

# Response 1.1

(Отклик)

Система поддержки  
управляемых экспериментов

Руководство Пользователя

*Версия 1.1.1  
от 8.12.2005 г.*

*«Всем, кто с удовольствием  
двигает границу Непознанного,  
неизбежно удлиняя её»*

Киев - 2005

## Оглавление

1. Общее описание системы Response.....	3
1.1. Системные требования версии 1.1.....	3
1.2. Порядок установки системы .....	4
1.3. Общая Навигация в Response.....	4
1.4. Как построено руководство пользователя .....	4
1.5. Координаты разработчика.....	4
2. Основные понятия системы и их параметры.....	5
2.1. Логические каналы.....	5
2.2. Эксперимент .....	8
2.3. Шаги Эксперимента.....	8
2.3.1. Общие параметры Шага .....	9
2.3.2. Параметры регистрации .....	10
2.3.3. Параметры синхронизации.....	10
2.3.4. Параметры управляющих импульсов.....	11
2.3.5. Параметры Детектора Частоты сигналов.....	12
3. Работа с системой.....	13
3.1. Работа с Экспериментом .....	13
3.1.1. Создание Эксперимента и операции с файлами .....	13
3.1.2. Сценарии Эксперимента и сценарий Normal.csv .....	15
3.1.3. Операции с Шагами Эксперимента.....	16
3.1.4. Команды выполнения Эксперимента и режим Ручного Шага .....	16
3.2. Работа с результатами Эксперимента .....	18
3.2.1. Настройка Страниц Результатов.....	19
3.2.2. Настройка Окошек Результатов.....	20
3.2.3. Режимы Отображения Окошек Результатов .....	22
3.2.4. Команды Масштабирования Графиков.....	24
3.2.5. Копирование данных из таблиц в буфер обмена .....	26
3.2.6. Работа с Визирами.....	26
3.2.7. Интерфейс Результатов Эксперимента Response 1.0.....	27
3.3. Логические каналы и Пользовательские единицы.....	28
3.3.1. Калибровка Логических каналов .....	28

## 1. Общее описание системы Response

Response (Отклик) – программно-аппаратная система на базе IBM PC совместимого компьютера, предназначенная для проведения гибких экспериментов в предметной области, которая управляется и порождает электрические сигналы; программирования эксперимента, автоматического или интерактивного ведения эксперимента, хранения и графической визуализации результатов.

Система позволяет оперировать измеряемыми и управляющими данными в задаваемых пользователем масштабируемых единицах описания предметной области, выполнять эксперимент в автоматическом режиме как последовательность гибко программируемых шагов, проводить новый эксперимент по сценарию уже проведённого эксперимента, а также выполнять эксперимент в интерактивном пошаговом режиме с сохранением параметров и результатов выполненных Шагов эксперимента.

Версия 1.1 системы Response имеет следующие характеристики:

Характеристика	Значение
Число доступных входных физических каналов платы L-1450	14 дифференциальных
Число входных логических каналов Response	8
Число выходных каналов	2
Диапазоны входных сигналов АЦП	$\pm 10\text{В}$ ; $\pm 2,5\text{В}$ ; $\pm 0,625\text{В}$ ; $\pm 0,15625\text{В}$
Напряжение электрической защиты входных каналов	30В
Разрядность АЦП	14 бит
Частота работы АЦП	200 кГц
Частота опросов каждого входного канала АЦП	20 кГц
Сдвиг между последовательными опросами каналов АЦП	5 мксек.
Диапазон выходных сигналов ЦАП	$\pm 5\text{В}$
Разрядность ЦАП	12 бит
Частота работы ЦАП	100 кГц
Частота дискретизации каждого выходного канала ЦАП	50 кГц
Сдвиг между последовательными отсчётами каналов АЦП	10 мксек.
Количество точек в 1 регистрации по каждому каналу	200
Минимальная длительность регистрации	10 мсек.
Максимальное количество шагов эксперимента	999

Система состоит из платы сбора данных L-1450 фирмы LCard ([www.lcard.com](http://www.lcard.com)) и программы Response 1.1, работающей под управлением ОС Windows.

### 1.1. Системные требования версии 1.1

- IBM PC совместимый компьютер (Athlon XP 2000+ или выше);
- плата сбора данных L-1450 фирмы LCard;
- OS Windows XP SP2 (возможно, Windows 98/Me/2000 – не тестировалось);
- Microsoft .NET Framework v1.1 SP1;
- Microsoft Excel 2003 (для вывода результатов в таблицу Excel).

## 1.2. Порядок установки системы

- установите плату L-1450 согласно её руководству по установке (DMA режимы платы не используются) в ПК;
- установите драйвера для Windows 98/ME/2000/XP платы L-1450 согласно Readme.txt драйверов платы (lcomp.exe);
- установите Microsoft .NET v1.1 SP1;
- установите Response 1.1, выполнив Response 1.1 Setup;
- подключите 15-й входной канал АЦП к 1-му выходному каналу ЦАП, а 16-й входной ко 2-му выходному (дифференциальные «-» обоих каналов – на землю, а каждый «+» входного канала на соответствующий выходной канал; цоколёвку см. в руководстве по плате).

## 1.3. Общая Навигация в Response

Шапка основного окна программы содержит все необходимые органы управления: главное меню, панель команд и 3 закладки для переключения страниц Шагов, результатов и Логических Каналов.



Как и любая другая программа Windows Response поддерживает следующие возможности навигации:

- выполнение команд посредством Главного Меню, кнопок Панели Команд, Контекстного Меню и комбинаций клавиш Быстрого Вызова (Shortcuts);
- просмотр или редактирование подробных данных табличных элементов (Шаг или Логический канал) можно выполнять двойным щелчком левой кнопки мыши в строке, соответствующей требуемому элементу, а также использовать Контекстное Меню или выбрать элемент и выполнить соответствующую команду “Редактировать” в Главном Меню или на Панели Инструментов;
- для удобства просмотра таблиц в программе можно изменять ширину колонок «перетаскивая» границу между ними или двойным щелчком мыши на границе колонок автоматически устанавливать ширину колонки, достаточную для просмотра всех её данных;
- перемещение по окошкам ввода данных с клавиатуры нажатием Tab (к следующему) или Shift+Tab (к предыдущему) элементу управления.

Специальные команды подробно описаны в соответствующих разделах руководства.

## 1.4. Как построено руководство пользователя

В разделе 2 руководства подробно описаны понятия системы и дано детальное описание всех параметров, а так же их взаимосвязей. Раздел 3 руководства содержит описание команд пользователя используемых для работы с Экспериментом.

## 1.5. Координаты разработчика

Украина, Киев, т. +380 (44) 243-5266, м.т. +380 (67) 242-7348

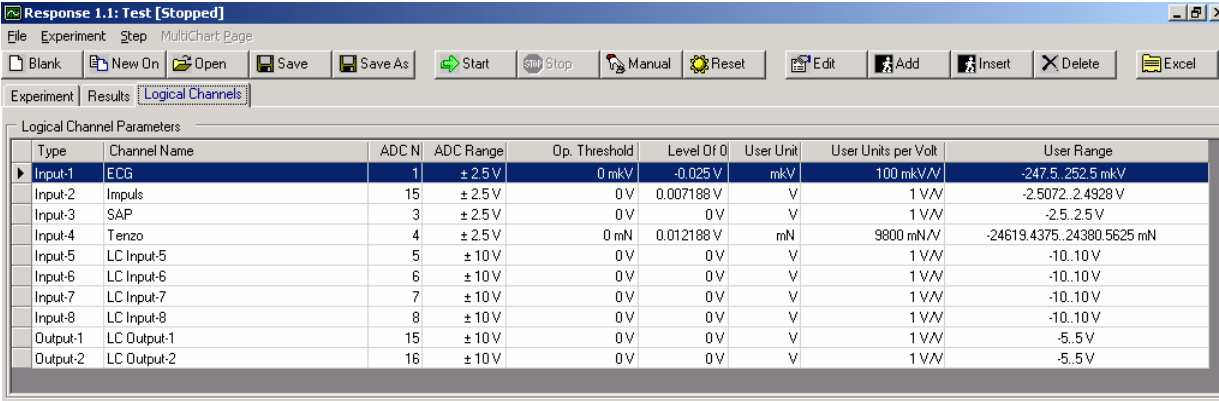
Email: [shaman@lt.kiev.ua](mailto:shaman@lt.kiev.ua), Сергей Шамшетдинов.

## 2. Основные понятия системы и их параметры

В системе используются следующие основные понятия:

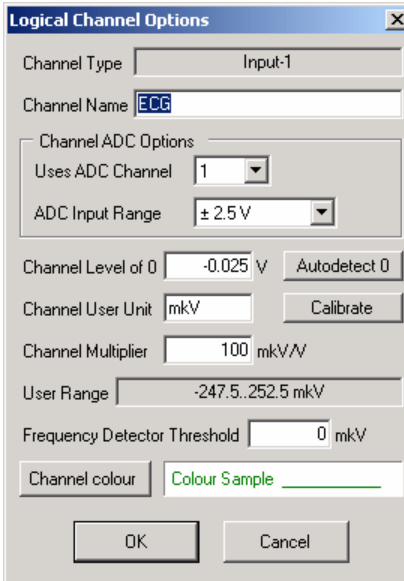
- Логический канал, как описание физических и логических свойств входного потока данных измеряемой величины предметной области или свойств выходного потока данных влияния на среду;
- Эксперимент, как совокупность Шагов выполняемых в процессе эксперимента и общих данных Эксперимента;
- Шаг Эксперимента, как набор сходных параметров возмущения предметной области и регистрации измеряемых величин, используемых в определённый промежуток времени ведения эксперимента, а так же данных полученных за это время;
- Регистрация, как совокупность параметров ввода данных входных Логических Каналов и собственно введённые данные за определённый промежуток времени;
- Страницы и Окошки Результатов, как тип и параметры визуального представления данных одной Регистрации или блока Периодов Синхронизации.

