



# MR-300

---

**Программа регистрации и  
экспресс-обработки  
динамических параметров**

**Руководство пользователя**

---

# MR-300

**Программа для регистрации и  
экспресс обработки сигналов**

---

**Руководство пользователя**

*Редакция 2.10*



---

**Содержание**

<b>1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....</b>	<b>11</b>
<b>2. НАЗНАЧЕНИЕ .....</b>	<b>13</b>
Цикл работы программы MR-300 .....	14
<b>3. ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ФУНКЦИИ .....</b>	<b>17</b>
<b>4. УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ MR-300 .....</b>	<b>19</b>
Порядок установки .....	19
Установка драйверов измерительных плат .....	19
<b>5. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. РАЗМЕЩЕНИЕ И ФУНКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ. ....</b>	<b>23</b>
Основное рабочее окно программы.....	23
Панель управления .....	24
Панель списка каналов.....	25
Панель списка каналов.....	25
«Эквалайзер».....	26
<b>6. БЫСТРЫЙ СТАРТ .....</b>	<b>27</b>
Упрощенная настройка программы.....	27
Выбор каналов .....	27
Установка частотного и амплитудного диапазонов каналов .....	28
Задание папки для записи замера.....	29
Предварительный просмотр сигналов.....	30
Запись сигналов .....	31
Анализ записанных сигналов .....	31
<b>7. ПАНЕЛЬ СИГНАЛОВ. СТРАНИЦЫ. ФОРМУЛЯРЫ ОТОБРАЖЕНИЯ СИГНАЛОВ. ....</b>	<b>33</b>
Окна графиков сигналов .....	35
Таблица экспресс оценок.....	41
Таблица гармоник канала .....	44
Формуляр отображения .....	44
Диалог настройки таблицы гармоник .....	45
Формуляр 1/3-октавного спектра.....	46
<b>8. НАСТРОЙКА КОНФИГУРАЦИИ.....</b>	<b>47</b>

8.1. Настройка процесса измерений и регистрации сигналов .....	47
Диалоги настройки.....	47
Конфигурационные файлы .....	50
Загрузка конфигурации .....	51
Сохранение конфигурации.....	52
8.2. Вкладка "Регистратор" .....	54
Настройка записи .....	54
Общие настройки .....	56
Настройка базовой страницы.....	57
8.3. Вкладка "Устройства".....	59
Список устройств.....	59
Окно настройки устройства .....	60
8.4. Вкладка "Каналы" .....	62
Составные части вкладки "Каналы".....	62
Добавление и настройка измерительных каналов .....	70
8.5. Вкладка "Старт/стоп" .....	73
Общие сведения .....	73
Описание страницы свойств .....	73
Замечания по настройке .....	76
Примеры.....	76
8.6. Вкладка "Разное".....	78
<b>9. СОСТАВ И НАСТРОЙКА ФУНКЦИЙ ЭКСПРЕСС ОБРАБОТКИ .....</b>	<b>81</b>
Расчет статистических оценок. Настройка.....	82
Интегрирование.....	84
Спектр .....	85
Расчет 1/3-октавного спектра.....	87
Общие сведения .....	87
Диалог настройки 1/3-октавного спектра.....	88
Протокол расчета 1/3-октавного спектра .....	89
Обозначения, используемые в протоколе.....	90
Расчет частоты следования импульсов.....	92
Расчет амплитудных и фазовых гармонических составляющих. Настройка.....	94
Амплитудные гармонические составляющие .....	94
Фазовые гармонические составляющие .....	95
Контроль уставок. Настройка .....	96
Общие сведения .....	96

---

Настройка .....	97
<b>10. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ.....</b>	<b>99</b>
Предварительный просмотр сигналов .....	100
Запись сигналов .....	102
Воспроизведение записанных сигналов.....	103
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>105</b>
<b>МХ-224 МОДУЛЬ АЦП .....</b>	<b>105</b>
Назначение и область применения .....	105
Основные технические характеристики модуля .....	106
Нормируемые метрологические характеристики.....	107
Конструктивное исполнение модуля.....	108
Разъемы.....	109
Функциональная схема модуля МХ-224 .....	110
Подключение источников сигнала .....	111
Работа с внешними усилителями с недифференциальным выходом.....	111
Работа с внешними усилителями с дифференциальным выходом.....	112
Работа с датчиками и внешними усилителями с питанием током ICP .....	112
Настройка измерительного канала .....	114
Вкладка "Общие настройки" .....	115
Вкладка "Модуль АЦП" .....	116
Конфигурирование датчиков.....	117
Проверка настройки каналов.....	119
Балансировка каналов .....	119
Проверка работоспособности.....	119
Метрология .....	121
Индикация состояний канала .....	122
Неисправности и методы их устранения.....	122
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В.....</b>	<b>123</b>
<b>МХ-340 АЦП С ТЕНЗОУСИЛИТЕЛЕМ .....</b>	<b>123</b>
Назначение и область применения .....	123
Основные технические характеристики модуля МХ-340.....	124
Нормируемые метрологические характеристики.....	126
Конструктивное исполнение модуля.....	127
Разъемы.....	127

Функциональная схема модуля МХ-340.....	129
Подключение источников сигнала.....	130
Настройка измерительного канала усилителя .....	140
Диалог настройки измерительного канала.....	145
Проверка настройки каналов .....	151
Балансировка каналов.....	152
Проверка работоспособности .....	152
Метрология.....	154
Индикация состояний канала.....	155
Неисправности и методы их устранения .....	156
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ С. ....</b>	<b>157</b>
<b>МХ-240 АЦП С УСИЛИТЕЛЕМ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЗАРЯДА.....</b>	<b>157</b>
Назначение и область применения.....	157
Основные технические характеристики .....	158
Нормируемые метрологические характеристики .....	159
Конструктивное исполнение модуля .....	160
Разъемы.....	161
Функциональная схема модуля МХ-240.....	162
Настройка измерительного канала усилителя .....	163
Включение/выключение встроенного усилителя заряда .....	164
Вкладка "Общие настройки".....	165
Вкладка "Встроенный усилитель" .....	166
Вкладка "Модуль АЦП" .....	167
Работа с пьезоэлектрическими датчиками (РЕ).....	168
Работа с датчиками типа ICP (IEPE).....	169
Работа с внешними усилителями заряда или источниками сигналов напряжения....	169
Конфигурирование датчиков .....	170
Проверка настройки каналов .....	172
Балансировка каналов.....	173
Проверка работоспособности .....	173
Подключение источников сигнала.....	175
Работа с недифференциальными датчиками.....	175
Работа с дифференциальными датчиками.....	176
Работа с датчиками ICP .....	177
Работа с внешними усилителями .....	178
Идентификация модуля.....	180

---

Метрология .....	181
Индикация состояний канала .....	182
Неисправности и методы их устранения.....	182
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ D.....</b>	<b>183</b>
<b>МХ-310 АЦП С ТЕНЗОУСИЛИТЕЛЕМ .....</b>	<b>183</b>
Назначение и область применения .....	183
Основные технические характеристики модуля МХ-310.....	184
Нормируемые метрологические характеристики.....	185
Конструктивное исполнение модуля.....	186
Разъемы.....	187
Функциональная схема модуля МХ-310 .....	188
Подключение источников сигнала .....	188
Настройка измерительного канала усилителя .....	193
Включение/выключение встроенного тензометрического усилителя .....	194
Вкладка "Общие настройки" .....	195
Вкладка "Встроенный усилитель" .....	196
Вкладка "Модуль АЦП" .....	197
Конфигурирование датчиков.....	198
Проверка настройки каналов.....	200
Балансировка каналов .....	200
Проверка работоспособности.....	201
Метрология .....	201
Индикация состояний канала .....	203
Неисправности и методы их устранения.....	203
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ E.....</b>	<b>205</b>
<b>УСИЛИТЕЛЬ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЗАРЯДА ME-230 .....</b>	<b>205</b>
Назначение и область применения .....	205
Основные технические характеристики усилителя .....	205
Варианты конструктивного исполнения усилителя.....	207
Модульное исполнение.....	207
Описание модуля ME-230.....	207
Структурная схема модуля ME-230.....	209
Разъемы.....	210
Блочное исполнение.....	212
Описание усилителя MIC-017 .....	212

Структурная схема усилителя МІС-017.....	214
Электропитание.....	214
Разъемы.....	215
Настройка измерительного канала усилителя .....	217
Доступ к метрологической информации усилителя.....	219
Схемы подключения датчиков .....	220
Схемы подключения регистрирующей аппаратуры.....	221
Индикация состояний канала.....	222
Неисправности и методы их устранения .....	223
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ F.....</b>	<b>225</b>
<b>УСИЛИТЕЛЬ СИГНАЛОВ ТЕНЗОДАТЧИКОВ ME-320 .....</b>	<b>225</b>
Назначение и область применения.....	225
Основные технические характеристики усилителя.....	227
Варианты конструктивного исполнения усилителя .....	230
Модульное исполнение .....	230
Конструкция .....	230
Структурная схема модуля ME-320 .....	232
Разъемы.....	233
Схемы подключения датчиков .....	235
Схемы подключения регистрирующей аппаратуры.....	241
Настройка измерительного канала усилителя .....	243
Описание полей.....	243
Балансировка канала ME-320 .....	244
Доступ к метрологической информации усилителя.....	247
Индикация состояния канала .....	248
Неисправности и методы их устранения .....	248
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ G.....</b>	<b>251</b>
<b>МОДУЛЬ АЦП M2428 .....</b>	<b>251</b>
Страница настройки измерительного канала модуля M2428.....	251
Описание страницы свойств .....	251
Страница настройки входного цифрового канала модуля M2428 .....	252
Описание страницы свойств .....	252
Замечания по настройке .....	253
Список наиболее используемых настроек цифрового входа.....	253
Диалог настройки модуля M2428.....	254

---

Описание диалога .....	254
Сокращенный вариант диалога настройки модуля M2428 .....	254
Полный вариант диалога настройки модуля M2428 .....	255
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Н .....</b>	<b>257</b>
<b>ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК .....</b>	<b>257</b>
Представление тензодатчика в MR-300 .....	257
Добавление тензодатчиков .....	257
Диалог настройки тензодатчика.....	259
Настройка датчика для режима измерений относительной деформации .....	261
Настройка датчика для режима измерений механических напряжений.....	262
Настройка датчика для режима измерений произвольной физической величины.....	263
Проверка настройки каналов.....	264
Схемы включения тензорезисторов.....	265
Четвертьмост; 2-проводное подключение .....	267
Четвертьмост; 3-проводное подключение .....	269
Потенциометр .....	270
Тензомерт .....	272
Полумост с одним активным тензорезистором. Выход 1х.....	274
Полумост с двумя активными тензорезисторами. Выход (1+v).....	278
Полумост с двумя активными тензорезисторами. Выход 2х .....	280
Мост с одним активным тензорезистором. Выход 1х .....	283
Мост с двумя активными ТР. Выход (1+v).....	284
Мост с двумя активными ТР в точках противофазной деформации. Выход 2х .....	286
Мост с двумя активными ТР в точках синфазной деформации. Выход 2х .....	287
Мост с четырьмя активными ТР в точках синфазной деформации. Выход 2·(1+v)...	289
Мост с четырьмя активными ТР в точках противофазной деформации. Выход 2·(1+v) .....	291
Мост с четырьмя активными тензорезисторами. Выход 4х.....	292
Термокомпенсированные тензорезисторы.....	295
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ I. ФОРМАТЫ ФАЙЛОВ.....</b>	<b>297</b>
Структура файла УСМЛ .....	297
Структура файла МЕРА.....	298
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ J. ВОЗМОЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ ...</b>	<b>303</b>



# 1. Термины и определения

Архив сигналов [или рабочий каталог]	Каталог, содержащий замеры.
Сеанс измерений	Интервал времени между командой «старт измерений» и командой «останов измерений» измерительного комплекса. Внутри одного измерительного комплекса модули сбора данных тактируются одним задающим генератором. Таким образом, все зарегистрированные реализации сигналов выражаются по оси X в локальном времени измерительного комплекса. Начало оси времени (0 секунд) совпадает с моментом «старт измерений». В течение сеанса измерений регистрация сигналов может включаться несколько раз, в этом случае сигнал будет иметь разрывной вид. Во время сеанса измерений блокируется изменение настроек канала. Для синхронизации отдельных комплексов измерительной системы используются специальные средства синхронизации (см. СЕВ)
Замер	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Проведение однократного сеанса измерений.</li><li>2. Каталог (в формате MERA или USML) с файлами сигналов, их параметров и служебными файлами, относящихся к однократной реализации физических процессов какого-либо агрегата.</li></ol>
Измерительный тракт [канала]	Совокупность узлов передачи и преобразования сигнала, образующих измерительный канал.
Градуировка	Получение калибровочной характеристики тракта измерительного канала или его составных частей.
Калибровка	Метрологическая операция по установлению соответствия заявленных и фактических метрологических характеристик прибора. Проводится метрологической службой предприятия согласно методике поверки (см. Руководство по эксплуатации МПС-300М).
Система Единого Времени (СЕВ)	Комплекс средств, обеспечивающих временную привязку измерительных каналов между отдельными приборами. Составляет из источника сигналов СЕВ, цифровых линий связи и входных каналов СЕВ на приборах.
Тахо-канал	Аналоговый или цифровой измерительный канал, предназначенный для приема сигнала, несущего информацию о какой-либо базовой частоте агрегата (например частоте вращения вала).

---

Триггер	<p>Набор параметров сигнала, позволяющий выделить момент изменения логического состояния сигнала. Например:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- превышение сигналом уровня +0,5 В;</li><li>- падение уровня сигнала ниже уровня +0,2 В, затем возрастание уровня сигнала выше +0,5 В (гистерезисный триггер).</li></ul>
Уставка	<p>Именованный триггер, назначенный, как правило, на тренд какой-либо оценки (например на тренд СКЗ). При его срабатывании, выполняются какие-либо действия, например, выдается предупредительное сообщение.</p>
Формуляр отображения	<p>Окно, отображающее сигнал (сигналы) или его параметры в графическом или цифровом виде. Формуляры отображения образуют страницу</p>

## 2. Назначение

Программа MR-300 предназначена для работы в составе измерительного комплекса МІС-300М.

Программа позволяет осуществлять ввод оцифрованных аналоговых сигналов из измерительных модулей и сохранять их на долговременных носителях.



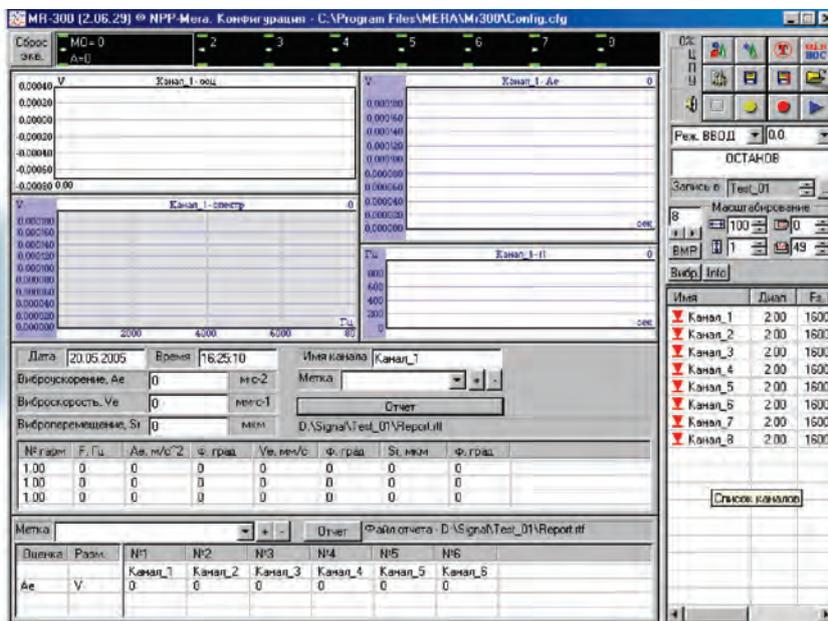
Рис 2.1. Типовой вид программы MR-300 в составе прибора МІС-300М.

Обеспечивается вывод измеряемых величин и преобразованных параметров на дисплей одновременно по произвольному количеству каналов (до 24).

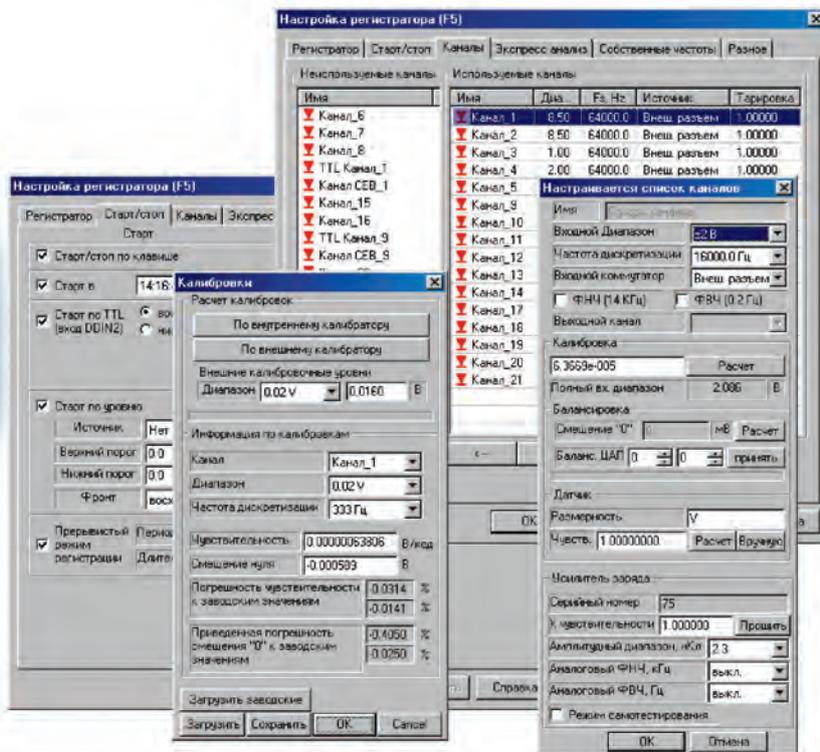
## Цикл работы программы MR-300



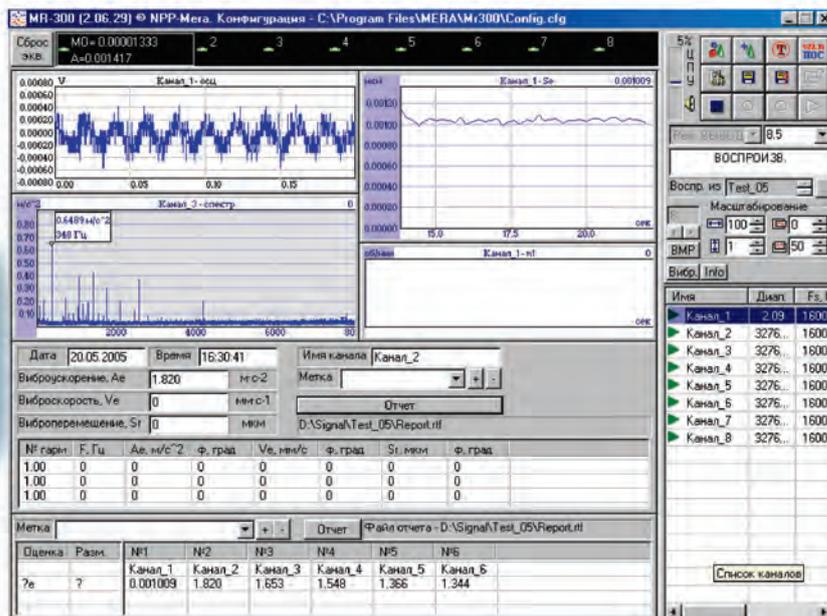
Запуск  
MR-300



Настройка  
конфигурации



Просмотр,  
запись,  
воспроизведение



Передача  
замера в  
WinPOS для  
подробного  
анализа

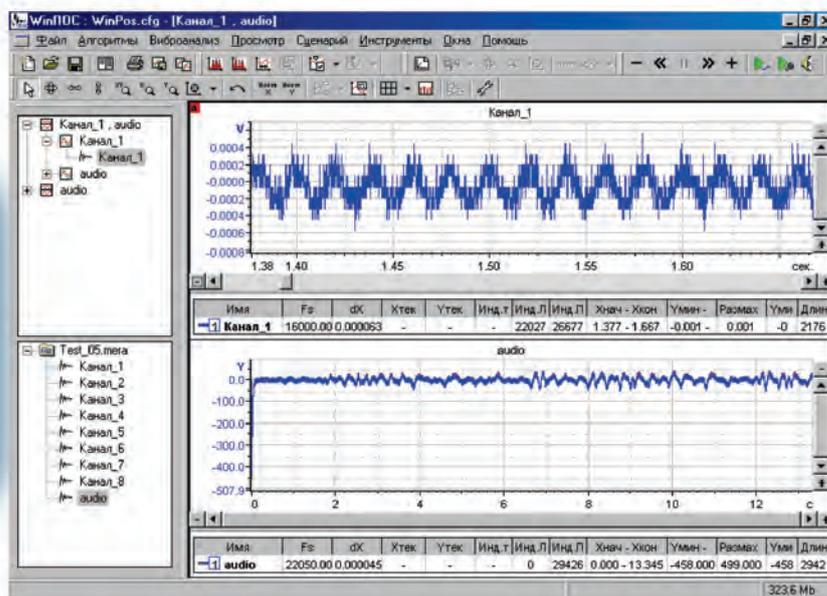


Рис 2.2. Цикл работы программы MR-300.



### 3. Выполняемые функции

Программа MR-300 работает в составе измерительного комплекса МІС-300М и обладает следующими функциональными возможностями:

#### **функции регистратора (в темпе измерений):**

непрерывный прием и запись на встроенный жесткий диск входных сигналов с отображением в виде осциллограмм на встроенный ЖК-дисплей;

запись синхронного речевого (звукового) сопровождения по дополнительному каналу;

автоматический запуск и останов записи: по TTL, по уровню, по времени, по таймауту, прерывистый режим записи;

графическая индикация перегрузки каналов, пиковых и мгновенных значений сигнала каждого канала;

воспроизведение записанных сигналов на аналоговые выходы с отображением в виде осциллограмм на встроенный ЖК-дисплей, воспроизведение синхронного речевого сигнала на встроенный или внешний динамик;

динамическое переключение между графическими страницами, содержащими различные наборы формуляров отображения;

обеспечение служебного взаимодействия по цифровой линии с другими приборами МІС-300М для синхронизации старта/останова измерений (за счет чего возможно синхронное управление несколькими приборами с одного пульта);

#### **контроль уставок (в темпе измерений):**

контроль значений измеряемых величин и преобразованных параметров, сравнение с предупредительными/аварийными уставками для всех каналов;

при срабатывании уставки – извещение цветовой индикацией на графиках и добавление метки в файл замера;

#### **функции экспресс анализа (в темпе измерений):**

спектральная обработка регистрируемого/воспроизводимого сигнала с отображением в виде спектрограмм (до 8192 спектральных линий, различные весовые окна, усреднение); до 24 спектрограмм одновременно;

экспресс обработка – вычисление СКЗ, ПИК, ПИК-ПИК, среднего значения регистрируемого/воспроизводимого сигнала на всех каналах с отображением в виде цифровых значений в таблице и в виде произвольного количества графиков зависимости от времени (трендов);

программное однократное и двукратное интегрирование сигнала с высокой точностью (одновременно до 24 каналов);

расчет частоты следования импульсов сигнала (скорость вращения ротора по сигналу с датчика оборотов); произвольное количество частотных каналов; построение графика зависимости от времени;

расчет амплитудных и фазовых характеристик сигнала на частоте вращения вала и его гармониках для всех каналов; построение графиков зависимости от времени;

построение графиков АФЧХ (до 24);

расчет и отображение 1/3-октавного спектра по произвольному количеству каналов (до 24);

**автоматизированное формирование отчета (в темпе измерений):**

добавление текущего состояния изделия (по данным экспресс анализа) в файл отчета по нажатию клавиши; таким образом, по завершении испытания доступен отчет, содержащий подробную информацию о параметрах работы изделия на разных режимах и в контрольных точках; отчет можно печатать непосредственно с МПС-300, используя стандартный принтер;

сохранение в графический файл текущей страницы отображения с графиками, трендами и таблицами для последующего включения в отчет;

**метрологическая поддержка (на этапе подготовки к измерениям):**

автоматизированная калибровка, градуировка, балансировка аналоговых каналов

## 4. Установка программы MR-300

### Порядок установки

В установочный комплект входят программа MR-300 и драйверы измерительных модулей.

Для установки MR-300 необходимо открыть папку с ее дистрибутивом и запустить программу установки Setup.exe. Возможен также режим установки по сети или с компакт-диска.

Следуя подсказкам инсталлятора (рекомендуется выбирать опции по умолчанию) произвести установку MR-300.

Перезагрузить MIC-300M.

Если измерительные платы не установлены (вариант специальной комплектации), то выключить MIC-300M и установить измерительные платы.

Установить необходимые драйвера измерительных плат.

Как правило, измерительный комплекс MIC поставляется с уже установленными платами и всеми необходимыми драйверами.



При обновлении программы, драйверы устройств переустанавливать не требуется.

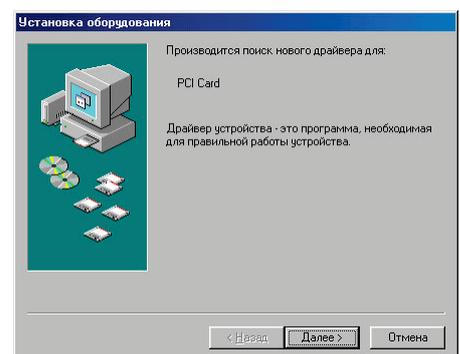
### Установка драйверов измерительных плат

Драйвера измерительных плат входят в состав дистрибутива программы.

Драйверы платы M2408 могут быть установлены в систему, работающую под управлением ОС Windows 98/2000/NT. Операция установки драйверов платы производится для каждой платы, установленной в MIC-300M.

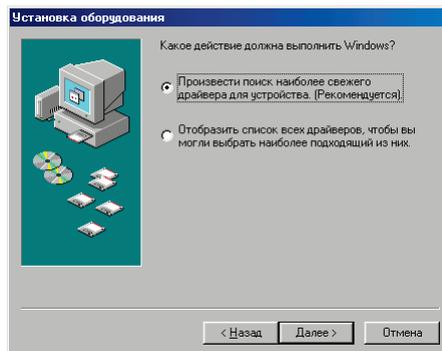
Ниже описаны операции по установке драйверов измерительного модуля M2408 в систему, с уже установленной ОС Windows:

- 1) после установки платы M2408 подайте питание в систему и загрузите Windows;
- 2) автоматически запустится проводник по установке драйвера нового оборудования (см. рисунок 4.1 а.), выберите «ДАЛЕЕ» для продолжения;



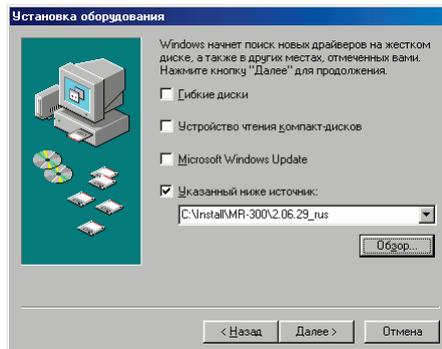
а).

3) в следующем диалоге (см. рисунок 4.1 б.) выберите «Произвести поиск наиболее свежего драйвера для устройства»; выберите «ДАЛЕЕ» для продолжения;



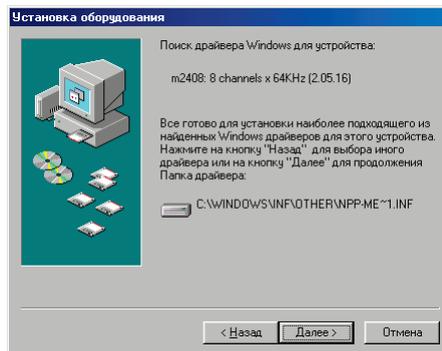
б).

4) в следующем диалоге (см. рисунок 4.1 в.) требуется указать путь к драйверу платы; установите метку «Указанный ниже источник» и укажите путь, используя кнопку «ОБЗОР»;



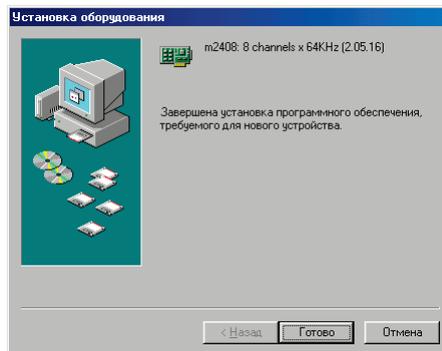
в).

5) появится промежуточное сообщение (см. рисунок 4.1 г.); выберите «ДАЛЕЕ» для продолжения установки;



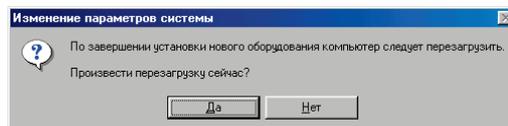
г).

6) начнется процесс установки драйверов платы, по результатам которого будет выдано сообщение о завершении установки (см. рисунок 4.1 д.); выберите «ГОТОВО»;



д).

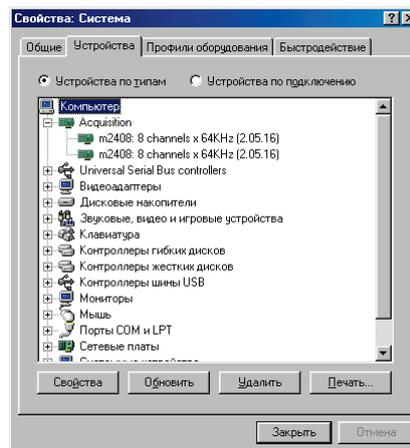
7) завершить установку драйверов платы необходимо перезагрузкой системы (см. рисунок 4.1 е.); если Вы устанавливаете драйверы для нескольких плат, то следует отказаться от перезагрузки и продолжить установку драйверов остальных плат; систему следует



е).

перезагрузить после установки последнего драйвера;

8) плата M2408 будет отражена в списке устройств, установленных в систему (см. рисунок 4.1 ж.).



ж).

Рис 4.1. Цикл работы с программой MR-300.



## 5. Интерфейс пользователя. Размещение и функции элементов управления.

### Основное рабочее окно программы

Для основного режима работы программы (регистрация/воспроизведение) характерно наличие трех основных графических панелей отображения/управления: панель сигналов, панель управления, панель списка каналов (см. рисунок 5.1).

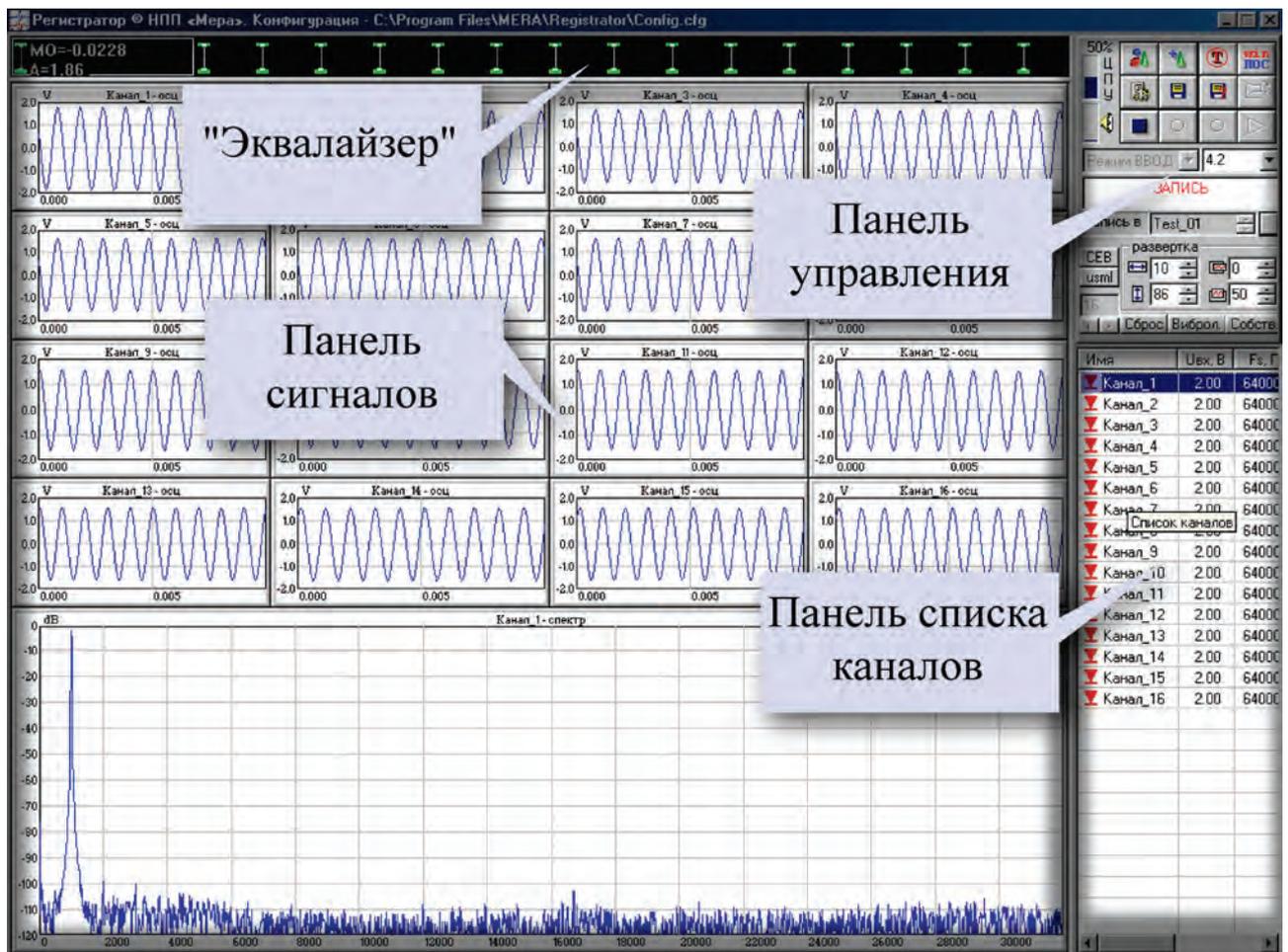


Рис 5.1. Расположение информационно-управляющих панелей на графическом дисплее после включения (рабочее окно программы).

## Панель управления

Ниже кратко описано назначение элементов управления панели.

При наведении курсора мышки на элемент управления на экран выводится всплывающая подсказка с указанием назначения данного элемента и комбинации клавиш быстрого вызова.

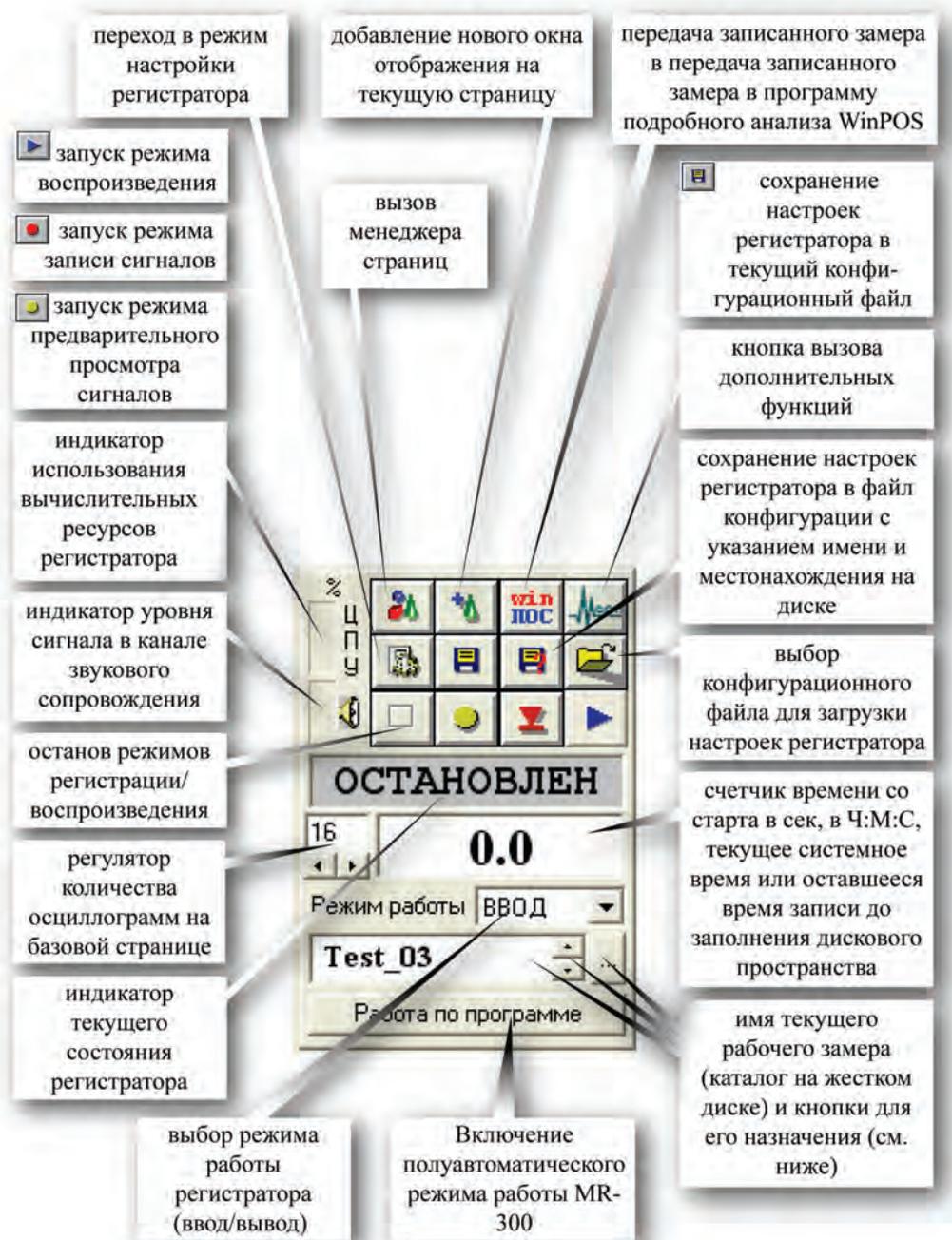


Рис 5.2. Панель управления.

### Панель списка каналов

Панель сигналов предназначена для отображения списка активных каналов записи/воспроизведения и наиболее важной информации об их параметрах.

В поле «список каналов» для каждого канала выводится: имя канала, установленный диапазон входного сигнала, частота дискретизации и источник сигнала. Слева от названия канала выводится пиктограмма, обозначающая режим работы канала:

- ▼ – канал для записи/просмотра,
- ▾ – канал только для просмотра
- – канал не обрабатывается
- ⚡ – сквозной канал,
- ▶ – канал для воспроизведения,
- 📊 – канал для воспроизведения на ЦАП.

С помощью этой панели можно также:

Выбрать **текущий** канал для получения более подробной информации о нем. Настроить параметры канала и алгоритмы экспресс обработки. Порядок конфигурирования каналов см. ниже. Выбор текущего канала осуществляется кнопками управления курсором «вверх», «вниз» или с помощью манипулятора мышь.

