличению времени реакции выхода фильтра на изменение входного значения.
----------	--



Данный фильтр аналогичен предыдущему. Принципиальное отличие — фильтр осуществляет поиск элементов с наибольшим числом повторений и передаёт на выход значение такого элемента. Если ни один из элементов не повторяется чаще других, то на выход фильтра передаётся медианное значение по аналогии с простым медианным фильтром (с учётом чётности «окна»).

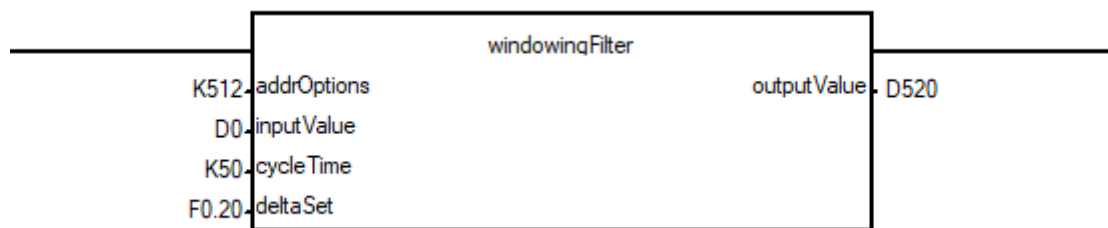
Пример:

В качестве примера можно рассмотреть «окно» фильтра вида $[1_0, 7_1, 1_2, 10_3, 0_4]$. После сортировки по убыванию «окно» примет вид $[10_0, 7_1, 1_2, 1_3, 0_4]$. Одновременно будет заполнен массив повторений и массив индексов повторяющихся элементов. Их значения соответственно: $[1_0, 1_1, 2_2, 1_3]$ и $[0_0, 1_1, 2_2, 4_3]$. После сортировки массива повторений он примет вид $[2_0, 1_1, 1_2, 1_3]$, массив индексов повторяющихся элементов примет вид $[2_0, 1_1, 0_2, 4_3]$. Так как первые два элемента массива индексов повторений не равны между собой, то на выход фильтра будет передано значение 1 (элемент «окна» с индексом 2).

В случае чётной размерности «окна» при наличии наиболее часто повторяющегося элемента на выход фильтра будет передано его значение, иначе — по правилу простого медианного фильтра.

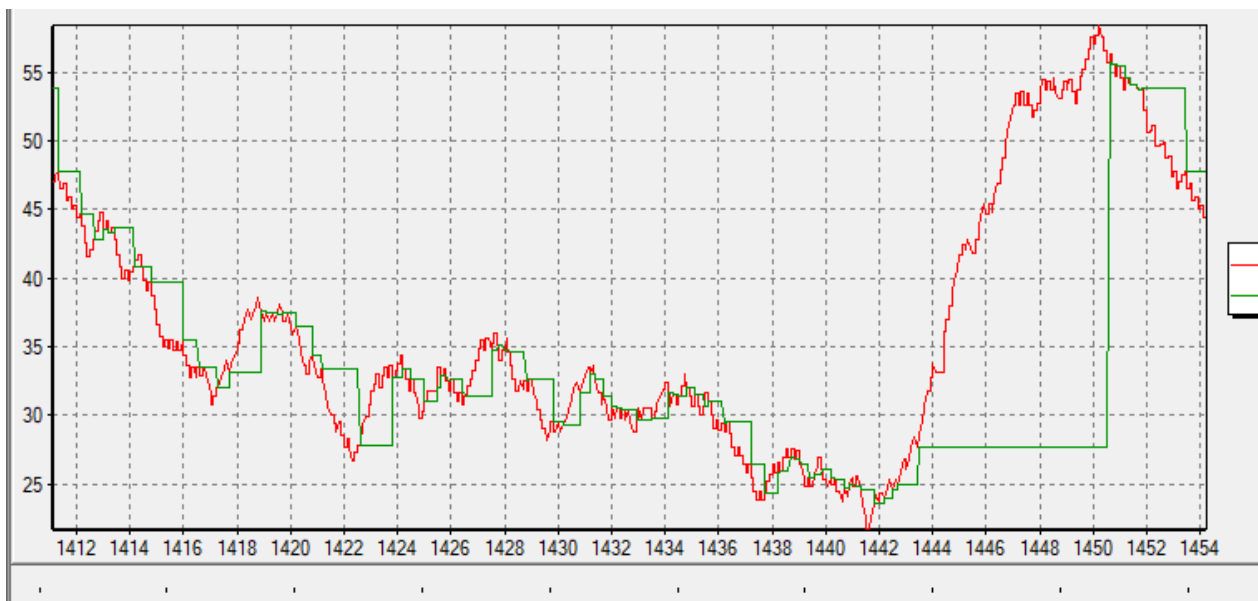
[windowingFilter]