### 2.1. Логические каналы



Type	Channel Name	ADC N	ADC Range	Op. Threshold	Level Of 0	User Unit	User Units per Volt	User Range
Input-1	ECG	1	± 2.5 V	0 mV	-0.025 V	mkV	100 mkV/V	-247.5..252.5 mkV
Input-2	Inputs	15	± 2.5 V	0 V	0.007188 V	V	1 V/V	-2.5072..2.4928 V
Input-3	SAP	3	± 2.5 V	0 V	0 V	V	1 V/V	-2.5..2.5 V
Input-4	Tenzo	4	± 2.5 V	0 mN	0.012188 V	mN	9800 mN/V	-24619.4375..24380.5625 mN
Input-5	LC Input-5	5	± 10 V	0 V	0 V	V	1 V/V	-10..10 V
Input-6	LC Input-6	6	± 10 V	0 V	0 V	V	1 V/V	-10..10 V
Input-7	LC Input-7	7	± 10 V	0 V	0 V	V	1 V/V	-10..10 V
Input-8	LC Input-8	8	± 10 V	0 V	0 V	V	1 V/V	-10..10 V
Output-1	LC Output-1	15	± 10 V	0 V	0 V	V	1 V/V	-5..5 V
Output-2	LC Output-2	16	± 10 V	0 V	0 V	V	1 V/V	-5..5 V

В Response таблица логических каналов находится на закладке Logical Channels основного окна программы (см. рисунок выше). Для изменения параметров Логического канала дважды щёлкните левой кнопкой мыши на строке соответствующего канала. При этом откроется окно редактирования Параметров Логического Канала (см. рисунок слева).



Логический канал – набор параметров, позволяющий абстрагироваться от физического оборудования эксперимента, входных и выходных напряжений, и проводить эксперимент, пользуясь реальными физическими единицами предметной области. Т.е. Логический Канал это некоторая система декодирования физической величины из сигнала напряжения датчика измеряемой величины предметной области (которая была закодирована датчиком в напряжение), а для выходного канала – система кодирования в управляющее напряжение (которое будет преобразовано дополнительным преобразующим

оборудованием в реальное воздействие на предметную область). Кроме этого, Логический Канал содержит описание способов отображения данных и другие параметры, присущие измеряемой величине или тракту её преобразования.

Параметры логических каналов и их описания:

<b>Channel Type</b> Тип канала	Физический тип (входной/выходной) Логического канала и его порядковый номер. Неизменяемый параметр.
<b>Channel Name</b> Название канала	Имя Логического канала, вводимое для удобства работы с Экспериментом и привязки к предметной области. Например, «Кардиограмма», «Температура тела», «Импульсы». Имя описывает измеряемую величину или воздействие и используется при настройке графиков и просмотре результатов.
<b>Uses ADC Channel</b> Использует канал АЦП	Номер входа АЦП платы L1450, который использует этот Логический канал. Каналы АЦП нумеруются от 1 до 16-ти. Различные входные логические каналы могут использовать одинаковые номера входов АЦП платы L1450. Для выходного логического канала должен быть установлен номер входа АЦП, к которому подключен выход ЦАП этого выходного канала. По-умолчанию входной канал 15 АЦП назначен на 1-й выходной Логический канал, а 16-й – на 2-й. Ввод данных выходных каналов (должны быть кроссированы перемычками на выходе платы) используется программой для синхронизации по выходным импульсам. Это свойство можно использовать для контроля напряжений выходных каналов в случае неопределённой нагрузки на выходе, или контроля правильности подключения, если вход контролирующего канала АЦП кроссирован не на плате, а дальше – на входе предметного оборудования выходного канала ЦАП.
<b>ADC Input Range</b> Входной диапазон канала АЦП	Диапазон входного напряжения канала АЦП (только для входных каналов) платы L1450, используемый данным Логическим каналом. Меньший входной диапазон соответствует большей абсолютной точности измерения (и соответственно большей чувствительности к шумам).
<b>Channel Level of 0</b> Уровень нуля канала	Вводит корректировку уровня нуля физического канала, соответствующего этому Логическому в вольтах. Для <b>входного канала</b> это измеренное АЦП напряжение, в условиях установленного нулевого значения в предметной области данного входного канала. Устанавливается пользователем или измеряется системой при калибровке. Для <b>выходного канала</b> это напряжение на выходе ЦАП, которое нужно установить, чтобы получить нулевое значение в предметной области данного выходного канала (т.е. обратное смещению ЦАП на выходе при установленном коде 0).
<b>Channel User Unit</b> Пользовательская единица измерения канала	Название пользовательских единиц измерения данного Логического канала, 4 символа. Используется при просмотре результатов и установке параметров Шага Эксперимента.
<b>Channel Multiplier</b> Множитель канала	Коэффициент, описывающий соответствие между пользовательскими единицами данного Логического канала и напряжением АЦП/ЦАП. Калибруется. Не 0, от 0.000001 до 1000000 пользовательских единиц/В.

<b>User Range</b> Пользовательский диапазон	Автоматически вычисляемый диапазон, который показывает границы в пользовательских единицах, в пределах которых можно управлять или измерять предметную область для данного Логического канала с учётом смещения нуля и выбранного диапазона.
<b>Frequency Detector Threshold</b> Порог срабатывания детектора частоты	Уровень измеряемой величины (в установленных единицах пользователя) по которому определяется частота сигнала Логического канала. Учитывается положительный фронт сигнала, пересекающий этот уровень.
<b>Channel Color</b> Цвет Канала	Цвет Логического Канала, используемый при отображении результатов Эксперимента.

Таким образом, после возможной калибровки и настройки параметров Логических Каналов пользователь может перейти к программированию эксперимента, используя исключительно единицы описания величин предметной области и использовать имена измеряемых параметров или имена управления вместо номеров физических каналов платы. Описанные ниже возможности калибровки Логических каналов позволяют избежать измерения коэффициентов усиления физических каналов при условии возможности воспроизведения известного значения предметной величины.

## 2.2. Эксперимент

В терминах системы Response Эксперимент можно разбить на следующие составные части:

- Общие данные Эксперимента, такие как название, название сценария, исполнитель, дата и время создания, комментарий, статусы выполнения и внесённых изменений (см. следующий рисунок);
- Список и параметры Логических Каналов описывающих свойства связи с предметной областью;
- Перечень, параметры и результаты выполнения Шагов, определяющих однотипные условия измерения и управления предметной областью в определённой части эксперимента;
- Параметры и настройки просмотра результатов Эксперимента;

Все данные, определяющие Эксперимент, хранятся и загружаются из одноимённого файла с расширением CSV.

## 2.3. Шаги Эксперимента

Step	Status	End of Step Condition	Registration	Synchronization	Output Channel 1 Pulsing	Output Channel 2 Pul
1	Done	20 registrations [40 sec.]	Duration 100 ms, every 2 sec.	On Rising edge of LC Output-1 at 1 V.	At 2 Hz 'Bipolar' 2000 mks each, 3 V	Disabled
2	Done	30 registrations [2 min. 30 sec.]	Duration 100 ms, every 5 sec.	On Rising edge of LC Output-1 at 1 V.	At 2 Hz 'Bipolar' 2000 mks each, 3 V	Disabled
3	Done	30 registrations [5 min. 0 sec.]	Duration 100 ms, every 10 sec.	On Rising edge of LC Output-1 at 1 V.	At 2 Hz 'Bipolar' 2000 mks each, 3 V	Disabled
4	Ready	120 registrations [20 h. 0 min. 0 sec.]	Duration 100 ms, every 600 sec.	On Rising edge of LC Output-1 at 1 V.	At 2 Hz 'Bipolar' 2000 mks each, 3 V	Disabled

Таблица Шагов Эксперимента находится на закладке Experiment основного окна программы (см. рисунок выше). Для изменения параметров Шага дважды щёлкните левой кнопкой мыши на строке соответствующего Шага. При этом откроется окно редактирования Параметров Шага (см. рисунок слева).

Шаг Эксперимента определяет режим работы системы Response в течение одного промежутка времени выполнения Эксперимента.

Шаг состоит из общих параметров Шага, параметров регистрации, синхронизации и управляющих импульсов (раздельно по каждому каналу), а так же параметров Детектора Частоты на время выполнения данного Шага.

Регистрация, синхронизация и/или управляющие импульсы каждого выходного канала могут быть раздельно включены или выключены на каждом Шаге.



### 2.3.1. Общие параметры Шага

<b>Step Status</b> Статус Шага	Состояние выполнения данного Шага. Параметры выполненных Шагов не могут быть изменены и доступны только для просмотра
<b>Step Number</b> Номер Шага	Порядковый номер шага в Эксперименте, 1-999. Изменением номера Шага можно менять будущий порядок выполнения Шагов в Эксперименте. В Ручном Шаге порядковый номер всегда фиксирован и определяется автоматически.
<b>Step Duration</b> Длительность Шага	Вводимая пользователем продолжительность Шага типа «Фиксированное время выполнения» (1-99999 сек.) или автоматически вычисляемая, для Шага типа «Фиксированное количество регистраций». Для Шага типа «Остановка по вводу пользователя» этот параметр не определён и посему остаётся пустым.
<b>Step Type</b> Тип Шага	Тип шага, определяющий критерий его окончания. Существует 3 типа Шагов: - «Фиксированное время выполнения» ( <b>Step Duration Controlled</b> ); - «Фиксированное количество регистраций» ( <b>Registration Quantity Controlled</b> ); - «Остановка по вводу пользователя» ( <b>User Input Controlled</b> ). В начале выполнения Шага типа «Остановка по вводу пользователя» Response выводит дополнительное окно ввода, содержащее текст, вписанный в поле <b>Text</b> данного Шага. Пользователь может редактировать этот текст во время выполнения шага. Новый текст будет сохранён в параметрах Шага по его окончании. Выполнение такого типа Шагов прекращается при нажатии <b>ОК</b> (с сохранением нового текста) или <b>Cancel</b> (текст останется без изменений) в окне ввода текста.