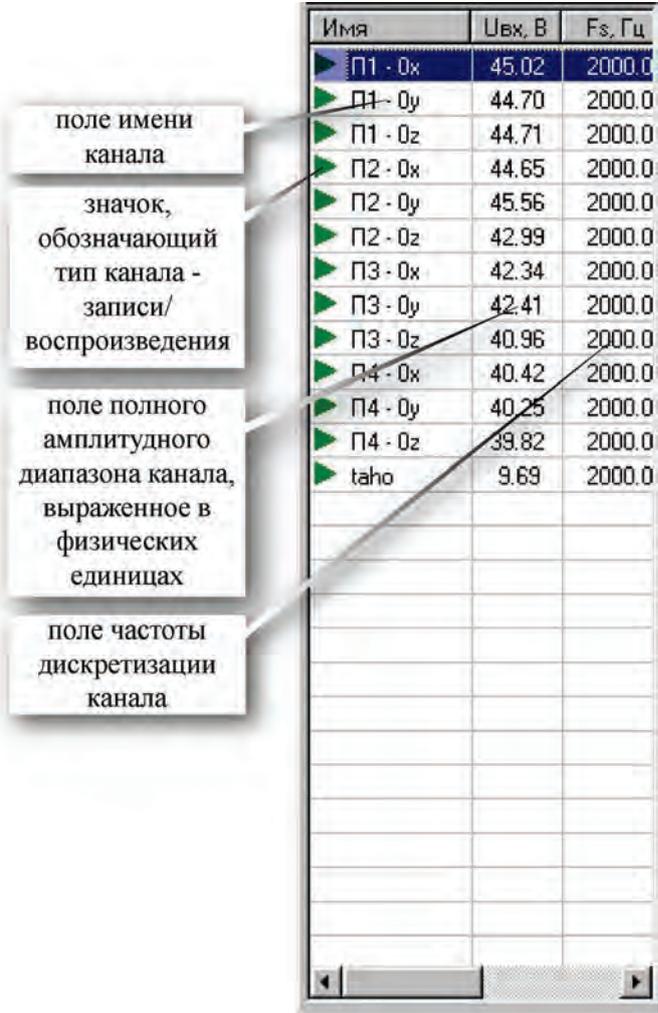


Рис 5.3. Панель списка каналов.

При щелчке правой кнопкой мышки на названии канала вызывается контекстное меню. На рисунке 5.4 показан его вид. Контекстное меню имеет различный вид для разных режимов работы прибора.

При двойном щелчке на имени канала вызывается тот пункт контекстного меню, который был выбран в предыдущий раз.



Рис 5.4. Контекстное меню панели списка каналов

## «Эквалайзер»

Данное окно предназначено для вывода графического отображения текущих пиковых значений всех используемых каналов и дополнительно двух произвольных оценок экспресс анализа сигнала (из набора среднее значение, СКО, СКЗ, амплитуда, пик-пик) текущего канала (см. настройка экспресс анализа).



Рис 5.5. Эквалайзер.

При перегрузке канала цвет отметок изменяется на красный.

Максимальные и минимальные значения сохраняются на время всего текущего цикла просмотра/записи сигнала, до перезапуска программы. Отметку о перегрузке канала можно

сбросить, нажав кнопку  на [панели управления](#) непосредственно во время просмотра/записи сигнала.

Выбор текущего канала осуществляется щелчком мышки на имени нужного канала в поле «[список каналов](#)» программы.

## 6. Быстрый старт

### Упрощенная настройка программы

Если программа предварительно не была настроена, то для подготовки ее к работе, необходимо сделать следующие шаги:

- ◆ [выбрать используемые измерительные каналы](#), т.е. указать, какие из доступных каналов будут использоваться при измерениях;
- ◆ [установить частотный и амплитудный диапазоны каналов](#);
- ◆ [указать папку для записи нового замера](#).



Вся настройка программы сохраняется в файл конфигурации. Текущую настройку можно сохранять в файл с произвольным именем и в произвольную папку на жестком диске. В дальнейшем, сохраненную настройку всегда можно загрузить, предварительно убедившись, что MR-300 находится в режиме останова.

### Выбор каналов

Для выбора используемых каналов необходимо нажать мышью на кнопку общей настройки на панели управления , либо нажать на клавишу «F5» на клавиатуре. Затем выбрать вкладку «Каналы». В результате появится следующий диалог настройки.

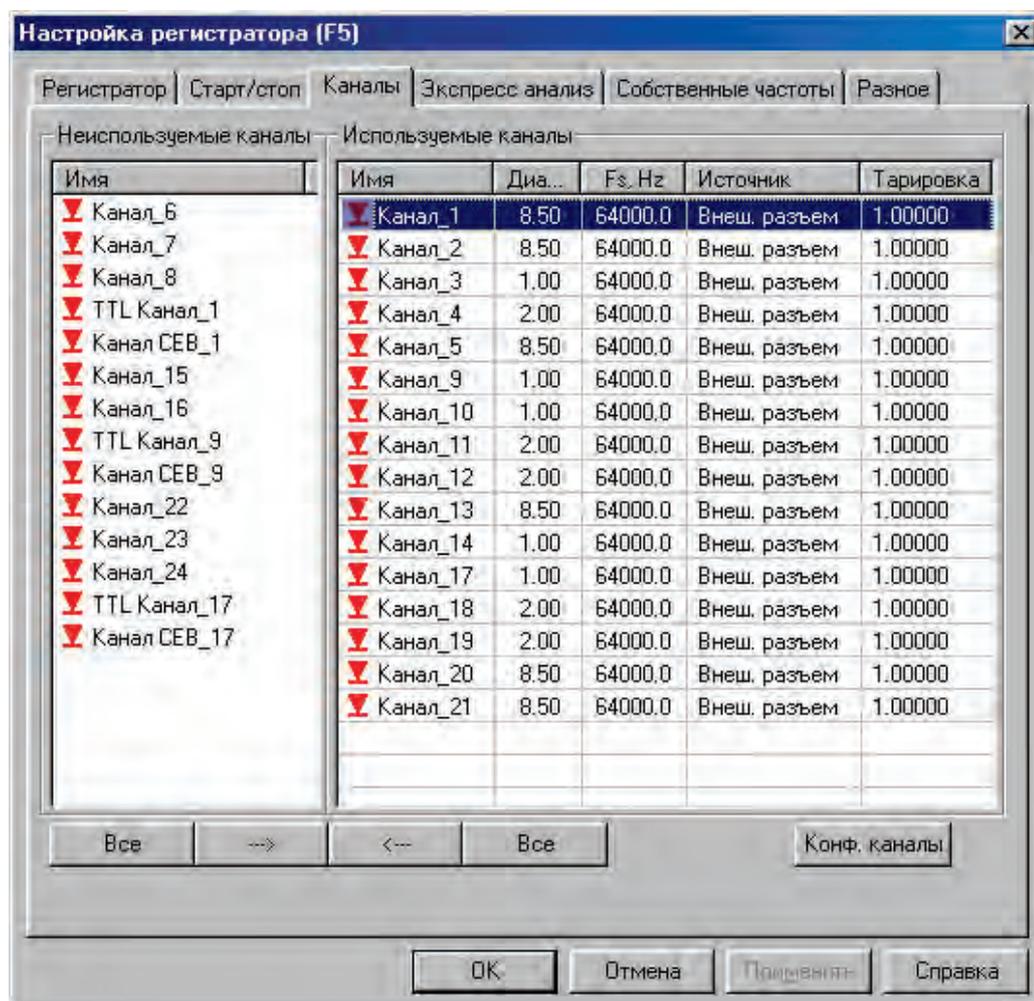


Рис 6.1. Вкладка «Каналы» диалога общей настройки программы.

В каждом конкретном случае внешний вид этой вкладки будет отличаться количеством доступных каналов (согласно количеству установленных измерительных плат).

На этой закладке расположены два поля: левое – **«Неиспользуемые каналы»** и правое – **«Используемые каналы»**. В первом поле приведен список всех каналов прибора, которые были определены во время автопоиска, автоматически выполняемого при запуске программы. Во втором поле – список каналов, составленный оператором, и в котором перечислены каналы выбранные им для проведения измерений.

Для канала, выход которого будет подключен к ЦАПу, пиктограмма слева от названия канала изменит свой вид (см. раздел «Панель списка каналов»).



Вход в режим настройки и изменения в конфигурации возможен только после останова просмотра/записи сигнала.

Вкладка «Каналы» относится только к каналам записи. Поэтому, если программа находится в режиме «Вывод», то вкладка «Каналы» отсутствует. При этом необходимо поменять режим на «Ввод» (подробнее см. [«Панель управления»](#)).

Включение каналов в состав используемых происходит путем выделения левой кнопкой «мыши» каналов в поле «Неиспользуемые каналы» (разрешается помечать несколько каналов одновременно удерживая нажатой клавишу Ctrl или Shift) и нажатием кнопки  перенести их в список используемых. Аналогично происходит удаление ненужных каналов (но в обратном направлении).

## **Установка частотного и амплитудного диапазонов каналов**

Добавленные каналы имеют определенные настройки по-умолчанию. Если требуется изменить эти настройки, то необходимо выполнить следующие действия.

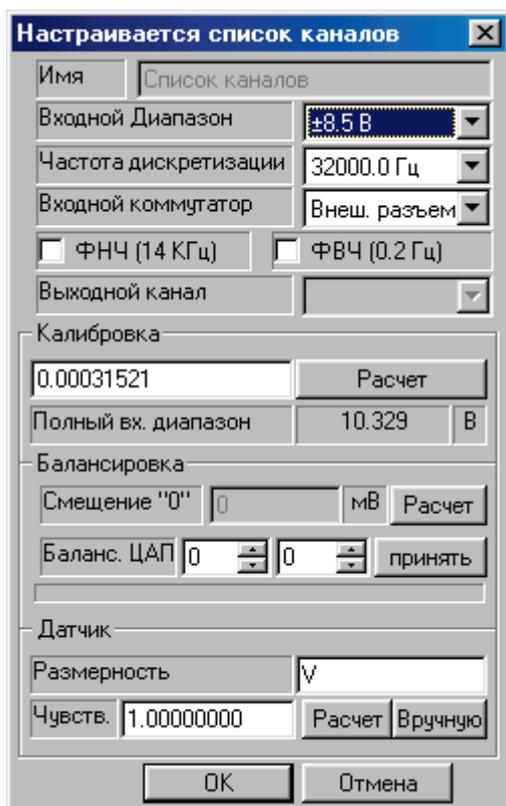


Рис 6.2. Диалог настройки каналов аналогового ввода.

Выделить требуемый канал (или несколько каналов) в списке каналов. Вызвать контекстное меню с помощью правой кнопки мыши. Выбрать команду «измерения». При этом появится диалог, приведенный на рисунке 6.2.

Допускается настраивать несколько каналов одновременно, однако в этом случае свойства каналов для выделенной группы устанавливаются одновременно и некоторые поля ввода, уникальные для каждого канала, будут недоступны.

Выбрать входной амплитудный диапазон (в вольтах). Амплитудные диапазоны каналов могут различаться (подробнее см. [Настройка каналов аналогового ввода](#)).

Выбрать частоту дискретизации каналов. Для каждой платы можно настроить свою частоту дискретизации. Таким образом, группы каналов с 1 по 8, с 9 по 16, с 17 по 24 могут иметь разные частоты дискретизации. Для того чтобы узнать частотный диапазон канала, соответствующий выбранной частоте дискретизации, необходимо привести курсор мыши на элемент выбора частоты дискретизации. На всплывающей подсказке будет указан частотный диапазон. Для завершения настройки нажать .

 Диалог настройки свойств канала доступен также из панели списка каналов (см. [Список каналов](#)).

## Задание папки для записи замера

Если на панели управления поле имени замера пустое (см рисунок 6.3), то необходимо его указать (а также место на жестком диске прибора, куда будет записываться замер).

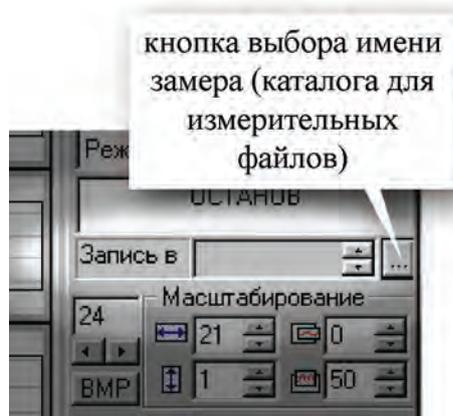


Рис 6.3. Имя замера не определено; выбор имени замера.

Для этого следует выполнить следующие действия.

В панели управления нажать кнопку выбора замера для записи/воспроизведения.

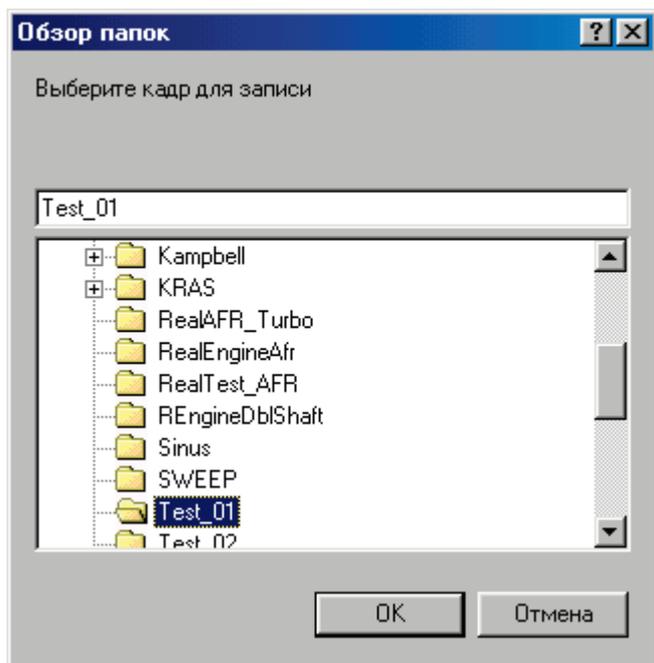


Рис 6.4. Диалог выбора существующего замера (или создания нового).

В открывшемся окне выбрать каталог хранения результатов (имя замера). Если такого каталога нет, то в поле, расположенном над списком каталогов, ввести имя замера для записи файлов данных (в этом случае будет создан каталог с таким же именем).



Имя замера должно состоять из символов, разрешенных в именовании файлов и каталогов файловой системы Windows 98/2000.

Для подтверждения выбора нажать кнопку .

В указанный каталог программа будет производить запись измерительных данных в формате «Мера» (см. Описание формата «Мера»).

Указанный каталог появится в поле имени замера (см. рисунок 6.5).

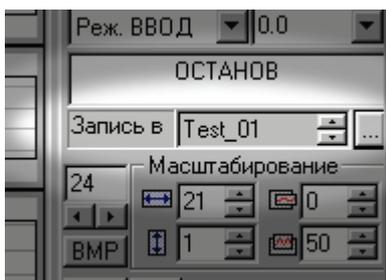


Рис 6.5. Запись сигналов будет производиться в замер Test\_01.

После этого прибор готов к записи сигналов.

## Предварительный просмотр сигналов

Для предварительного просмотра сигнала предназначен режим «ПРОСМОТР», вызываемый кнопкой  панели управления (см. рисунок 6.6). При этом на формулярах отображения должен появиться принимаемый сигнал.



Рис 6.6. Кнопки запуска основных режимов работы MR-300.

## Запись сигналов

Запись сигнала производится кнопкой  «ЗАПИСЬ» на панели управления. Прием и запись сигнала осуществляется до момента нажатия на кнопку  «ОСТАНОВ» панели управления. Или до наступления некоторых заданных условий останова (см. [«Настройка условий запуска/останова измерений»](#)).

## Анализ записанных сигналов

Если в комплект прибора входит программа подробного анализа измерительной информации WinPOS, то записанный замер можно передать в программу WinPOS с помощью кнопки .

 Для разблокирования доступа к замеру (и повторения записи), необходимо выйти из программы WinPOS.



## 7. Панель сигналов. Страницы. Формуляры отображения сигналов.

Панель сигналов предназначена для отображения измеряемых величин или преобразованных параметров в реальном масштабе времени эксперимента.

Панель сигналов может настраиваться оператором и иметь произвольное количество графиков, таблиц и других элементов отображения (см. рисунок 7.1).



Рис 7.1. Пример панели сигналов для экспресс-расчета АФЧХ и гармонического анализа.

Настройку рекомендуется производить в состоянии останова программы. Перемещение окон отображения производится мышью путем перетаскивания при нажатой клавише Ctrl (нажать Ctrl, нажать левой кнопкой мыши за центральную часть окна, переместить на нужное место, отпустить левую кнопку мыши, отпустить клавишу Ctrl). Изменение размеров окон – мышью за край окна. Добавление новых окон – при помощи кнопки .

Новое окно располагается в нижнем правом углу панели сигналов и может быть закрыто другими перекрывающимися его окнами.

Создание новой страницы происходит в диалоге «список страниц» (см. рисунок 7.2) с помощью кнопки «Добавить».

Вызов списка страниц осуществляется кнопкой  на панели управления или комбинацией клавиш Alt + 0.

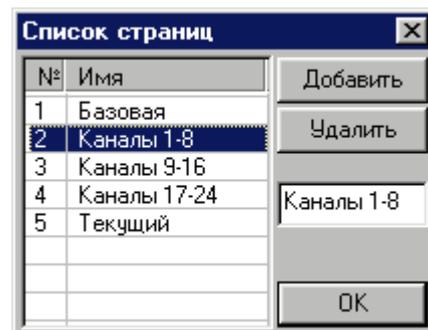


Рис 7.2. Менеджер страниц.

Оператор может создать и сконфигурировать несколько страниц, чтобы затем при регистрации/воспроизведении их динамически переключать. Переключение происходит либо из диалога списка страниц (мышью), либо с помощью клавиатуры следующим образом:

- непосредственный выбор страницы по её номеру – используя клавиши 1...9 при нажатой клавише Alt.
- последовательный перебор страниц – Tab (переход на следующую страницу), Alt + Tab (на предыдущую).

Базовая страница всегда имеет стандартный вид – несколько осциллограмм и спектрограмма по текущему каналу. Число осциллограмм задается на панели управления в поле



, или в диалоге общей настройки программы (параметр «Количество осциллограмм»). При создании дополнительных страниц, их начальный вид повторяет вид базовой страницы (за исключением спектрального окна). Далее оператор редактирует их по своему усмотрению. Редактирование включает в себя изменение координат окна, задание привязки к каналу, типа оценки, расположение оси Y и др. Более подробно см. ниже.

## Окна графиков сигналов

Окна графиков обеспечивают представление измеряемых величин или преобразованных параметров в декартовых координатах. Этот тип окна применяется для отображения осциллограмм, спектрограмм, трендов (СКЗ, среднего и амплитудного значений, размаха, амплитудной характеристики гармонической составляющей, фазовой характеристики гармонической составляющей, частотного и других трендов), фазо- и амплитудно-частотной характеристики и др.



Рис 7.3. Окно графика сигнала.

Амплитудные значения могут быть представлены как в физических единицах (g, mm/c, kg/cm<sup>2</sup> и т.д.) так и в вольтах. Это задается при настройке канала (см. ниже).

В графиках зависимости от времени ось абсцисс всегда представлена в секундах. В графиках зависимости от частоты – в Гц или об/мин.

Окно графиков может содержать до четырех сигналов. При этом каждый сигнал имеет свою ось 0-Y. Сигналы различаются цветами. Одним цветом выделяются элементы относящиеся к данному сигналу: сам график, его ось 0-Y, запись в легенде и текущее цифровое значение.

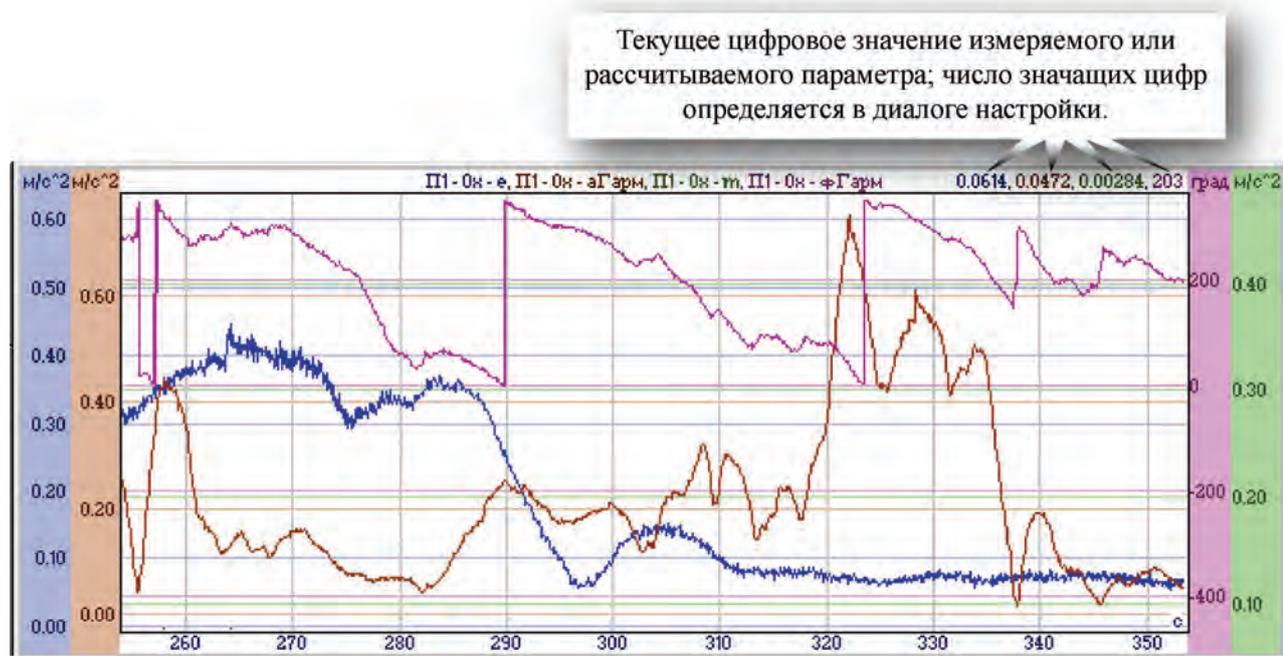


Рис 7.4. Пример окна графиков трендов

Масштаб по обеим осям может изменяться при помощи мыши. Для этого необходимо нажать левую кнопку мыши на поле требуемой оси, переместить вниз (ось 0-Y) или вправо (ось 0-X) для растягивания графика, переместить вверх (ось 0-Y) или влево (ось 0-X) для сжатия графика, затем отпустить кнопку мыши.

Кроме того графики сигналов можно смещать в окне. Для этого необходимо нажать SHIFT, нажать левую кнопку мыши на поле графика (или на оси 0-Y, если перемещается только один график), тянуть график в нужном направлении, отпустить левую кнопку мыши, отпустить SHIFT.

Двойной щелчок левой кнопки мыши позволяет автоматизировать процесс масштабирования. Например, на графике осциллограмм по двойному щелчку границы оси 0-Y устанавливаются с учетом максимального и минимального значения сигнала (функция «поиск сигнала»). По следующему двойному щелчку границы оси 0-Y устанавливаются на значения границ полного амплитудного диапазона.

Для окна графиков можно вызвать контекстное меню, используя правую кнопку мыши.

По команде «Удалить окно» происходит удаление данного окна графиков из текущей страницы.



Рис 7.5. Контекстное меню окна графика сигнала.

По команде «Удалить все окна» происходит полная очистка страницы. Следует учитывать, что при запуске программы пустые страницы форматируются и приобретают вид базовой страницы.

По команде «Свойства» происходит настройка окна графика и, опционально, настройка параметров экспресс анализа, относящемуся к этому окну:

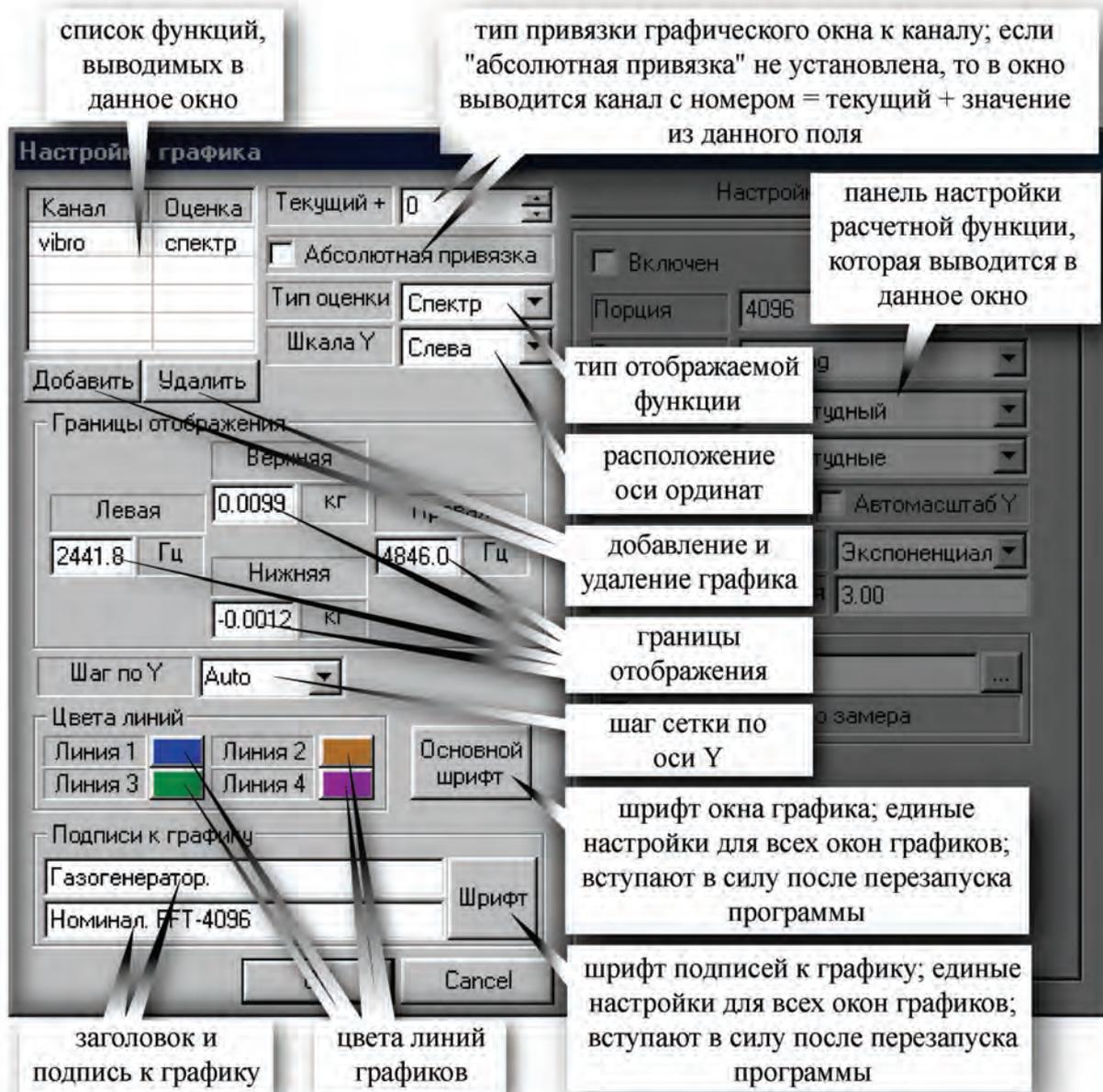


Рис 7.6. Диалог настройки параметров графика.

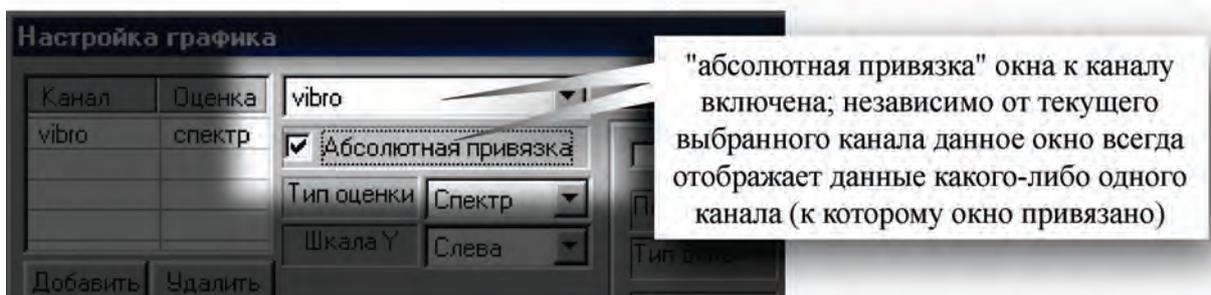


Рис 7.7. Типы привязки окон отображения к измерительным каналам.



Если установлен режим абсолютной привязки на данном окне, то текущий канал можно выбирать не в панели списка каналов, а непосредственно, щелкая мышкой на данном окне.

Различные варианты привязки графических окон к каналам сделаны для удобства работы оператора. Так *абсолютная привязка* удобна при обзорном контроле – когда видны все каналы, но в маленьких окнах.

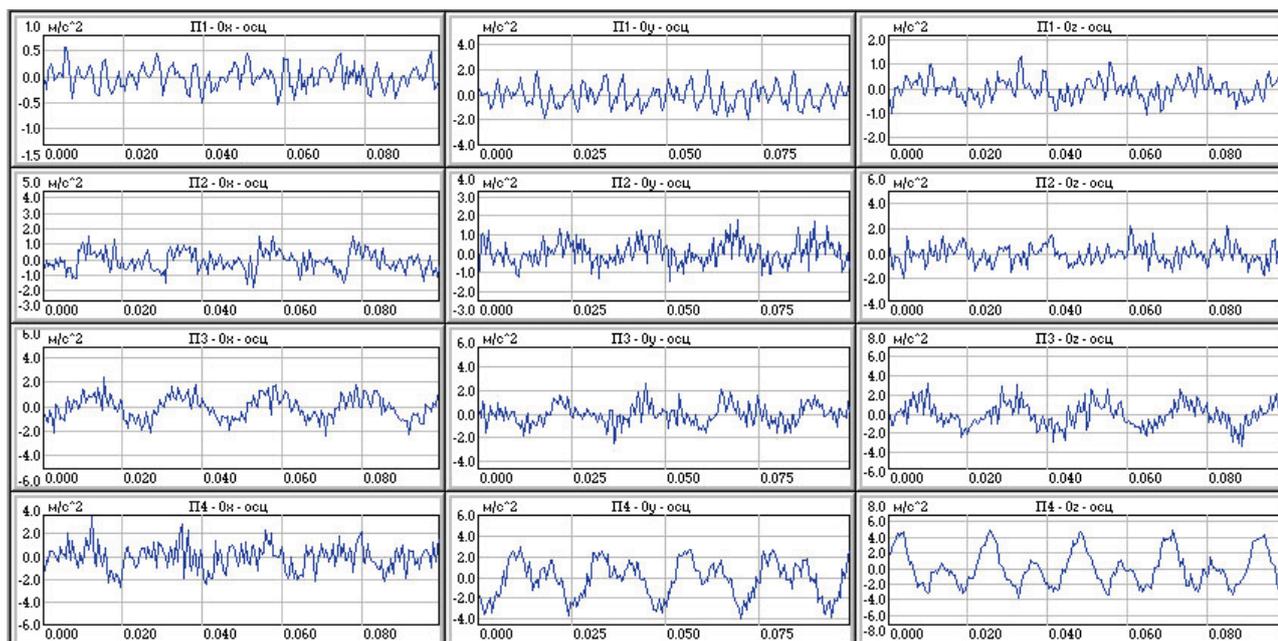


Рис 7.8. Пример страницы общего просмотра.

*Относительная привязка* – при подробном анализе канала. При этом на странице отображается информация крупным планом по выбранному каналу в различных представлениях.

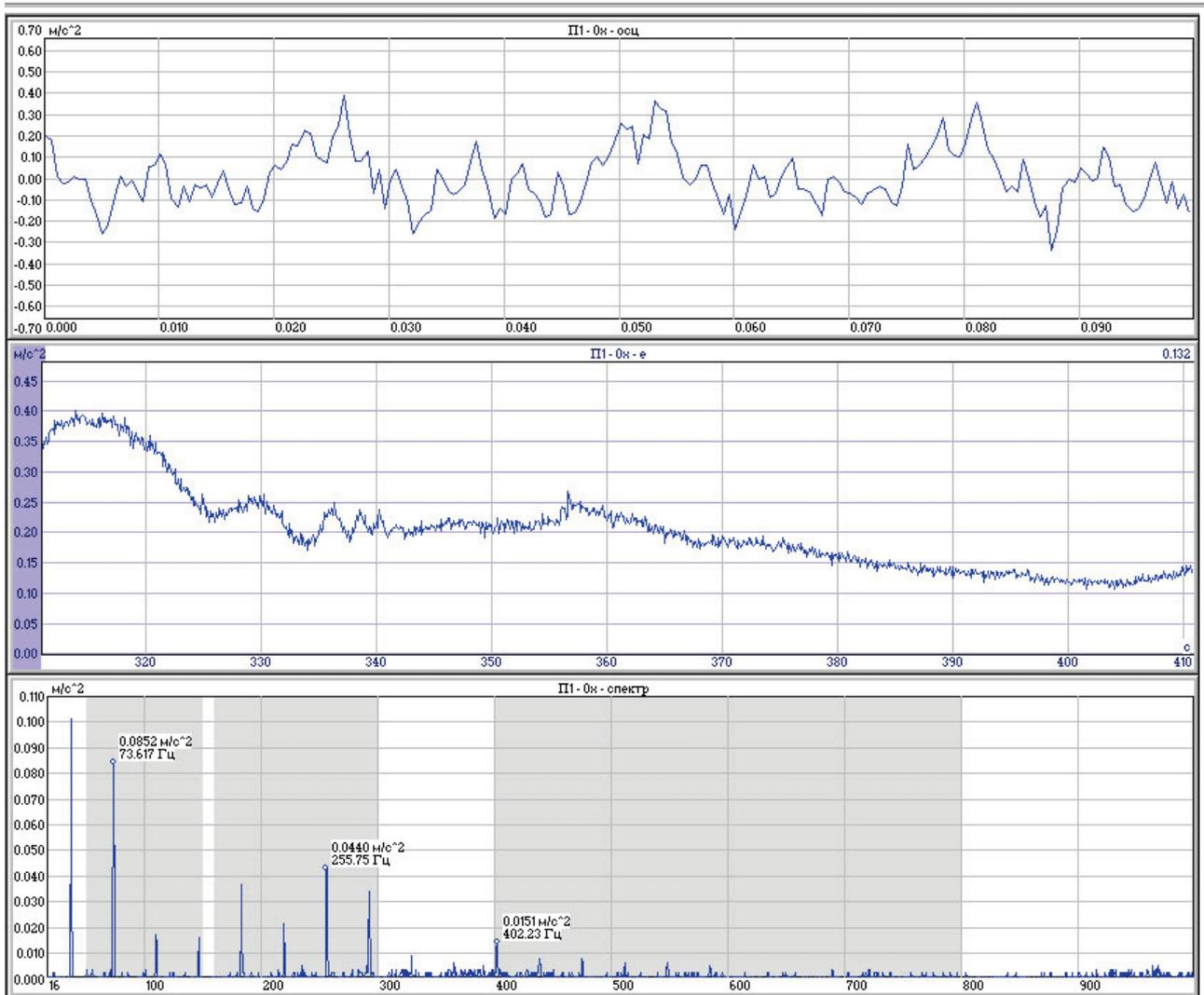


Рис 7.9. Пример страницы детального просмотра текущего канала.

Ось амплитудных значений спектральных составляющих. Шкала оси может быть установлена линейной или логарифмической. Размерность оси – соответствует размерности анализируемого сигнала.

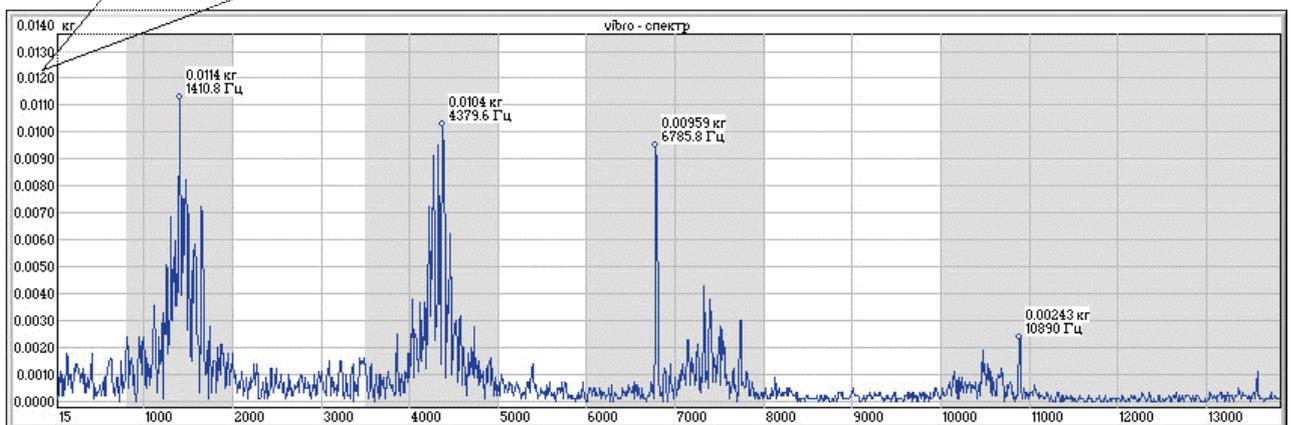


Рис 7.10. Пример окна спектральной характеристики.

Для окна графиков спектров контекстное меню имеет вид, представленный на рис 6.11. Команда «Нормализовать по Y» позволяет отмасштабировать график спектра по текущим спектральным значениям. При этом опция «автомасштабирование» в свойствах спектра не снимается.



Рис 7.11. Контекстное меню окна спектра сигнала.

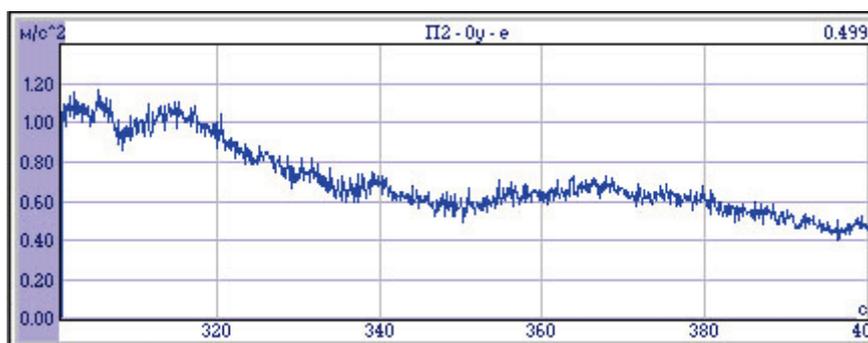


Рис 7.12. Пример окна тренда СКЗ.

## Таблица экспресс оценок

Для индикации результатов работы алгоритмов экспресс-обработки предлагается использовать табличные формуляры (см. рисунок 7.13).