Функция	Фильтр окна		
Доступные входы	addrOptions	D	Стартовый адрес служебных регистров фильтра (8 регистров в памяти ПЛК)
	inputValue		Фильтруемое значение (сигнал)
	cycleTime		Время цикла (измерения) фильтра — временной интервал между передачей фильтруемого значения (сигнала) в текущий элемент буферного массива; задаётся в миллисекундах
	deltaSet		Полоса пропускания фильтра - «окно». Задаёт границы пропускания входного сигнала на выход, условие пропускания — входной сигнал находится в пределах полосы ($\pm \text{deltaSet}$)
Доступные выходы	outputValue		Выходное значение фильтра
Описание	<p>Фильтр основан на полосе пропускания сигнала - «окне». Полоса пропускания задаётся входным параметром deltaSet. Необходимым условием пропускания является нахождение текущего входного сигнала в пределах полосы пропускания; при этом каждый цикл фильтра входной сигнал считается центром полосы пропускания. В случае если входной сигнал выходит за пределы полосы, полоса начинает расширяться в обе стороны на величину deltaSet один раз за время цикла фильтра. При этом на выход фильтра подаётся значение входного сигнала до выхода за пределы полосы. Когда текущий входной сигнал снова попадает в границы полосы (в результате её расширения за некоторое количество циклов фильтра), его значение передаётся на выход фильтра, границы полосы пропускания сбрасываются до значений $\pm \text{deltaSet}$</p>		



Пример:

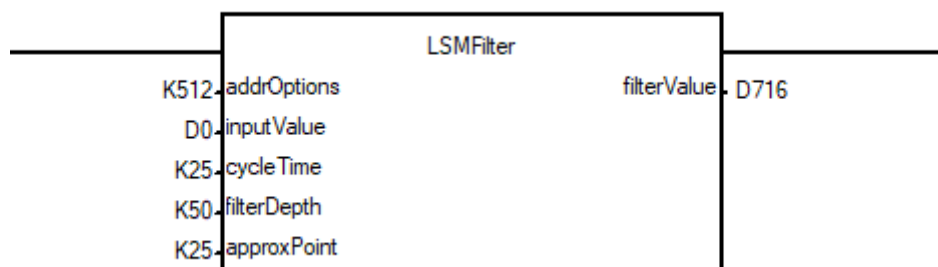
- время цикла фильтра равно 50 мсек., границы полосы пропускания равны ± 0.2 (в единицах входной величины). Допустим, в первый цикл ПЛК входное значение равно 20; границы полосы равны от -0.2 до +0.2. На выход фильтра передаётся значение 0 (входное значение не входит в полосу пропускания);
- полоса фильтра расширяется в обе стороны на величину 0.2 каждые 50 мсек. Если входное значение не меняется, то границы полосы расширятся до значений от -20 до +20 за 5 секунд. Текущее входное значение попадёт в границы и будет передано на выход фильтра границы сбросятся до начального значения от -0.2 до +0.2. Текущее значение входного сигнала станет центром полосы (19.8..20.2).



На изображении представлены входное значение сигнала (красным) и выходное значение фильтра (зелёным) с временем цикла фильтра 50 мсек. и полосой пропускания от -0.2 до +0.2.

[LSMFilter]

Функция	Фильтр на основе метода наименьших квадратов (МНК)		
Доступные входы	addrOptions	D	Стартовый адрес служебных регистров фильтра (4 регистра в памяти ПЛК)
	inputValue		Фильтруемое значение (сигнал)
	cycleTime		Время цикла (измерения) фильтра — временной интервал между передачей фильтруемого значения (сигнала) в текущий элемент буферного массива; задаётся в миллисекундах
	filterDepth		Глубина фильтра — количество элементов в буферном массиве фильтра (задаётся как входная переменная); минимальная и максимальная глубина не ограничены, при задании 0 фильтр выключается; влияет на количество занимаемых фильтром регистров в памяти ПЛК по формуле $\langle \text{размер служебных регистров} \rangle (4 \text{ байта}) + 2 \times \langle \text{глубина фильтра} \rangle$
	approxPoint		Точка на аппроксимационной прямой для которой рассчитывается выходное значение фильтра
Доступные выходы	outputValue		Выходное значение фильтра
Описание	Фильтр основан на аппроксимации входных данных (значений) при помощи прямой линии. Оптимальные коэффициенты аппроксимационной прямой (сдвиг и наклон) рассчитываются при помощи МНК. Выходное значение фильтра рассчитывается для выбранной на аппроксимационной прямой точки аппроксимации (approxPoint, для фильтрации рекомендуется выбирать среднее значение глубины фильтра)		



Пример:

- время цикла фильтра равно 25 мсек., глубина фильтра — 50 значений; по истечении времени цикла фильтра фильтруемое значение (сигнал) передаётся в текущий элемент буферного массива (таким образом, в первый цикл вызова макроса выходное значение фильтра равно 0); индекс текущего элемента увеличивается на 1; данная операция повторяется каждый цикл фильтра; при заполнении буфера (индекс последнего элемента буфера равен индексу текущего элемента) значение индекса текущего элемента приравняется к 0.
- коэффициенты аппроксимационной прямой рассчитываются для всех значений буферного массива; на выход фильтра передаётся значение аппроксимационной прямой в выбранной точке аппроксимации (approxPoint).



На изображении представлены входное значение сигнала (красным) и выходное значение фильтра (зелёным) с циклом фильтра 25 мсек и глубиной фильтра 50 значений.