<b>Text</b> Текст	Текст вывода или текст, который пользователь ввёл во время выполнения, для Шагов типа «Остановка по вводу пользователя» (до 80 символов).
----------------------	---

### 2.3.2. Параметры регистрации

<b>Registration Quantity</b> Количество регистраций	Количество регистраций в шаге, 1-999
<b>Registration Duration</b> Длительность регистрации	Продолжительность регистрации данного Шага. От 10 до 9990 миллисекунд, с шагом в 10 миллисекунд.
<b>Registrations Period</b> Периодичность регистраций	Интервал времени между началами соседних регистраций, 0 или от 1 до 9999 секунд. Если указан 0, то регистрации происходят непрерывно, одна за одной. В режиме синхронных регистраций, регистрация начинается по первой синхронизации (с учётом возможной указанной задержки), которая произойдёт спустя этот период времени от начала предыдущей регистрации (точнее, от её запускающей синхронизации, если регистрация с задержкой). Если в режиме синхронных регистраций в этом поле указать 0, то в момент первой синхронизации сразу после окончания предыдущей регистрации (как было в Response 1.0).
<b>Synchronous Registration</b> Синхронная регистрация	Режим синхронной регистрации. В этом режиме Регистрации начинаются только при выполнении условий синхронизации.
<b>Sync.Reg. Start Delay</b> Задержка синхронной регистрации	Задержка начала синхронной регистрации от момента синхронизации, от 0 до 999 миллисекунд.

### 2.3.3. Параметры синхронизации

<b>Source Channel</b> Канал-источник	Логический канал - источник синхронизации
<b>Edge</b> Фронт	Тип фронта сигнала-источника, по которому должна «срабатывать» синхронизация при переходе через заданный уровень, <b>Rising</b> – «передний фронт», <b>Falling</b> – «падающий фронт».
<b>Level</b> Уровень	Уровень сигнала-источника, при переходе через который должна «срабатывать» синхронизация при заданном типе фронта сигнала. Задаётся в пользовательских единицах Логического канала-источника.
<b>Store Synchronization Periods</b> Записывать периоды синхронизации	В этом режиме записываются интервалы между «срабатываниями» синхронизации независимо от её блокирования. Данная опция позволяет наблюдать на графике динамику пульса, если в качестве источника выбрана кардиограмма и уровень настроен на зубец R.
<b>Timeout</b> Таймаут	Таймаут синхронизации, 0 или от 1 до 99 секунд. Если в течение установленного таймаутом времени не произошла синхронизация, то она «вызывается» принудительно. Если установлен 0, то таймаут отключен.

### 2.3.4. Параметры управляющих импульсов

<b>Pulse Type</b> Тип импульсов	Тип импульсов выходного канала. <b>Unipolar</b> – однополярные, <b>Bipolar</b> – биполярные. Биполярные импульсы состоят из 2-х равных частей разной полярности каждая длительностью в половину общей указанной длительности импульса.
<b>Amplitude</b> Амплитуда	Амплитуда импульсов. Не 0. Задаётся в пользовательских единицах измерения данного Логического канала. Если амплитуда отрицательна, то однополярные импульсы отрицательные, а у биполярных импульсов сначала идет отрицательная часть, затем положительная.
<b>Pulse Width</b> Ширина импульса	Длительность импульса. От 20 до 999980 микросекунд с шагом 20 для однополярных и кратно 40 от 40 до 999960 микросекунд для биполярных импульсов.
<b>Pulse Period</b> Период импульсов	Период следования импульсов. Кратен 20 мкс Для однополярных импульсов должен быть больше или равен длительности импульса плюс 20 мкс и меньше 99 999 980 мкс (~10 сек.). Для биполярных – от длительности импульса до 99 999 980 мкс.
<b>Pulse Frequency</b> Частота импульсов	В данной версии это поле показывает округлённую частоту следования импульсов канала, соответствующую установленному периоду следования импульсов. Не изменяется.
<b>Pulse Quantity in Series</b> Количество импульсов в пачке	Количество импульсов в пачке, от 1 до 9999. Если указана 1, то выходной канал работает в режиме постоянной генерации одинаковых импульсов заданного типа в асинхронном режиме, и выдаёт одиночный импульс – в синхронном режиме. Если указано число от 2 до 9999, то канал работает в режиме выдачи последовательных пачек импульсов, либо в синхронном режиме выдаёт 1 пачку по синхроимпульсу. Для пачек импульсов дополнительно можно указать их периодичность, а также характер изменения амплитуды импульсов в пачке.
<b>Series Type</b> Тип пачки	Тип пачек – форма изменения амплитуды импульсов в пачке. <b>All Equal</b> – все одинаковые <b>0-&gt;Amplitude</b> – по нарастающей от max/N до max <b>0-&gt;Amplitude-&gt;0</b> – «горка» от max/2N до max, затем до max/2N <b>Amplitude-&gt;0</b> – по спадающей от max до max/N
<b>Series Period</b> Период пачек	Периодичность пачек, 0 или от 1 до 99999 микросекунд – интервал времени между началами пачек импульсов. Если указан 0, то пачки импульсов следуют без пауз.
<b>Synchronous Pulsing</b> Синхронная выдача импульсов	Режим синхронной выдачи импульсов. Один импульс или одна пачка импульсов выдаётся только при выполнении условий синхронизации (с учётом возможной установленной задержки). Следующая синхронная выдача блокируется до окончания выдачи последнего импульса предыдущей синхронной выдачи по всем каналам. В Response 1.1 синхронная выдача импульсов НЕ блокируется на время выполнения синхронной регистрации.

<b>Pulsing Start Delay</b> Задержка начала импульсов	Задержка начала выдачи импульсов от момента синхронизации, от 30 до 999 миллисекунд.
---	--

### 2.3.5. Параметры Детектора Частоты сигналов

<b>Sample Channels' Thresholds every</b> Проверять пороги каждые	Определяет период, через который происходит выборка сигнала для детектора Частоты на данном шаге. Чем меньше интервал, тем точнее детектируется частота, но больше загрузка процессора. От 50 до 9950 мкс с шагом в 50 мкс. Определяет максимальную детектируемую частоту: $1/(2 \text{ периода})$
<b>Last Detected Periods to Count</b> Количество последних детектированных периодов, которые учитывать	Количество последних периодов («скользящих»), по которым вычисляется частота. От 1 до 999. Большее количество позволяет сильнее усреднять сигналы с меняющейся мгновенной частотой или повышать точность детектирования частоты. Частота вычисляется как указанное количество последних детектированных периодов сигнала, делённое на сумму их длительностей. Если на момент определения частоты набрано меньшее количество периодов, то частота вычисляется по наличному количеству периодов.

Если сигнал не пересекает порог своим положительным фронтом в течение 11 секунд после последнего такого фронта, то значение частоты этого канала обнуляется, а в течение этого периода показания детектора частоты будут фиксированы на последнем детектированном значении. Это свойство позволяет детектировать частоты от 0,1 Hz. Таким образом, мгновенная частота (при частоте сигнала близкой к 0,1 Гц) может «отставать» на 10 сек (или на период частоты сигнала в общем случае). Такое замораживание показаний также будет происходить в случае пропадания сигнала.

Порог детектора Частоты сигнала устанавливается в свойствах соответствующего Логического канала. Частота сигнала, записываемая в Регистрацию, берётся из детектора в момент окончания регистрации (в отличие от первоначального варианта «в начале»; если в конце Регистрации, то она всегда попадает в детектируемый период).

Очевидно, погрешность определения частоты по предполагаемой частоте сигнала можно посчитать следующим образом. При вычислении суммы длительности пачки периодов детектор ошибается максимум на  $\pm 1$  интервал семплирования порога («-» интервал в начале пачки и «+» интервал в конце пачки).

Предположим, ожидаемая частота сигнала равна 5 Гц (период 0,2 сек.) и установлено определение частоты по одному периоду сигнала и интервал семплирования - 1000 мксек. Тогда детектор определит частоту от  $1/(0,2\text{сек.}+0,001\text{сек.})$  до  $1/(0,2\text{сек.}-0,001\text{сек.})$  Гц, т.е. от 4,975 до 5,025 Гц и максимальная относительная погрешность детектированной частоты составит  $\pm 0,5$  процента. Если установить определение по 10-ти последним периодам, тогда от  $10/(10*0,2\text{сек.}+0,001\text{сек.})$  до  $10/(10*0,2\text{сек.}-0,001\text{сек.})$  Гц, т.е. от 4,9975 до 5,0025 Гц, что в 10 раз точнее, и погрешность составит  $\pm 0,05$  процента. Максимальная частота, которую сможет определить детектор в данном примере, будет равна  $1/(2*0,001\text{сек.})=500$  Гц.

## 3. Работа с системой

Общий порядок проведения эксперимента с использованием системы Response следующий:

- Подключить входы и выходы платы к аппаратуре предметной области эксперимента;
- Установить параметры логических каналов (названия, номера каналов АЦП и диапазоны входных сигналов, задать пользовательские единицы измерения и коэффициенты пересчёта единиц во входное/выходное напряжение);
- Откалибровать каналы (при необходимости);
- Открыть готовый сценарий, ввести новые или отредактировать параметры подготовленных шагов эксперимента;
- Настроить удобные параметры просмотра результатов;
- Выполнить эксперимент (или выполнять в интерактивном режиме);
- Сохранить эксперимент на диск компьютера;
- Вывести данные в MS Excel (при необходимости).

### 3.1. Работа с Экспериментом

#### 3.1.1. Создание Эксперимента и операции с файлами

Для создания, сохранения и вывода результатов эксперимента Response содержит следующие команды, выполняемые из главного меню, при помощи клавиатуры или нажатием одноимённой кнопки на панели команд (полное имя, комбинация клавиш):



- **Blank (New Blank Experiment, Shift+F4)** загружает пустой эксперимент, сбрасывая все параметры в исходное состояние, включая настройки Логических каналов. Устанавливает текущую как дату эксперимента. Поле Исполнитель остаётся без изменений. Конфигурация Страниц и Окошек Результатов также остаются без изменений, если не используется Normal.csv.

Если в папке сценариев присутствует файл Normal.csv, то во время выполнения команды **Blank** Response выполняет его загрузку как сценария, без сброса шагов (см. подробнее ниже).