The screenshot shows a software window titled 'Метка: NODE Взлёт'. It contains a table with columns for 'Оценка' (Evaluation), 'Разм.' (Unit), and eight numbered channels (№1 to №8). The table data is as follows:

Оценка	Разм.	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
		K1гд2в	K2гд5в	K3гд7а	K4гд8в	K5гд12в	K6гд15в	K7гд17а	K8гд18в
Am	кгс\...	0.05683	-0.002873	-0.008947	-0.002817	-0.002752	0.05375	0.04642	0.04048
Ae	кгс\...	0.04685	0.04532	0.09781	0.04890	0.07229	0.06467	0.1085	0.05499
Ar	кгс\...	0.2767	0.2775	0.5670	0.3155	1.028	0.3720	0.5342	0.4835
Aa1(n1)	кгс\...	0	0	0	0	0	0	0	0
f max	Гц	31.25	182.3	184.9	187.5	187.5	190.1	773.4	182.3
k		0	0	0	0	0	0	0	0

Callouts in the image point to the following elements:

- Имя экспресс-оценки (Name of the express evaluation)
- Размерность результата экспресс-оценки (Units of the express evaluation result)
- Список комментариев, сопровождающий запись в файле отчета. (List of comments accompanying the record in the report file.)
- Дополнить/урезать список доступных комментариев (Add/cut the list of available comments)
- Сохранение содержимого таблицы в текстовый файл (Saving the table content to a text file)
- Аппаратный номер измерительного (Instrument number)
- Имя измерительного (Instrument name)

Рис 7.13. Пример таблицы экспресс оценок.

Рекомендуемые имена экспресс оценок даны в следующей таблице.

	Общий случай	по ускорению	по скорости	по перемещению
СКЗ	e	Ae	Ve	Se
Амплитуда	a	Aa	Va	Sa
Размах	r	Ar	Vr	Sr
МО	m	Am	Vm	Sm
СКЗ гармоники	e(f)	Ae(f)	Ve(f)	Se(f)
Амплитуда гармоники	a(f)	Aa(f)	Va(f)	Sa(f)
Размах гармоники	r(f)	Ar(f)	Vr(f)	Sr(f)
МО гармоники	m(f)	Am(f)	Vm(f)	Sm(f)
Фаза гармоники	F(f)	AF(f) или Fa(f)	VF(f) или Fv(f)	SF(f) или Fs(f)
Зависимость СКЗ от частоты	es(f)	Aes(f)	Ves(f)	Ses(f)
Зависимость амплитуды от частоты	as(f)	Aas(f)	Vas(f)	Sas(f)
Зависимость размаха от частоты	rs(f)	Ars(f)	Vrs(f)	Srs(f)
Зависимость среднего от частоты	ms(f)	Ams(f)	Vms(f)	Sms(f)
Частота	f(Гц) или n(об/мин)			

В полях «Оценка» и «Размерность» наименования выводятся корректно в том случае, если во всех каналах соответствующей строки наименования совпадают. В противном случае отображается символ '?' (см. рисунок 7.14).

Отчет	Метка	СГРЭС-1	ТА-2	То
Оценка	Разм.	№1	№2	
		П1		
	?	0		
	?	0		
	?	0		
?	?			
?	град	0	0	
n1	об/мин			
V?2(n1)	мм/с	0	0	
Sr3(n1)	мкм	0	0	

различия в размерностях каналов: у канала №1 - м/с<sup>2</sup>, у канала №2 - мм/с

различия в типе расчетной величины каналов: у канала №1 - ускорение, у канала №2 - скорость

различия в типе рассчитываемой характеристики каналов: у канала №1 - СКЗ, у канала №2 - размах

Рис 7.14. Пример неоднозначности в наименованиях оценок и размерностей.

Для устранения неоднозначностей необходимо выносить оценки с отличающимися именами в другие таблицы.

Для настройки таблицы экспресс оценок необходимо вызвать контекстное меню (правой клавишей мыши в пределах окна таблицы)

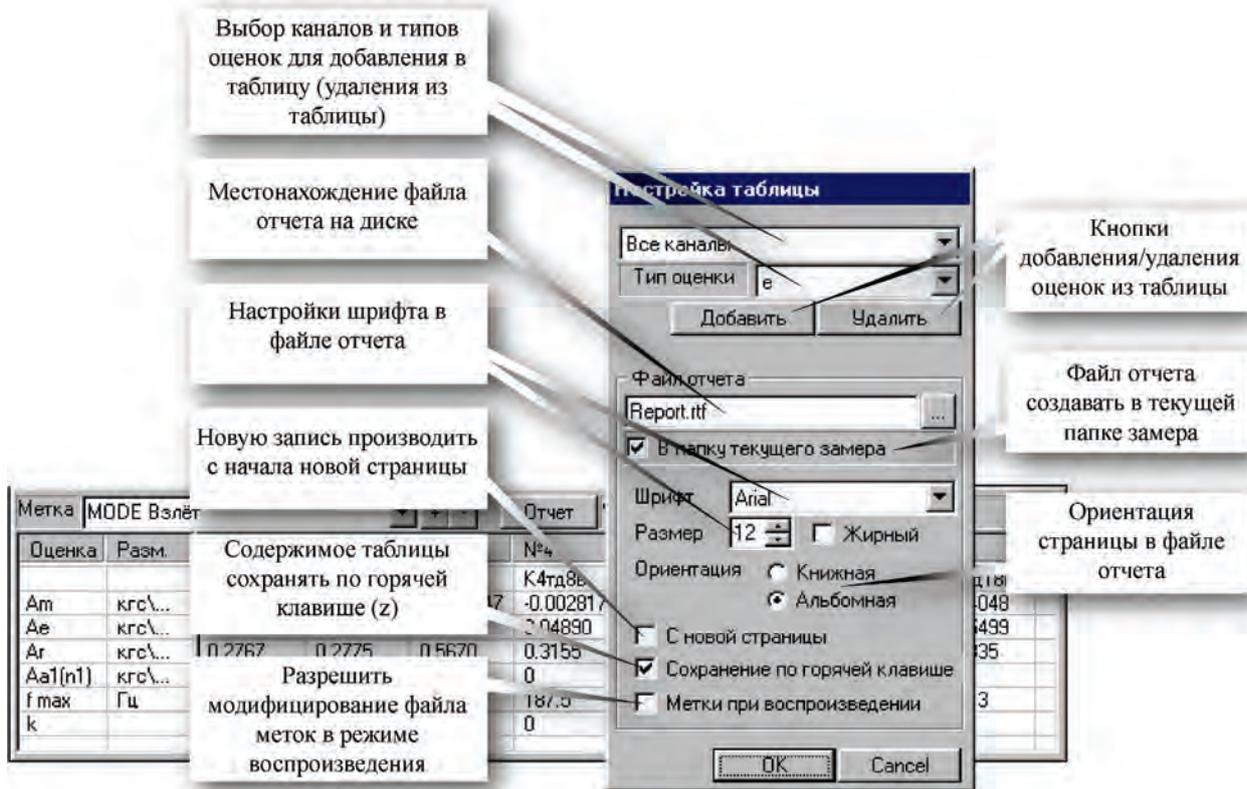


Рис 7.15. Диалог настройки таблицы экспресс оценок.

Для внесения/исключения из таблицы одновременно нескольких каналов необходимо выбрать пункты «Все каналы» или «Выделенные каналы» в поле выбора каналов.

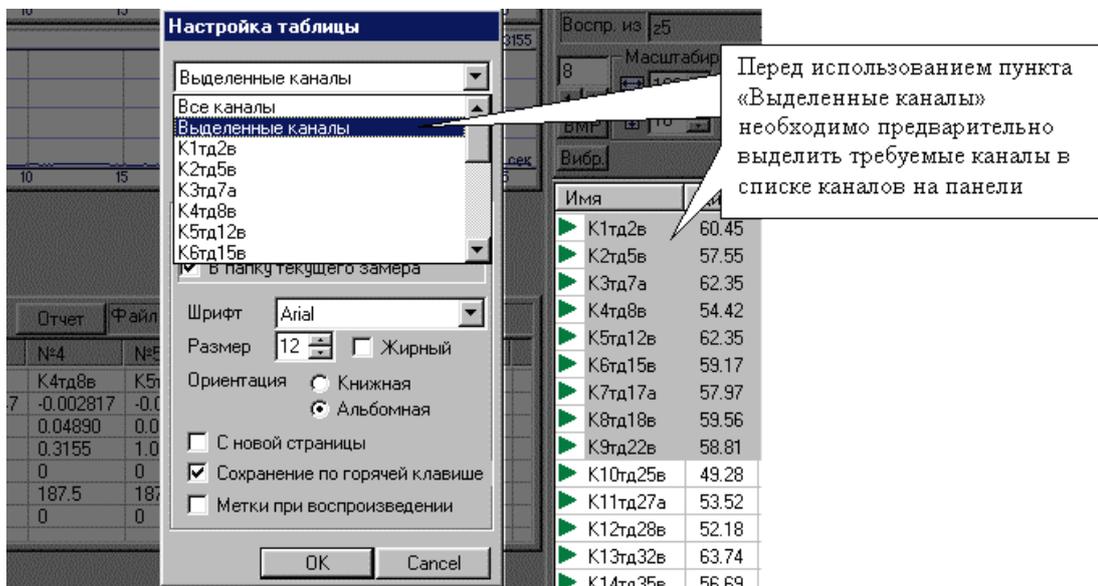


Рис 7.16. Одновременная настройка группы каналов.

## Таблица гармоник канала

### Формуляр отображения

С помощью окна отображения, приведенного ниже, можно производить подробный гармонический анализ одного из измерительных каналов.

Дата проведения испытания: 30.04.04

Время проведения испытания: 18:59:45

Текущий выбранный канал: П1 - 0x

Поле набора нового комментария и выбора активного: [Поле ввода]

Имя канала: П1 - 0x

Метка: Выбег точка 4 [Выбор] [+] [-]

Удалить комментарий из списка комментариев [Кнопка]

Виброускорение,  $A_e$ : 0.37834 м·с<sup>-2</sup>

Виброскорость,  $V_e$ : 0.78072 мм·с<sup>-1</sup>

Виброперемещение,  $S_r$ : 9.4700 мкм

Отчет: D:\Signal\RealAFR\_Turbo\Report.rtf

Добавить набранный комментарий в список комментариев [Кнопка]

№ гарм	F, Гц	$A_e$ , м/с <sup>2</sup>	$\phi$ , град	$V_e$ , мм/с	$\phi$ , град	$S_r$ , мкм	$\phi$ , град
0.5	1511	0.0032102	0	0.020291	0	0.36275	0
1.0	3022	0.21560	4.621	0.68137	25.379	6.0906	115.38
3.0	9065	0.020947	0	0.022067	0	0.065751	0

Рассчитанные оценки алгоритмов гармонического анализа [Кнопка]

Значения суммарного СКЗ виброускорения, СКЗ виброскорости и размаха виброперемещения [Кнопка]

Путь к файлу отчета [Кнопка]

Сохранение содержимого таблицы в файл [Кнопка]

Рис 7.17. Таблица гармоник канала.

## Диалог настройки таблицы гармоник

Настройка свойств таблицы гармоник осуществляется с помощью диалога настройки, приведенного на рисунке 7.18.

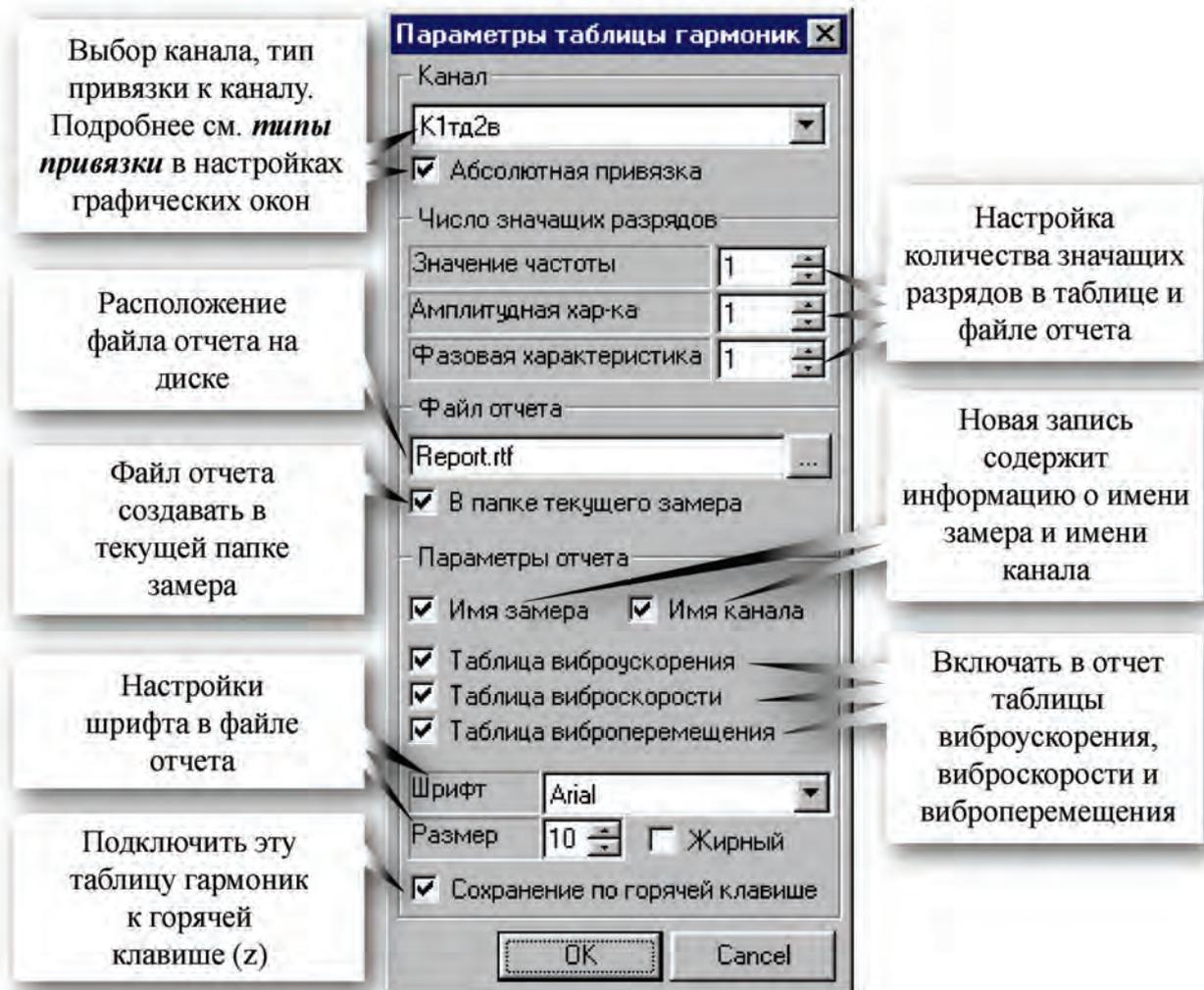


Рис 7.18. Диалог настройки таблицы гармоник.

Общая настройка работы функций гармонического анализа проводится согласно разделу «Расчет амплитудных и фазовых гармонических составляющих. АЧХ. Настройка». Кроме того, чтобы отображались суммарные оценки виброскорости и виброперемещения необходимо включить однократное или двукратное интегрирование на требуемых каналах согласно разделу «Расчет статистических оценок. Интегрирование».

При нажатии на кнопку «отчет» значения из таблицы заносятся в файл отчета под комментарием, из окна «Метка», поэтому рекомендуется предварительно набрать возможные названия режимов, контрольных точек и т.д. и затем при испытаниях только выбирать их из списка. Весь список комментариев сохраняется в файле конфигурации.

## Формуляр 1/3-октавного спектра

Для отображения 1/3-октавного спектра служит формуляр приведенный на рисунке 7.19.

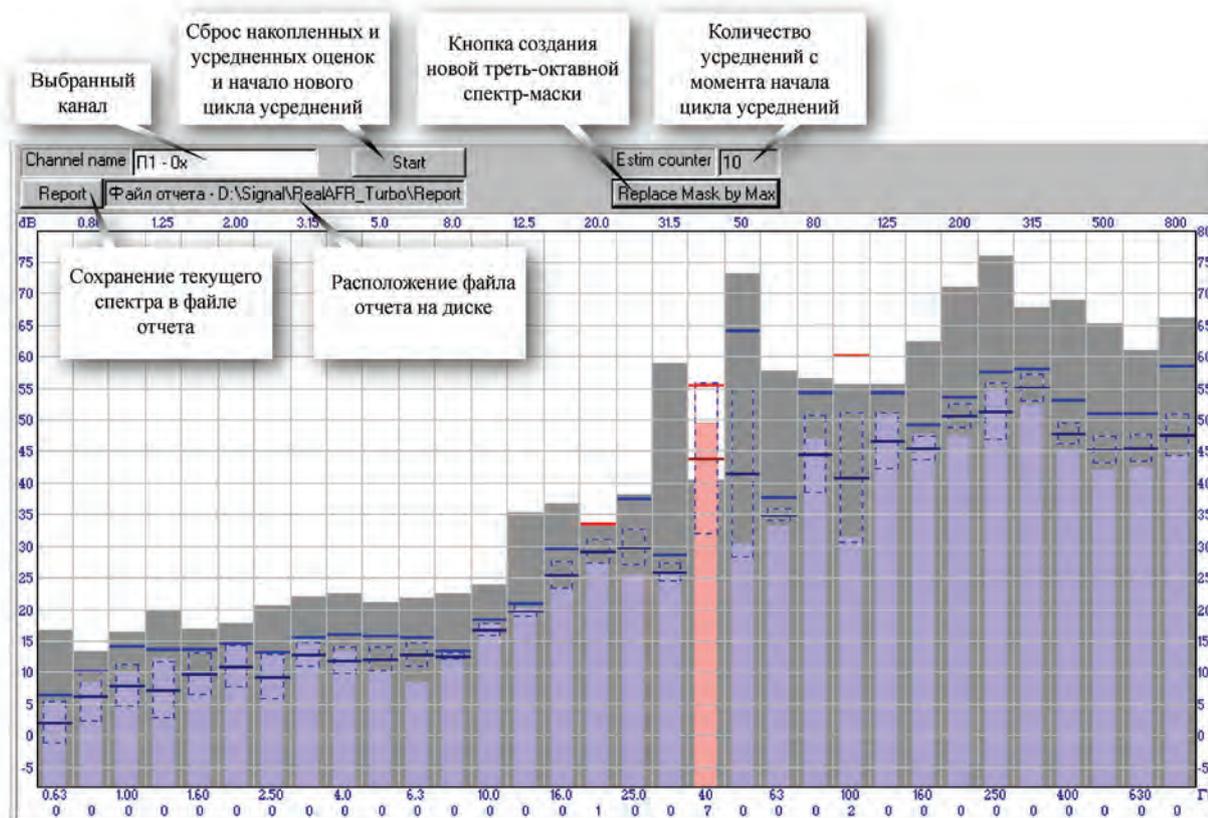


Рис 7.19. Формуляр 1/3-октавного спектра.

На рисунке 7.20 дано описание обозначений частотных полос 1/3-октавного спектра.

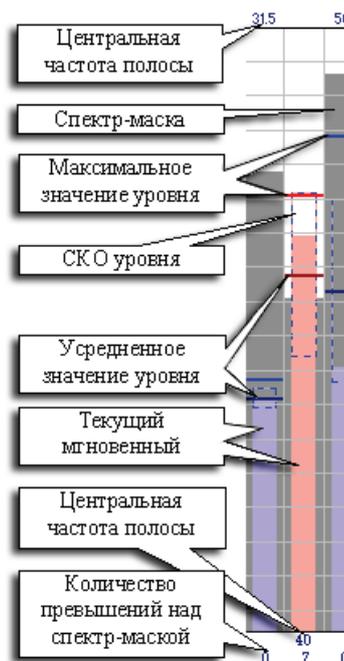


Рис 7.20. Обозначения, принятые в 1/3-октавном спектре.

## 8. Настройка конфигурации

### 8.1. Настройка процесса измерений и регистрации сигналов

В данном разделе изложен порядок подготовки **ИБК МІС** к работе в части настройки измерений и регистрации сигналов, а именно:

- как задать [состав измерительного оборудования ИБК МІС](#);
- как настроить [конфигурацию измерительных каналов](#) (включая датчики, усилители, модули АЦП);
- как задать [режим регистрации ИБК МІС](#) (в том числе полуавтоматический);
- как задать [вид и свойства базовой страницы MR-300](#);
- как работать с [конфигурационными файлами](#);
- как работать с [метрологической информацией](#) измерительных модулей;

О том, как настроить функции экспресс-обработки измерительной информации, изложено в разделе [Состав и настройка функций экспресс обработки](#).



О том, как настроить вид и свойства графиков и других форм отображения измерительной информации, изложено в разделе [Панель сигналов. Страницы. Формуляры отображения сигналов](#).

### Диалоги настройки

#### Основной диалог настройки MR-300

Весь перечень указанных настроек доступен в диалоге настройки MR-300.

Для вызова диалога настройки, необходимо нажать кнопку  на [панели управления](#), либо клавишу F5.



*Перед началом настройки, необходимо остановить запись/просмотр сигналов.*

Вид диалога настройки приведен на рисунке 1.

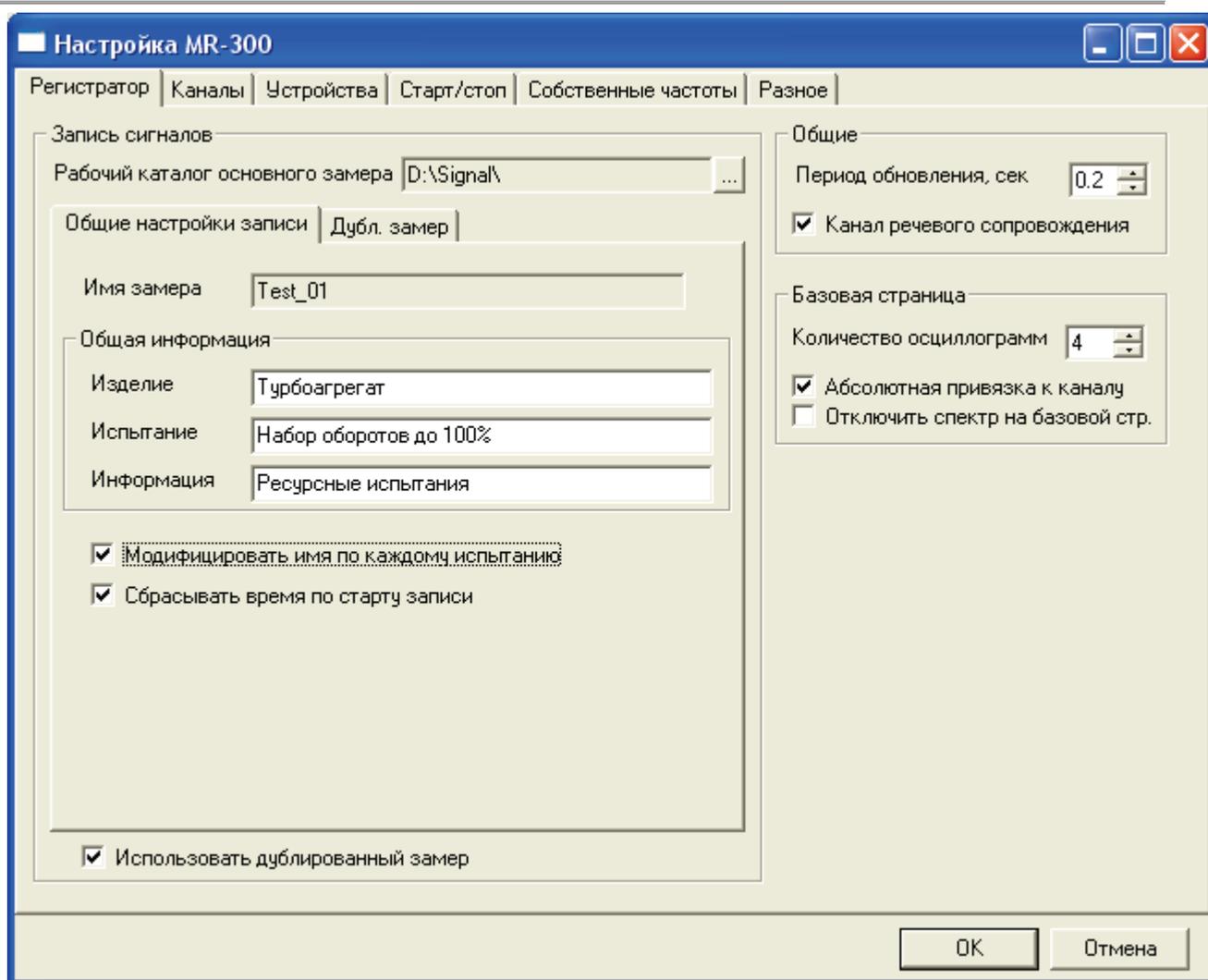


Рис 1. Диалог настройки MR-300. Вкладка "Регистратор"

Диалог настройки MR-300 имеет следующие вкладки:

- [Вкладка "Регистратор"](#) - для настройки параметров регистрации (и базовой страницы);
- [Вкладка "Каналы"](#) - для построения и настройки измерительных каналов (в том числе их аппаратной части);
- [Вкладка "Устройства"](#) - для изменения состава аппаратных средств **ИБК МІС**, настройки отдельных измерительных модулей и доступа к их метрологической информации;
- [Вкладка "Старт/стоп"](#) - для настройки условий старта/останова измерений;
- [Вкладка "Разное"](#) - для дополнительных настроек.

### **Диалог настройки измерительных каналов**

Другим способом настройки параметров измерительных каналов **ИБК МІС** является диалог настройки измерительных каналов (см. рис 2).

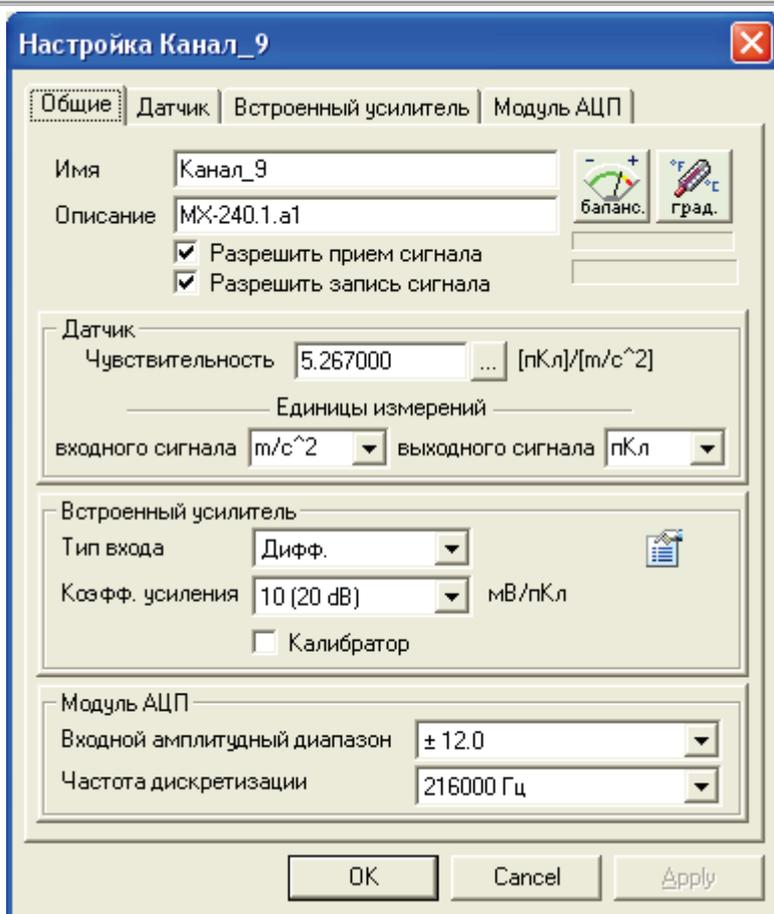


Рис 2. Диалог настройки каналов

 *Диалог вызывается только в паузе между измерениями (состояние "ОСТАНОВЛЕН").*

Диалог предназначен для более быстрого доступа к свойствам измерительных каналов. Для его вызова необходимо в контекстном меню панели списка каналов главного окна MR-300 (см. рис 3) выбрать пункт "Измерения".

Диалог позволяет настраивать свойства сразу нескольких каналов. Для этого их необходимо предварительно выделить.

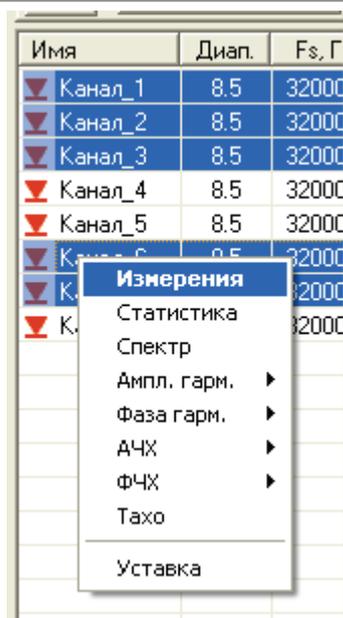


Рис 3. Вызов диалога настройки измерительных каналов.

 В большинстве случаев диалог настройки измерительного канала удобнее вызывать двойным щелчком левой кнопки мыши на канале.

 Если необходимо задать нескольким каналам одинаковое значение какого-либо параметра, то удобнее будет выделить в списке каналов группу каналов и настраивать их все одновременно. Группу каналов можно выделить левой кнопкой мыши с зажатой Ctrl или Shift или Ctrl+Shift. Если при этом последний щелчок мыши был двойным, то сразу откроется диалог настройки. При групповой настройке действуют правила [групповой настройки](#).

Диалог [продублирован](#) во [вкладке "Каналы"](#) основного диалога настройки измерений.

### **Диалоги настройки графиков и других форм отображения измерительной информации**

Все графики/таблицы, предназначенные для отображения измерительной информации имеют свои диалоги настройки.

Они подробно изложены в разделе ["Формуляры отображения сигналов"](#).

### **Диалоги настройки функций экспресс-обработки**

Функции ["СОСТАВ И НАСТРОЙКА ФУНКЦИЙ ЭКСПРЕСС ОБРАБОТКИ"](#) - для настройки функций экспресс обработки.

## **Конфигурационные файлы**

Программа MR-300 может иметь несколько программных конфигураций. Конфигурации по-умолчанию хранятся в каталоге программы MR-300, однако можно указать произвольное место на диске. При запуске программы MR-300 загружается последняя конфигурация.

 Следует иметь ввиду, что каждая конфигурация состоит из множества файлов (до нескольких десятков). Поэтому, для удобства сопровождения конфигурационных файлов, рекомендуется сохранять конфигурацию в отдельный каталог.

## Загрузка конфигурации

Для загрузки конфигурации необходимо нажать кнопку  панели управления MR-300. В появившемся диалоге (см. рис 4) требуется указать файл конфигурации и нажать кнопку

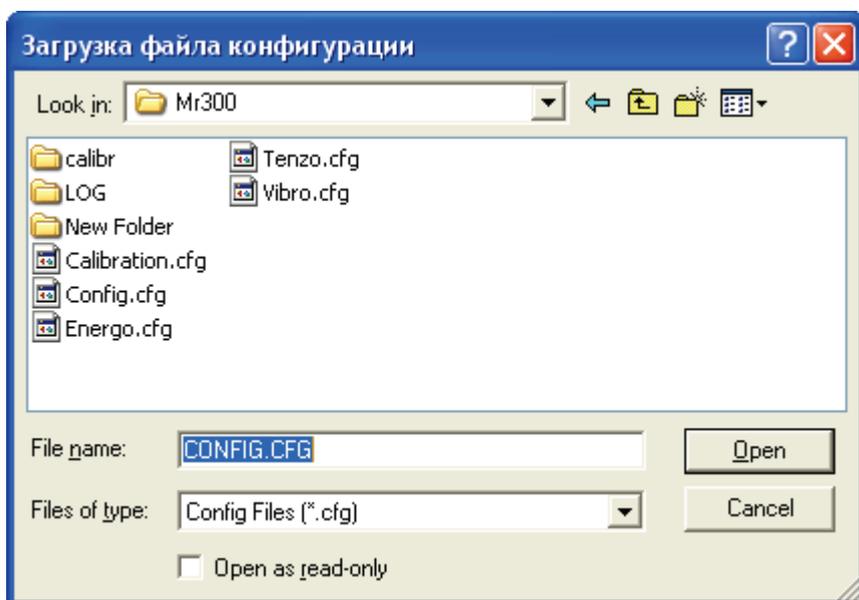


Рис 4. Диалог загрузки конфигурации

Кроме того, рабочую конфигурацию можно задавать в строке аргументов ярлыка программы MR-300. См. рис 5. Указанная конфигурация будет загружаться при запуске программы.

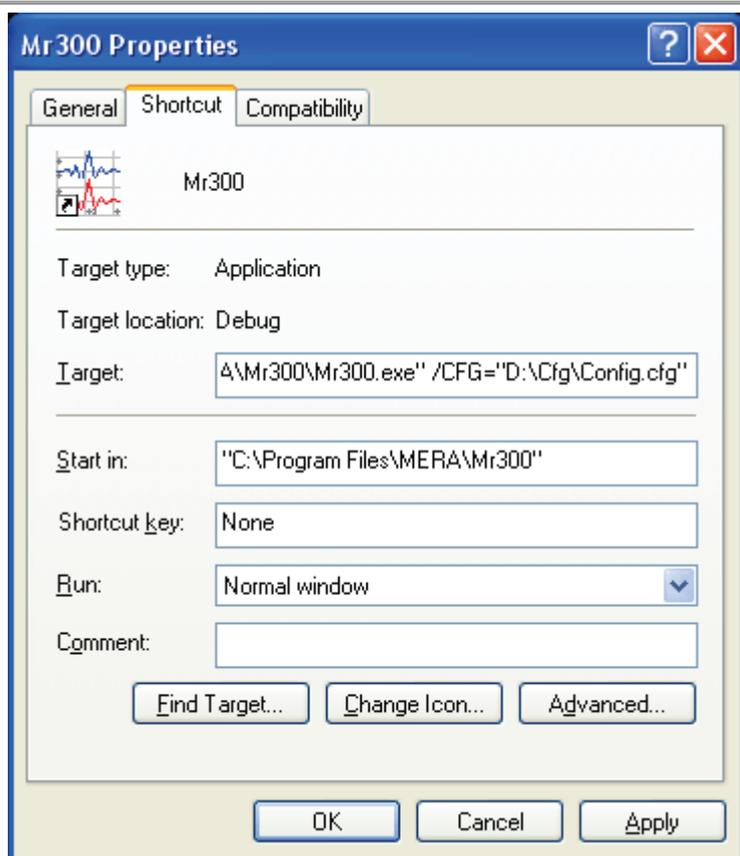
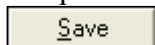


Рис 5. Ярлык программы MR-300

Это позволяет держать на "рабочем столе" Windows несколько ярлыков MR-300, с конфигурациями под разные задачи.

## Сохранение конфигурации

После завершения настройки программы необходимо сохранить введенные изменения для чего нажать мышкой кнопку  (быстрое сохранение) или  (сохранение с указанием имени настройки) на панели управления. Быстрое сохранение производится в файл текущей конфигурации. Для сохранения конфигурации в новом файле со своим уникальным именем следует нажать указанную кнопку на панели управления. В открывшемся окне (см. рис 6) выбрать каталог, в котором будет сохранена конфигурация, ввести ее имя и нажать кнопку



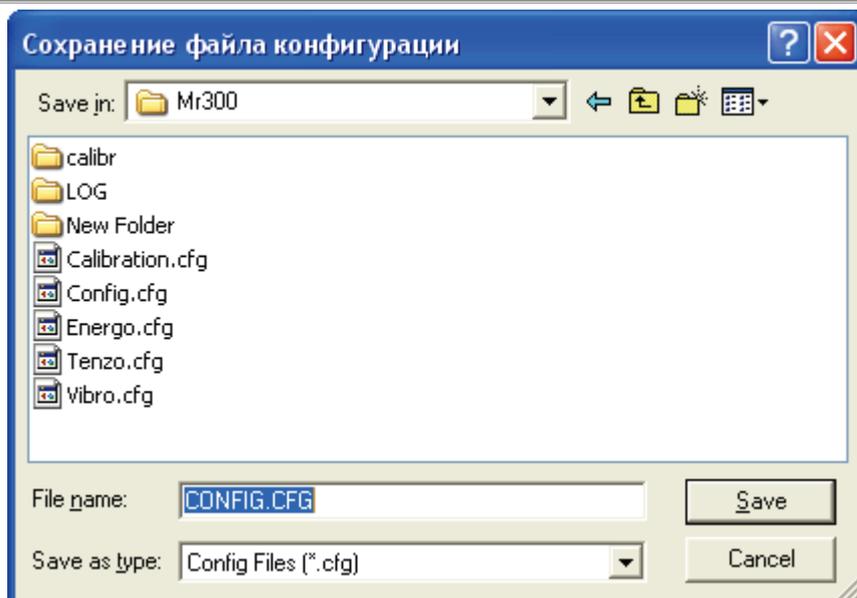


Рис 6. Диалог сохранения конфигурации

 Если в процессе работы MR-300 в настройках произошли какие-либо изменения, то при завершении работы программы, будет предложено сохранить текущую конфигурацию.

## 8.2. Вкладка "Регистратор"

Вкладка "Регистратор", приведенная на рис 1, предназначена для настройки основных параметров записи сигналов, вида базовой страницы и периодичности отрисовки данных на экране.

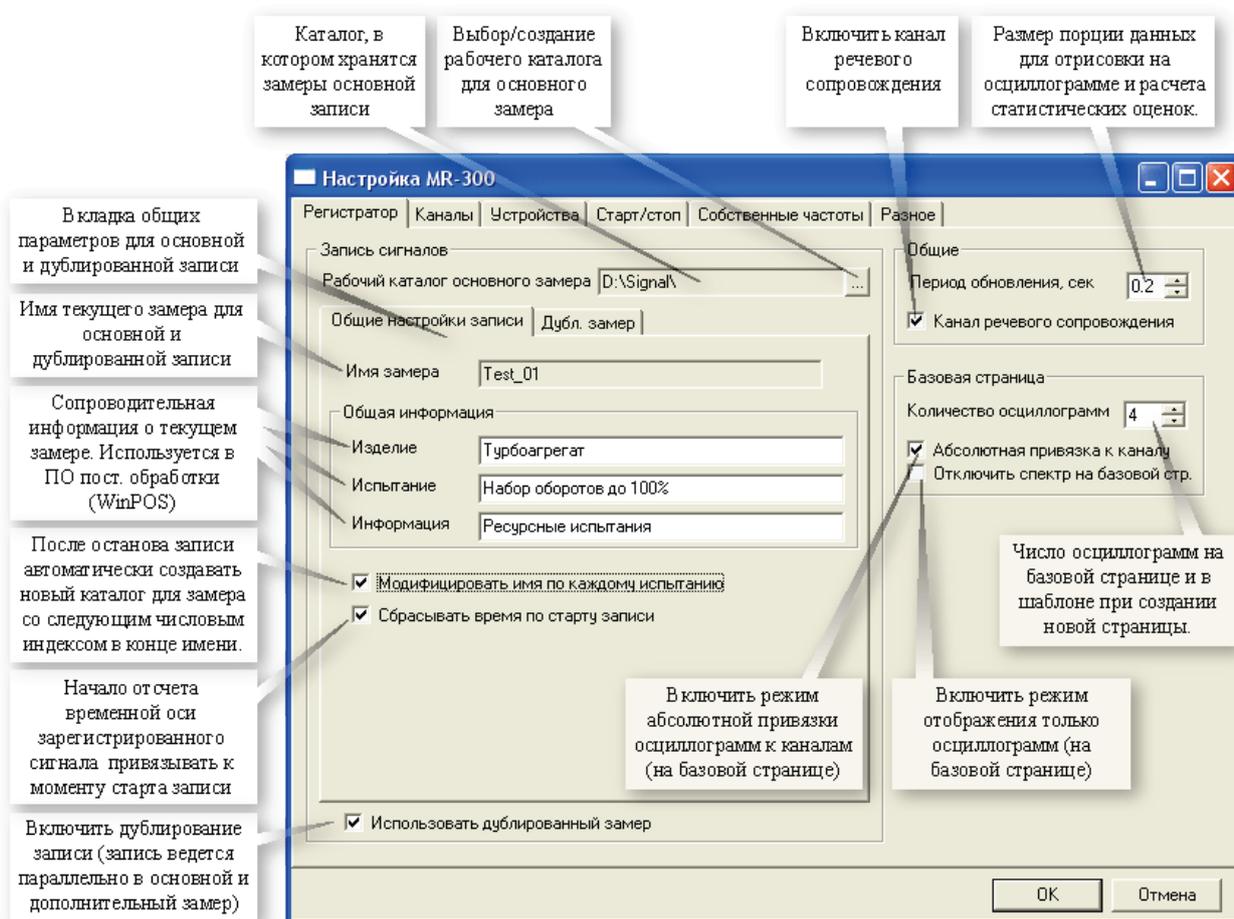


Рис 1. Вкладка "Регистратор".