- **New On (New Experiment on Scenario of ..., F4)** создаёт новый эксперимент на основе выбранного сценария эксперимента. Новый эксперимент будет содержать набор тех же шагов, что и выбранный эксперимент-сценарий, но статус выполнения всех шагов и статус эксперимента сбрасываются в исходное состояние, результаты аннулируются, дата нового эксперимента устанавливается текущей, а поле Исполнитель остаётся без изменений. Комментарий, параметры Логических каналов и Страниц Просмотра также копируются в новый эксперимент из выбранного эксперимента-сценария. Название эксперимента-сценария вписывается в поле **Scenario** нового эксперимента, а название эксперимента остаётся пустым (будет введено при первом сохранении).

Система отдельно запоминает папку, из которой был открыт последний эксперимент-сценарий. Это делает удобным хранение сценариев в отдельной папке, например, подпапке Scenario. Этот путь также используется системой для поиска сценария Normal во время запуска и при загрузке пустого эксперимента командой Blank.

- **Open (Open Experiment ..., F3)** загружает выбранный эксперимент с диска. Все данные копируются в Response из выбранного файла-эксперимента.

При открытии эксперимента версии 1.0, параметры Страниц и Окошек Просмотра НЕ сбрасываются (их параметров нет в старых экспериментах), что делает удобным повторный просмотр старых экспериментов в текущей настроенной конфигурации Страниц Результатов (или конфигурации, предварительно прочитанной из нового эксперимента).

- **Save (Save Experiment, F2)** сохраняет текущий эксперимент на диск в соответствующую папку под тем же именем. Если эксперимент ещё не был сохранён, то Response автоматически выполняет команду **Save As ...** для ввода названия эксперимента и папки хранения.

Название эксперимента всегда совпадает с именем соответствующего файла (с расширением CSV) и поэтому может содержать только символы допустимые для имён файлов в текущей операционной системе.

- **Save As ... (Save Experiment As ..., Shift+F2)** сохраняет текущий эксперимент на диск под новым именем в выбираемую папку. Эта операция не переименовывает эксперимент, а записывает текущий, возможно уже изменённый эксперимент в новый файл на диске. Эксперимент со старым названием останется на диске (без последних не сохранённых изменений). Используйте команду **Save As ...** для сохранения эксперимента-сценария в отдельную папку (предварительно выполнив сброс эксперимента для экономии места на диске и более быстрой загрузки сценария).

Для **переименования эксперимента** сохраните его в системе и переименуйте в Проводнике Windows. Затем заново откройте его в системе с диска

- **Reset (Clear Results and Reset Experiment, F8)** сбрасывает состояние выполнения и результаты всех или последнего выполненного шага эксперимента. В последующем диалоговом окне выберите Yes, чтобы сбросить все выполненные шаги эксперимента, обнулить результаты и очистить имя эксперимента. Выберите No, чтобы сбросить и обнулить результаты только последнего выполненного шага. Параметры Логических каналов и Графиков остаются без изменений в обоих случаях.

Используйте эту команду перед сохранением эксперимента-сценария для экономии места на диске и более быстрой загрузки сценария (без результатов выполнения), а также для продолжения эксперимента с начала остановленного Шага.

- **Excel** выводит все данные текущего эксперимента в MS Excel и автоматически сохраняет одноимённый XLS документ на диск. Перед выполнением команды текущий эксперимент должен быть сохранён. Если эксперимент с таким же названием уже открыт в MS Excel, то он заменяется данными текущего эксперимента, а соответствующий ему XLS файл обновляется на диске без предупреждения о замене.

Таким образом, при выполнении этой команды всегда сохраняется соответствие между экспериментом, сохранённым на диске в файле CSV, экспериментом, открытым в Response, таблицей, открытой в MS Excel, и соответствующим одноимённым файлом с расширением XLS (который хранится в том же каталоге, что и файл эксперимента с расширением CSV).

### 3.1.2. Сценарии Эксперимента и сценарий Normal.csv

**Эксперимент-сценарий** это такой же эксперимент, как и обычный, используемый как шаблон. Любой эксперимент может выступать в роли эксперимента-сценария для Нового Эксперимента. При создании нового эксперимента по сценарию уже имеющегося (выполненного или только подготовленного – не важно), система загружает выбранный эксперимент-сценарий (Шаги, Логические Каналы, Страницы Просмотра – всё, что сохранено в эксперименте-сценарии) и выполняет команду сброса эксперимента. Т.е. **эксперимент является сценарием** только потому, что мы используем его особым способом, как основу для другого.

Выполнение команды создания нового эксперимента на основе эксперимента-сценария эквивалентно выполнению двух команд: загрузке этого эксперимента-сценария и сброса всех его шагов. Единственное отличие состоит в том, что имя базового эксперимента (эксперимента-сценария) вписывается в поле **Scenario** вновь созданного эксперимента.

Для того чтобы в процессе работы можно было легко повторно использовать сделанные настройки Логических Каналов и Страниц Просмотра, система поддерживает особый эксперимент-сценарий с именем **Normal.csv**. Его особенность состоит в названии, месте хранения и том, что система не сбрасывает его шаги. Т.е., может быть много файлов с именем **Normal.csv**, но система будет использовать только тот, что хранится в папке, откуда командой **New On ...** был открыт последний эксперимент-сценарий (или сам же **Normal.csv**) – папке сценариев. Шаги, если надо, можно сбросить перед сохранением **Normal.csv**.

Если система находит файл **Normal.csv** в папке, в которой была выполнена последняя команда **New On ...** (папке сценариев), то **Normal.csv** используется системой как сценарий в таких случаях: при запуске программы и при создании пустого эксперимента командой **Blank**.

Предположим, вы настроили и откалибровали Логические Каналы, создали и настроили Страницы просмотра и опробовали выполнение эксперимента. Возможно, создали перечень заготовленных шагов, которые всегда или почти всегда используются в будущих экспериментах (в некоторых, предположим, можно парочку удалить, если они не нужны для конкретного случая). Или ничего из этого не делали, а хотите использовать в качестве постоянной основы уже опробованный эксперимент – откройте его.

Теперь, чтобы постоянно использовать текущие настройки для всех новых экспериментов сбросьте эксперимент командой **Reset-Yes** (если для будущих экспериментов вы не хотите использовать результаты текущих выполненных шагов). Затем сохраните его командой **Save As ...** под именем **Normal** в папку, где хранятся ваши эксперименты-сценарии или, если отдельная папка не предполагается, то просто в папку со всеми вашими экспериментами. И, для того чтобы система наверняка правильно находила этот файл **Normal.csv** (вне зависимости от предыдущих команд **New On ...**), выполните команду **New On ...** и откройте вновь созданный **Normal.csv**. Система запомнит папку открытия как папку сценариев (папка сценариев запоминается только при создании эксперимента на основе сценария командой **New On ...**).

Откройте какой-нибудь старый эксперимент и нажмите **Blank** – будет создан новый эксперимент со параметрами **Normal**. Выйдите из программы и снова запустите её – все настройки сделанные в **Normal.csv** будут загружены.

Система всегда использует за основу файл Normal.csv, если он найден в папке сценариев. Если последняя команда **New On ...** выполнена из папки, в которой нет Normal.csv, то никакой Normal.csv не будет использован системой в следующий раз.

Чтобы **отключить использование Normal.csv**, можно переименовать его или выполнить «холостую» команду **New On ...** из папки, в которой нет Normal.csv. После следующей команды **New On ...** из папки, где есть Normal.csv, он снова будет использоваться как основа для новых экспериментов.

### 3.1.3. Операции с Шагами Эксперимента

- **Edit (Edit Selected Step, Ctrl+E)** открывает окно с подробными параметрами выбранного в таблице шага для редактирования, либо для просмотра, если выбранный шаг уже завершён.

- **Add (Add New Step at the End, Ctrl+N)** добавляет новый Шаг в конец Эксперимента. Команда открывает окно для редактирования параметров нового шага. Данные, которые присваиваются по умолчанию параметрам этого нового шага, копируются из шага, который выбран в таблице шагов на момент выполнения этой команды. Таким образом, для добавления нового шага с параметрами, сходными с уже имеющимся Шагом, выберите в таблице Шаг-образец перед выполнением команды Add. Для отмены добавления нового Шага нажмите Cancel.

- **Insert (Insert New Step before Selected, Ctrl+I)** вставляет новый шаг перед выбранным шагом в таблице. Команда открывает окно с параметрами для редактирования вновь вставляемого Шага. Данные нового Шага для редактирования копируются из текущего выбранного Шага в таблице. Для отмены вставки Шага нажмите Cancel в окне параметров Шага.

Поскольку выполненные и не выполненные Шаги в Эксперименте не могут быть смешаны, то если вы пытаетесь вставить новый Шаг перед уже выполненным Шагом, Response вставит новый Шаг перед первым, не выполненным Шагом в эксперименте.

- **Delete (Delete Selected Step, Ctrl+D)** удаляет выбранный в таблице Шаг вместе с результатами выполнения, если этот Шаг уже был выполнен.

Для **изменения порядка Шагов** (перестановки) в Эксперименте, откройте не выполненный Шаг и впишите нужный порядковый номер в окно **Step Number**. Порядковый номер Шага также можно изменять в момент его добавления в конец или вставки.

Для **сброса статуса «Выполнен»** последнего выполненного Шага и обнуления его результатов воспользуйтесь командой Reset и в последующем диалоговом окне выберите No. Команду можно повторять многократно для последовательного сброса нескольких последних выполненных Шагов.

### 3.1.4. Команды выполнения Эксперимента и режим Ручного Шага

- **Start (Start Experiment, F5)** начинает автоматическое выполнение Эксперимента с первого, не выполненного Шага.

Перед запуском Эксперимента система проверяет правильность данных всех новых шагов и помечает их как Ready или Error в случае ошибки параметров (с выводом сообщения об ошибке). Такая проверка целостности набора параметров Шага может найти ошибки, если параметры эксперимента были изменены в файле вне системы.

Система начинает выполнение первого Шага с небольшой задержкой (0,27-0,5 сек.) обусловленной инициализацией платы (что также справедливо при запуске Шага в Ручном Режиме). При переходе к выполнению следующего шага, происходит задержка



во времени в 0-5 миллисекунд, связанная с новой синхронизацией с платой. Эта задержка *не учитывается* в отметках времени регистраций следующего Шага. Длительность выполненного Шага также может быть увеличена на 10-260 миллисекунд (влияющих на отметку времени начала следующего Шага). Отставание начала шага в **реальном времени** всегда не более 15мс.

Поскольку результаты буферизируются и обрабатываются с некоторой задержкой (в основном связанной с необходимостью одновременного отображения результатов на экране), то в конце выполнения шага в буфере могут оказаться данные уже не нужные для обработки. Время прохождения этих данных и учитывается как «удлиняющее» шаг по сравнению с ожидаемой длительностью, но влияющее только на время начала следующего шага. Фактически, эти данные «выпадают» для обработки между шагами (на тестах 10-50мс, что будет видно по первой несинхронной регистрации в начале следующего шага), но их время учитывается в начале следующего Шага. Всегда: 10мс плюс неопределённые 0-5мс.

- **Stop (Stop Experiment, F6)** останавливает выполнение Эксперимента или Шага в Ручном режиме. Система ожидает окончания текущей регистрации, если регистрация уже началась на момент команды Stop. При остановке Эксперимента текущий выполняемый Шаг (возможно, незавершённый) независимо от типа отмечается как выполненный.

Если тип завершения текущего шага «Остановка по вводу пользователя», то команда Stop блокируется. Для остановки Эксперимента выполняющего Шаг такого типа предварительно необходимо закончить ввод текста и закончить Шаг. Затем выполнить команду Stop. Для продолжения Эксперимента с повторным выполнением незаконченного Шага сначала сбросьте его командой Reset-NO.

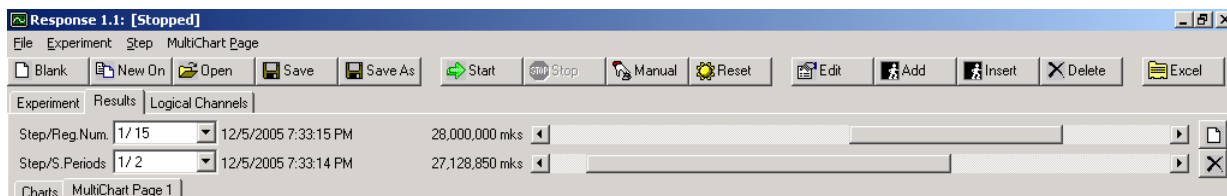
- **Manual (Add and Execute Manual Step ..., F7)** вводит и сразу же выполняет новый Шаг. Окно ввода нового Шага для выполнения будет содержать параметры Шага выбранного в Таблице. При нажатии Execute в окне ввода новый шаг добавляется после последнего выполненного Шага в Эксперименте и выполняется. Таким образом, эту команду можно использовать для документирования хода проведения незапланированного эксперимента с последующим использованием в качестве сценария (с возможными корректировками). Эту команду можно выполнять в «середине» остановленного эксперимента (когда только часть Шагов выполнена в автоматическом режиме) для выполнения добавочного шага (шагов), с последующим продолжением выполнения остатка Эксперимента в автоматическом режиме.

- **Reset (Clear Results and Reset Experiment, F8)** сбрасывает все выполненные или последний выполненный шаг эксперимента. В последующем диалоговом окне выберите Yes, чтобы сбросить все выполненные шаги эксперимента, обнулить их результаты и удалить имя эксперимента. Выберите No, чтобы сбросить и обнулить результаты только последнего выполненного шага. Параметры Логических каналов и Графиков остаются без изменений в обоих случаях.

### 3.2. Работа с результатами Эксперимента

Response 1.1 предоставляет пользователю гибкий настраиваемый интерфейс для просмотра результатов Эксперимента. Интерфейс позволяет просматривать Результаты как сохранённые в файл, так и во время выполнения Эксперимента, и включает: многостраничность, произвольное количество и размер окошек вывода результатов на странице результатов, окошки результатов с произвольным выбором масштабируемого графического или табличного представления с одновременным выводом данных по нескольким настраиваемым Логическим Каналам, а также визиры, связывающие временную точку просмотра результатов в окошках (таблицах и графиках).

Результаты эксперимента отображаются на Странице Просмотра Результатов (Results) основного окна программы (см. следующий рисунок). Страница Просмотра Результатов (Results) в верхней части содержит общие для всех окошек результатов средства выбора отображаемой Регистрации и отображаемого пакета данных периодов синхронизации. В нижней, основной, части Страницы Просмотра Результатов (Results) находится многостраничный интерфейс Страниц Окошек Результатов, первая страница «Графики» (Charts) которого содержит неизменяемый интерфейс Результатов Эксперимента Response версии 1.0.



**Средства выбора отображаемой Регистрации** и её данные включают:

- падающий список для выбора отображаемой Регистрации **Step/Reg.Num.** (номер шага/номер регистрации в шаге), связанный с планкой прокрутки;
- время начала регистрации;
- количество микросекунд прошедшее с момента старта Эксперимента (или Ручного Шага), когда эта регистрация была выполнена, до момента начала регистрации;
- планка прокрутки, для выбора отображаемой Регистрации (выбранный номер отобразится в окошке падающего списка), связанная с падающим списком.

**Средства выбора и данные отображаемого пакета Периодов Синхронизации** включают:

- падающий список для выбора отображаемого пакета данных периодов синхронизации **Step/S.Periods** (номер шага/ пакета данных периодов синхронизации), связанный с планкой прокрутки;
- время начала записи блока периодов синхронизации. Фактически, это время начала первого периода синхронизации, записанного в данном блоке;
- количество микросекунд прошедшее с момента старта Эксперимента (или Ручного Шага), когда этот блок начал записываться, до начала первого периода синхронизации этом блоке;
- планка прокрутки, для выбора отображаемого блока периодов синхронизации (выбранный номер отобразится в соответствующем окошке падающего списка), связанная с планкой прокрутки.

Падающие списки и соответствующие им планки прокрутки связаны между собой выбранным элементом. Т.е. можно одновременно использовать одно из двух средств выбора.

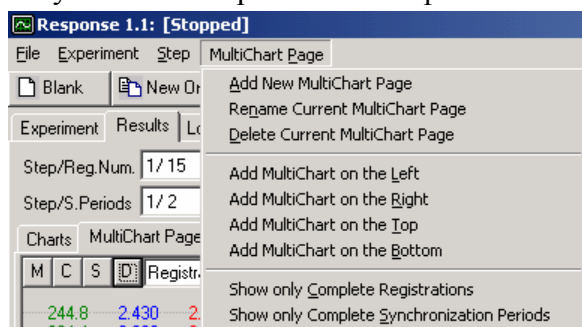
Во время выполнения Эксперимента или Ручного Шага программа автоматически отображает данные последней выполненной регистрации и последнего блока данных периодов синхронизации. Используя элементы выбора можно просматривать уже полученные данные во время выполнения Эксперимента. Для перехода в автоматический режим отображения последних результатов установите планку прокрутки на последнюю или предпоследнюю регистрацию или блок периодов синхронизации (мышкой, или, например, выберите мышкой ползунок и нажмите End на клавиатуре).

В Response 1.1 возможно отображение неполных регистраций. Например, если длительность регистрации 10 секунд, то удобно видеть изменения в реальном режиме, а не дожидаться окончания регистрации (и, фактически, несколько устаревшие данные). Реализованный автоматический режим просмотра отображает неполную регистрацию (или перерисовывает её же дополненную версию), если все полные уже были отображены. Этот режим хорошо работает при очень коротких или очень длинных регистрациях, однако при длительности регистраций 300-800 мс появляется неприятное мерцание графика. Для устранения этого эффекта в основном меню **MultiChart** предусмотрено включение/выключение режима просмотра только полных регистраций (**Show only Complete Registrations**) или блоков периодов синхронизации (**Show only Complete Synchronization Periods**) во время выполнения Эксперимента (в режиме просмотра данные всегда полные).

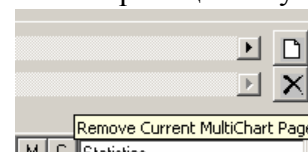
При обработке результатов Регистрации нужно учитывать специфичный и неизбежный для плат с мультиплексорами каналов межканальный сдвиг, никак не отображаемый в данных результатов. В данной реализации системы он составляет 5 мксек. (50мксек./10 каналов) для входных каналов и 10 мксек. (20мксек./2 канала) для выходных. Так, между измерениями, например, первого и третьего входных каналов (отображаемых как один момент времени) реально проходит 10 мксек., а между измерениями 1-го и 10-го – 45 мксек.

### 3.2.1. Настройка Страниц Результатов

Для удобства просмотра пользователь может создавать, удалять и настраивать **Страницы Результатов (MultiChart Page)**. Каждая страница может содержать произвольное количество окошек Результатов, каждое из которых, имеет 5 режимов отображения результатов. Все сделанные пользователем настройки Страниц и Окошек Результатов сохраняются в файле Эксперимента. Команды работы со Страницами



Результатов можно вызвать из подменю **MultiChart Page** главного меню Response (рисунок ниже), а также при помощи кнопок на общей панели страницы Результатов (кроме переименования страницы, см. рисунок справа).



Две последние команды **Show...** подменю **MultiChart Page** описаны выше, во вступлении к разделу Работа с Результатами Эксперимента.

- Команда «**Добавить новую Страницу Результатов**» (подменю **Add New MultiChart Page; Alt+P,A; кнопка на панели**) выводит окно названия страницы и по нажатию ОК добавляет новую страницу результатов после уже имеющихся страниц. Новая страница будет содержать 1 Окошко Результата в режиме графика Регистрации.

- Команда «**Переименовать текущую Страницу Результатов**» (подменю **Rename Current MultiChart Page; Alt+P,N**) также выводит окно для редактирования названия текущей Страницы Результатов и по нажатию ОК сохраняет новое имя страницы.

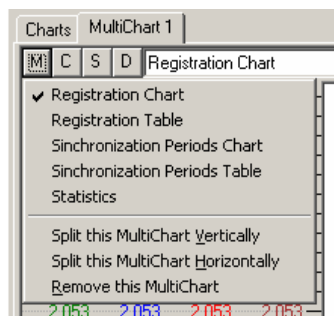
- Команда «**Удалить текущую Страницу Результатов**» (подменю **Delete Current MultiChart Page; Alt+P,D; кнопка на панели**) удаляет текущую страницу Результатов.