Вкладка содержит следующие группы настроек:

- [Запись сигналов](#)
- [Общие](#)
- [Базовая страница](#)

### Настройка записи

Если используется режим дублированной записи, (отмечена опция "Использовать дублированный замер") то в настройках записи появляется дополнительная вкладка - "Дубл. замер" (см. рис. 2).

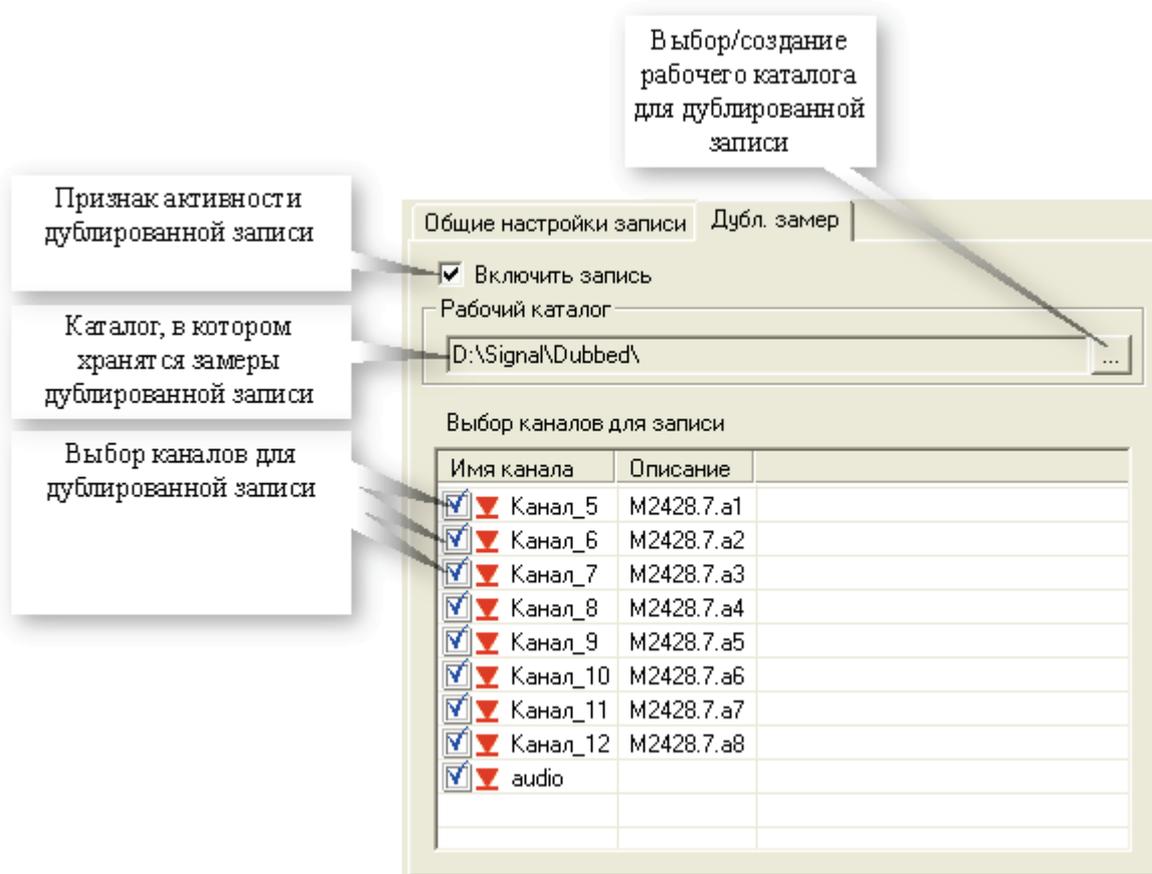


Рис 2. Настройка дублированной записи.



Режим дублированной записи обычно используется для записи данных на внешний диск (с USB2.0-интерфейсом), либо на сетевой диск (Ethernet-100MBit либо Ethernet-1Gbit). Интерфейс передачи должен обладать необходимой пропускной способностью для обеспечения бесперебойной записи измерительных данных. Для уменьшения нагрузки, рекомендуется выбирать для дублированной записи только наиболее важные из измерительных каналов.

Для того, чтобы выбрать или создать **рабочий каталог** для основной либо дублированной записи, необходимо нажать кнопку (см. рис1, рис2). Откроется диалог выбора каталога, приведенный на рис 3.

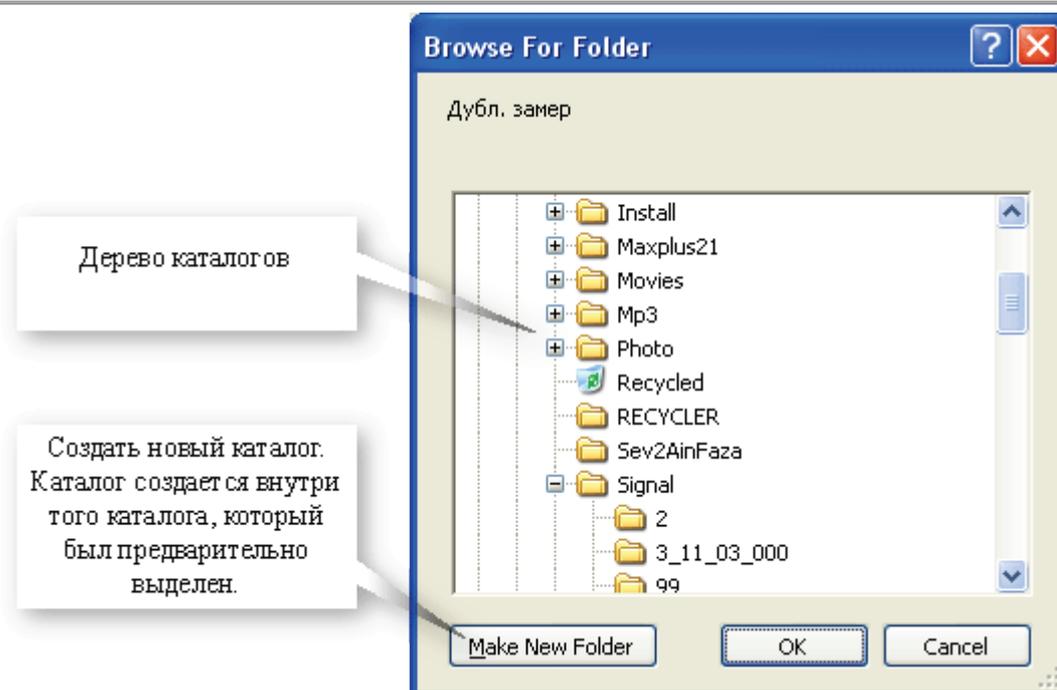


Рис 3. Выбор/создание рабочего каталога

Созданные каталоги можно удалять, либо переименовывать с помощью контекстного меню, вызываемого по правой кнопке мыши.

## Общие настройки

**Период обновления** - периодичность отрисовки осциллограмм, трендов, и цифровых оценок измерительных сигналов. Задается в пределах от 0,1 до 1 сек. Спектры отрисовываются по мере накопления необходимого объема исходных данных.

**Канал речевого сопровождения** - дополнительный аудио-канал для записи речевых сообщений в процессе проведения измерений. В качестве источника сигнала можно задать либо линейный, либо микрофонный вход **ИБК MIC**. Коммутация и настройка аудио-канала происходит стандартными средствами Windows - для записи см. рис. 4, для воспроизведения - рис 5. При воспроизведении замера записанная звуковая дорожка выводится на встроенный динамик **ИБК MIC**, либо на наушники.

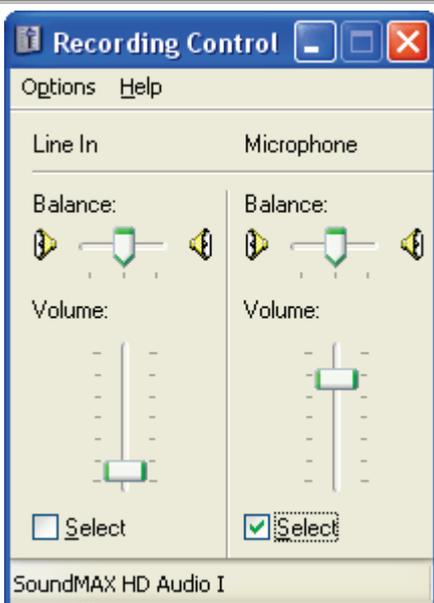


Рис 4. Выбор и настройка источника звука для записи

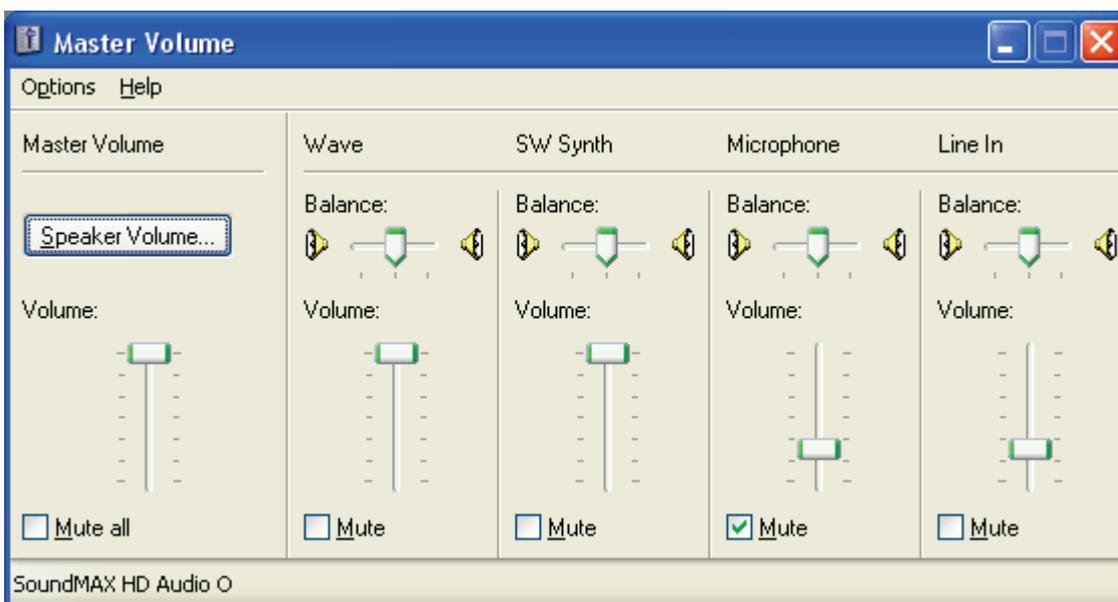


Рис 5. Выбор и настройка источника звука для воспроизведения

## Настройка базовой страницы

Базовая страница всегда содержит только осциллограммы входных каналов (и может содержать спектр текущего выбранного канала). Изменения свойств окон отображения на базовой странице заблокированы. Исключениями являются следующие свойства:

**Количество осциллограмм** на базовой странице задается в пределах от 1 до 24. Ограничение в 24 осциллограммы связано с проблемами их размещения на экране **ИБК МІС**. Однако, при необходимости, на дополнительных страницах можно вручную разместить произвольное количество осциллограмм и других элементов отображения.

Термин **Абсолютная привязка к каналу** подробно изложен в разделе [Окна графиков сигналов](#). Свойство назначается одновременно на все осциллограммы базовой страницы.

---

Свойство **Отключить спектр на базовой странице** позволяет оставить на базовой странице только осциллограммы. Как правило, опция полезна, когда базовая страница занята большим количеством осциллограмм, а спектр вынесен в отдельную страницу.



Свойства **Количество осциллограмм** и **Абсолютная привязка к каналу** также используются при создании новой страницы.

### 8.3. Вкладка "Устройства"

Вкладка "Устройства", приведенная на рис 8.3.1., предназначена для изменения состава аппаратных средств **ИВК МІС**, настройки отдельных измерительных модулей и доступа к их метрологической информации.

Вкладка состоит из следующих основных полей:

- [список устройств](#);
- окно [настройки устройства](#);
- панели управления.

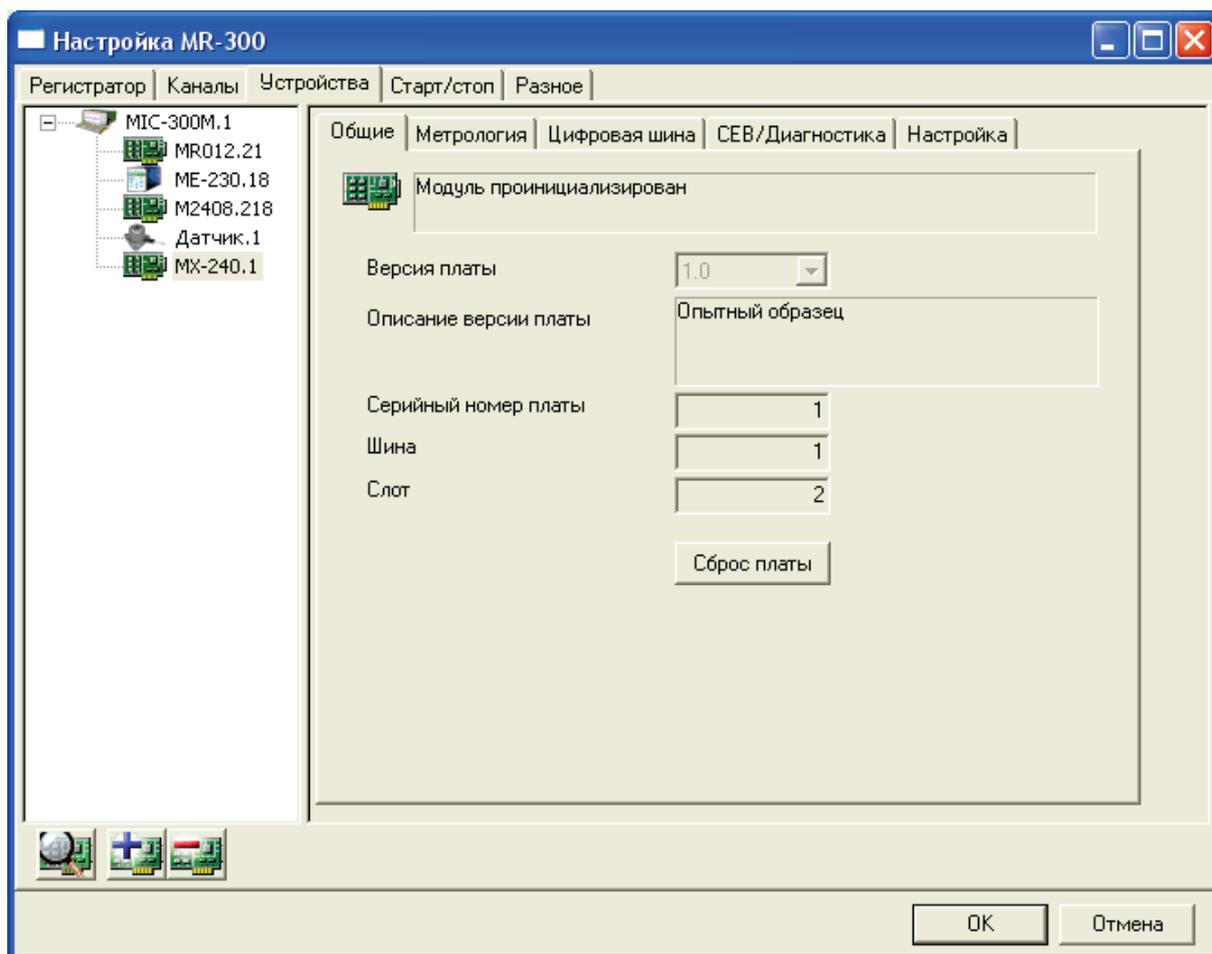


Рис 8.3.1. Вкладка "Устройства".

#### Список устройств

В списке устройств отображаются все измерительные устройства комплекса.

Для автопоиска устройств используется кнопка .

Для добавления и удаления устройств - соответственно кнопки  и .

Чтобы вызвать диалог настройки устройства, необходимо выбрать требуемое устройство в списке устройств. Одновременно может настраиваться только одно устройство.

## Окно настройки устройства

Окно настройки устройства содержит настройки всего устройства в целом (без настройки измерительных каналов).

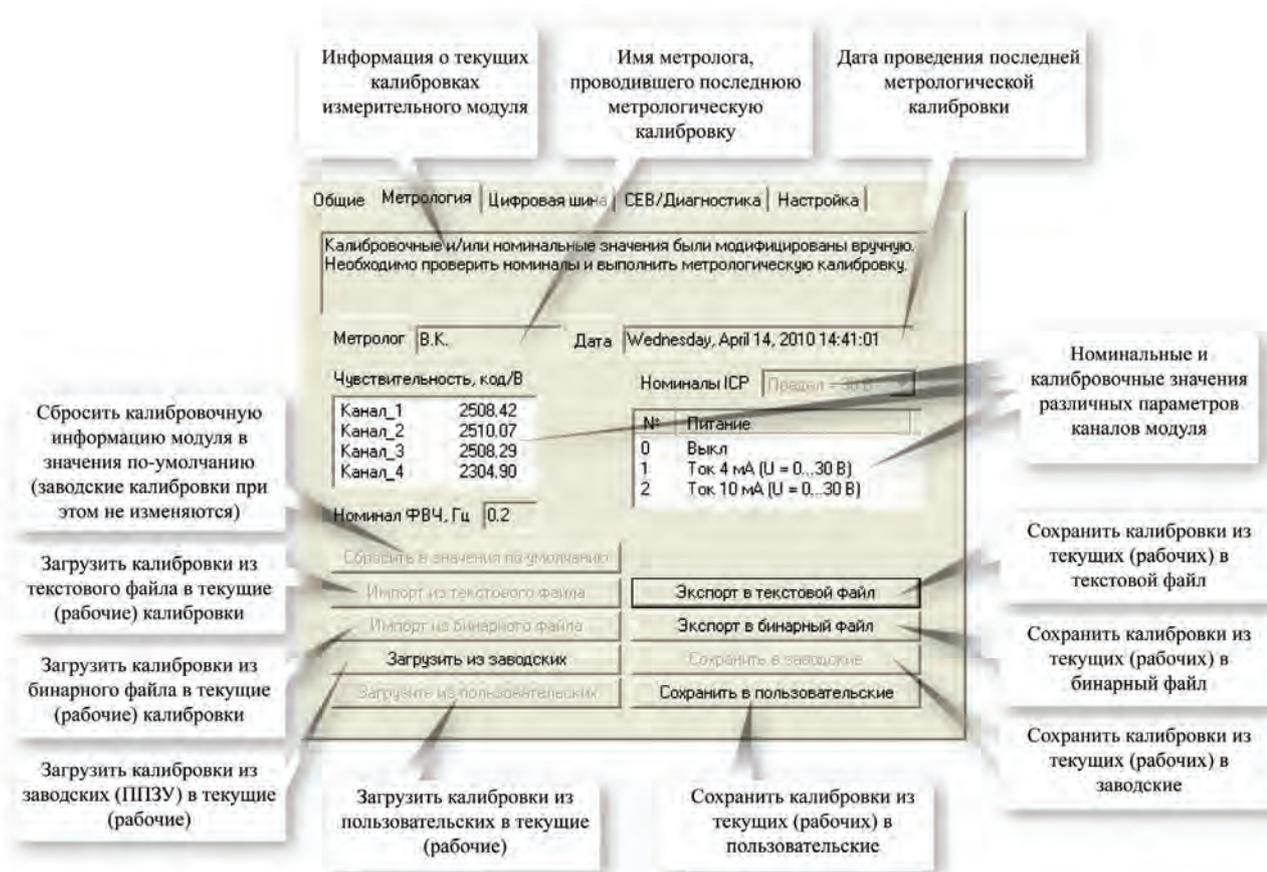
Обычно окно содержит такие вкладки как:

- "Общие" - идентификация модуля, краткое описание и другие часто используемые функции;
- "[Метрология](#)" - вкладка управления метрологической информацией измерительного модуля;
- и прочие вкладки, специфичные для данного измерительного модуля.

Все вкладки приведены в описании конкретного устройства в разделе [Измерительные модули](#).

При нажатии кнопки  или  все внесенные изменения будут отменены.

### Вкладка Метрология



Информация о текущих калибровках измерительного модуля

Имя метролога, проводившего последнюю метрологическую калибровку

Дата проведения последней метрологической калибровки

Общие | Метрология | Цифровая шина | СЭВ/Диагностика | Настройка

Калибровочные и/или номинальные значения были модифицированы вручную. Необходимо проверить номиналы и выполнить метрологическую калибровку.

Метролог В.К. Дата Wednesday, April 14, 2010 14:41:01

Чувствительность, код/В

Канал_1	2508.42
Канал_2	2510.07
Канал_3	2508.29
Канал_4	2304.90

Номиналы ИСР Правил = 30 В

№	Питание
0	Выкл
1	Ток 4 мА (U = 0...30 В)
2	Ток 10 мА (U = 0...30 В)

Номинал ФВЧ, Гц 0.2

Сбросить в значения по умолчанию

Импортировать из текстового файла Экспортировать в текстовый файл

Импортировать из бинарного файла Экспортировать в бинарный файл

Загрузить из заводских Сохранить в заводские

Загрузить из пользовательских Сохранить в пользовательские

Сбросить калибровочную информацию модуля в значения по-умолчанию (заводские калибровки при этом не изменяются)

Загрузить калибровки из текстового файла в текущие (рабочие) калибровки

Загрузить калибровки из бинарного файла в текущие (рабочие) калибровки

Загрузить калибровки из заводских (ППЗУ) в текущие (рабочие)

Загрузить калибровки из пользовательских в текущие (рабочие)

Сохранить калибровки из текущих (рабочих) в текстовый файл

Сохранить калибровки из текущих (рабочих) в бинарный файл

Сохранить калибровки из текущих (рабочих) в заводские

Сохранить калибровки из текущих (рабочих) в пользовательские

Рис 8.3.2. Вкладка "Метрология".

**Работа с метрологической информацией**

На рисунке 8.3.3. показан порядок работы с метрологической информацией.

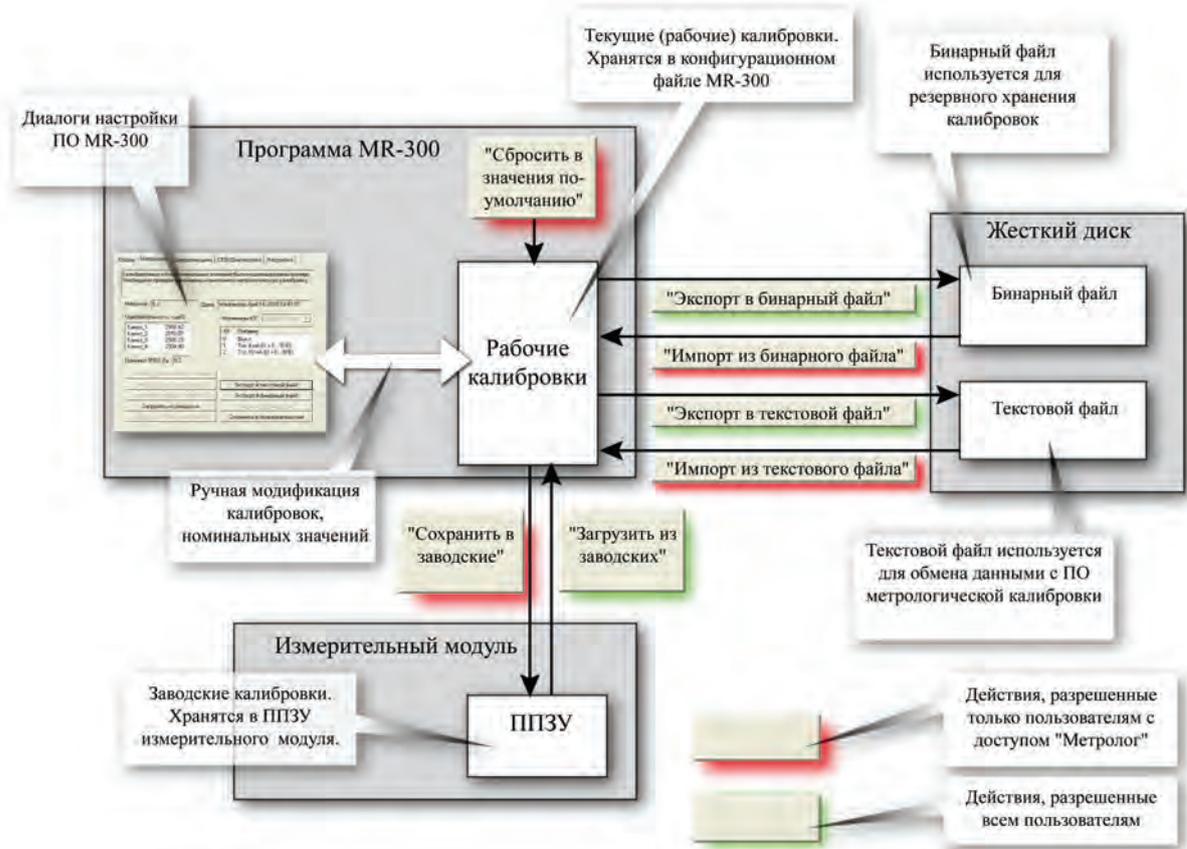


Рис 8.3.3. Правила работы с калибровками.

Метрологическую калибровку проходят сразу все каналы модуля. При этом фиксируется время/дата калибровки и метролог, проводивший калибровку.

## 8.4. Вкладка "Каналы"

В данном подразделе изложены сведения:

- о [составных частях](#) вкладки "Каналы";
- как [добавлять и настраивать](#) измерительные каналы.

### Составные части вкладки "Каналы"

Вкладка "Каналы", приведенная на рис 8.4.1., предназначена для добавления/удаления измерительных каналов, определения их составных частей и настройки их свойств.

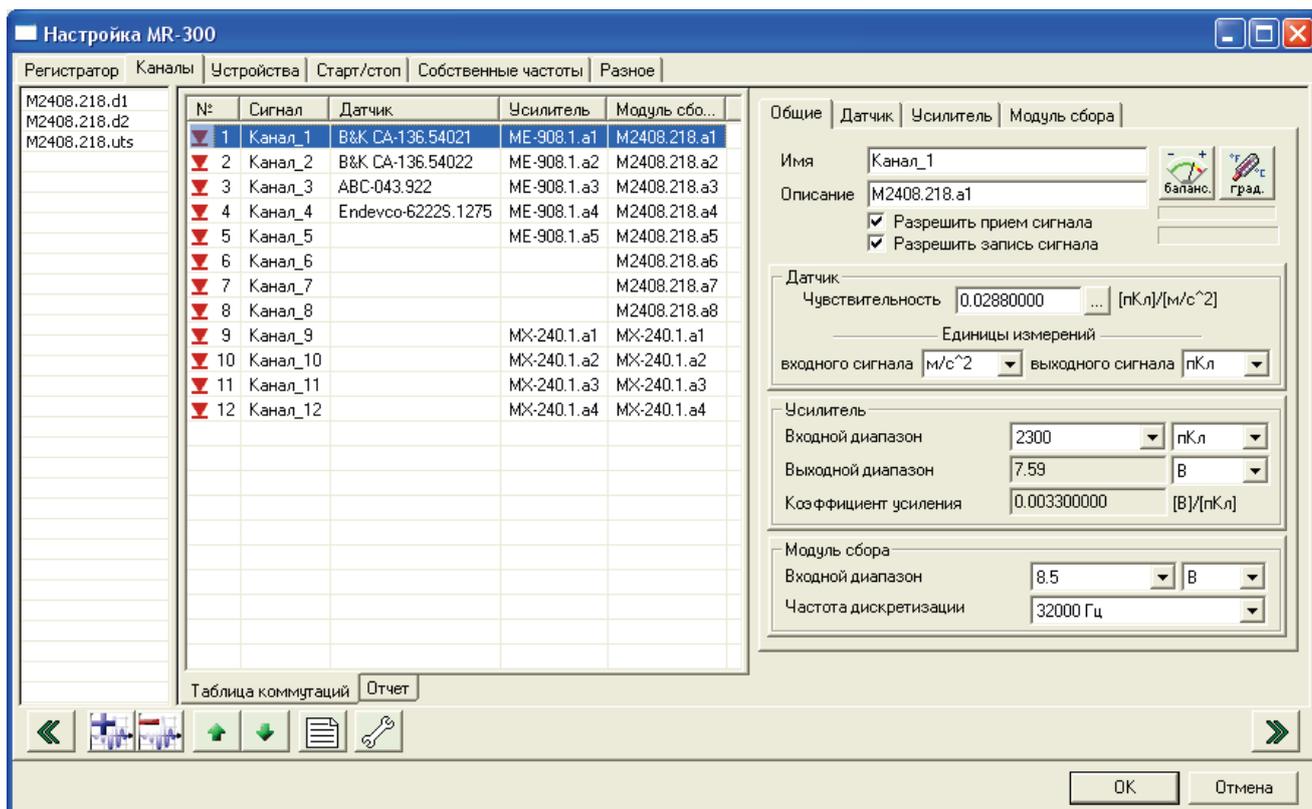


Рис 8.4.1. Примерный вид вкладки "Каналы".

Основные поля вкладки "Каналы" показаны на рис 8.4.2.

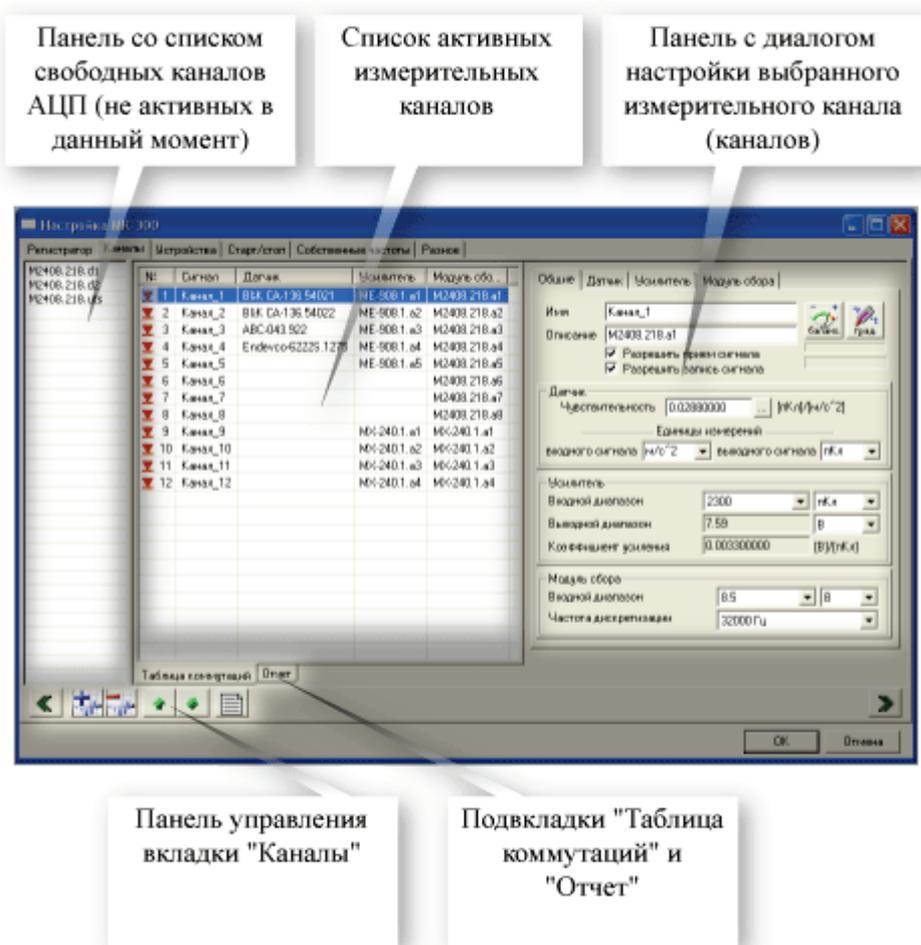


Рис 8.4.2. Основные поля вкладки "Каналы".

Вкладка "Каналы" включает в себя следующие основные элементы:

- [панель списка](#) свободных каналов АЦП;
- [список](#) используемых измерительных каналов;
- [панель настройки](#) свойств измерительных каналов;
- [панель управления](#) вкладкой "Каналы";
- переключатель вида списка канала (таблица коммутации либо сводный отчет на-  
строек измерительных каналов);

### **Панель списка свободных каналов АЦП**

В панели отображается список всех незадействованных входных каналов. В их число входят каналы АЦП, цифровые каналы, служебные каналы системы единого времени, каналы удаленного сервера OPC и другие.

В этом списке не отображаются свободные каналы усилителей и датчиков, так как они не являются источниками измерительной информации (пассивные каналы).

Для того, чтобы задействовать канал в измерениях, необходимо выделить его мышью и нажать кнопку  на [панели управления](#) вкладкой "Каналы". Таким же образом можно добавлять сразу несколько каналов, используя групповое выделение.

Панель списка свободных каналов АЦП можно скрывать/вызывать с помощью кнопки



на [панели управления](#) вкладкой "Каналы";

### Список используемых измерительных каналов

В списке каналов отображаются аппаратные тракты измерительных каналов прибора и их связь по линии прохождения измерительного сигнала.

Список каналов выполнен в виде таблицы и позволяет собирать полный измерительный канал из отдельных составных частей.

На следующем рисунке отражена связь отдельных составных частей полного измерительного канала и их табличное представление в списке каналов.

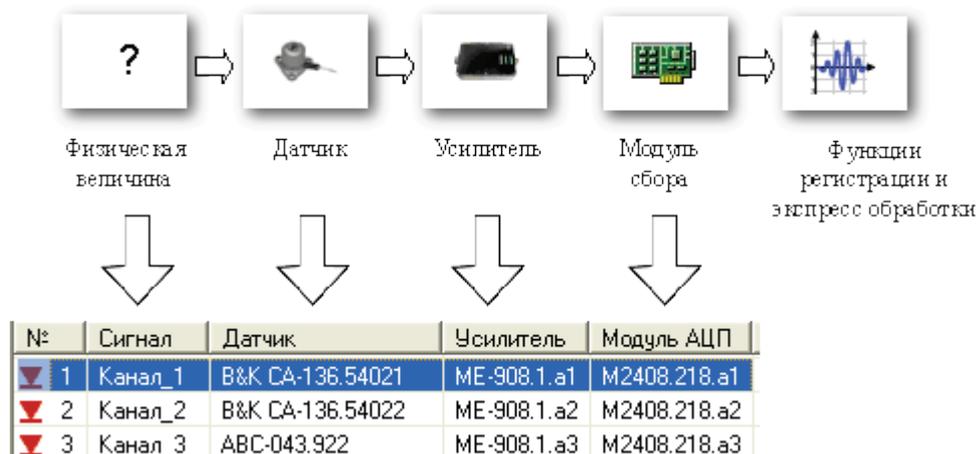


Рис 8.4.3. Представление измерительного канала в MR-300.

В измерительном канале (аналогового ввода) могут отсутствовать датчик и усилитель. В этом случае канал будет регистрировать переменное напряжение.

Для того, чтобы создать новый измерительный канал, надо в [списке свободных каналов](#) выбрать необходимый канал (группу каналов) и нажать кнопку . Затем необходимо заполнить пустые ячейки датчика и усилителя. Для этого необходимо двойным щелчком мыши в ячейке вызвать список доступных вариантов и выбрать необходимый. В приведенном примере строка "ME-908.1.a2" означает, что выбран второй канал усилителя ME-908 с серийным номером 1.

По мере добавления в измерительный канал составных частей (усилитель, датчик), в панели настройки свойств измерительного канала добавляются соответствующие вкладки.

Список используемых измерительных каналов может отображаться в виде таблицы коммутации (рис 8.4.4.), либо в виде таблицы отчета (рис 8.4.5.).

№	Сигнал	Датчик	Усилитель	Модуль сбо...
1	Канал_1	B&K CA-136.54021	IE-908.1.a1	M2408.218.a1
2	Канал_2		IE-908.1.a2	M2408.218.a2
3	Канал_3	B&K CA-136.54021	IE-908.1.a3	M2408.218.a3
4	Канал_4	B&K CA-136.54022	IE-908.1.a4	M2408.218.a4
5	Канал_5	Endevco-6222S.1275	IE-908.1.a5	M2408.218.a5
6	Канал_6			M2408.218.a6
7	Канал_7			M2408.218.a7
8	Канал_8			M2408.218.a8
9	Канал_9		MX-240.1.a1	MX-240.1.a1
10	Канал_10		MX-240.1.a2	MX-240.1.a2
11	Канал_11		MX-240.1.a3	MX-240.1.a3
12	Канал_12		MX-240.1.a4	MX-240.1.a4

Таблица коммутаций    Отчет

Рис 8.4.4. Представление списка измерительных каналов в виде таблицы коммутации.

№	Сигнал	Диапазон	Полоса	Чувств. датчика	Вход усилителя	Усиление	Выход усилителя	Вход модуля АЦП	Частота дискретизации
1	Канал_1	±2.54 м/с <sup>2</sup>	0...14080 Гц	1.0000	2300 пКл	4.0000	7.59 В	8.5 В	32000 Гц
2	Канал_2	±3172 м/с <sup>2</sup>	0...14080 Гц	1.0000	2300 пКл	0.0032000	7.59 В	8.5 В	32000 Гц
3	Канал_3	±3195 м/с <sup>2</sup>	0...14080 Гц	1.0000	2300 пКл	0.0032000	7.59 В	8.5 В	32000 Гц
4	Канал_4	±3175 м/с <sup>2</sup>	0...14080 Гц	1.0000	2300 пКл	0.0032000	7.59 В	8.5 В	32000 Гц
5	Канал_5	±10.3 В	0...14080 Гц					8.5 В	32000 Гц
6	Канал_6	±10.3 В	0...14080 Гц					8.5 В	32000 Гц
7	Канал_7	±10.4 В	0...14080 Гц					8.5 В	32000 Гц
8	Канал_8	±10.1 В	0...14080 Гц					8.5 В	32000 Гц
9	Канал_9	±130628 пКл	0...98280 Гц		± 10000 пКл	0.10000	± 10000 мВ	± 12.0 В	216000 Гц
10	Канал_10	±13054 пКл	0...98280 Гц		± 10000 пКл	1.0000	± 10000 мВ	± 12.0 В	216000 Гц
11	Канал_11	±13063 пКл	0...98280 Гц		± 10000 пКл	1.0000	± 10000 мВ	± 12.0 В	216000 Гц
12	Канал_12	±13081 пКл	0...98280 Гц		± 10000 пКл	1.0000	± 10000 мВ	± 12.0 В	216000 Гц
15	UTS_1	±1.00 с	0...0.440 Гц					1 с	1.00 Гц

Таблица коммутаций    Отчет

Рис 8.4.5. Представление списка измерительных каналов в виде таблицы отчета.

**Панель настройки свойств измерительных каналов**

Панель настройки свойств измерительного канала, приведена на рисунке 8.4.6.

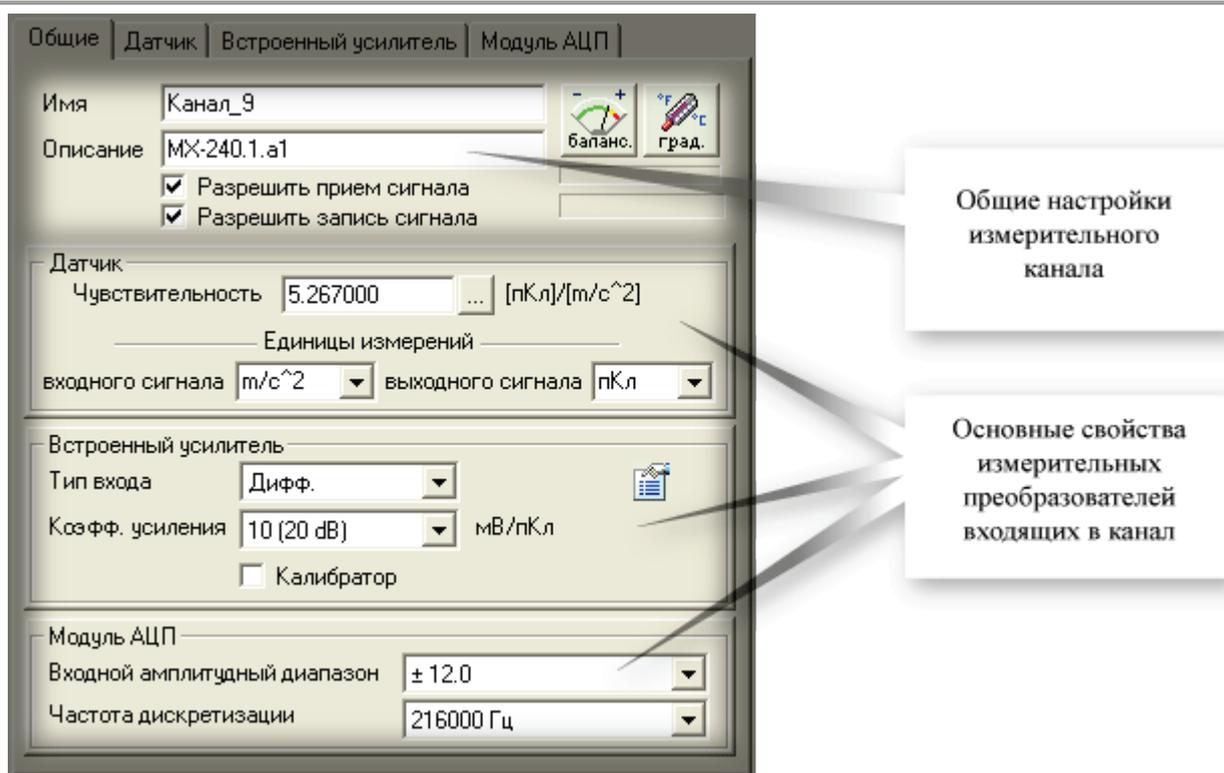


Рис 8.4.6. Панель настройки измерительного канала.

Панель имеет несколько вкладок настройки, в зависимости от состава измерительных преобразователей, образующих измерительный канал.

На рисунке 8.4.6. показан измерительный канал, состоящий из датчика, усилителя и модуля АЦП.

Данная панель совпадает по функциональности с [диалогом настройки](#) измерительных каналов, вызываемых непосредственно из главного окна MR-300.

Вкладка "Общие" содержит основные и наиболее употребимые свойства всего измерительного канала. Остальные вкладки опциональные, и служат для более подробной настройки конкретного преобразователя (датчик/усилитель/АЦП). При отсутствии какого либо измерительного преобразователя в ИК, его вкладка не отображается.

На рисунке 8.4.7. приведены поля общих настроек измерительного канала. Ниже этих полей располагаются основные свойства измерительных преобразователей входящих в канал.

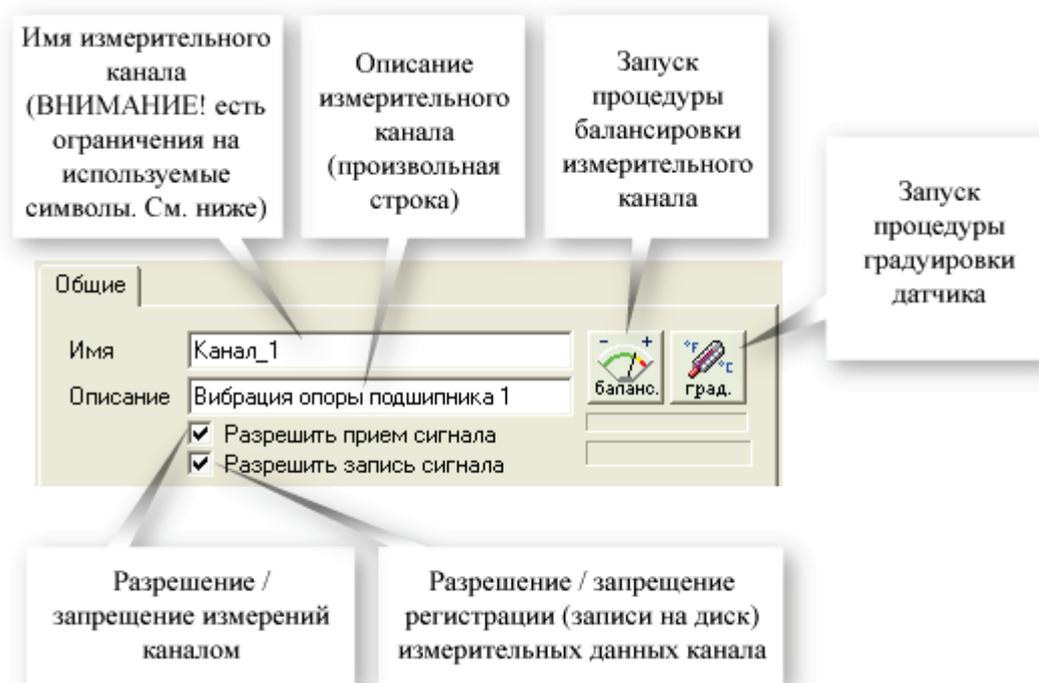


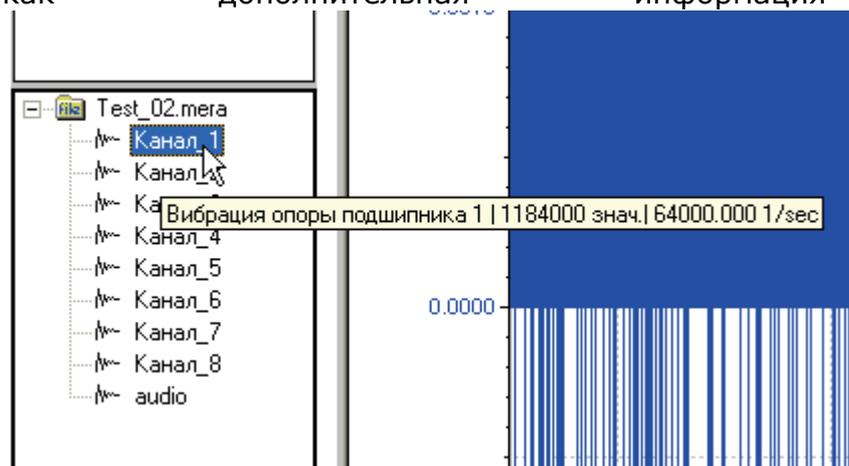
Рис 8.4.7. Общие настройки измерительного канала.

**Имя**

Произвольное имя канала. Должно быть уникальным среди всех каналов **ИБК МПС**. Для записи измерительной информации канала создается файл с таким же именем и расширением **dat**. Т.е. в имени не должно быть следующих символов: / \ \* " ? [ ] + = < >

**Описание**

Произвольная строка. Сохраняется в данных замера и затем доступна в WinPOS как дополнительная информация о канале:



**Балансировка измерительного канала**

Балансировка измерительного канала позволяет скомпенсировать начальное смещение нуля внутреннего тракта платы или всего канала, включая датчик и внешние нормализаторы сигнала. Балансировка выполняется после калибровки канала.

Если требуется произвести балансировку внутреннего аналогового тракта измерительного канала, необходимо переключить входной коммутатор в положение «Внутр. земля». Если

требуется отбалансировать весь тракт – внутренний и внешний, необходимо переключить входной коммутатор в положение «Внешний разъем». Далее следует нажать кнопку 

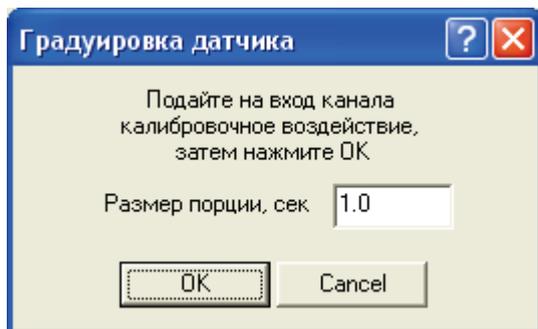
Программа выполнит несколько автоматических шагов балансировки и введет полученные значения начального смещения нуля в каналы.

По завершению балансировок не забывайте вернуть входной коммутатор в положение «Внешний разъем».

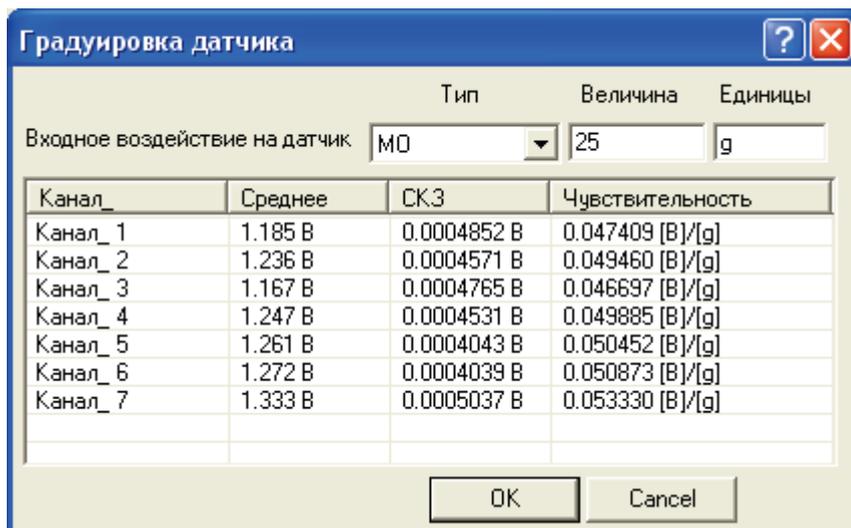
### Градуировка датчика

Автоматизированный расчет чувствительности датчика можно выполнять сразу для произвольного количества каналов (при этом необходимо на все каналы подать воздействующее напряжение).

Для выполнения градуировки необходимо нажать на кнопку , в результате будет выведено сопроводительное диалоговое окно, задающее размер порции для получения статистических оценок калибровочного сигнала.



После подключения требуемого сигнала необходимо нажать кнопку «ОК». В результате будет выведено следующее диалоговое окно с результатом расчета чувствительности в столбце «Чувствительность».



Далее необходимо задать тип оценки (Мат.ожидание, СКЗ и др.). Ввести величину физического воздействия в поле «Величина» и указать единицы измерений в поле «Единицы».

Для сохранения рассчитанного коэффициента необходимо нажать кнопку «ОК». Процесс градуировки может быть прекращен нажатием кнопки «Отмена». Колонки «Среднее» и

«СКЗ» – справочные, здесь выводятся измеренные значения калибровочного сигнала, в вольтах.

После нажатия на кнопку «ОК» будут созданы пустые датчики (если их уже не было в канале) и им будет назначен полученный коэффициент чувствительности и единицы измерений.

Коэффициент чувствительности можно ввести вручную в настройках датчика

### **Разрешить прием сигнала**

Разрешает/запрещает передачу измерительной информации от модуля сбора данных в программу Mr300. Полезно для временного отключения неиспользуемых каналов. При этом экономится вычислительный ресурс прибора. Измерительные данные не анализируются и не отображаются. Регистрация сигнала по отключенным каналам не производится. Отключенные каналы помечаются значком  в списке каналов. Настройки отключенного канала не сбрасываются.

### **Разрешить запись сигнала**

Разрешает/запрещает запись сигнала в текущий замер при поступлении команды "Запись". Измерительный сигнал при этом анализируется и отображается на графиках экспресс-анализа и осциллограммах. В разрешённом состоянии каналы помечаются значком , запрещенные - значком .



Есть ряд параметров, про которым каналы устройства связаны между собой, например частота дискретизации. При изменении этих параметров на одном из каналов, другие каналы этого устройства также изменят этот параметр. Это необходимо учитывать при настройке каналов. В диалоге настройки аппаратной части каналов можно подробнее узнать о параметрах, по которым каналы каждого конкретного измерительного модуля или усилителя связаны между собой.

### **Панель управления вкладкой "Каналы"**

Панель управления вкладкой "Каналы" предназначена для управления измерительными каналами - добавить/удалить, ручная сортировка каналов, формирование отчета о настройке каналов, показать/скрыть панель списка свободных каналов и панель настройки измерительных каналов. Вид панели и назначение элементов управления приведены на рисунке 8.4.8.



Рис 8.4.8. Панель управления вкладкой "Каналы".

## Добавление и настройка измерительных каналов

Измерительные каналы можно добавить в конфигурацию, если в [списке свободных каналов](#) есть незадействованные каналы. Если список пуст, то все доступные каналы ввода измерительной информации уже заняты.

Для добавления следует выделить требуемые каналы мышью и нажать кнопку . Выделенные каналы переместятся из списка свободных в список используемых каналов.

Как правило, созданные таким образом измерительные каналы не содержат усилителя и датчика. См. рисунок 8.4.9.

№	Сигнал	Датчик	Усилитель	Модуль сбо...
6	Канал_6			M2408.218.a6
7	Канал_7			M2408.218.a7

Рис 8.4.9. Добавленный измерительный канал.

 **Исключения составляют измерительные модули со встроенным усилителем. В этом случае усилитель добавляется по-умолчанию.**

Для того, чтобы включить в состав измерительного канала усилитель либо датчик, необходимо выделить нужную ячейку в таблице назначений и нажать кнопку  на [панели управления](#). Из выпадающего списка необходимо выбрать нужный канал усилителя/датчика, предварительно сверившись со схемой подключения сигнала.

На примере рисунка 8.4.4. показано назначение датчика в измерительный канал.

### Групповая настройка

При групповой настройке каналов, поля с несовпадающими значениями отрисовываются пустыми, а элементы управления типа вкл/выкл переключаются в неопределенное состояние, например  Разрешить прием сигнала. При выходе из диалога по ОК параметры с пустыми полями остаются без изменений, а параметры с измененным значением прописываются во все каналы настраиваемой группы. Некоторые поля, например имя канала, запрещаются для модификации, т.к. для каждого канала должны иметь уникальные значения.

### Проверка корректности настройки

Всякий раз, после настройки всех измерительных каналов **ИБК МІС**, следует убедиться в корректности настроек.

Для этого необходимо вызвать подвкладку «таблица отчета» см. рисунок 8.4.5.

Ячейки выделенные желтым или красным цветом означают, что к соответствующим параметрам измерительного канала имеются замечания. Строка с замечаниями выводится в виде всплывающей подсказки при наведении курсора мыши на подсвеченную ячейку (см. рисунки 8.4.10. и 8.4.11.).

Выход усилителя	Вход модуля АЦП	Частота дискретизации
7.59 В	8.5 В	32000 Гц
7.59 В	8.5 В	32000 Гц
7.59 В	8.5 В	32000 Гц
7.59 В	8.5 В	32000 Гц
	8.5 В	32000 Гц
	8.5 В	32000 Гц
	8.5 В	32000 Гц
± 10000 мВ	± 12.0 В	216000 Гц
+ 10000 мВ	+ 12.0 В	216000 Гц

Вход модуля АЦП подключен к внутреннему источнику сигнала.

Рис 8.4.10. Проверка настроек - предупреждения.

Выход усилителя	Вход модуля АЦП	Частота дискретизации
59 В	8.5 В	32000 Гц
59 В	8.5 В	32000 Гц
59 В	8.5 В	32000 Гц
59 В	8.5 В	32000 Гц
	8.5 В	32000 Гц
	8.5 В	32000 Гц
	8.5 В	32000 Гц
10000 мВ	± 12.0 В	216000 Гц
10000 мВ	+ 12.0 В	216000 Гц

Выходные единицы датчика (пКл) нельзя сопоставить со вх. единицами модуля АЦП (В).

Рис 8.4.11. Проверка настроек - ошибки.

Далее следует обратить внимание на два первых столбца - амплитудный и частотный диапазоны измерений канала. В них выводятся диапазоны всего измерительного канала. То есть если канал содержит три измерительных преобразователя - датчик, усилитель и АЦП, то в ячейке "Диапазон" будет отображаться расчетный амплитудный диапазон входа датчика, выраженный в его единицах измерений.

Столбец "Полоса", как правило задается частотой дискретизации АЦП, но на него может влиять, например, фильтр внешнего усилителя.

---

Остальные столбцы содержат информацию об основных параметрах датчика, усилителя и модуля АЦП.

Для документирования конфигурации каналов, необходимо сформировать ttf-файл отчета (нажать ) и распечатать его.

## 8.5. Вкладка "Старт/стоп"

- [Общие сведения](#)
- [Описание страницы свойств](#)
- [Замечания по настройке](#)
- [Примеры](#)

### Общие сведения

Сеанс измерений начинается с команды "старт измерений" и заканчивается командой "останов измерений". Временная ось всех измерительных каналов синхронна и отсчитывается с момента "старт измерений". В течение сеанса измерений можно поочередно несколько раз включать ЗАПИСЬ и ПРОСМОТР, при этом сеанс измерений не прерывается и измерительная информация записывается в один замер (во время режима "ПРОСМОТР" измерительная информация не записывается). Сигналы, записанные таким образом, отображаются в пакете WinPOS с разрывами по оси времени. См. рис 8.5.1.

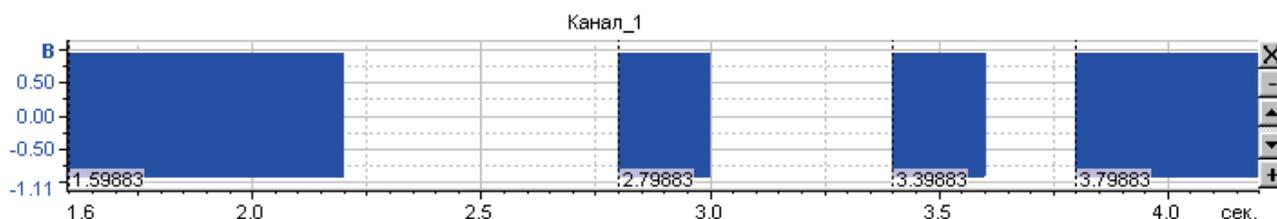


Рис 8.5.1. Вид разрывного сигнала в окне WinPOS.



Начало оси времени 1.59883 на рисунке означает, что сначала был включен режим "ПРОСМОТР", а затем, после 1.59883 секунд, включен режим "ЗАПИСЬ".

MR-300 может работать в полуавтоматическом режиме, используя настройки вкладки "Старт/стоп". Вкладка позволяет задать различные триггерные условия для включения режимов "Просмотр", "Запись", "Останов" MR-300. Триггерные условия - достижение сигналом заданных значений, либо выдержка заданных временных интервалов. Для того, чтобы запустить измерения, используя полуавтоматический режим регистрации, необходимо нажать кнопку  на панели управления MR-300.

### Описание страницы свойств

Настройка старта/останова в Мг-300 содержит две группы настроек:

- старт/останов измерений (начинает и заканчивает сеанс измерений)
- старт/останов записи (в течение сеанса измерений включаются режимы ЗАПИСЬ и ПРОСМОТР).

На рис. 8.5.2. представлена страница настройки режимов старта/останова измерений и записи.

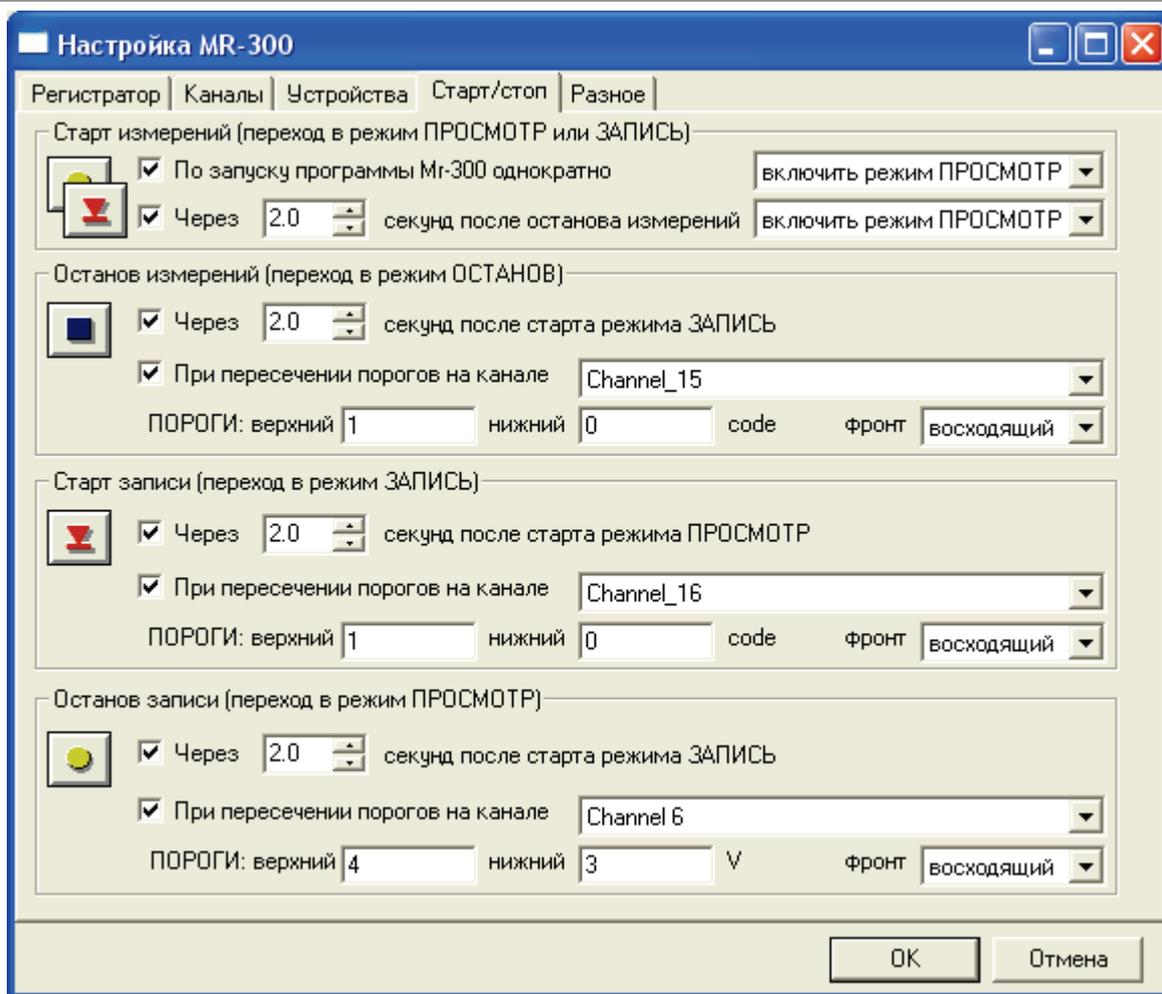


Рис 8.5.2. Страница настройки режимов старта/останова измерений и записи.

### **Старт измерений (переход в режим ПРОСМОТР или ЗАПИСЬ)**

Эквивалентно нажатию на кнопку  или  в режиме ОСТАНОВ.

По запуску программы Mr-300 однократно включить режим "ЗАПИСЬ"/"ПРОСМОТР"

При запуске программы Mr-300 автоматически выполняется команда "ЗАПИСЬ" (или "ПРОСМОТР"). Этот режим может потребоваться для автоматизации измерений при вызове Mr-300 из других программ или при запуске программы Mr-300 по расписанию. Запись происходит в текущий замер, заданный в конфигурационном файле. Если замер не пустой, то будет выведен диалог, подтверждающий удаление старого замера. Рекомендуется включать опцию "Модифицировать имя по каждому испытанию" в [странице общих настроек Mr-300](#).

Через N секунд после останова измерений включить режим "ЗАПИСЬ"/"ПРОСМОТР"

После останова текущего сеанса измерений выдерживается указанное количество секунд и стартует следующий сеанс измерений. При старте нового сеанса измерений включается режим "ЗАПИСЬ" или "ПРОСМОТР". Данная опция используется для организации "прерывистого режима" измерений - т.е. автоматической регистрации измерительных данных в последовательность замеров. При этом необходимо включать опцию "Модифицировать имя по каждому испытанию" в [странице общих настроек Mr-300](#).

 Данная опция становится неактивной, если пользователь нажал кнопку ,  или , т.е. вмешался в автоматическую работу "прерывистого режима"

измерений. Опция становится активной, при нажатии на кнопку , т.е. запускается "прерывистый режим" измерений.



Старт измерений не будет производиться, если текущий замер (предназначенный для регистрации) содержит старую измерительную информацию. При этом диалог, подтверждающий удаление, не выдается. Для устранения проблемы необходимо включить опцию "Модифицировать имя по каждому испытанию" в странице общих настроек Mr-300.

### ***Останов измерений (переход в режим ОСТАНОВ)***

Эквивалентно нажатию на кнопку  в режимах ЗАПИСЬ или ПРОСМОТР.

#### **Через N секунд после старта режима ЗАПИСЬ**

Сеанс измерений завершается после непрерывной записи указанного количества секунд. Данная опция используется для организации "прерывистого режима" измерений. После завершения сеанса измерений замер закрывается и создается новый. Рекомендуется включать опцию "Модифицировать имя по каждому испытанию" в [странице общих настроек](#) Mr-300.

#### **При пересечении порогов на канале**

Сеанс измерений завершается в том случае, если измерительный сигнал, в заданной последовательности, пересёк оба указанных контрольных порога. В качестве управляющих можно использовать как аналоговые, так и цифровые входные каналы. После завершения сеанса измерений замер закрывается и создается новый. Рекомендуется включать опцию "Модифицировать имя по каждому испытанию" в [странице общих настроек](#) Mr-300.

### ***Старт записи (переход в режим ЗАПИСЬ)***

Эквивалентно нажатию на кнопку  в режиме ПРОСМОТР.

#### **Через N секунд после старта режима ПРОСМОТР**

Переход из режима "ПРОСМОТР" в режим "ЗАПИСЬ" после паузы заданной длительности. Опция используется для организации автоматического режима "запись с паузами". Все фрагменты реализации измерительного сигнала пишутся в один замер. В WinPOS все указанные переходы по времени совпадают с началом очередного фрагмента записи (см. [рис.1](#)).

#### **При пересечении порогов на канале**

Переход из режима "ПРОСМОТР" в режим "ЗАПИСЬ" в том случае, если измерительный сигнал, в заданной последовательности, пересёк оба указанных контрольных порога. В качестве управляющих можно использовать как аналоговые, так и цифровые входные каналы. В WinPOS все указанные переходы по времени совпадают с началом очередного фрагмента записи (см. [рис.1](#)).

### ***Останов записи (переход в режим ПРОСМОТР)***

Эквивалентно нажатию на кнопку  в режиме ЗАПИСЬ.

#### **Через N секунд после старта режима ЗАПИСЬ**

Переход из режима "ЗАПИСЬ" в режим "ПРОСМОТР" после записи фрагмента реализации измерительного сигнала заданной длительности. Опция используется для организации

автоматического режима "запись с паузами". В WinPOS все указанные переходы по времени совпадают с началом очередной паузы между фрагментами записи (см. [рис.1](#)).

### При пересечении порогов на канале

Переход из режима "ЗАПИСЬ" в режим "ПРОСМОТР" в том случае, если измерительный сигнал, в заданной последовательности, пересёк оба указанных контрольных порога. В качестве управляющих можно использовать как аналоговые, так и цифровые входные каналы. В WinPOS все указанные переходы по времени совпадают с началом очередной паузы между фрагментами записи (см. [рис.1](#)).

## Замечания по настройке

Допускается использование нескольких опций старта/останова одновременно.

Если в [диалоге настройки измерительного канала](#) выключена опция "Разрешить запись сигнала", то запись на этом канале производиться не будет вне зависимости от настроек опций старта/останова.

## Примеры

### Пример 1. Прерывистый режим измерений

Для организации "прерывистого режима" измерений (циклическая запись в последовательность замеров) необходимо:

- в группе **Старт измерений** включить опцию "Через N1 секунд после останова измерений включить режим ЗАПИСЬ",
- в группе **Останов измерений** включить опцию "Через N2 секунд после старта режима ЗАПИСЬ".
- в [странице общих настроек](#) Mг-300 включить опцию "Модифицировать имя по каждому испытанию" или "Использовать существующие (пустые) каталоги". В последнем случае необходимо предварительно создать пустые каталоги для замеров.

Запуск режима производится пользователем с помощью кнопки .

Выключение режима производится пользователем с помощью кнопки  или .

Периодичность записи будет равна  $N1+N2$ .

### Пример 2. Режим "Циклическая запись с паузами"

Для организации режима автоматической записи с паузами (циклическая запись в один замер) необходимо:

- в группе **Старт записи** включить опцию "Через N1 секунд после старта режима ПРОСМОТР",
- в группе **Останов записи** включить опцию "Через N2 секунд после старта режима ЗАПИСЬ".
- в [странице общих настроек](#) Mг-300 включить опцию "Модифицировать имя по каждому испытанию" или "Использовать существующие (пустые) каталоги". В последнем случае необходимо предварительно создать пустые каталоги для замеров.

Запуск режима производится пользователем с помощью кнопки .

Выключение режима производится пользователем с помощью кнопки  или .

Периодичность записи будет равна  $N1+N2$ .

### **Пример 3. Управление внешним TTL-сигналом (запись в последовательность замеров)**

Для записи сигнала в последовательность замеров под управлением внешнего TTL-сигнала (имя канал например TTL\_1) необходимо:

- в группе **Старт измерений** включить опцию "Через 0 секунд после останова измерений включить режим ПРОСМОТР",
- в группе **Старт записи** включить опцию "при пересечении порогов на канале TTL\_1",
- ПОРОГИ: верхний 1.0; нижний 1.0; фронт восходящий
- в группе **Останов измерений** включить опцию "при пересечении порогов на канале TTL\_1".
- ПОРОГИ: верхний 0.0; нижний 0.0; фронт восходящий
- в [странице общих настроек](#) Mг-300 включить опцию "Модифицировать имя по каждому испытанию" или "Использовать существующие (пустые) каталоги". В последнем случае необходимо предварительно создать пустые каталоги для замеров.

Запуск режима производится пользователем с помощью кнопки . Далее, при приходе лог. "1" на канал TTL\_1 будет включен режим "ЗАПИСЬ", по лог "0" Mг-300 остановит и закроет сеанс измерений, перейдет на следующий замер, запустит "ПРОСМОТР" и будет ожидать следующей лог. "1".

Выключение режима производится пользователем с помощью кнопки  или .

### **Пример 4. Управление внешним TTL-сигналом (запись в один замер)**

Для записи сигнала в один замер под управлением внешнего TTL-сигнала (имя канал например TTL\_1) необходимо:

- в группе **Старт записи** включить опцию "при пересечении порогов на канале TTL\_1",
- ПОРОГИ: верхний 1.0; нижний 1.0; фронт восходящий
- в группе **Останов записи** включить опцию "при пересечении порогов на канале TTL\_1".
- ПОРОГИ: верхний 0.0; нижний 0.0; фронт восходящий

Запуск режима производится пользователем с помощью кнопки  или . Далее, при приходе лог. "1" на канал TTL\_1 будет включен режим "ЗАПИСЬ", по лог "0" будет включен режим "ПРОСМОТР".

Выключение режима производится пользователем с помощью кнопки .

## 8.6. Вкладка "Разное"

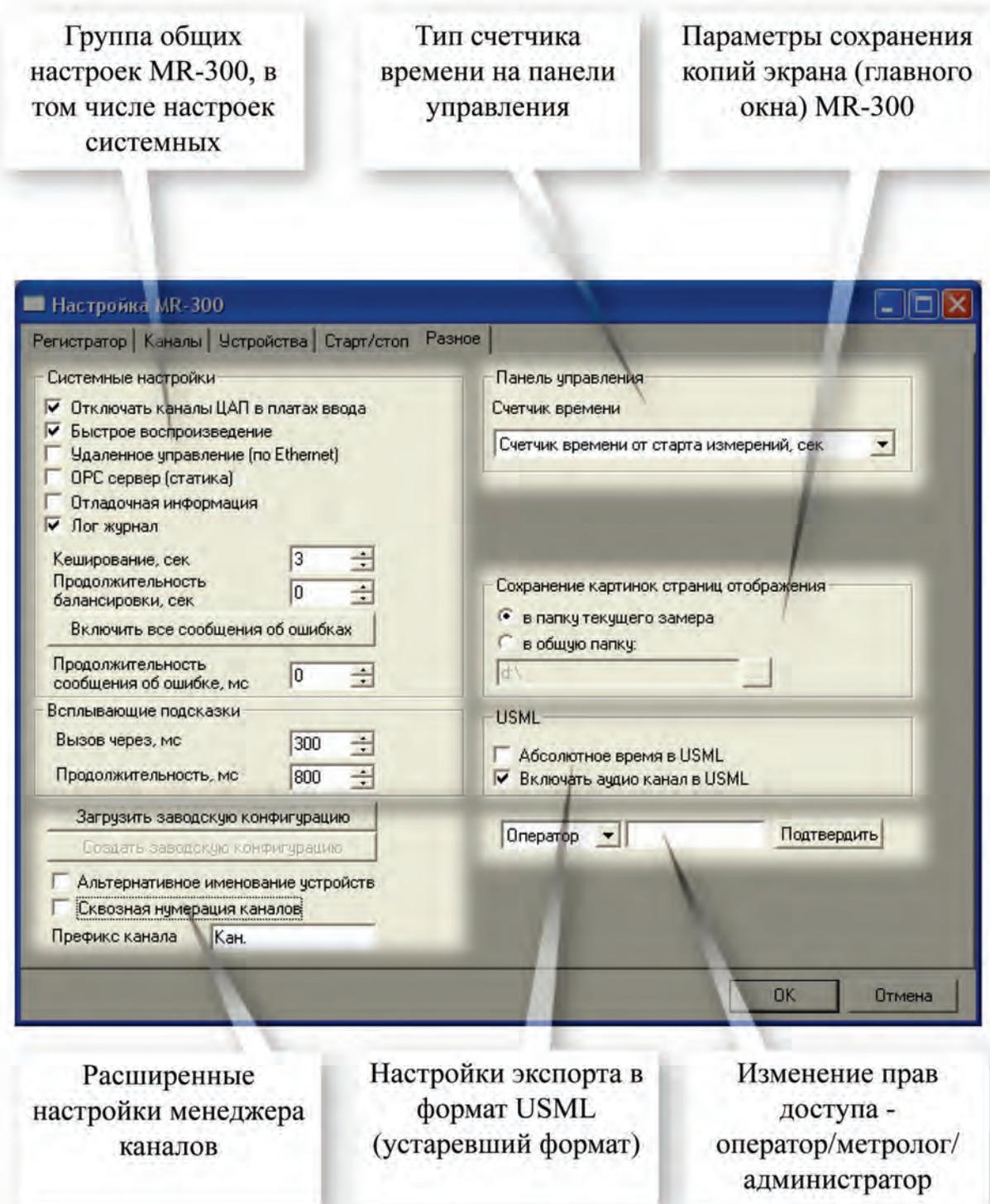


Рис 1. Вкладка Разное. Общий вид.

Ниже дано описание отдельных групп настроек.



Рис 2. Группа системных настроек.

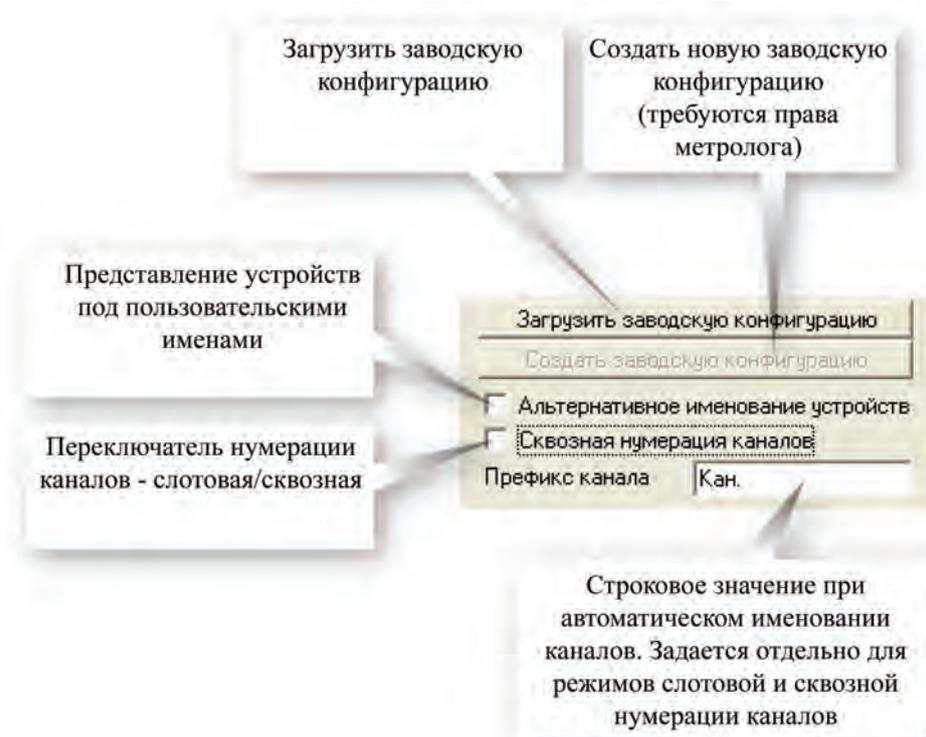


Рис 3. Расширенная настройка менеджера каналов.