- Каждая из группы команд «**Добавить Окошко Результата слева (справа, сверху, снизу)**» (подменю **Add Multichart on the Left(Right, Top, Bottom); Alt+P,L(R,T,B)**) добавляет на текущую страницу Результатов новое Окошко Результатов слева (справа, сверху и снизу соответственно) в режиме графика Регистрации.

### 3.2.2. Настройка Окошек Результатов

Для создания **Окошек Результатов** на выбранной Странице Результатов можно использовать подменю **MultiChart Page** главного меню Response (для разделения всей страницы) или меню «М» одного из уже существующего окошек, для разделения на 2 части (старого и вновь создаваемого окошка).

Соседние Окошки Результатов имеют **Разделители (Splitters)** которые можно перемещать мышью для изменения размеров окошек. Подведите мышь на границу между окошками, размер которых нужно изменить, нажмите левую кнопку мыши и, удерживая её, перетащите разделитель в нужное положение. Окошки будут автоматически масштабироваться.



Все Окошки Результатов, независимо от выбранного режима, в шапке имеют кнопку вызова главного меню окошка «М» и текстовое окно с названием окошка (см. рис. слева).

При создании окошка, его **название** будет отображать выбранный режим просмотра. Изменённое пользователем имя не заменяется автоматически и сохраняется в файле Эксперимента. Для изменения названия окошка установите мышь в текстовое окно с названием и измените его. Если название окажется очищенным, то при следующем переключении режима окошка, снова в качестве названия окошка автоматически будет появляться название выбранного режима.

**Главное меню «М» (Menu) окошка** позволяет переключать режим отображения результатов в данном окошке, создавать новые окошки разделением текущего пополам и удалять это окошко. Часть меню выше разделителя переключает режимы, а нижняя часть содержит команды управления окошками.

«Галочка» соответствует текущему режиму отображения окошка. Для переключения в другой режим отображения выберите соответствующий пункт меню «М».

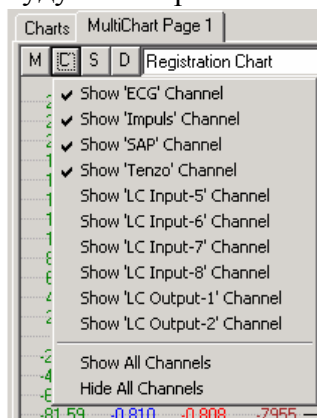
### Команды выбора режима окошек меню «М»:

- Режим «График Регистрации» (пункт меню **Registration Chart**) переключает окошко в режим отображения графика регистрации;
- Режим «Таблица Регистрации» (пункт меню **Registration Table**) переключает окошко в режим отображения таблицы регистрации;
- Режим «График Периодов Синхронизации» (пункт меню **Synchronization Periods Chart**) переключает окошко в режим отображения графика периодов синхронизации;
- Режим «Таблица Периодов Синхронизации» (пункт меню **Synchronization Periods Table**) переключает окошко в режим отображения таблицы периодов синхронизации;
- Режим «Статистика» (пункт меню **Statistics**) переключает окошко в режим отображения статистики Логических каналов (только частота в данной реализации).

### Команды управления окошками меню «М»:

- Команда «Разделить окошко вертикально» (пункт меню **Split this MultiChart Vertically**) создаёт новое окошко разделением текущего пополам вертикально (новое окошко будет создано слева);
- Команда «Разделить окошко горизонтально» (пункт меню **Split this MultiChart Horizontally**) создаёт новое окошко разделением текущего пополам горизонтально (новое окошко будет создано слева);
- Команда «Удалить это окошко» (пункт меню **Remove this MultiChart**) удаляет текущее окошко со страницы результатов. Освободившееся место займут другие окошки. Последнее окошко на странице удалить нельзя (пункт меню будет запрещён).

**Меню окошка «С» (Channel)** позволяет выбрать Логические Каналы, которые будут отображаться в каждом из режимов просмотра Результатов. Слева от Логического Канала, включенного для отображения, помещается «галочка» (см. рисунок слева). Кнопка вызова меню появляется в режимах «График Регистрации», «Таблица Регистрации» и «Статистика».

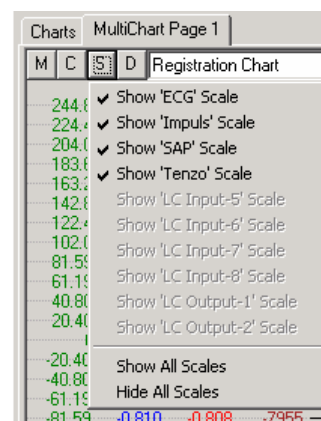


Для изменения состояния отображения Логического Канала на противоположное выберите соответствующий ему пункт меню. При включении канала в режиме «График Регистрации» автоматически включается шкала этого канала. В режиме «Таблица Регистрации» меню «С» управляет видимостью колонки данных регистрации соответствующего канала.

Две последние команды этого меню позволяют включать и выключать все каналы одновременно.

При создании нового окошка Логические каналы, которые были названы пользователем в параметрах логических каналов, будут автоматически включены для отображения, а каналы, у которых осталось название по умолчанию – будут выключены.

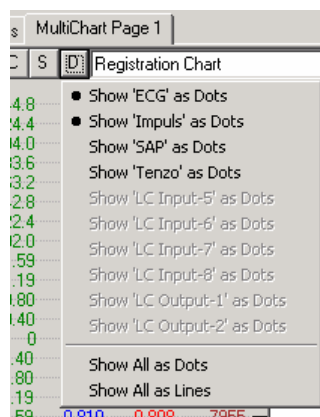
В режиме «График Регистрации» меню окошка «S» (**Scale**) (см. рисунок справа) позволяет выбрать Логические Каналы, для которых нужно отображать вертикальную шкалу



графика. Аналогично меню «С» нужно выбрать соответствующую строку меню «S» для изменения состояния отображения шкалы Логического Канала на противоположное. Очевидно, каналы, не выбранные в меню «С», недоступны для включения шкалы в меню «S».

Две последние команды меню «S» позволяют включать и выключать отображение шкал всех разрешённых каналов одновременно.

В режиме «График Периодов Синхронизации» при нажатии на кнопку «S» меню не появляется, но нажатие на кнопку управляет состоянием видимости единственной шкалы.



**Меню окошка «D» (Dots)** (см. рисунок слева) в режимах отображения графиков управляет способом вывода графика соответствующего канала. Выбранный пункт меню активизирует точечный режим вывода графика, который удобно использовать, если сигнал часто и значительно изменяется так, что график, отображённый линиями соединения значений, имеет сливающуюся структуру. В точечном режиме график рисуется точками (или горизонтальными чёрточками) уровня сигнала. Выберите строку меню «D» соответствующую Логическому Каналу для изменения способа вывода графика этого канала. Пункты меню «D» каналов, которые не выбраны для просмотра в меню «С»

будут запрещены. Включенный точечный режим Канала отображается точкой слева в пункте меню. По умолчанию все графики выводятся в режиме линий.

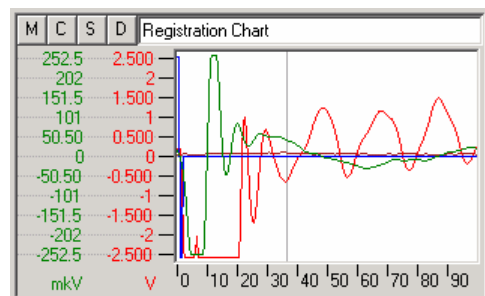
Две последние команды меню «D» позволяют включать режим отображения точками или линиями одновременно для всех каналов, которые разрешены в меню «С».

В режиме «График Периодов Синхронизации» меню не появляется, а последовательные нажатия на кнопку «D» изменяют режим отображения единственного графика на противоположный.

### 3.2.3. Режимы Отображения Окошек Результатов

Каждое Окошко Результата может быть в одном из 5 режимов отображения. Режимы переключаются выбором соответствующего пункта главного меню «M» Окошка Результатов.

В режиме «График Регистрации» (**Registration Chart**) окошко отображает



Регистрацию, выбранную на общей панели выбора, в виде графика.

В этом режиме доступны: меню «С» для выбора Логических Каналов, графики которых нужно выводить; меню «S», для выбора каналов, шкалы которых будут отображены на графике; и меню «D», для выбора точечного режима графика каждого из каналов.

Чёрная горизонтальная шкала под графиком показывает время точки сигнала в миллисекундах с момента начала этой регистрации. Подробнее о возможностях работы с графиками см. раздел о Масштабировании Графиков.

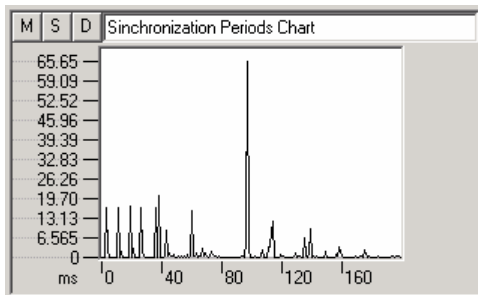
В режиме «Таблица Регистрации» (**Registration Table**) данные выбранной для просмотра Регистрации представлены в числовом табличном виде. Одна строка таблицы соответствует уровням сигналов в один момент времени (столбик на графике).

Point	ECG	Impuls	SAP
33.50 ms	51.44 mkV	3.10E-3 V	-0.343 V
34 ms	50.81 mkV	1.20E-3 V	-0.444 V
34.50 ms	49.66 mkV	3.80E-3 V	-0.529 V
35 ms	47.63 mkV	1.20E-3 V	-0.592 V
35.50 ms	45.75 mkV	3.40E-3 V	-0.628 V
36 ms	43.50 mkV	1.60E-3 V	-0.635 V
36.50 ms	41.66 mkV	1.20E-3 V	-0.604 V
37 ms	39.78 mkV	3.40E-3 V	-0.547 V

Первая колонка «Point» показывает время данной «точки» сигналов (строки данных) с начала регистрации в миллисекундах. Названия остальных колонок совпадают с названиями Логических каналов, данные которых они отображают.