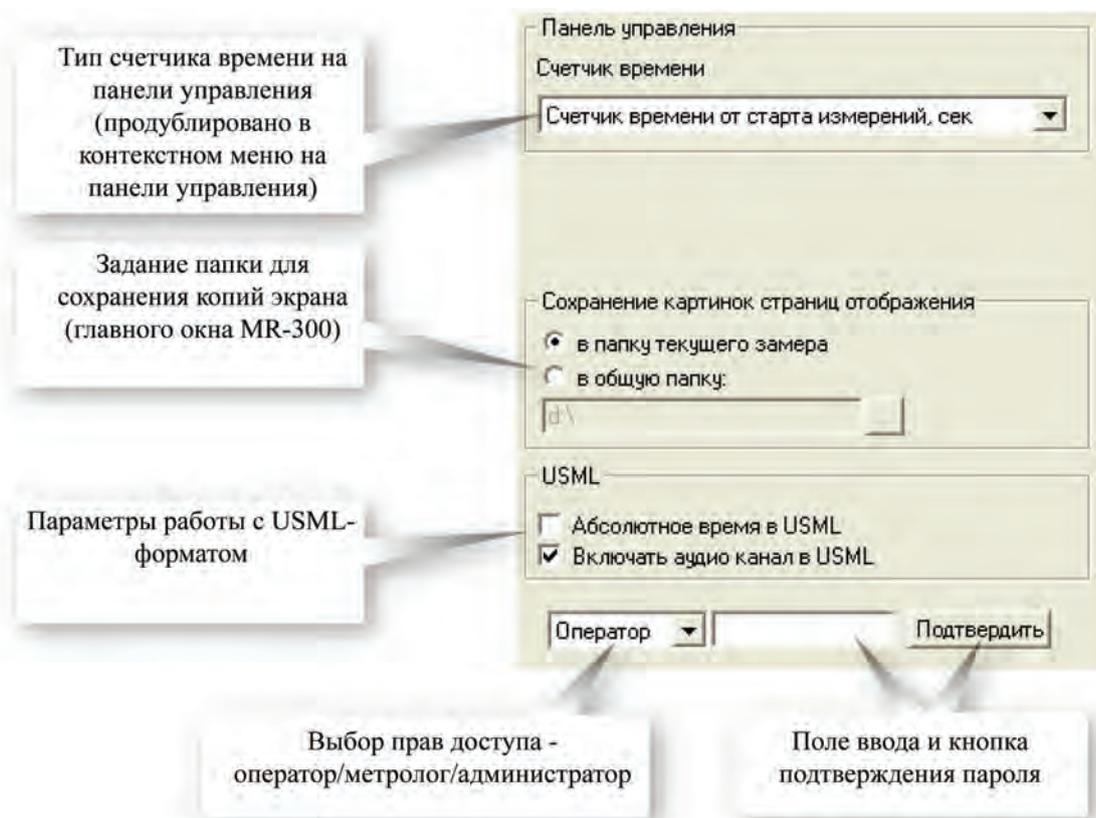


Рис 4. Дополнительные настройки.

## 9. Состав и настройка функций экспресс обработки

Ниже рассматриваются функции, относящиеся к категории экспресс обработки входных сигналов. Они позволяют в реальном времени оценивать характеристики физических процессов исследуемого объекта и оперативно принимать решения, например об изменении программы испытаний при достижении критических режимов.

В число экспресс-оценок входят:

- *расчет статистических параметров сигнала (СКЗ, среднее, пик, размах);*
- *интегрирование;*
- *расчет спектра;*
- *расчет 1/3-октавного спектра;*
- *расчет частоты;*
- *расчет амплитудных и фазовых значений гармонических составляющих;*
- *контроль уставок.*

Все экспресс-вычисления проводятся параллельно с записью информации на диск и не влияют на процесс регистрации, если при этом центральный процессор не перегружен вычислениями (процент загрузки отображается на панели управления). Рекомендуется не нагружать процессор более чем на 80 %.

## Расчет статистических оценок. Настройка

Статистические оценки (среднего, среднеквадратического значения, пик, размах) рассчитываются одновременно по всем каналам во всех режимах работы программы (предварительный просмотр сигнала, запись и воспроизведение). Размер порции, на которой производится расчет, задается в диалоге общей настройки программы в поле «период обновления» в секундах. Расчет периодически повторяется после накопления указанной порции. Новая рассчитанная оценка заносится в соответствующие формуляры отображения для текущего выбранного канала:

- график зависимости оценки от времени (тренд);
- таблица экспресс-оценок;
- «эквайзер»;

Расчет статистических оценок производится либо от исходного сигнала, либо от программно интегрированного (однократно или двукратно). Это позволяет дополнительно вычислять параметры вибро скорости или виброперемещения, в том случае, если исходный сигнал измеряется датчиком ускорения или скорости.

Размерность исходной физической величины - произвольная текстовая строка.  
Коэффициент тарировки равен обратной величине коэффициента чувствительности датчика.

По этим значениям определяется число операций интегрирования исходного сигнала. См. таблицу ниже

Частота среза по уровню -3 дБ цифрового фильтра. Используется только при интегрировании.

Если исходный сигнал интегрируется, то для размерности амплитуды используется это значение. Произвольная текстовая строка

Оценки, выводимые в окне "эквайзера".

Число значащих цифр, необходимых при отображении амплитудных оценок канала

Тип усреднения оценок и число усреднений.

Рис 9.1. Диалог настройки расчета статистических оценок.

тип датчика	тип требуется	число интегрирований
A (ускор.)	A	0
A	V (скорость)	1
A	S (перемещ.)	2
V	V	0
V	S	1
S	S	0



В файл всегда записываются исходные входные сигналы (не интегрированные).

---

## **Интегрирование**

Интегрирование входного сигнала требуется в случаях, когда необходимо оценить характеристики виброскорости или виброперемещения если исходный сигнал выражен в единицах ускорения. Опция интегрирования задается в диалоге «[Настройка алгоритмов статистических оценок](#)».

## Спектр

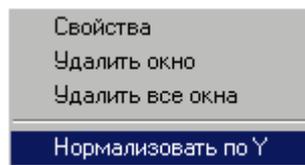
Для каждого канала можно включить расчет спектральной характеристики. Кроме того, если канал стал текущим, то спектр рассчитывается по умолчанию. Расчет ведется во всех режимах работы программы (предварительного просмотра, записи и воспроизведения сигнала).

Если входной сигнал интегрируется, то спектральная характеристика рассчитывается от интегрированного сигнала.

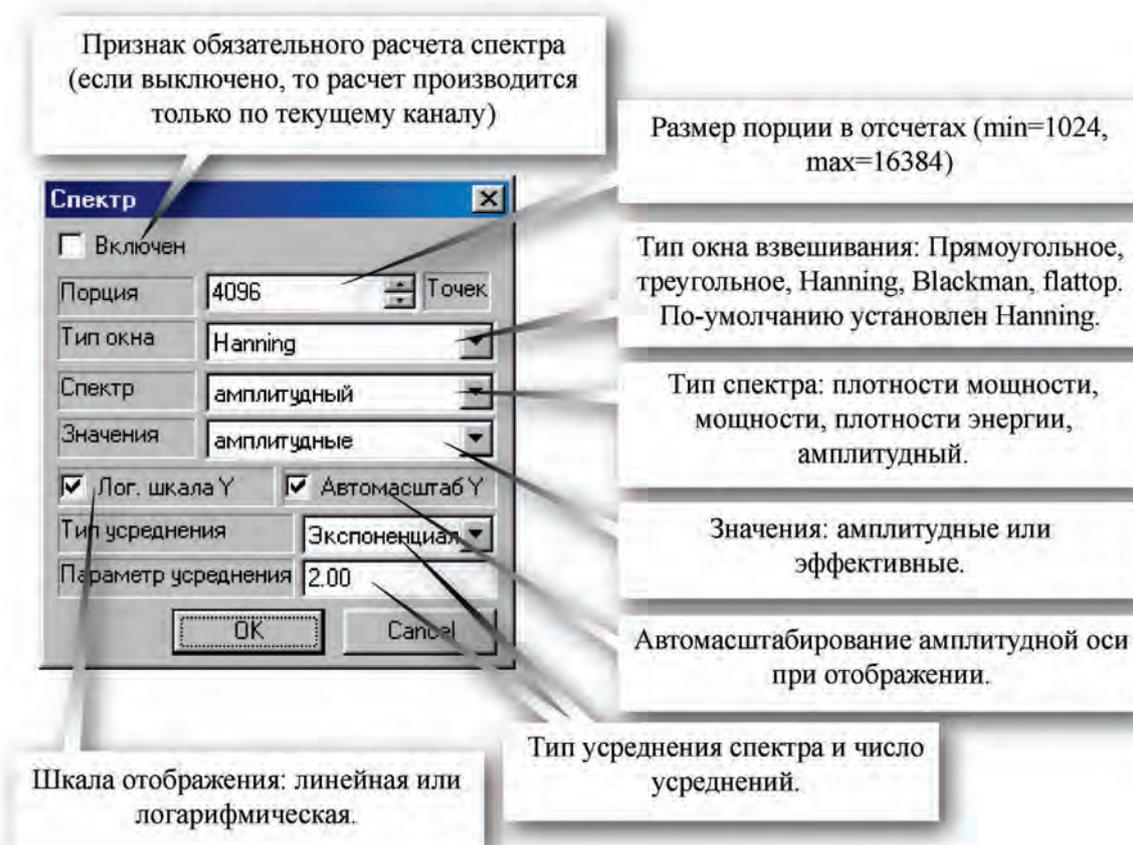
Размер порции задается в окне настройки и определяет периодичность расчета и разрешение по частоте. Например, если  $F_s=64$  КГц и порция = 4096 точек, то периодичность расчета около 250 мс, разрешение около 4 Гц.

Ось амплитуд может быть представлена в логарифмическом или линейном масштабе. В первом случае за 0 дБ принимается значение, равное входному диапазону. При линейной шкале – размерность величин оси соответствует размерности величин и диапазону анализируемого канала и устанавливается при настройке канала.

При использовании линейной шкалы в настройке канала можно включить опцию "автомасштабирование". В этом случае диапазон величин по оси амплитуд автоматически подстраивается (устанавливается) в соответствии с текущим значением максимальной составляющей в спектре сигнала. При увеличении амплитуды величина размаха шкалы увеличивается и сохраняется до конца текущего сеанса просмотра/записи сигнала по значению максимального пика. Отмасштабировать спектр (найти сигнал) можно командой «Нормализовать по Y» из контекстного меню графика спектра.



На рисунке 9.2 представлен диалог настройки спектра.



---

### Рис 9.2. Диалог настройки функции вычисления спектра сигнала.

Настройки спектра одинаковы для всех каналов. При модифицировании настроечного параметра в одном канале, он меняется и во всех остальных каналах.

Необходимо учитывать, что расчет спектра требует значительных вычислительных ресурсов прибора, и включать опцию «Спектр включен» рекомендуется при информационном потоке не более 16 каналов с частотой дискретизации по 16 кГц.



Если индикатор загрузки системы на панели управления превышает значение 100% в течение длительного времени (для обработки данных требуется больше вычислительных ресурсов, чем есть на самом деле), то возможна потеря измерительных данных.

## Расчет 1/3-октавного спектра

### Общие сведения

Формуляр 1/3-октавного спектра представлен в разделе [«Формуляр 1/3-октавного спектра»](#).

Для расчета 1/3-октавного спектра необходимо обеспечить одновременный расчет узкополосного (обычного) спектра. Поэтому в требуемых каналах в диалоге настройки спектра необходимо разрешить опцию «включен» (по умолчанию спектр рассчитывается только для текущего выбранного канала). Подробнее см. раздел [«Расчет спектра. Настройка»](#).

В этом же диалоге необходимо настроить следующие параметры (их значения для узкополосного и 1/3-октавного спектра общие):

- порция
- тип окна (должен быть прямоугольный)
- тип спектра (должен быть спектр мощности или амплитудный)
- значения (амплитудные/эффективные).

Если шкала логарифмическая, то опорным уровнем является  $0.0003 \text{ m/s}^2$  (канал должен быть отградуирован на измерение ускорения. См раздел «Проведение тарировки»).

При большом количестве параллельно рассчитываемых 1/3-октавных спектров и большой частоте дискретизации (более 32 кГц) возможна перегрузка вычислительного ресурса ЦПУ. Для её уменьшения необходимо увеличить период обновления и уменьшить размер порции спектрального анализа (см. раздел «Дополнительные настройки программы»).

Спектр-маска располагается в файле с произвольным именем и расширением. Значения задаются в ASCII-формате в следующем виде:

частота	уровень
25.000000	33.247944
31.500000	31.128107
40.000000	31.147070
...	...

Создать новую спектр-маску можно с помощью соответствующей кнопки на панели формуляра 1/3-октавного спектра. При этом старый файл маски стирается. В качестве новой спектр-маски используются максимальные значения уровней в соответствующих частотных полосах. При необходимости спектр-маску можно редактировать любым текстовым редактором. Обновленная спектр-маска загружается при запуске программы в режим просмотра, записи или воспроизведения. Для разных каналов может использоваться одна спектр-маска.

Для настройки функции расчета 1/3-октавного спектра используется диалог, приведенный ниже.

## Диалог настройки 1/3-октавного спектра

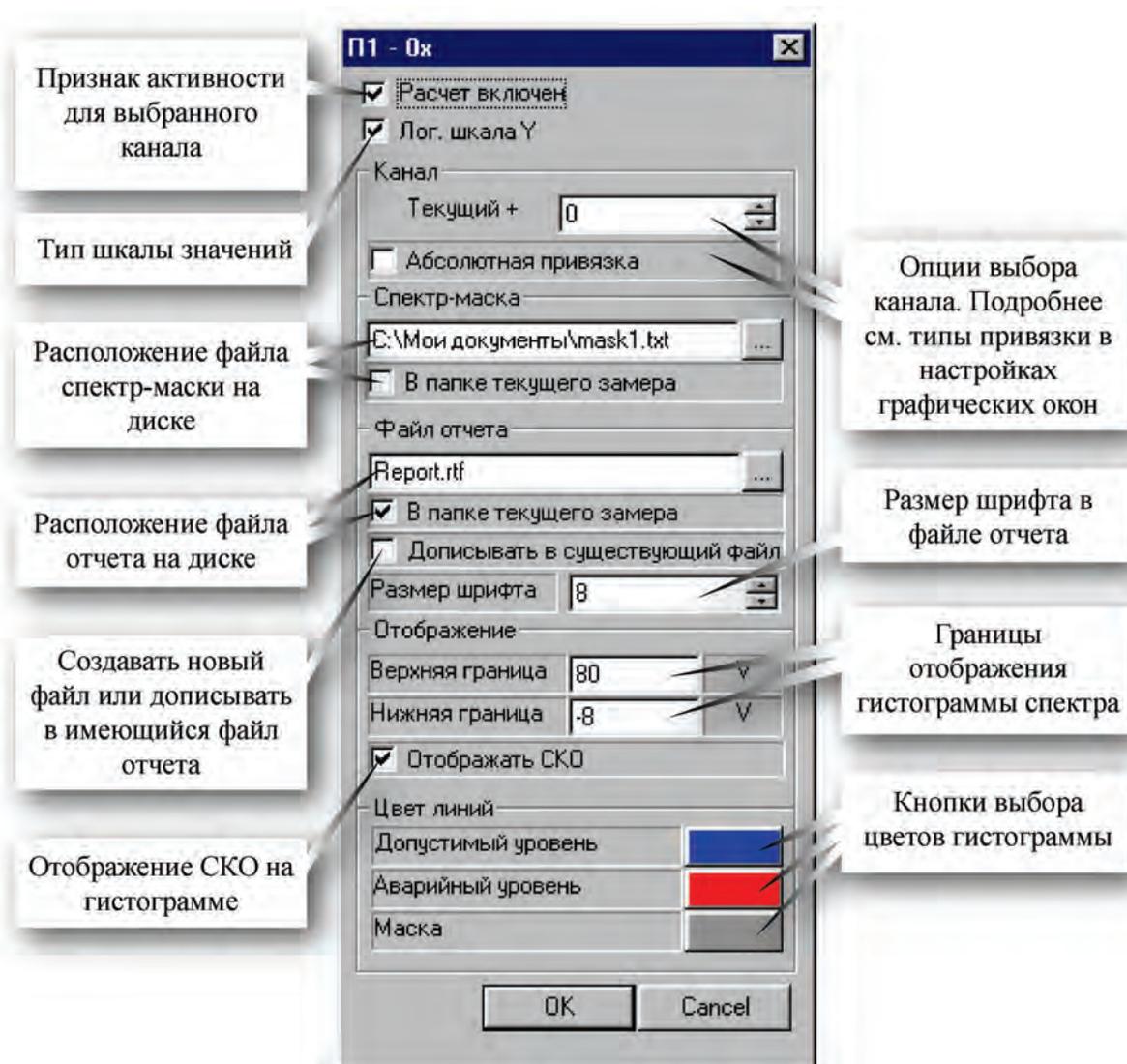


Рис 9.3. Диалог настройки функции расчета 1/3-октавного спектра.

Настройки канала заданные в приведенном диалоге имеют индивидуальные значения для записи (просмотра) и воспроизведения, поэтому пользователь должен убедиться в идентичности настроек для записи (просмотра) и воспроизведения, если это требуется.

## Протокол расчета 1/3-октавного спектра

При сохранении формуляра в отчет формируется RTF-файл следующего вида:

### PROTOCOL

Date: 30.04.04                      Test:                      System: Signal

Files in D:\Signal\AFR\_Turbo\

Pattern in C:\Мои документы\

Channel	П1 - 0x	П1 - 0y	П1 - 0z	П2 - 0x	П2 - 0y	П2 - 0z	П3 - 0x
Sensitivity, V/Unit	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

### Balancing check results

Shaft rotational speed: 2335 rpm.

Channel	Amplitude, m/s <sup>2</sup>	Amplitude SD, m/s <sup>2</sup>	Phase, dgr	Phase SD, dgr
П1 - 0x	0.507	0.2034	0	0
П1 - 0y	0.429	0.2666	10.52	13.89
П1 - 0z	0.350	0.2170	24.82	45.9
П2 - 0x	0.410	0.1917	54.2	19.20
П2 - 0y	0.589	0.2247	-151.1	26.36
П2 - 0z	0.583	0.2978	109.1	11.04
П3 - 0x	1.052	0.497	48.1	20.98
П3 - 0y	0.826	0.420	-152.7	27.39
П3 - 0z	0	0	0	0
П4 - 0x	0	0	0	0
П4 - 0y	0	0	0	0
П4 - 0z	0	0	0	0
taho	0	0	0	0

### Acceleration average value (relatively 0.0003 m/s<sup>2</sup>) in 1/3 octave bands

F, Hz	П1 - 0x			П1 - 0y			П1 - 0z			П2 - 0x			П2 - 0y		
	L, dB	SD, dB	Ne												
0.63	2.170	3.37	0	2.454	5.41	6	-0.622	8.09	6	5.67	5.27	9	13.97	3.05	10
0.80	6.30	3.97	0	6.75	4.13	9	8.35	3.40	10	11.21	3.79	10	19.88	3.04	10
1.00	7.91	3.37	0	6.50	3.97	10	9.81	2.97	10	16.06	3.30	10	19.68	5.04	10
1.25	7.33	4.50	0	7.68	2.64	10	10.71	3.10	10	16.29	3.25	10	20.99	3.30	10
1.60	9.85	3.28	0	9.09	2.15	10	12.66	2.72	10	19.85	2.82	10	22.71	3.86	10
2.00	10.93	3.27	0	10.08	2.94	10	14.45	3.52	10	17.25	2.67	10	21.65	2.17	10
2.50	9.33	3.71	0	9.60	3.25	0	13.16	3.66	2	15.83	3.17	2	19.11	2.48	0
3.15	12.78	1.99	0	11.57	3.23	0	14.13	3.73	0	18.58	1.64	0	20.63	2.15	0
4.0	11.96	2.24	0	12.04	2.57	0	13.29	2.74	0	15.61	2.19	0	17.54	1.80	0

5.0	12.21	1.88	0	11.96	2.17	0	14.33	2.23	0	15.39	1.95	5	15.85	2.22	3
6.3	12.84	1.96	0	13.14	1.86	0	14.14	2.20	0	17.07	1.25	3	17.63	1.83	0
8.0	12.67	0.68	0	13.86	1.10	0	15.37	1.47	0	18.65	1.60	0	18.19	1.93	0
10.0	16.77	0.97	0	18.23	1.43	1	18.26	1.89	1	19.96	1.31	3	20.59	2.05	5
12.5	19.86	0.98	0	21.40	1.55	0	20.62	1.71	0	23.44	1.04	0	19.28	1.02	0
16.0	25.46	2.18	0	24.87	1.81	0	25.56	1.95	0	24.50	1.69	6	24.62	2.09	2
20.0	29.13	2.08	1	27.78	1.71	2	27.41	2.09	2	28.28	2.39	1	36.4	3.41	5
25.0	29.91	2.98	0	29.08	2.29	1	29.04	3.17	1	31.13	2.92	1	32.0	3.20	1
31.5	26.04	1.43	0	26.25	1.48	0	26.50	1.58	0	30.27	2.09	2	28.75	1.26	1
40	44.0	11.91	7	49.2	13.63	1	46.9	12.75	2	51.2	12.47	1	54.6	12.73	3
50	41.6	13.45	0	45.2	17.80	3	46.2	15.85	3	46.1	15.83	2	51.2	14.44	3
63	35.1	1.13	0	33.8	1.44	0	36.2	1.79	1	37.9	1.35	2	49.5	1.36	2
80	44.5	6.11	0	48.1	5.60	5	52.8	7.34	6	57.0	7.54	5	57.6	5.89	5
100	41.0	10.43	2	42.5	5.83	0	49.4	9.26	1	52.6	7.23	2	55.9	8.07	1
125	46.7	4.53	0	49.2	3.44	3	52.0	2.77	5	59.4	3.19	7	53.9	1.72	2
160	45.7	1.91	0	55.5	2.73	1	56.6	2.65	4	59.4	2.72	4	53.5	1.27	3
200	50.6	2.08	0	64.1	2.69	7	60.7	2.96	4	59.0	1.95	6	55.0	0.78	10
250	51.4	4.44	0	69.6	3.28	10	56.5	3.16	3	59.4	1.52	1	54.2	1.88	5
315	55.2	2.30	0	61.3	3.10	5	55.6	3.75	2	57.7	2.67	1	55.2	1.56	1
400	47.8	1.87	0	60.1	3.15	3	57.5	3.08	0	61.1	2.15	4	59.5	1.49	2
500	45.4	2.26	0	61.2	2.23	7	57.8	2.40	2	61.1	2.30	3	63.3	1.00	6
630	45.5	2.14	0	55.5	1.54	7	50.6	2.00	1	60.4	2.10	1	58.7	1.38	7
800	47.7	3.38	0	58.7	2.03	9	52.2	1.96	1	60.4	0.84	9	63.4	0.88	7

Ne - exceding number over spectrum pattern.

L – level in RMS value.

## Обозначения, используемые в протоколе.

### Общие:

Date – Дата создания протокола;

Time – Номер (название) испытания;

System – Номер (название объекта испытаний);

Files in – каталог, в котором находятся файлы измерений (замер);

Pattern in – каталог, в котором находятся файлы спектр-масок;

Sensitivity, V/Unit – чувствительность тракта, полученная путем тарировки канала;

### Таблица балансировки:

Shaft rotational speed – скорость вращения вала объекта испытаний, рассчитанная за время проведения балансировки (поддерживается постоянной);

Amplitude, m/s\*s – СКЗ амплитуды виброускорений на частоте вращения вала объекта испытаний;

Amplitude SD, m/s\*s – СКО значения амплитуды виброускорений на частоте вращения вала объекта испытаний;

Phase, dgr – значение фазы виброускорений на частоте вращения вала объекта испытаний;

Phase SD, dgr – СКО значения фазы виброускорений на частоте вращения вала объекта испытаний;

***Таблица сравнения виброускорений со спектр-масками:***

F, Hz – Средняя частота полосы 1/3-октавного фильтра;

L, dB – Усредненное значение уровня в полосе 1/3 октавных спектров (в СКЗ) полученных за время проведения испытания;

SD, dB – СКО уровней в полосе 1/3-октавных спектров полученное за время проведения испытания;

Ne – число превышений уровня в полосе 1/3-октавного спектра над спектр-маской полученное за время проведения испытания.

## Расчет частоты следования импульсов

Для любого канала можно включить расчет частоты следования импульсов (сигнал должен быть периодическим). Далее по тексту – тахоканал.

Частота следования импульсов рассчитывается по формуле

$$f=n/T, \text{ где}$$

$n$  - количество импульсов (триггерных событий) в пределах рабочей порции,

$T$  – рабочая порция (времени между первым и последним импульсом).

См. рисунок 9.4.

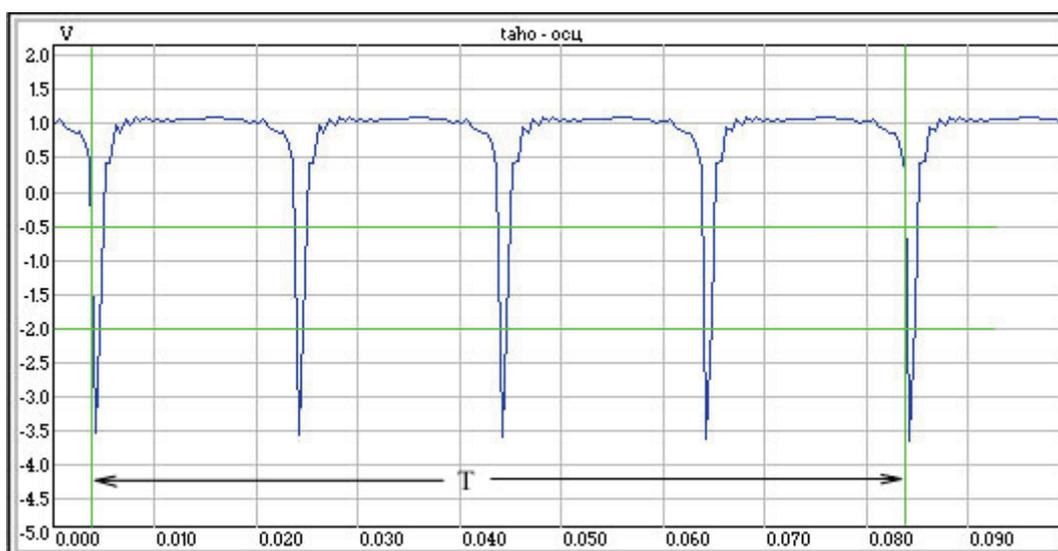


Рис 9.4. Задание порогов гистерезиса для функции расчета частоты.

Триггерное событие возникает при прохождении сигналом обоих порогов гистерезиса. Таким образом можно избежать ложных срабатываний счетчика.

Данная функция может применяться, например, для расчета скоростей вращения валов при снятии амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик узлов агрегата.

Включить расчет частоты для данного измерительного канала

**Расчет оборотов**

Включено

Периодичность оценки	0.5	сек
	21333	отсчетов
Верхний порог	0.1000	V
Нижний порог	-0.1000	V
Фронт	восходящий	
Множитель тахо	1.000000	
Единицы	об/мин	

ОК Cancel

- Периодичность расчета (размер рабочей порции) в секундах и отсчетах.
- Верхний и нижний пороги гистерезиса. Задается в физических единицах.
- Фронт срабатывания триггера.
- Коэффициент перехода из частоты следования тахоимпульсов в частоту оборотов вала.
- Размерность при отображении: Гц или об/мин.

Рис 9.5. Диалог настройки функции расчета частоты.

Одновременно расчет частоты может быть включен на произвольном количестве каналов.

## Расчет амплитудных и фазовых гармонических составляющих. Настройка

Для выделения отдельных спектральных составляющих на определенных частотах служит гармонический анализ. Частоту обычно задает частотный (тахо) канал. С его помощью рассчитывается частота вращения вала. Далее сигнал подвергается синусно-косинусному преобразованию на этой частоте, ее гармониках (в том числе дробных) или субгармониках. Затем вычисляются амплитудные и фазовые значения гармонических составляющих сигнала. При этом применяются различные окна взвешивания.

### Амплитудные гармонические составляющие

Диалоговое окно настройки вызывается из контекстного меню списка каналов. Для одновременной настройки нескольких каналов необходимо предварительно их выделить мышью с использованием клавиш Ctrl или Shift. По каждому каналу можно рассчитывать до трех произвольных гармоник с независимыми настройками.

Ниже приводится диалоговое окно настройки расчета амплитуды гармоники.

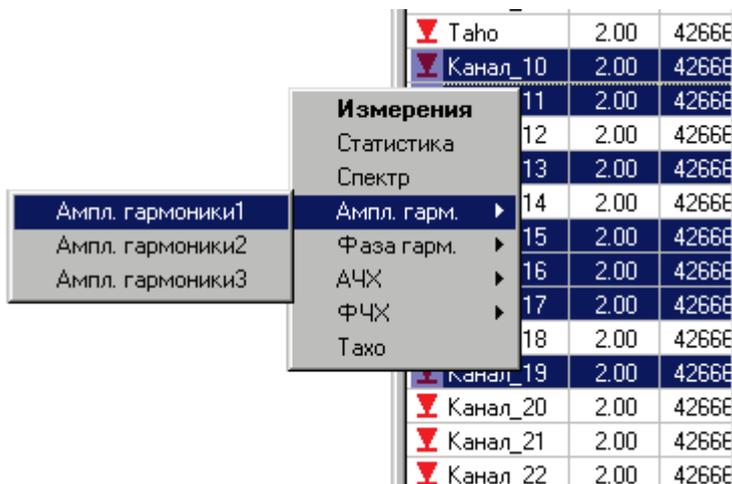


Рис 9.6. Вызов диалога настройки функции расчета амплитудных гармонических составляющих.

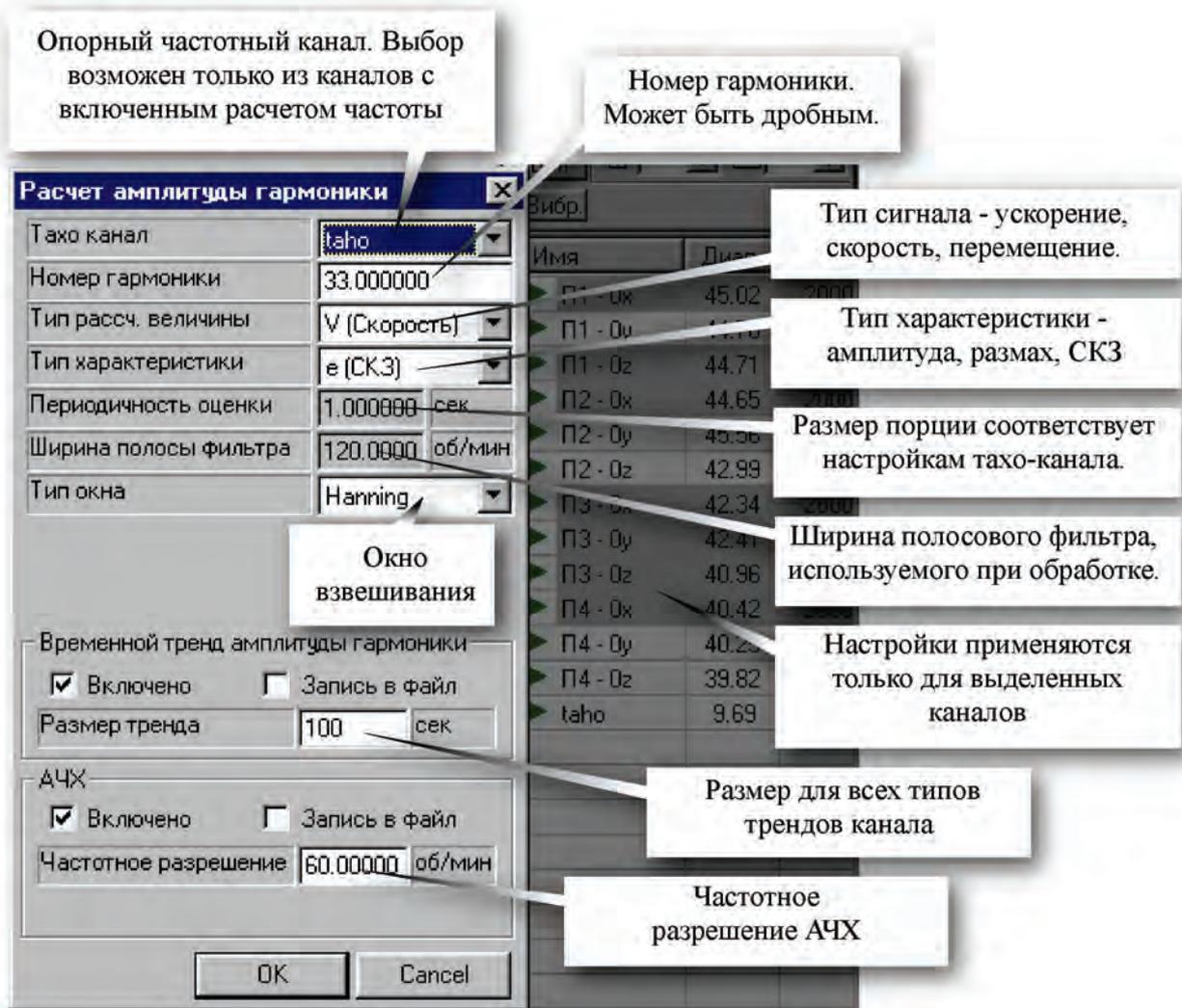


Рис 9.7. Диалог настройки функции расчета амплитудных гармонических составляющих. Рассчитанные параметры вносятся во временной тренд и АЧХ.

### Фазовые гармонические составляющие

Настройка расчета фазовых составляющих почти полностью аналогична настройке амплитудных составляющих, рассмотренной выше. Для этого необходимо выбрать пункт контекстного меню «Фаза гармоники», предварительно выделив требуемые каналы. См. рисунок 9.8.

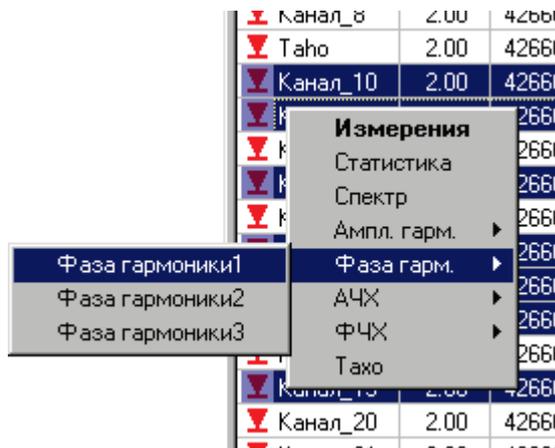


Рис 9.8. Вызов диалога настройки функции расчета фазовых гармонических составляющих.

Ниже приводится диалоговое окно настройки расчета фазы гармоники.

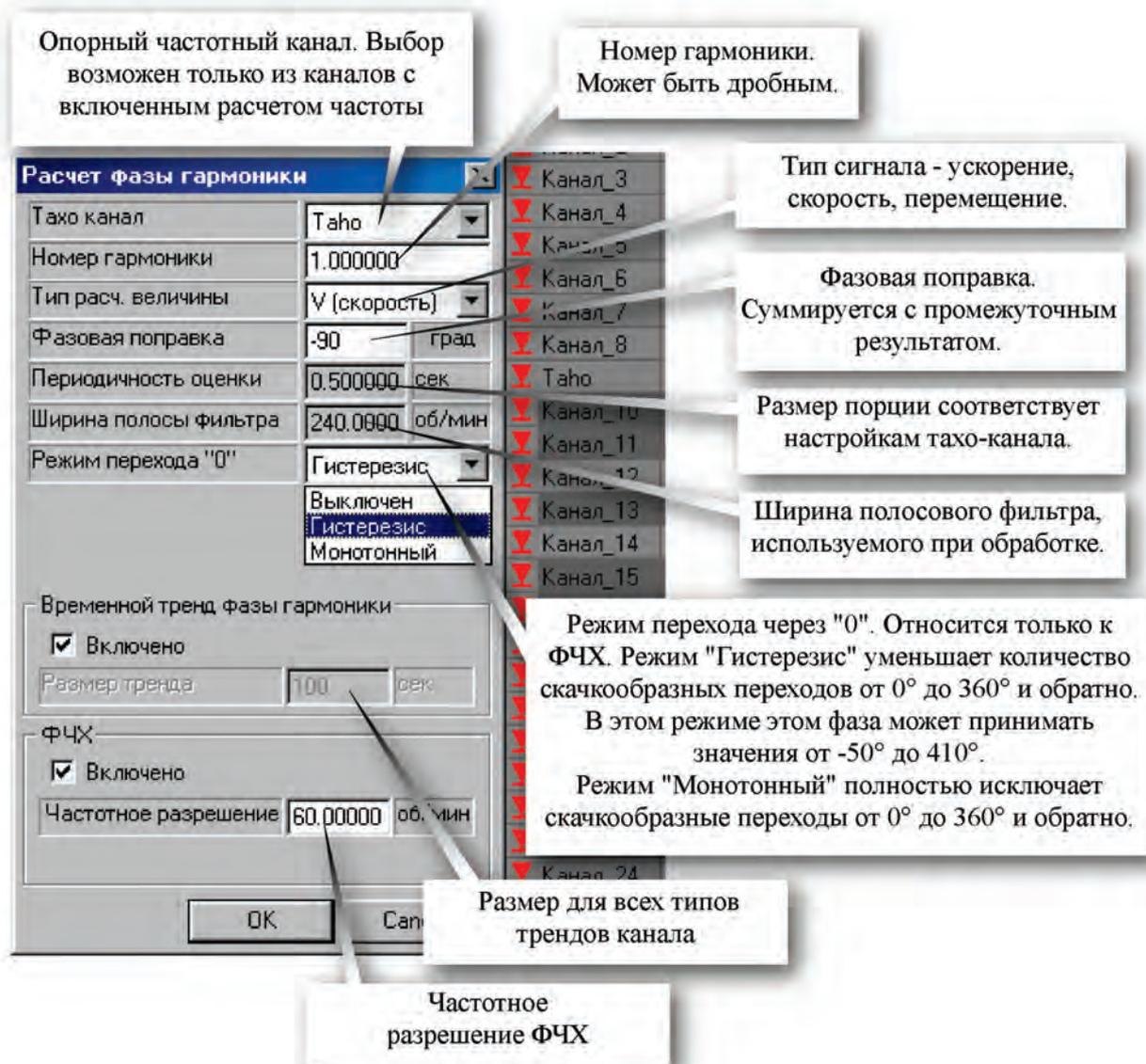


Рис 9.9. Диалог настройки функции расчета фазовых гармонических составляющих.

Для построения АЧХ или ФЧХ должен быть включен расчет временного тренда амплитуды или фазы соответственно.

## Контроль уставок. Настройка

### Общие сведения

Программа позволяет производить контроль выхода за предупредительные и аварийные уставки как во время регистрации измерительных данных, так и во время воспроизведения. При этом, если уставка задана, например на размах, то информация о превышении будет отображаться на тренде размаха (см. рисунок 5.9).

Порог срабатывания уставки задается с помощью двух границ (гистерезис). Сигнализация включается только после превышения верхней границы и выключается после достижения уровня нижней границы. Уровни предварительной и аварийной сигнализации отмечены на графике горизонтальными линиями соответствующего цвета.