В этом режиме доступно меню «С» для выбора Логических Каналов, которые нужно включить в таблицу. Для более удобного просмотра таблицы можно изменять ширину колонок, перетаскивая границу в шапке таблицы. Двойной щелчок левой кнопки мыши на границе между колонками в шапке приводит к установке минимальной и достаточной ширины колонки, которая слева от разделителя.

В режиме «График Периодов Синхронизации» (Synchronization Periods Chart) окошко отображает блок данных Периодов Синхронизации, выбранный на общей панели выбора, в виде графика.



В отличие от графика Регистрации, нажатие на кнопки «S» и «D» не вызывает контекстные меню, а сразу выполняет соответствующее действие: кнопка «S» включает и выключает отображение шкалы, а кнопка «D» - управляет точечным режимом единственного графика.

Горизонтальная шкала под графиком показывает порядковый номер Периода синхронизации в блоке. Подробнее о возможностях работы с графиками см. раздел о Масштабировании Графиков.

В режиме «Таблица Периодов Синхронизации» (Synchronization Periods Table) блок данных Периодов Синхронизации представлен в числовом табличном виде. Одна строка таблицы соответствует одному периоду между моментами Синхронизации.

Sync Time	Since last Start	Period
12/5/2005 7:33:14 PM	27,128,850 mks	0.100 ms
12/5/2005 7:33:14 PM	27,128,950 mks	0.100 ms
12/5/2005 7:33:14 PM	27,129,050 mks	0.100 ms
12/5/2005 7:33:14 PM	27,129,150 mks	16.80 ms
12/5/2005 7:33:14 PM	27,145,950 mks	2.450 ms
12/5/2005 7:33:14 PM	27,148,400 mks	0.100 ms
12/5/2005 7:33:14 PM	27,148,500 mks	0.100 ms
12/5/2005 7:33:14 PM	27,148,600 mks	0.100 ms

Значение в первой колонке «Sync Time» соответствует времени первого момента Синхронизации, период которого (от которого) измерен. Вторая колонка - «Since Last Start» - показывает, сколько микросекунд прошло с момента последнего запуска эксперимента до первого момента Синхронизации этого периода, а

третья «Period», собственно указывает длительность измеренного периода между моментами Синхронизации.

В режиме «Статистика» (Statistics) окошко отображает частоты выбранных каналов (в Герцах и количестве периодов в минуту), а также модуль максимального отклонения сигнала от нуля во время этой Регистрации - амплитуду. Окошко с таким режимом также удобно размещать на странице Результатов с графиками в качестве цветовой легенды Логических каналов.

34.84 Hz	ECG, mkV	2091/min. amplitude is 254.2 mkV
13.35 Hz	Impuls, V	801/min. amplitude is 2.574 V
217.4 Hz	SAP, V	13043/min. amplitude is 2.572 V
12.53 Hz	Tenzo, mN	752/min. amplitude is 2.10E4 mN
0 Hz	LC Output-2, V	0/min. amplitude is 2.40E-3 V

В этом режиме доступно меню «С» для выбора Логических Каналов, которые нужно включить в отображаемый список.

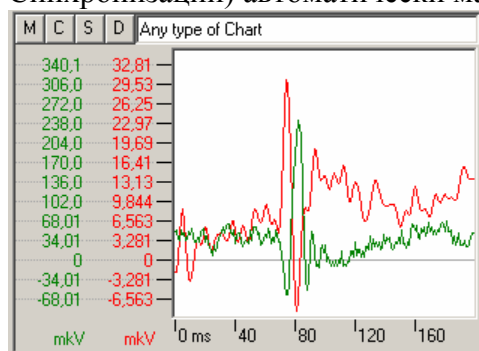
Для экономии вертикального пространства на странице можно создать рядом несколько низких окошек Статистики (по высоте на 2-3 канала) и в каждом окошке включить разные каналы.

Отображаемые частоты соответствуют детектированным частотам соответствующего Логического Канала на момент окончания Регистрации. В режиме выполнения Эксперимента (или одного Шага) также будут отображаться последние частоты сигналов определённые детектором в реальном режиме времени. Более подробно о детекторах частоты Логических Каналов см. раздел о Детекторах Частоты Сигнала.

Амплитуда сигнала берётся только из текущей отображаемой Регистрации.

### 3.2.4. Команды Масштабирования Графиков

Окошко просмотра Результата в режиме Графика (как Регистрации, так и Периодов Синхронизации) автоматически масштабирует график при изменении размеров окошка, сохраняя пропорции графика и относительное положение нуля графика.



Для настройки вида графика предусмотрены 3 группы команд: изменение положения общего нуля графика, изменение масштаба и нормализация.

Все команды настройки графиков выполняются только мышью в области шкал. Удобно запомнить, что левой кнопкой мыши выполняются операции по изменению масштаба, а правой кнопкой – положения нуля графиков. Операция перемещения (перетаскивания) мышью, как и везде в Windows, заключается в нажатии кнопки на «перетаскиваемом» объекте и, не отпуская кнопки, движении мышью в нужное положение, и только затем – отпуская кнопку.

Для **изменения положения нуля графика** нужно правой кнопкой мыши перемещать любую шкалу вверх или вниз. Ноль графика может находиться в произвольном положении вне видимой части графика так, что можно добраться до произвольного участка функции и изменить его масштаб нужным образом.

Для **циклического позиционирования общего нуля графика** используйте двойной щелчок правой кнопкой мыши в области любой из шкал. График будет изменять положение нуля по следующим правилам: если ноль находится в нижней строке графика, то он переместится в верхнюю строку; если ноль находится точно в середине – переместится в нижнюю строку, если в любой другой строке, то ноль графика будет перемещён точно в центр. Таким образом, повторные двойные нажатия правой кнопкой мыши в области шкал приводят к циклическому перемещению нуля, начиная с центрального положения. Эта операция не применима к графику Периодов Синхронизации.

**Масштабирование**, как и **нормализация**, могут выполняться **над одной функцией** или **над всеми сразу**. Разница заключается в шкале, в которой выполняются эти операции. Чтобы выполнить операцию над одной функцией, мышь должна находиться в области цветной цифровой шкалы этой функции (графика Логического Канала). Очевидно, если шкала выключена, то одиночная операция над этим каналом невозможна. Операции над всеми каналами одновременно (даже если их шкалы не отображены или канал выключен для просмотра в окошке) выполняются в общей области черных рисочек вертикальной шкалы – между правой цифровой колонкой и белым окном графика функций.



Итак, для **изменения масштаба** перемещайте шкалу левой кнопкой мыши. Значение уровня точки, с которой начинается перемещение мышью, фиксируется и перемещается вслед за мышью, даже в область через ноль графика, т.е. с изменением знака шкалы. Для более грубых изменений масштаба выбирайте стартовую точку перемещения вблизи от нуля графика, для более точного масштабирования точка перемещения должна быть выбрана как можно дальше от нуля. Как уже было сказано, перемещение точки в общей области чёрных рисочек левой кнопкой мыши перемещает одновременно соответствующие уровни всех шкал Каналов.

Операция **нормализации шкалы** заключается в установке масштаба шкалы в соответствии с предельными значениями Логического Канала и видимой части графика. Для выполнения нормализации сделайте двойной щелчок левой кнопкой мыши на соответствующей шкале (или на общей шкале, чтобы нормализовать все Каналы). Нормализация делает предельное значение Логического канала видимым на шкале.

Если ноль графика находится в центре (или одна из границ диапазона канала равна нулю, что редко бывает), то после нормализации шкала будет отображать граничные значения так, чтобы были видны все данные, которые может вводить Логический канал. Т.е. пользовательский диапазон канала с учётом смещения нуля: абсолютное значение обоих максимумов шкалы выбирается как максимальное из абсолютных значений границ пользовательского диапазона.

Если ноль смещён относительно центра, то масштаб изменяется таким образом, чтобы отобразить одно предельное значение пользовательского диапазона как предел шкалы. Предельное значение (минимум или максимум) выбирается в зависимости от положения нуля. Если ноль смещён вниз, т.е. больше видна верхняя область графика (и, очевидно, пользователя больше интересует область положительных значений), то верхнее значение шкалы графика устанавливается равным максимальному значению пользовательского диапазона (верхнему пределу канала). Если ноль смещён вверх, то после нормализации нижнее значение шкалы будет равно нижнему пределу канала в пользовательских единицах.

Например, если двойными щелчками правой кнопки ноль перемещён в самую нижнюю строку графика, дабы видеть только положительные значения функции, то нормализация (двойным щелчком левой кнопки) максимально растянет шкалу так, чтобы были отображены все допустимые положительные значения канала.

По-прежнему, двойной щелчок левой кнопкой мыши на общей области чёрных рисочек вертикальной шкалы одновременно нормализует шкалы всех Логических каналов (видимых и не видимых).

Операция нормализации не применима к графику Периодов Синхронизации.

**Автоматическая нормализация шкал** всех графиков происходит при изменении верхнего предела пользовательского диапазона Логического Канала. Верхний предел пользовательского диапазона изменяется при установке нового пользовательского масштаба канала (пользовательских единиц на вольт), при изменении диапазона АЦП или уровня нуля Логического Канала. Это свойство удобно при настройке каналов во время создания нового эксперимента. Однако нужно учитывать, что нормализация может сбить уже настроенные масштабы графиков Логического Канала при изменении вышеуказанных свойств, если Логический Канал перенастраивается уже после настройки специфичных масштабов графиков.

При создании пустого (Blank) эксперимента (без Normal) и при чтении файла эксперимента формата версии 1.0 все графики также будут автоматически нормализованы.

Для графиков **Периодов Синхронизации** двойной щелчок мыши (любой кнопкой) на любой шкале устанавливает ноль графика в самое нижнее положение и масштабирует график по максимальному периоду в текущем блоке данных периодов синхронизации. Если блок не доступен в данный момент, то верхний предел шкалы устанавливается равным 400.