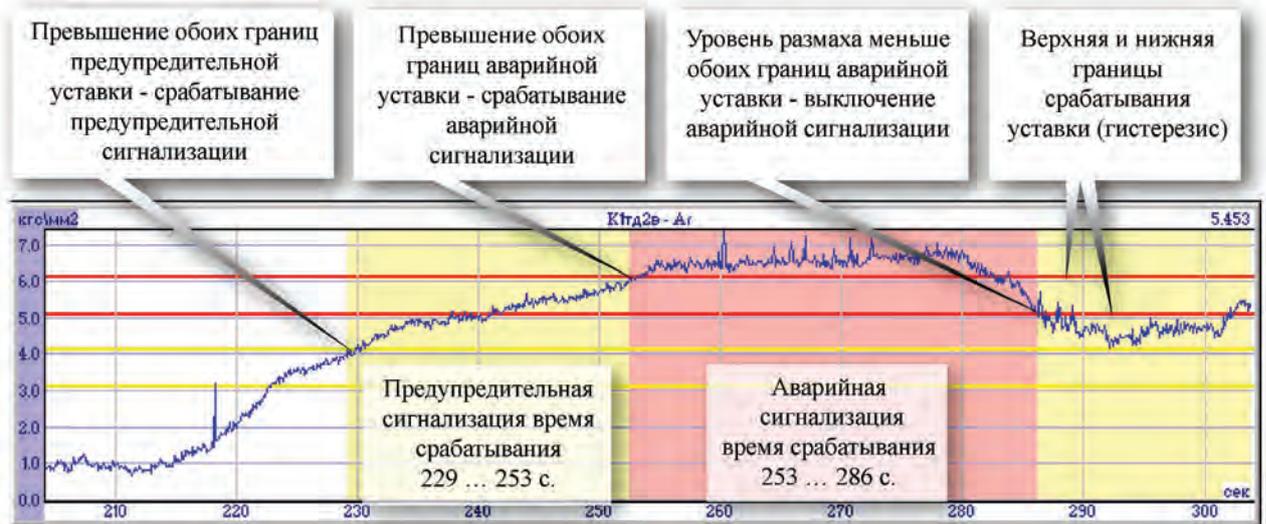


Рис 9.10. Визуализация функции контроля уставок.

## Настройка

Для настройки уставок используется диалог настройки (см. рис. 4.10), вызываемый из контекстного меню списка каналов (см. рис. 4.4. Контекстное меню панели списка каналов).

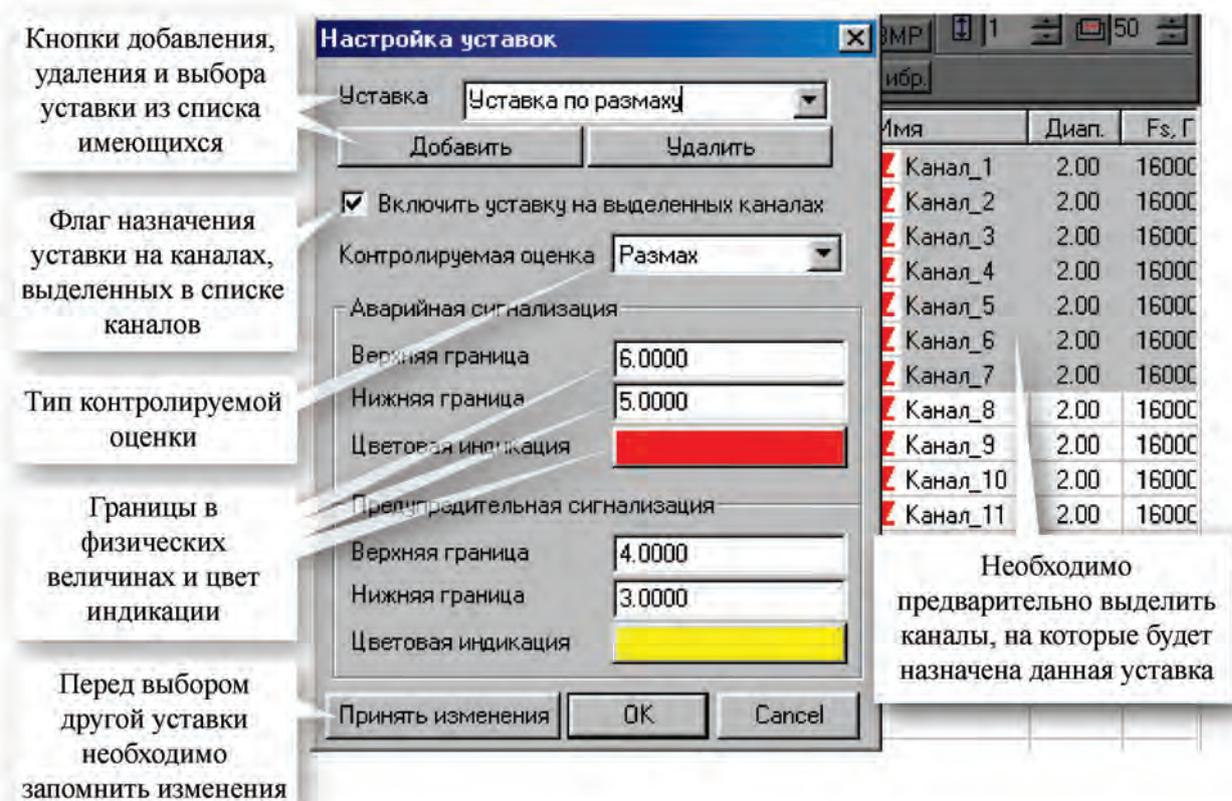


Рис 9.11. Диалог настройки уставок.

Программа использует набор стандартных уставок, имеющих уникальные имена. Весь набор уставок можно увидеть в диалоге настройки. Там же происходит добавление уставок в базу данных и их удаление. При выборе уставки отображаются ее настройки. Таким образом, настроенную уставку можно назначать на любое количество измерительных каналов. При этом, если уставка настроена, например, на контроль размаха, то она автоматически прикре-

---

пится к функции вычисления размаха на данном канале. Если требуется на некоторых каналах изменить значения настроек уставки (а на остальных оставить прежние), то необходимо для этого создать новую уставку с другим именем. Следует также иметь в виду, что если изменить настройки какой-либо уставки, то изменения коснутся всех каналов, работающих с этой уставкой.

## 10. Проведение измерений

После настройки программы регистрации MR-300, ее можно использовать на следующих основных режимах работы:

- [предварительный просмотр входных сигналов](#)
- [регистрация входных сигналов](#)
- [воспроизведение зарегистрированных сигналов](#)

Параллельно со всеми указанными режимами производится экспресс-обработка сигналов.

## Предварительный просмотр сигналов

Для включения режима просмотра требуется нажать кнопку  на панели управления программы.

Рабочее окно примет следующий вид (возможны другие варианты).

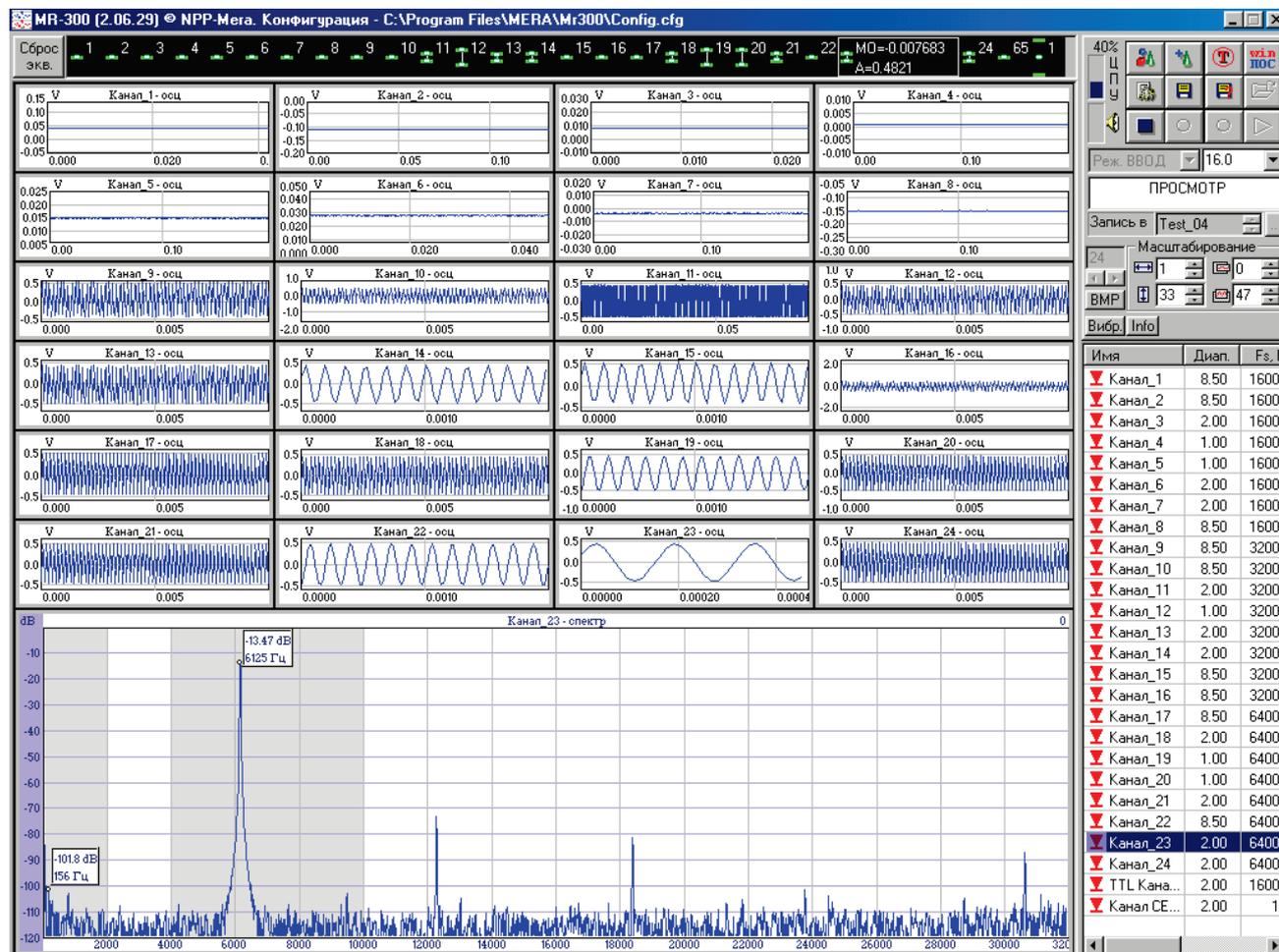


Рис 10.1. Режим предварительного просмотра.

В режиме просмотра допускается переключать текущую графическую страницу, текущий канал, изменять масштабирование окон и др. Те элементы управления, которыми нельзя пользоваться во время режима просмотра (как и записи и воспроизведения), программно за-прещаются.

Уровень сигнала в канале синхронного речевого сопровождения контролируется по индикатору уровня на панели управления.

В режиме предварительного просмотра необходимо:

1. Убедиться в правильности установки амплитудных диапазонов каналов и загрузки ЦПУ. Амплитудный диапазон канала рекомендуется выставлять таким, чтобы максимальные пиковые значения сигнала не выходили за его пределы. Предпочтительной является работа в 10% от амплитудного диапазона, т.к. прибор имеет большой запас по динамическому диапазону (см. логарифмический спектр на рисунке 10.1).
2. Убедиться в наличии вычислительного резерва прибора (по индикатору загрузки процессора). Если значение загрузки ЦПУ превышает 100%, то прибор не успевает отобра-

жать обновленную информацию, и необходимо уменьшить количество ресурсоемких функций обработки (спектр, интегрирование, расчет гармоник).

3. Убедиться в исправности канала записи речевого сопровождения (по индикатору уровня звука).

Для останова режима предварительного просмотра необходимо нажать кнопку  на панели управления.

## Запись сигналов

Перед записью сигналов необходимо убедиться в правильной установке рабочего каталога. Если папка для замера не задана, необходимо ее задать. Подробнее см. [Задание папки для записи замера](#).

Для включения режима просмотра требуется нажать кнопку  на панели управления программы. Рабочее окно примет следующий вид (возможны другие варианты).

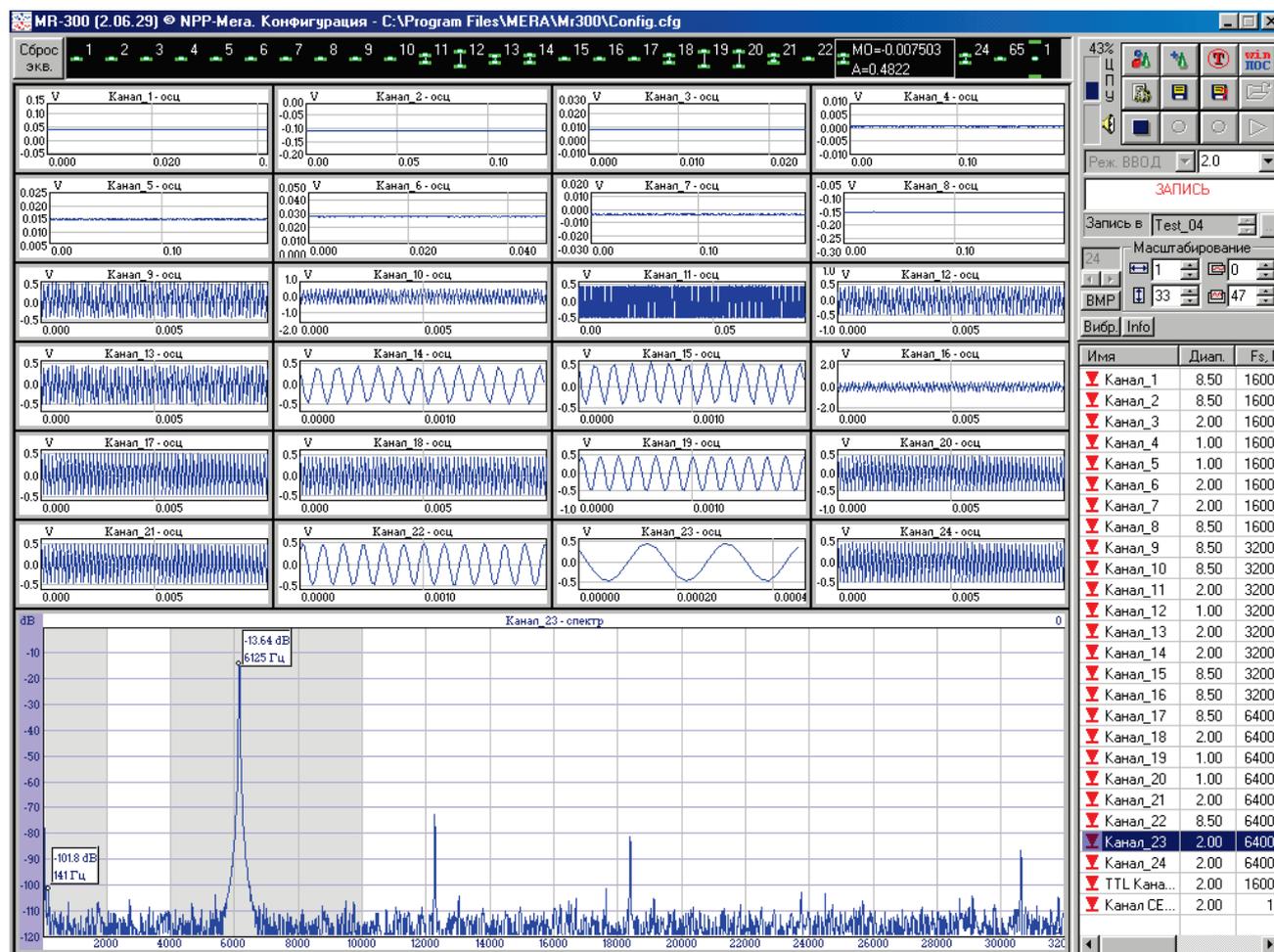


Рис 10.2. Режим записи сигналов.

При регистрации допускаются те же действия, как и при предварительном просмотре сигналов.

Для останова режима регистрации необходимо нажать кнопку  на панели управления.

Если при настройке установлена опция модифицирования имени по каждому испытанию, то при следующем цикле записи автоматически создается подкаталог, в имени которого добавлен числовой индекс (при повторных циклах записи этот индекс будет увеличиваться). В противном случае следует нажать на стрелку «вниз» рядом с именем замера или задать имя замера вручную.

Следует помнить, что если включена опция автоматического преобразования файла данных в формат USML, то потребуются дополнительное время для выполнения этого преобразования. При длительных испытаниях это может занять достаточно продолжительное время. Кроме того, создание USML-файла приводит к дублированию измерительной информации.

## Воспроизведение записанных сигналов

Для включения режима просмотра требуется перейти в режим вывода (с помощью панели управления).

По аналогии с режимом записи, установить папку замера для воспроизведения и нажать кнопку  на панели управления программы. Рабочее окно примет следующий вид (возможны другие варианты).

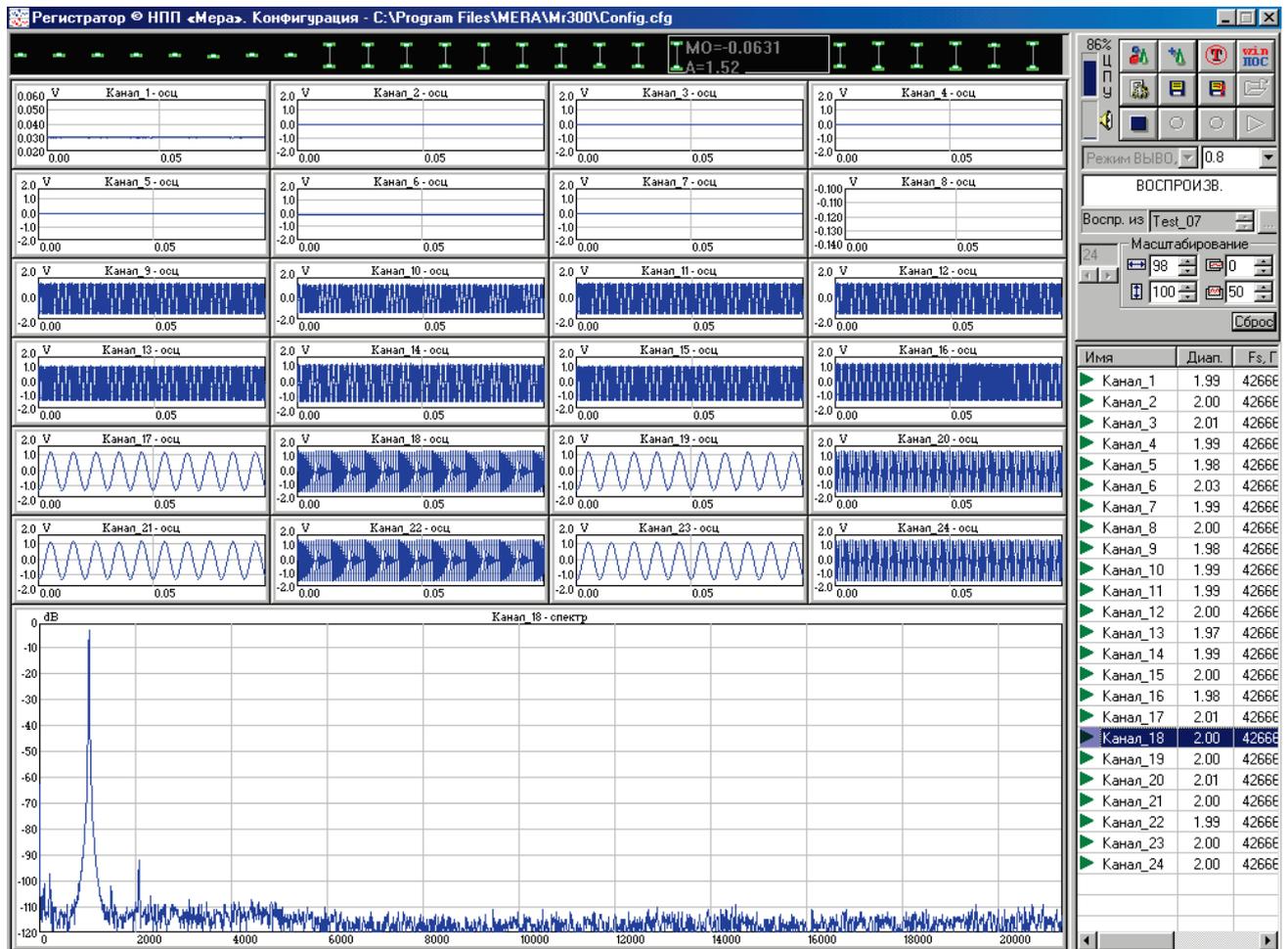


Рис 10.3. Режим воспроизведения.

Для останова режима воспроизведения необходимо нажать кнопку  на панели управления.

Для более быстрой навигации по имеющимся замерам можно пользоваться стрелками вверх-вниз рядом с именем замера.



---

## Приложение А.

### МХ-224 модуль АЦП

#### *Назначение и область применения*

Модули МХ-224 представляют собой многоканальные устройства, предназначенные для преобразования аналоговых сигналов электрического напряжения на входах каналов в цифровые данные. Преобразование входных сигналов осуществляется синхронно по всем каналам модуля посредством индивидуальных АЦП.

Источниками входных сигналов для модулей могут служить пьезоэлектрические акселерометры, микрофоны, датчики пульсаций давления, тензодатчики с соответствующими внешними усилителями-преобразователями, а также датчики со встроенными усилителями-преобразователями с питанием постоянным током по двухпроводной линии (датчики типа ICP, Isotron®, IEPЕ и аналогичные).

Модули предназначены для установки и работы в составе крейтов стандарта РХІ.

Управление модулями, измерение, экспресс-анализ и регистрация сигналов осуществляется средствами программы MEPA MR-300. Для отображения, обработки, детального анализа зарегистрированных сигналов и вывода на печать результатов служит программа MEPA WinПОС.

Основная область применения модулей - исследования быстропеременных процессов, диагностика и контроль механического, акустического и вибрационного состояния элементов машин и механизмов преимущественно в частотной области.

## Основные технические характеристики модуля

Таблица А-1. Основные технические характеристики

Количество каналов	4
Режим работы канала по входу (тип входа)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дифференциальный вход по напряжению;</li> <li>- недифференциальный вход по напряжению;</li> <li>- недифференциальный вход по напряжению с питанием датчика типа <b>ICP</b>;</li> </ul>
Входные диапазоны (количество разрядов)	<ul style="list-style-type: none"> <li>±10 В (АЦП 24 бит)*;</li> <li>±10 В (АЦП 16 бит);</li> <li>±6 В (АЦП 16 бит);</li> <li>±3 В (АЦП 16 бит);</li> <li>±1,5 В (АЦП 16 бит);</li> <li>±0,75 В (АЦП 16 бит);</li> <li>±0,375 В (АЦП 16 бит);</li> <li>±0,188 В (АЦП 16 бит);</li> </ul>
Частота дискретизации сигналов $F_s$	<ul style="list-style-type: none"> <li>3375 Гц</li> <li>6750 Гц</li> <li>13500 Гц</li> <li>27 кГц</li> <li>54 кГц</li> <li>108 кГц</li> <li>216 кГц</li> </ul>
Частота среза (программно отключаемого) ФВЧ по уровню -3 дБ на входе АЦП	1,7 Гц
Величина тока питания датчика типа ICP (в диапазоне выходных напряжений от 0,5 до 29 В)*	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 ±0,4 мА</li> <li>10 ±0,5 мА</li> </ul>
Напряжение встроенного источника опорного напряжения	4,096±0,004 В
Подавление входного синфазного сигнала в полосе частот от 50 Гц до 1 кГц, не менее	64 дБ
Пределы допускаемых значений основной погрешности напряжения встроенного источника опорного напряжения	±0,1%
Максимальный ток нагрузки служебного питания +12 В и -12 В одного канала	120 мА

\* размер отсчета дискретизации сигнала при регистрации на диск в 24-битном режиме равен 4 байтам

## Нормируемые метрологические характеристики

Таблица А-2. Нормируемые метрологические характеристики

Пределы допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока ( $F_s=216$ кГц, входной диапазон $-10,0...+10,0$ В) в нормальных условиях эксплуатации	$\pm 0,1\%$
Пределы допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока частотой 1кГц ( $F_s=216$ кГц, входной диапазон $-10,0...+10,0$ В) в нормальных условиях эксплуатации	$\pm 0,1\%$
Пределы дополнительной приведенной погрешности измерений, вызванной изменением температуры, в диапазоне температур от $+5$ до $+50^\circ\text{C}$	$\pm 0,1\%$
Неравномерность АЧХ каналов в диапазоне частот от 20 Гц до 40 кГц относительно входного сигнала частотой 1 кГц ( $F_s=216$ кГц, дифференциальный тип входов), не более	$\pm 0,015$ дБ
Неравномерность АЧХ каналов в диапазоне частот от 40 кГц до 100 кГц относительно входного сигнала частотой 1 кГц ( $F_s=216$ кГц, дифференциальный тип входов), не более	$\pm 0,15$ дБ

Остальные метрологические и эксплуатационные характеристики приведены в руководстве по эксплуатации модуля МХ-224.

## Конструктивное исполнение модуля

Конструктивно модули МХ-224 представляют собой печатную плату с закрепленной на ней передней панелью. На передней панели (поз.1 на рисунке А-1) размещены четыре входных разъема (поз.5 на рисунке А-1), предназначенные для подключения источников сигналов, и светодиодные индикаторы (поз.2 на рисунке А-1).

Модули предназначены для работы в составе крейтов стандарта РХІ, имеющих слоты для установки модулей типоразмера 3U.

Для установки и извлечения модуля из слота крейта служит экстрактор с рычагом и фиксатором (поз.3 на рисунке А-1). Невыпадающие винты (поз.4 на рисунке А-1) на передней панели предназначены для закрепления модуля в слоте крейта.

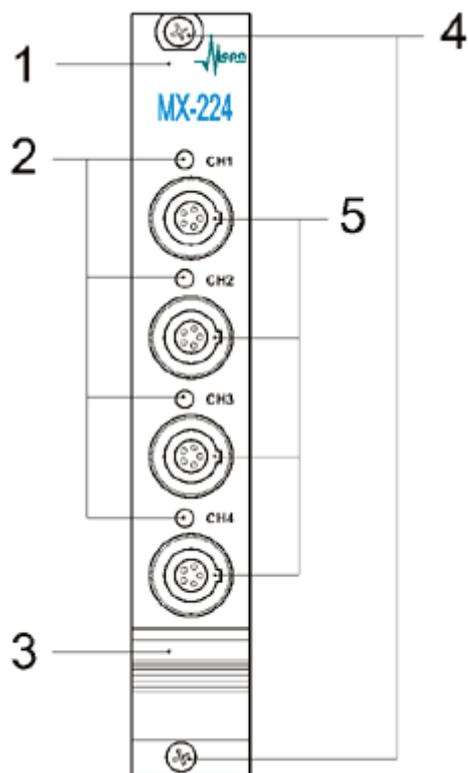


Рис А-1. Вид на переднюю панель модуля МХ-224  
1 - планка передней панели; 2 - индикаторы состояния каналов; 3 - экстрактор с рычагом и фиксатором; 4 - невыпадающие винты; 5 - входные разъемы.

## Разъемы

На передней панели модуля установлены пятиконтактные разъемы типа LEMO EGG.1B.305 (контакты типа «гнездо») (поз.5 на рисунке А-1). Разъемы предназначены для подключения источников сигнала (выходов внешних усилителей-преобразователей, датчиков типа ICP).

Назначение контактов входных разъемов модулей приведено в таблице А-3, и зависит от выбора типа входа в меню настройки. Для подключения к входному разъему на соединительном кабеле должны быть смонтированы разъемы типа LEMO FGG.1B.305.

Расположение контактов разъемов LEMO EGG.1B.305 показано на рисунке А-2.

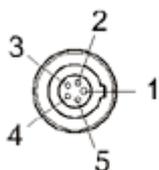


Рис А-2. Расположение контактов входного разъема LEMO EGG.1B.308

Таблица А-3. Назначение контактов входных разъемов

Номер контакта	Цепь	Назначение
1	-12V	Выход -12 В служебного питания
2	+IN	Вход неинвертирующий канала
3	AGND	Потенциал аналоговой земли, общий потенциал служебного питания
4	-IN	Вход инвертирующий канала
5	+12V	Выход +12 В служебного питания

\* В режиме работы входа "ICP"

В качестве ответной части используется вилка LEMO FGG.1B.305.

## Функциональная схема модуля MX-224

Функциональная схема модуля приведена на рисунке А-3. Все каналы модуля идентичны.

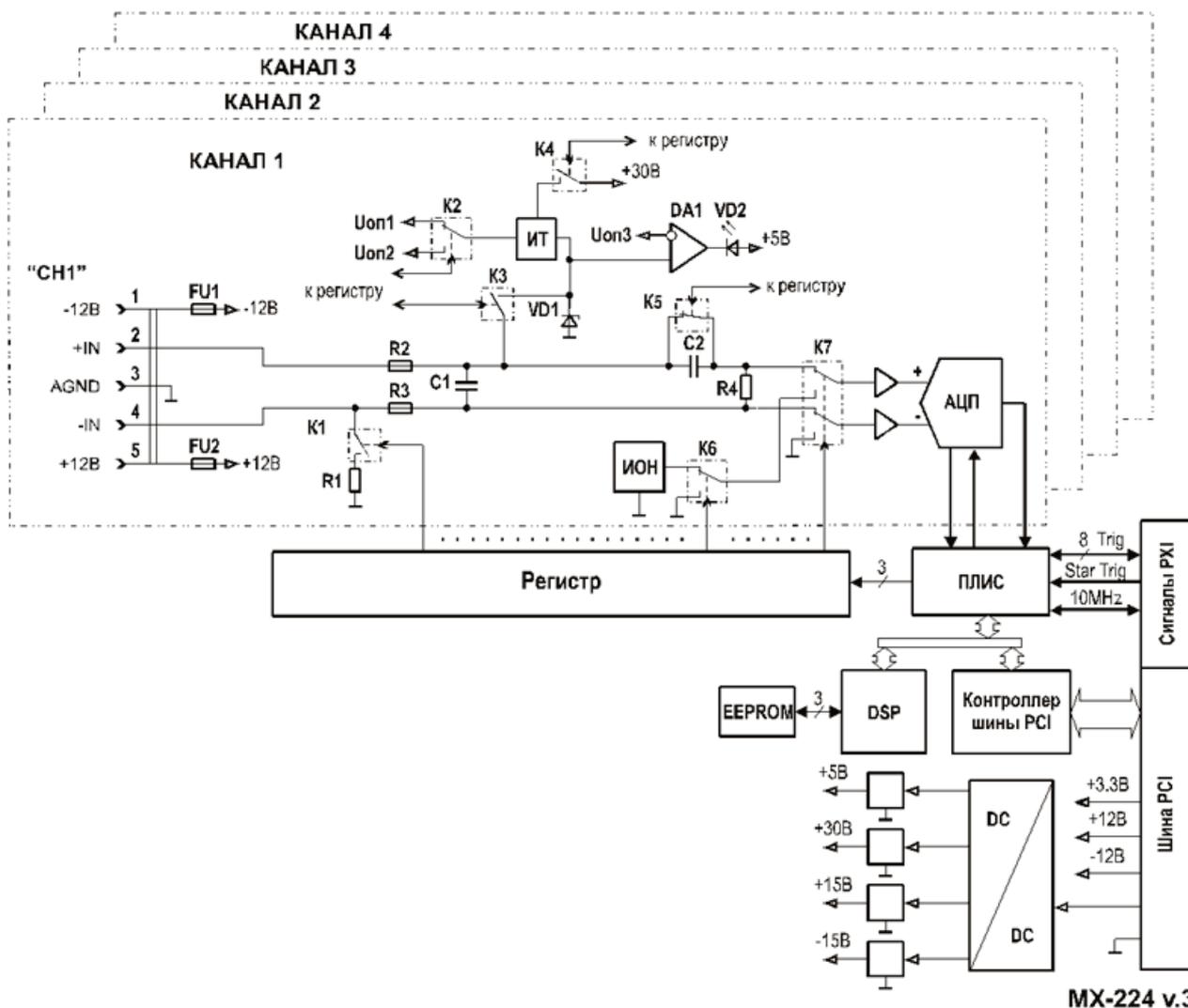


Рис А-3. Функциональная схема модуля MX-224.

Подробное описание функционирования структурных элементов модуля изложено в "Руководстве по эксплуатации MX-224".

## Подключение источников сигнала

### Работа с внешними усилителями с недифференциальным выходом

Датчики, выходным сигналом которых является электрический заряд, такие как пьезоэлектрические акселерометры и микрофоны должны подключаться с применением соответствующих внешних усилителей-преобразователей заряда с выходными сигналами электрического напряжения. Тензодатчики должны подключаться с применением внешних тензоусилителей. Внешние усилители-преобразователи могут иметь батарейное питание, питание от внешнего источника постоянного тока или иметь встроенный сетевой источник питания.

Как правило, внешние усилители-преобразователи имеют несимметричные выходы (SE output), которые могут быть подключены к входам модуля МХ-224 с использованием дифференциального подключения, как показано на рисунке А-4. Для дифференциального подключения следует использовать кабель типа витая пара в экране, при этом необходимо выбрать дифференциальный тип входа в меню настройки соответствующих каналов модуля.

Для недифференциального (несимметричного) подключения может быть использован коаксиальный кабель. При недифференциальном подключении в меню настройки соответствующих каналов модуля необходимо выбрать недифференциальный тип входа и/или установить (рекомендуется) электрическую перемычку между цепями "-IN" и "AGND" в кабельной части разъема, как показано на рисунке А-5.

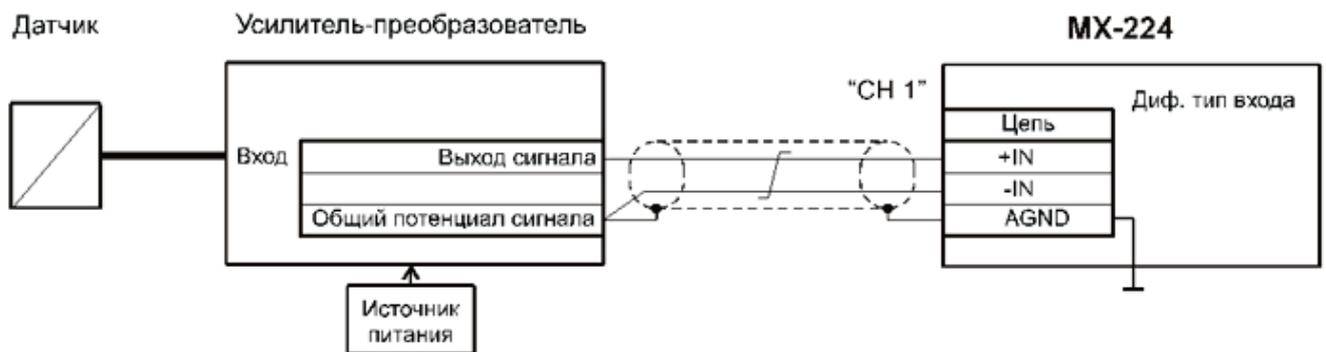


Рис А-4. Схема подключения внешнего усилителя-преобразователя к дифференциальному входу модуля МХ-224

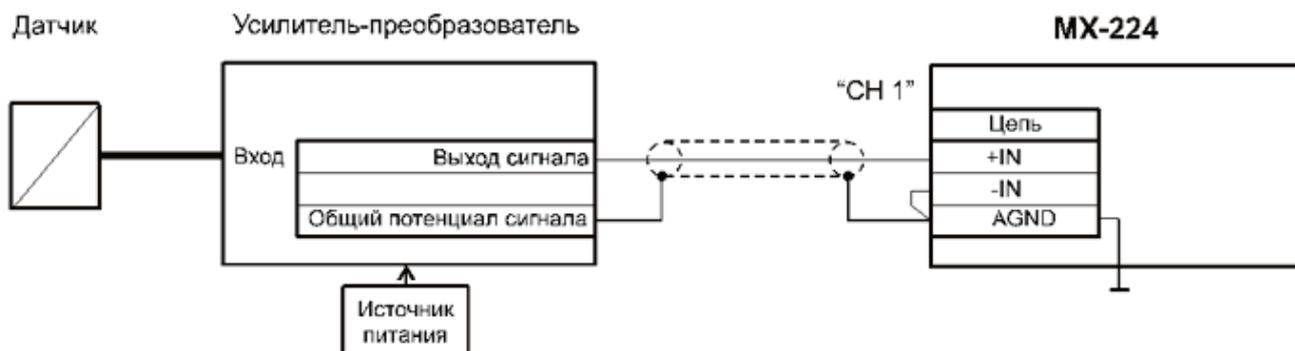


Рис А-5. Схема подключения внешнего усилителя-преобразователя к не дифференциальному входу модуля MX-224

## Работа с внешними усилителями с дифференциальным выходом

Некоторые внешние усилители-преобразователи, например, такие как ME-230 производства НПП "МЕРА" имеют дифференциальные выходы каналов, которые могут быть подключены к входам модуля, как показано на рисунке А-6. Для данного подключения следует использовать кабель типа витая пара в экране.

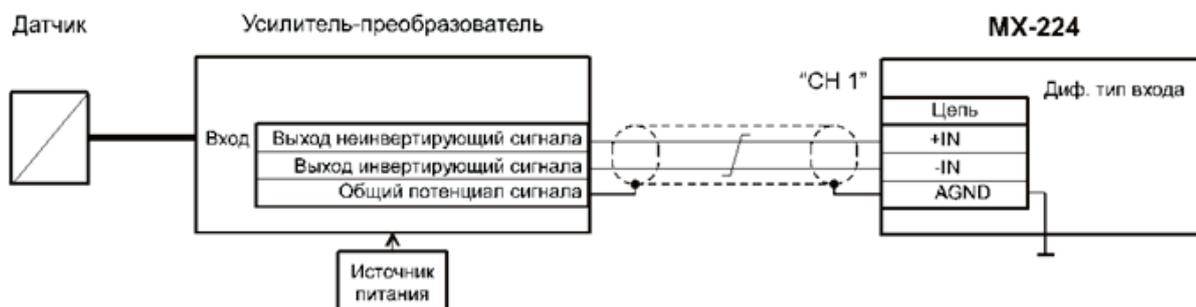


Рис А-6. Схема подключения внешнего усилителя-преобразователя к дифференциальному входу модуля MX-224

## Работа с датчиками и внешними усилителями с питанием током ICP

Датчики с встроенными усилителями-преобразователями (датчики типа ICP®, IEPE, Isotron®, DeltaTron® и аналогичные) или внешние усилители-преобразователи с питанием постоянным током по двухпроводной линии, такие как Edevco Model 2771, следует подключать к входам модуля, как показано на рисунках А-7 и А-8 соответственно. Для подключения может быть использован коаксиальный кабель. В меню настройки соответствующих каналов модуля необходимо включить питание ICP и выбрать требуемую величину тока питания датчика. При этом будут автоматически включены входные ФВЧ фильтры и выбран не дифференциальный тип входа для соответствующих каналов. Как правило, большее значение тока питания ICP выбирается при использовании соединительных кабелей большой длины (более 100 м) или при использовании кабелей с высокой величиной погонной электрической ёмкости.