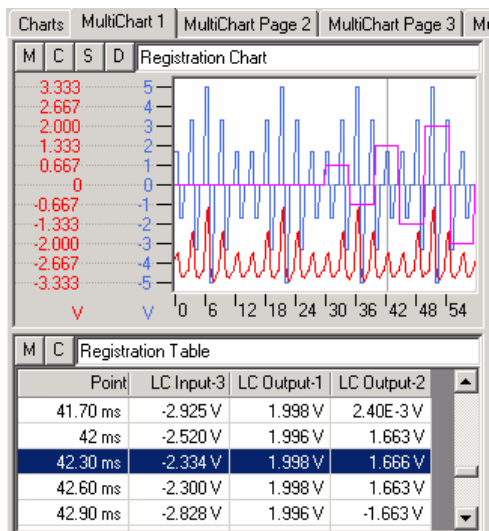
### 3.2.5. Копирование данных из таблиц в буфер обмена

В табличных режимах просмотра **часть данных таблицы можно копировать в буфер обмена** операционной системы (поскольку на данный момент это, так сказать, удобный побочный эффект, то последовательность действий может показаться несколько загадочной). Итак, при помощи клавиатуры или левой кнопки мыши выберите первую строку копируемого блока. Сбросьте отметку этой строки нажатием **правой кнопки мыши на этой строке** (сброс визира в этой таблице). Затем, удерживая клавишу Shift, нажатием клавиш стрелок или страниц отмечайте строки до нужной последней строки блока. Отпустите Shift и нажмите Ctrl+C. Теперь данные из буфера обмена можно вставить в Word или Excel. Для сброса блока отмеченных строк выберите любую строку левой кнопки мыши (что, так же, включит визир в этой таблице).

Нужно сказать, что таблицы **Шагов Эксперимента и Логических Каналов тоже можно копировать**, но отмечать строки нужно мышью в сером поле отметок слева строки: первую строку блока как обычно – левой кнопкой мыши, а последнюю также, но дополнительно удерживая клавишу Shift.

### 3.2.6. Работа с Визирами

В системе предусмотрено 2 типа визиров: Визир Регистрации и визир Периодов Синхронизации. Визеры регистрации связывают точку просмотра на графиках и строки в таблицах Регистрации, а вторые – графиков и таблиц блоков данных Периодов Синхронизации.



Каждое окошко в режиме таблицы или графика имеет визир. Для графиков визир выключен по умолчанию, а для таблиц – включен. Визир на графике отображается серой вертикальной линией, а в таблице - выделением всей строки данных.

Все визеры одного типа (Регистрации или Периодов Синхронизации) связаны своим положением во всех окошках просмотра данных этого типа на всех страницах. Т.е. выбирая временную точку (по оси X) на одном графике, например Регистрации, все Графики Регистрации и все таблицы Регистрации, у которых включены визеры, автоматически перемещают свои визеры в положение, соответствующие выбранному на графике времени, прокручивая таблицы данных (чтобы визир был виден) если надо.

Команды **включения и выключения визиров** выполняются только мышью. Для графиков – нажатием кнопки мыши в области графика функций, а для таблиц – на соответствующей строке данных.

**Визир** включается одинарным щелчком левой кнопки мыши в соответствующей месту установки визира точке времени на графике или в строке таблицы. Для **включения всех визиров соответствующего типа** нужно выполнить двойной щелчок левой кнопкой мыши.

Для изменения **положения визира** нажмите левую кнопку в нужной точке графика или строке таблицы.

Для более удобного просмотра, можно перемещать мышью по графику с нажатой левой кнопкой, не отпуская кнопку после одинарного или двойного нажатия. В этом случае все включенные визиры этого типа будут следовать за перемещениями мыши по графику.

Для **выключения визира** нажмите 1 раз правую кнопку мыши в любом месте белого окна графика или в любой строке таблицы данных. Для **выключения визиров данного типа на всех графиках** выполните двойной щелчок правой кнопкой мыши на одном из графиков или в таблице (при этом также выключится и визир этой таблицы). Визеры в таблице выключаются только по одному.

Положение и состояния видимости визиров сохраняются в файл, поэтому перед сохранением сценария их можно выключать.

### 3.2.7. Интерфейс Результатов Эксперимента Response 1.0

Страница «Графики» (Charts) просмотра Результатов сохранена для удобства. Поскольку данный графический интерфейс имеет гораздо меньшие возможности, и будет использоваться реже, то при создании нового Эксперимента и при сохранении файла Эксперимента все 4-ре графика этой страницы автоматически выключаются.

Каждый из 4-х графиков позволяет отображать результаты регистрации выбранного шага по одному выбираемому Логическому каналу, отображать периоды синхронизации, либо может быть выключен.

Для каждого графика можно выбрать: Логический канал отображения регистрации, масштаб графика, цвет и способ вывода графика (либо точечный – отображение измеренных уровней, либо непрерывный – соединение линиями соседних измеренных уровней).

Число в левом нижнем углу графика показывает частоту сигнала на момент окончания регистрации.

### 3.3. Логические каналы и Пользовательские единицы

Логическим каналом в Response можно считать аналог абстрактного (существующего как программный, не физического) блока, который состоит из коммутатора и усилителя входных сигналов, а также преобразователя напряжения в задаваемые пользователем единицы измерения с коррекцией уровня нуля.

Выходные Логические каналы содержат только преобразователи из пользовательских единиц в напряжение с коррекцией нуля и имеют фиксированный диапазон выходного напряжения.

Для каждого Входного Логического Канала мы можем задать один из 16-ти физических входных каналов АЦП (15-й и 16-й входы должны быть кроссированы на выходы ЦАП для работы синхронизации по выходам и возможного контроля выходного напряжения ЦАП для удобства проведения Экспериментов).

В пустом Эксперименте Логические Входные каналы назначены на номера входов АЦП, соответствующие номеру Логического канала (1-й Логический канал – 1 вход АЦП и т.д.), а диапазон входного сигнала равен  $\pm 10\text{В}$  для всех входных каналов.

Благодаря возможности дать название Логическому каналу, использованию пользовательских единиц измерения и корректировке уровня нуля в Response становится возможным абстрагироваться от цепочки всевозможных преобразований (напряжений, например) на пути измерения физических величин от ЦАП/АЦП системы до реально измеряемых или управляемых величин в предметной области. Например, мы можем оперировать в системе с измеряемыми градусами Цельсия, а не напряжением с выхода датчика, или ньютонами, определяющими влияние на среду, вместо напряжений на выходе ЦАП для управления физическими устройством.

Для перехода от напряжений ЦАП/АЦП к пользовательским единицам достаточно указать наименование единицы измерения и коэффициент пересчёта (множитель – ед./В).

Например, для анализа температуры измеряемой датчиком, который подключён к 10-му входу ЦАП и генерирует напряжение от -1 до 2В в диапазоне температур от -50 до 100°C, назовём 1-й Логический канал «Датчик температуры», выберем 10-й вход АЦП, установим диапазон АЦП в  $\pm 2,5\text{В}$  (наименьший подходящий), впишем «°C» в поле User Unit, а множитель преобразования  $(100 - -50^\circ\text{C}) / (2 - -1\text{В}) = 150^\circ\text{C} / 3\text{В} = 50^\circ\text{C}/\text{В}$  в поле Multiplier. Теперь новое название и единица измерения появятся на графиках и в параметрах Шагов.

#### 3.3.1. Калибровка Логических каналов

Калибровка Логических каналов в Response предусмотрена для компенсации паразитного напряжения нуля во внешних физических цепях (от объекта предметной области до ЦАП/АЦП), а также для автоматического определения множителей каналов, если есть возможность установить (для входного канала) или измерить (для выходного) известное значение физической величины в предметной области.

**Калибровка паразитного уровня нуля входного канала** производится автоматически при нажатии кнопки Autodetect 0 в окне Входного Логического канала. По этой команде Response выполняет 100 измерений в течение ~1 секунды и устанавливает в поле Level of 0 значение среднего модулей измеренных величин (действующее значение напряжения на входе) в выбранном канале АЦП и с выбранным диапазоном канала.

Естественно, для того чтобы измеренное напряжение было показателем именно паразитного напряжения нуля, на время выполнения этой команды на стороне предметной области канала должны быть искусственно созданы условия устойчивого нуля области исследования. Например, при электрических измерениях самый дальний от АЦП вход в физической цепочке оборудования канала должен быть замкнут (шунтирован), а при измерении температуры, например, должны быть созданы условия 0 градусов.

**Калибровка множителя пользовательских единиц входного канала** должна производиться после калибровки нуля (для более точного определения множителя). Для этого в предметной области нужно установить некоторую известную, отличную от 0, величину исследуемого параметра в данном канале. Более точное значение множителя даст большее по абсолютному значению устанавливаемое эталонное значение. Например, при измерении температуры калибруемым каналом создадим условия температура в 50 градусов. При выполнении команды Calibrate Response в течение ~ 1 секунды выполнит 100 измерений для определения действующего напряжения на входе АЦП и попросит ввести эталонное значение в окне ввода (т.е. число 50 в нашем примере). Далее введённое эталонное значение будет разделено на измеренное действующее значение, что и будет являться калибровочным множителем для пересчёта напряжения на входе АЦП в единицы измерения предметной области.

Этот способ позволяет учесть паразитные (неизвестные или трудноизмеримые) линейные множители в физической цепочке измерительного и преобразовывающего оборудования канала. Вычисленный множитель будет вписан в поле Multiplier Логического канала.

**Определение паразитного уровня 0 выходного канала** производится итерационно с измерением нуля приборами на самом дальнем от ЦАП участке выходного физического канала (доступного для измерения 0). На первом шаге впишите 0 в поле Level of 0 выходного канала и нажмите Set 0. Измеряйте напряжение на входе блока, следующего за ЦАП, и впишите это напряжение в поле Level of 0. Установите смещение напряжения на выходе ЦАП командой Set 0. Для дальнейшей более точной корректировки смещения нуля во всём выходном канале определяйте соответствие состоянию 0 в предметной области и варьированием значения в поле Level of 0 (и установкой Set 0) корректируйте его. Автоматический метод калибровки не применим, так как Response не в состоянии определить реальный 0 в предметной области выходного канала.

**Определение множителя выходного канала** также производится после коррекции нуля. При выполнении команды Calibrate выходного канала Response установит максимально допустимое положительное выходное напряжение DAC с учётом скорректированного 0. Определите, какому значению в предметной области соответствует это управление, и впишите в последующее окно ввода. Множитель будет рассчитан и вписан в поле Multiplier автоматически (как введённое значение делить на установленное максимальное напряжение).