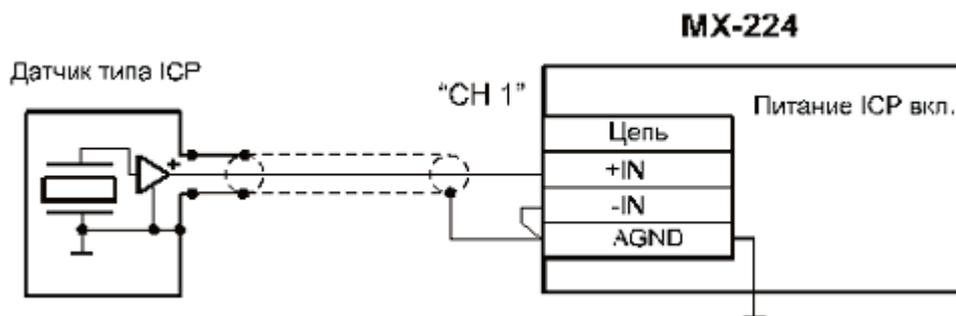


Рис А-7. Схема подключения датчика типа ICP к входу модуля МХ-224

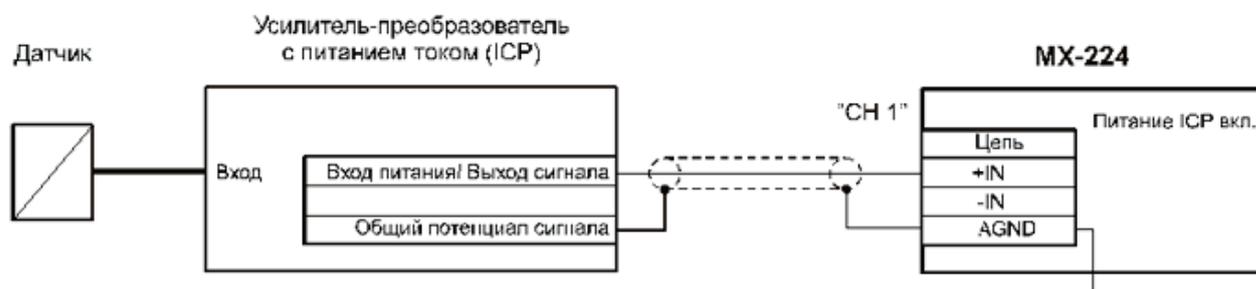


Рис А-8. Схема подключения внешнего усилителя преобразователя с питанием током ICP к входу модуля МХ-224

При подключении источников сигналов к модулям следует избегать образования замкнутых контуров земли (ground loops), которые могут являться источниками помех.

## Настройка измерительного канала

Изменение свойств измерительного канала модуля MX-224 происходит через его диалог настройки, который можно вызвать из диалога общей настройки MR-300 (см. рисунок А-9), либо непосредственно из списка каналов главного окна MR-300 (см. рисунок А-10).

Подробнее см. раздел [«Диалог настройки измерительных каналов»](#).

Диалог позволяет одновременно настраивать свойства произвольного числа каналов модулей MX-224 (требуемые каналы должны быть предварительно выделены).

Если измерительные каналы предварительно не были добавлены в список активных каналов, то их необходимо добавить как описано в разделе [«Добавление и настройка измерительных каналов»](#).

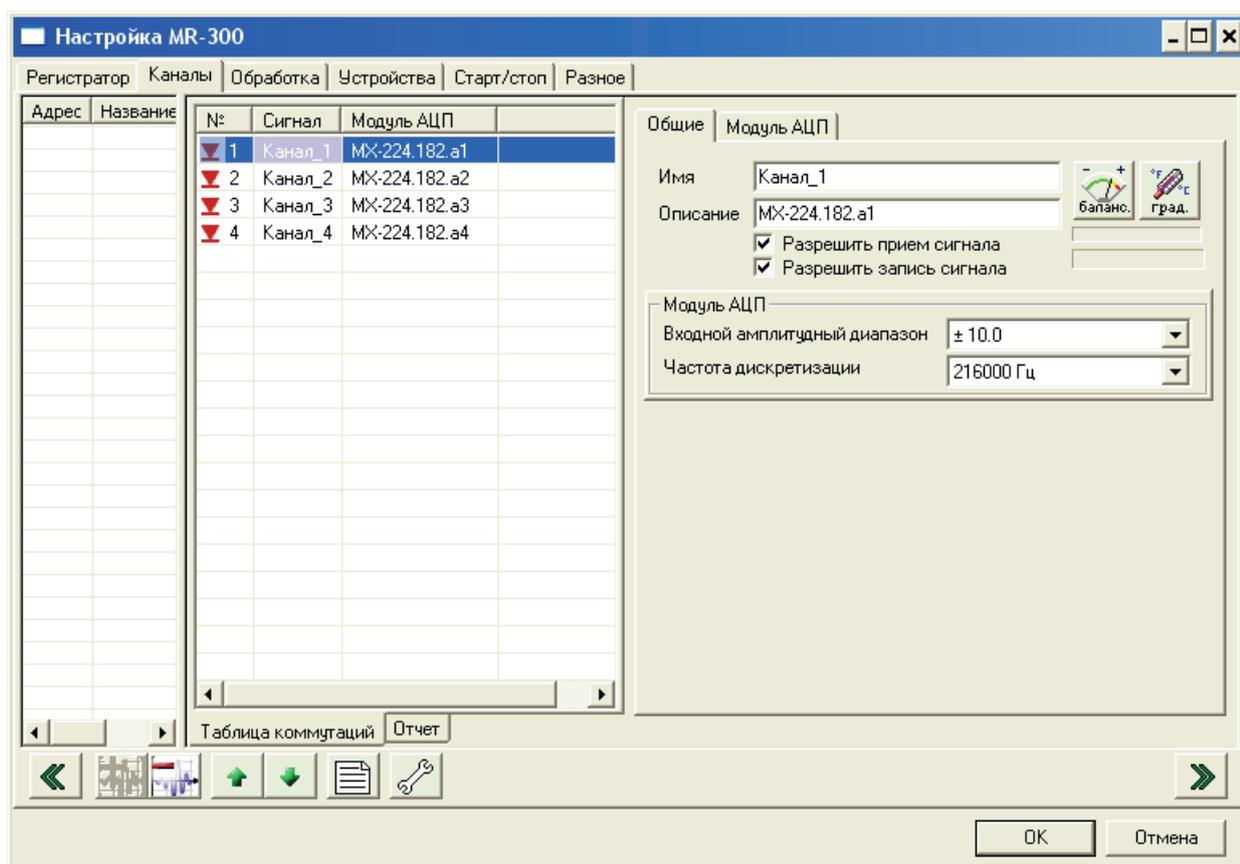


Рис А-9. Добавление измерительного канала модуля MX-224



Более подробная информация по управлению измерительным каналом изложена в разделе "Вкладка «Каналы» основного диалога настройки MR-300".

## Вкладка "Общие настройки"

Порядок вызова диалога настройки каналов, приведенного на рисунке А-10, описан в разделе ["Диалог настройки измерительных каналов"](#)

Вкладка "Общие" содержит основные и наиболее употребимые свойства всего измерительного канала. Остальные вкладки опциональные, и служат для более подробной настройки конкретного преобразователя (датчик/усилитель/АЦП). При отключении датчика его вкладка не отображается.

На рисунке А-10 приведены поля общих настроек измерительного канала. Ниже этих полей располагаются основные свойства АЦП.

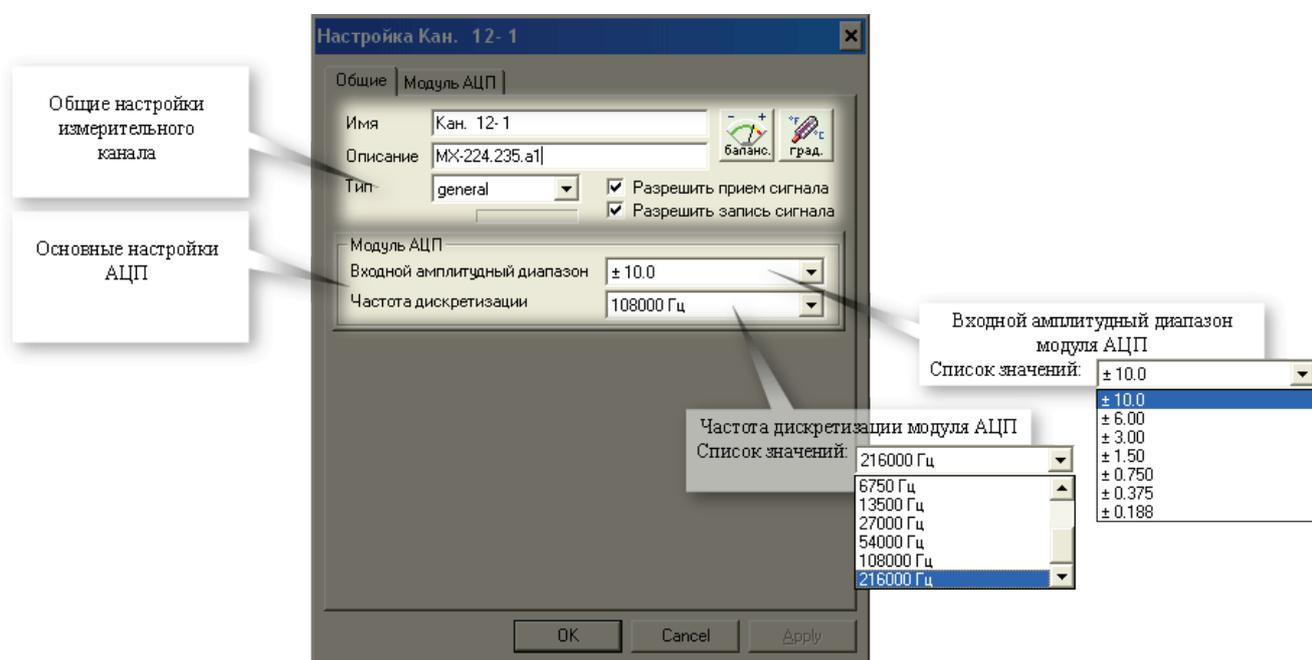


Рис А-10. Настройка канала. Вкладка "Общие настройки".

При добавлении в измерительный канал датчика, в диалоге, приведенном на рисунке А-10, будут отображены его краткие настройки. Подробнее см. раздел ["Панель настройки свойств измерительных каналов"](#).

## Вкладка "Модуль АЦП"

Во вкладке "Модуль АЦП", приведенной на рисунке А-11, содержатся поля, необходимые, для более подробной настройки измерительного канала.

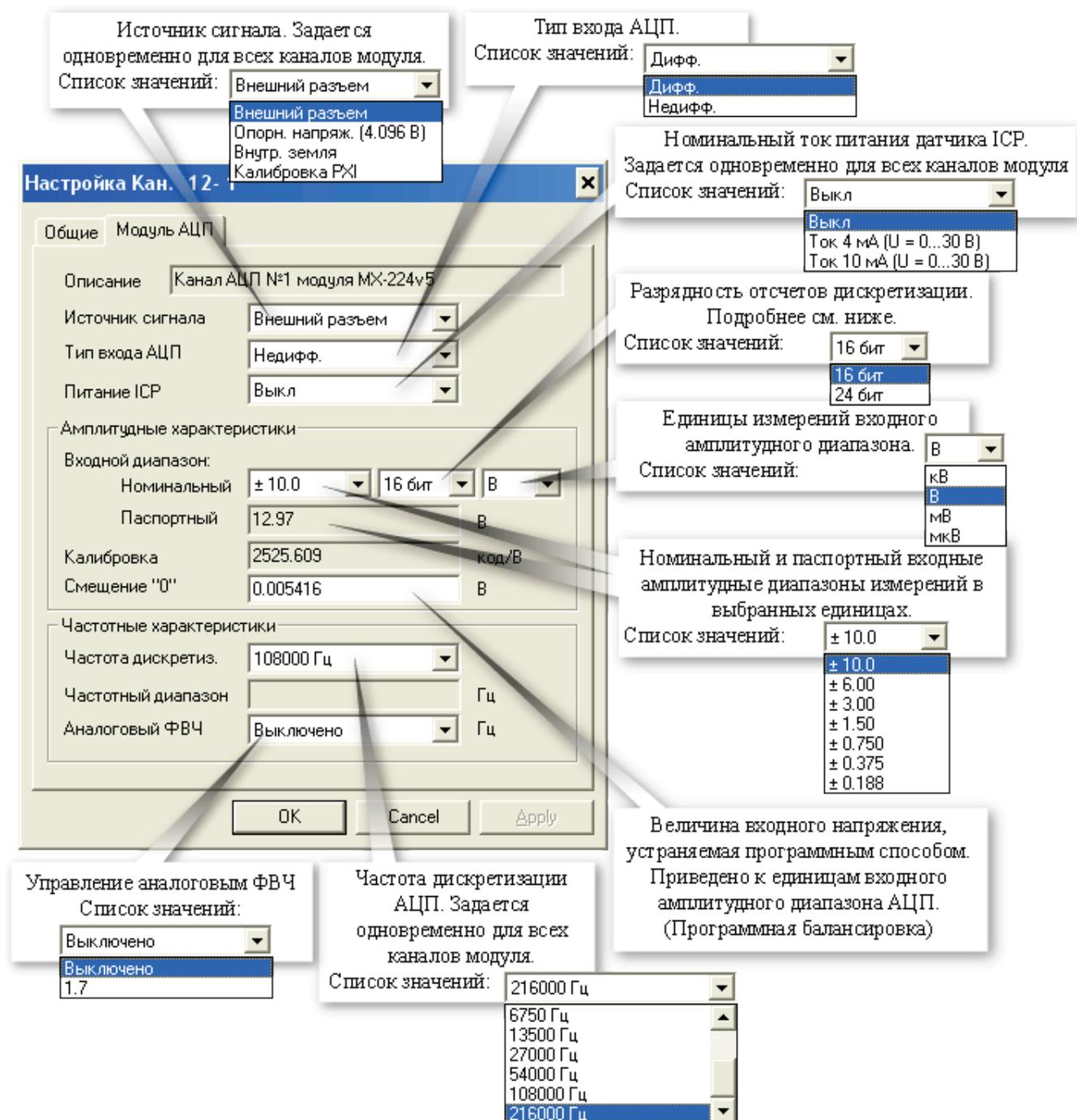


Рис А-11. Настройка канала. Вкладка "Модуль АЦП".

Если разрядность отсчетов дискретизации установлена в 24 бит, то в файл, фактически, записываются отсчеты в 32-битном знаковом формате (4 байта). В этом случае доступен только один входной амплитудный диапазон  $\pm 10$  В. С учетом собственного шума канала модуля АЦП (СКЗ шума не более 30 мкВ), количество эффективных разрядов АЦП не превышает 20 бит. При работе с реальными датчиками, случайный

шум всего измерительного канала (включая датчик) снижает число необходимых битов квантования до 17-18. Таким образом, при регистрации сигнала в 24-битном режиме, почти половина из 32-битного слова - избыточная. Как следствие - замеры занимают вдвое больше места и дольше обрабатываются в программах пост-обработки.

Для оптимизации расходования дискового места и повышения быстродействия, более предпочтительным является 16-битный режим с набором амплитудных диапазонов. Т.к. аппаратно амплитудный диапазон всего один ( $\pm 10$  В), амплитудные диапазоны образуются программно, путем деления исходного 24-битного диапазона на 2, 4, ...



## Конфигурирование датчиков

Для включения в измерительный канал датчика сначала необходимо добавить устройство - датчик соответствующего типа. Для этого необходимо на вкладке "Устройства" окна "Настройка MR-300" нажать кнопку "Добавить устройство" в нижней части окна. Затем в открывшемся окне "Добавить устройство" установить метку перед строкой "Датчик" и нажать кнопку "ОК". См. рисунок А-12.

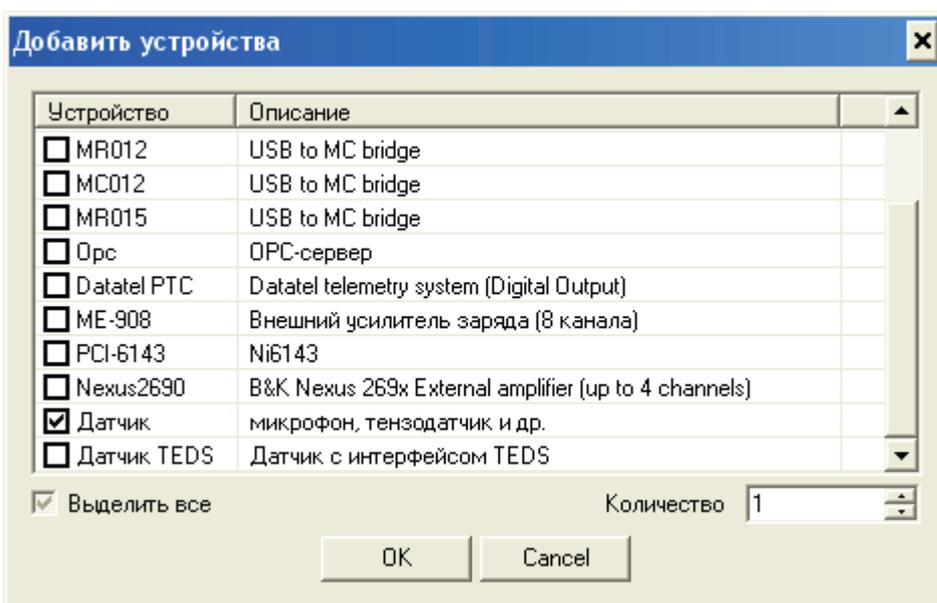


Рис А-12. Добавление датчика



При добавлении датчика можно указывать количество добавляемых датчиков (см. рисунок А-12).

Датчик будет добавлен в список устройств на вкладке "Устройства".

Далее необходимо выделить добавленный датчик и выбрать из поля "Тип датчика" в правой части окна значение "датчик давления / микрофон".

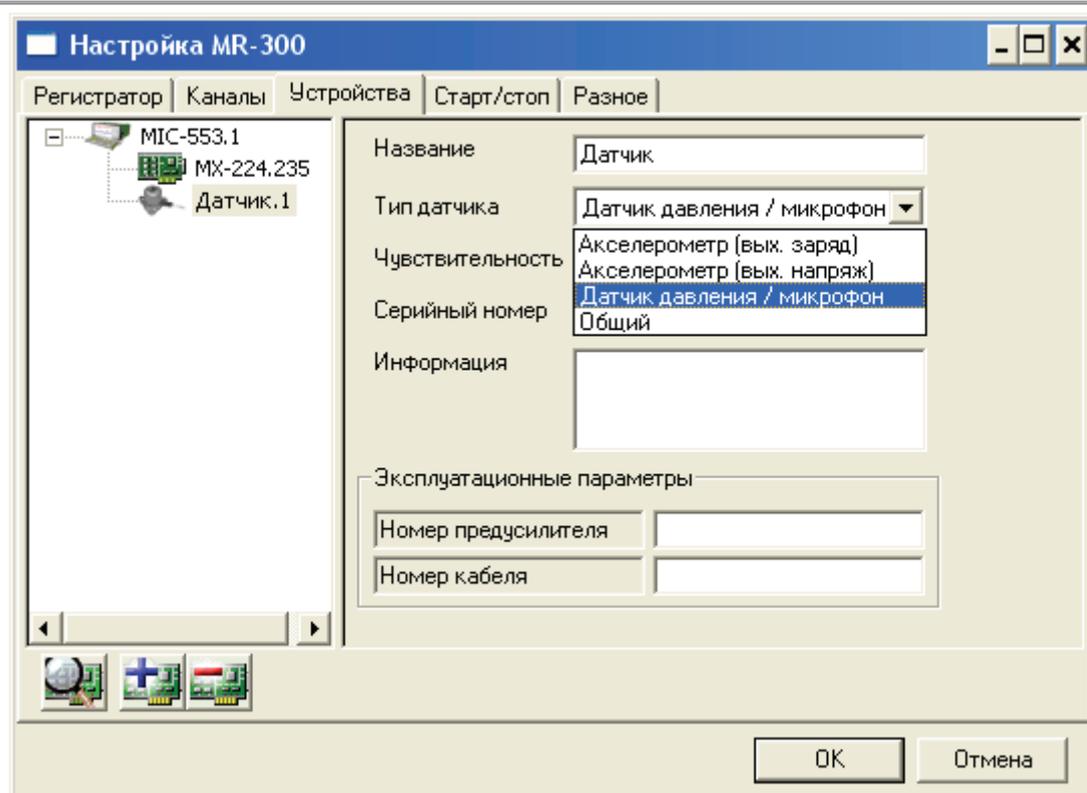


Рис А-13. Выбор типа датчика



Если у какого-либо существующего датчика изменить тип, то новым добавляемым датчикам будет присваиваться этот тип по-умолчанию.

При необходимости отредактировать поля "Название", "Серийный номер" и другие поля для идентификации и хранения информации о датчике и его подключении. Повторить действия для добавления требуемого количества датчиков для всех измерительных каналов.

Для того чтобы включить датчик в измерительный канал необходимо на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300" в таблице коммутаций выполнить двойной щелчок мышью в ячейке столбца "Датчик" измерительного канала и выбрать из выпадающего списка соответствующий датчик. При этом справа от таблицы коммутаций появится вкладка "Датчик", в которой необходимо ввести паспортные параметры датчика. См. рисунок А-14.

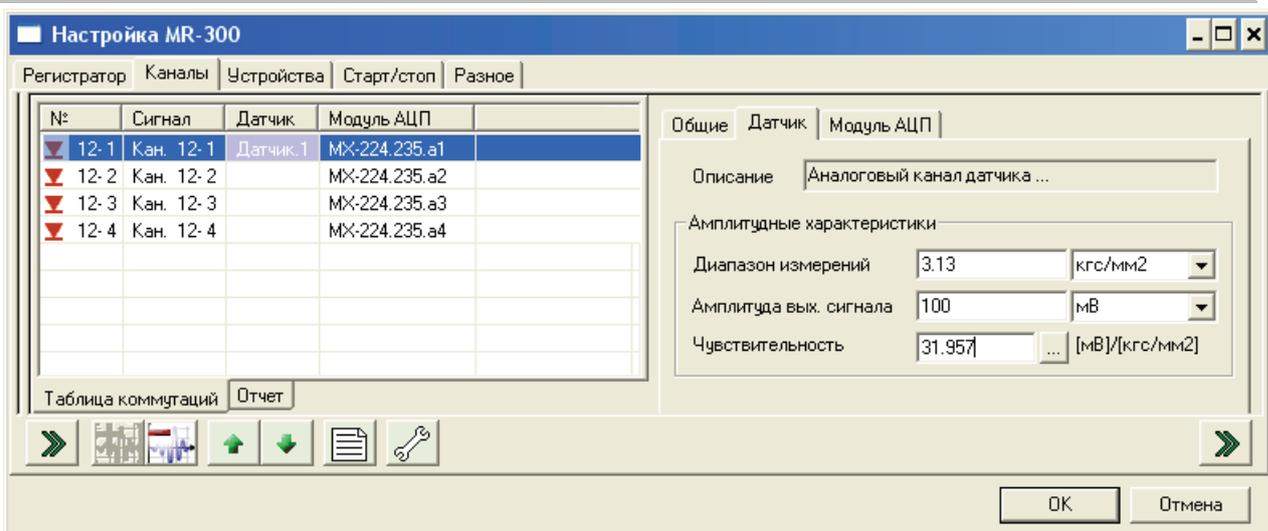


Рис А-14. Ввод параметров датчика

## Проверка настройки каналов

Для просмотра и проверки амплитудных и частотных характеристик измерительных каналов, получаемых в результате текущих настроек, необходимо на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300" выбрать вкладку "Отчет" в нижней части таблицы. В отчете будут указаны частотные характеристики, входные и выходные диапазоны составляющих частей измерительных каналов. При этом будут автоматически выделены измерительные каналы, имеющие ошибочные или несоответствующие параметры, например, несоответствие входных и выходных диапазонов. Измерительные каналы с включенными диагностическими средствами, например, с включенными источниками опорного напряжения или встроенными калибраторами будут выделены цветом. Подробнее см. [Вкладка "Каналы" - Проверка корректности настройки](#)

## Балансировка каналов

Для автоматической балансировки выделенного канала необходимо подать на его вход нулевой сигнал и нажать кнопку "Баланс.", расположенную на вкладке "Общие" ([см. Балансировка измерительного канала](#)), в результате выполнения значение, требуемое для компенсации смещения нуля, будет рассчитано и установлено в поле "Смещение 0" на вкладке "Модуль АЦП".

## Проверка работоспособности

Проверка работоспособности каналов может быть произведена с использованием встроенных средств модуля.

Для проверки работоспособности АЦП каналов необходимо активировать вкладку "Каналы" окна "Настройка MR-300" и в таблице коммутаций выбрать один или несколько каналов, работоспособность которых требуется проверить. Затем справа от таблицы коммутаций открыть вкладку "Модуль АЦП", выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Опорн. напряж. (4.096В)", выбрать из списка "Входной диапазон" значение не менее "±6.0 В" и выключить ФВЧ, выбрав соответствующее значение из списка "Аналоговый ФВЧ". Нажать кнопку "ОК" для сохранения сделанных изменений и закрытия текущего окна. Запустить режим просмотра в главном окне программы при помощи нажатия соответствующей кнопки

---

на панели управления. Оценка математического ожидания для всех проверяемых АЦП каналов должна быть равна 4,096 В  $\pm 0,1\%$ , при условии, что каналы были предварительно сбалансированы. После завершения проверки работоспособности АЦП каналов, следует восстановить их настройки.

## Метрология

Для просмотра информации о калибровке необходимо выбрать модуль из списка на вкладке "Устройства" окна "Настройка MR-300" и открыть вкладку "Метрология". См. рисунок А-15.

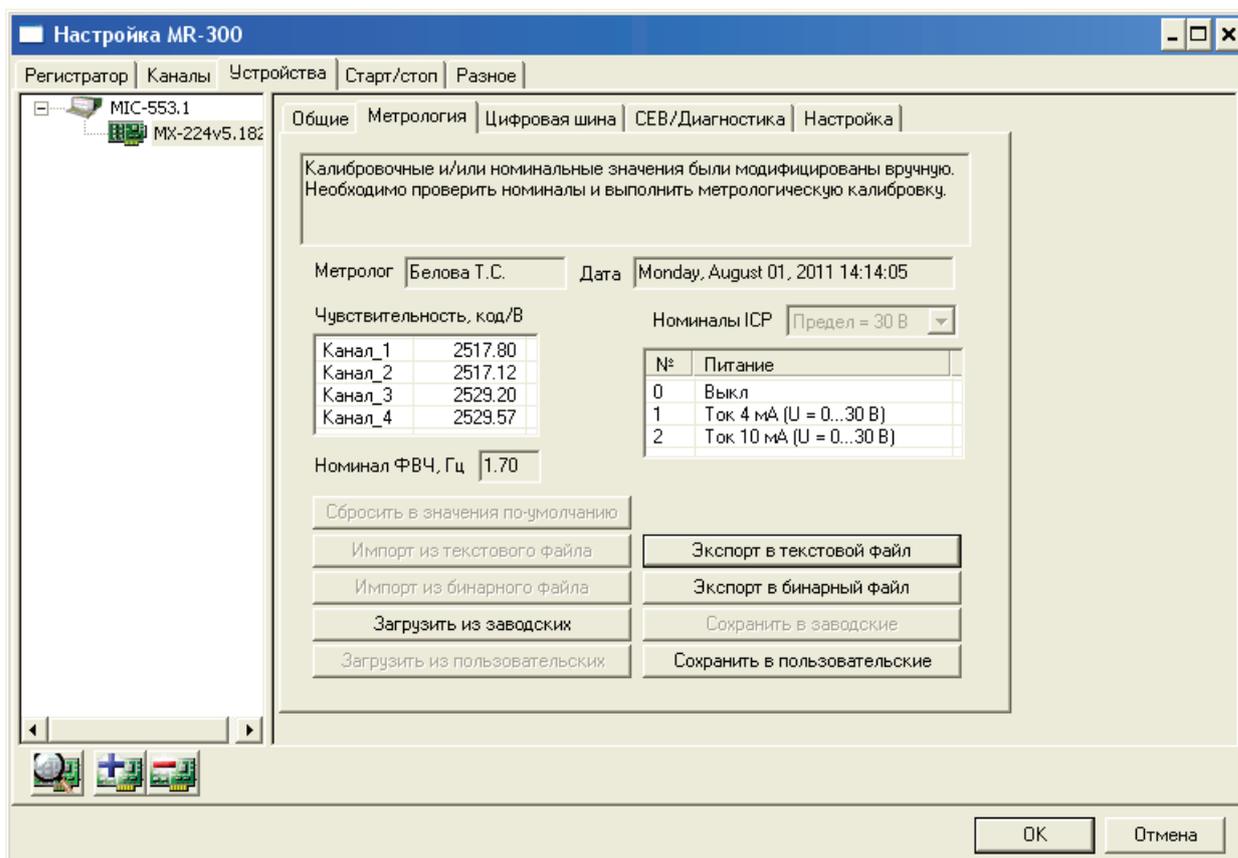


Рис А-15. Настройка модуля. Вкладка "Метрология".

На вкладке "Метрология" отображаются диагностические сообщения, дата последней заводской калибровки модуля, текущие калибровки модуля, номиналы частот среза встроенных фильтров модуля, списки доступных режимов модуля, команды для работы с данными калибровок. Набор действий доступных для работы с калибровочными данными зависит от текущих прав доступа. Полный перечень калибровок и номиналов данного модуля можно увидеть в текстовом файле, предварительно создав его с помощью команды "Экспорт в текстовый файл"

Команда "Загрузить из заводских" служит для загрузки калибровок из ППЗУ модуля в файл текущих калибровок программы MR-300. Выполнение команды "Загрузить из заводских" требуется после перекалибровки модуля или получения сообщения о несовпадении данных файла текущих калибровок MR-300 и данных в ППЗУ модуля.

Команды "Экспорт в текстовый файл" и "Экспорт в бинарный файл" предназначены для сохранения текущих калибровок модуля в файл с целью сохранения и передачи производителю при возникновении проблем.

## Индикация состояний канала

Светодиодные индикаторы, установленные на передней панели (поз.2 на рисунке А-1), служат для индикации текущего состояния каналов модуля. Непосредственно после включения электропитания индикаторы включаются и светятся красным цветом. После загрузки ПО MR-300 и инициализации модуля индикаторы каналов принимают состояние в соответствии с таблицей А-4.

Таблица А-4. Индикация состояний канала

Состояние индикатора канала	Состояние канала
Зеленый	Нормальное функционирование датчика типа ICP
Выключен	Обрыв в цепи питания датчика типа ICP

## Неисправности и методы их устранения

При обнаружении неисправностей перечисленных в следующей таблице ремонт производится силами обслуживающего персонала.

Таблица А-5. Неисправности и методы их устранения

Описание неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Индикатор состояния канала выключен	Обрыв кабеля	Проверить кабель
Канал не регистрирует данные в режиме ПРОСМОТР	Неправильно настроен источник тактовой частоты	Настроить на вкладке "Цифровые шины"
Канал не регистрирует данные в режиме ПРОСМОТР	Неправильно настроена линия SYNC	Настроить PXI-бриджи
Канал регистрирует "нулевой" сигнал	Не правильно выбран источник сигнала модуля АЦП	Выбрать опцию "Внешний разъем"

При обнаружении неисправностей не указанных в таблице или повреждений, например, разъемов комплекса, или электронных компонентов, ремонт комплекса должны выполнять специалисты предприятия-изготовителя.

## Приложение В.

### МХ-340 АЦП с тензоусилителем

#### *Назначение и область применения*

Модуль МХ-340 представляет собой многоканальный аналого-цифровой измерительный преобразователь со встроенными программно отключаемыми усилителями и взвешенными источниками тока для питания внешних тензорезисторов. Преобразование входных сигналов осуществляется посредством отдельных аналого-цифровых преобразователей одновременно (синхронно) по всем каналам модуля.

Модуль МХ-340 предназначен для проведения измерений статических и динамических (быстропеременных) параметров с применением следующих источников сигналов: тензодатчиков, выполненных по схеме измерительного моста, полумоста, четвертьмоста, одиночных тензорезисторов, датчиков со встроенными усилителями-преобразователями (типа ICP™, IEPE, Isotron™, Deltatron™ и аналогичных), датчиков генераторного типа и внешних усилителей-преобразователей с выходным сигналом в виде электрического напряжения.

Питание (возбуждение) тензодатчика каждого канала осуществляется посредством согласованной пары источников постоянного тока для реализации балансной схемы на входе инструментального усилителя и соответствующего более эффективного (в сравнении с несимметричным (заземленным) источником тока) подавления внешних электростатических помех, действующих на проводники соединительного кабеля. Режимы питания (возбуждения) тензодатчиков (регулируемой величиной тока или напряжения) устанавливаются программно, независимо для каждого канала.

Модуль МХ-340 предназначен для установки в крейт стандарта compact PCI/PXI с местами для установки модулей типоразмера 3U.

Управление модулями, измерение, экспресс-анализ и регистрация сигналов осуществляется средствами программы MEPA MR-300

Основная область применения модулей - исследование быстропеременных процессов, диагностика и контроль состояния элементов подвижных (вращающихся) механизмов и машин.

## Основные технические характеристики модуля МХ-340

Таблица В-1. Основные технические характеристики

Количество каналов	4
Режим работы канала по входу (тип входа)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- одиночный тензорезистор;</li> <li>- потенциометр;</li> <li>- четвертьмост (2 и 3-проводное подключение);</li> <li>- полумост (3 и 5-проводное подключение);</li> <li>- мост (4 и 6-проводное подключение);</li> <li>- дифференциальный вход по напряжению;</li> <li>- недифференциальный вход по напряжению;</li> <li>- недифференциальный вход по напряжению с питанием датчика типа <b>ICP</b>;</li> </ul>
Диапазоны измерения напряжения с включенным встроенным тензометрическим усилителем (в зависимости от коэффициента усиления $K_u$ усилителя)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\pm 10</math> В (<math>K_u=1</math>);</li> <li><math>\pm 100</math> мВ (<math>K_u=100</math>);</li> <li><math>\pm 50</math> мВ (<math>K_u=200</math>);</li> <li><math>\pm 20</math> мВ (<math>K_u=500</math>);</li> <li><math>\pm 10</math> мВ (<math>K_u=1000</math>);</li> <li><math>\pm 5</math> мВ (<math>K_u=2000</math>);</li> <li><math>\pm 2</math> мВ (<math>K_u=5000</math>);</li> <li><math>\pm 1</math> мВ (<math>K_u=10000</math>);</li> </ul>
Диапазоны измерения напряжения с выключенным встроенным тензометрическим усилителем (количество разрядов)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\pm 10</math> В (АЦП 24 бит)*;</li> <li><math>\pm 10</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 6</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 3</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 1,5</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 0,75</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 0,375</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 0,188</math> В (АЦП 16 бит);</li> </ul>
Частота дискретизации сигналов $F_s$	<ul style="list-style-type: none"> <li>421,9 Гц</li> <li>843,8 Гц</li> <li>1687,5 Гц</li> <li>3375 Гц</li> <li>6750 Гц</li> <li>13500 Гц</li> <li>27 кГц</li> <li>54 кГц</li> <li>108 кГц</li> <li>216 кГц</li> </ul>
Диапазон установки токов питания (возбуждения) датчиков	3,0...17,0 мА

## АЦП с тензоусилителем МХ-340

Диапазон установки напряжений питания (возбуждения) датчиков	2...18 В
Номинальное сопротивление встроенных дополнений для четвертьмостовых датчиков	350 Ом (стандартное исполнение **)
Диапазон аппаратной балансировки (смещения нуля) встроенных усилителей (приведенный к входу)	±100 мВ
Частота среза отключаемого ФВЧ 1-го порядка встроенных усилителей по уровню -3 дБ	1,1 Гц (стандартное исполнение)
Частоты среза отключаемого ФНЧ 3-го порядка встроенных усилителей по уровню -3 дБ	10 кГц и 40 кГц (стандартное исполнение)
Величина тока питания датчика типа ICP (в диапазоне выходных напряжений от 0,5 до 22 В)	4 ±0,4 мА 10 ±0,5 мА
Номинальные сопротивления встроенных калибровочных шунтов (стандартная поставка)	сохраняется в ППЗУ модуля и отображается в меню настройки (59,9 кОм и 174,4 кОм)
Номинальное сопротивление встроенных имитаторов датчиков (тензодатчиков)	200 Ом
Номинальные напряжение опорных уровней подключаемых на входы АЦП	0 В ("внутр. земля") 4,096 В ("опорн. напряж.")
Номинальное напряжение калибровочного уровня подключаемого на входы встроенных усилителей	-5 мВ

\* размер отсчета дискретизации сигнала при регистрации на диск в 24-битном режиме равен 4 байтам

\*\* номинал определяется заказчиком на этапе изготовления измерительного модуля

## Нормируемые метрологические характеристики

Таблица В-2. Нормируемые метрологические характеристики

Пределы основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока в диапазоне измерений $\pm 10\text{В}$ при отключенном тензометрическом усилителе	$\pm 0,1\%$
Пределы основной приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока частотой $1\text{кГц}$ в диапазоне измерений $\pm 10\text{В}$ при отключенном тензометрическом усилителе	$\pm 0,1\%$
Неравномерность АЧХ в диапазоне частот от $0\text{ Гц}$ до $40\text{ кГц}$ при отключенном тензометрическом усилителе, не более	$\pm 0,015\text{ дБ}$
Неравномерность АЧХ в диапазоне частот от $40$ до $100\text{ кГц}$ при отключенном тензометрическом усилителе, не более	$\pm 0,15\text{ дБ}$
Пределы основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока при включенном тензометрическом усилителе	$\pm 0,15\%$
Пределы основной приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока частотой $1\text{ кГц}$ при включенном тензометрическом усилителе	$\pm 0,15\%$
Неравномерность АЧХ в диапазоне частот от $0\text{ Гц}$ до $30\text{ кГц}$ при включенном тензометрическом усилителе, не более	$\pm 0,15\text{ дБ}$
Неравномерность АЧХ в диапазоне частот от $30\text{ кГц}$ до $100\text{ кГц}$ при включенном тензометрическом усилителе, не более	$\pm 1,0\text{ дБ}$
Пределы относительной погрешности установки напряжения питания (возбуждения) тензодатчиков	$\pm 0,1\%$
Пределы относительной погрешности установки тока питания (возбуждения) тензодатчиков	$\pm 0,2\%$
Дополнительная погрешность измерения от изменения температуры в диапазоне от $5^\circ$ до $50^\circ\text{C}$	$\pm 0,1\%$

Остальные метрологические и эксплуатационные характеристики приведены в руководстве по эксплуатации модуля МХ-340.

## Конструктивное исполнение модуля

Модуль МХ-340 состоит из основной печатной платы с закрепленной на ней передней панелью и дочерней платы. На передней панели (поз.1 на рисунке В-1) размещены четыре входных разъема (поз.5 на рисунке В-1), предназначенные для подключения источников сигналов (датчиков), и светодиодные индикаторы (поз.2 на рисунке В-1).

Для установки и извлечения модуля из слота крейта служит экстрактор с рычагом и фиксатором (поз.3 на рисунке В-1). Невыпадающие винты (поз.4 на рисунке В-1) на передней панели предназначены для крепления модуля к конструкции крейта.

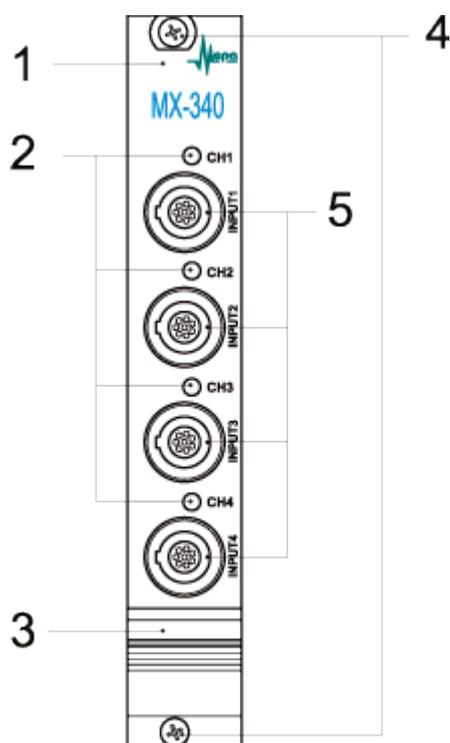


Рисунок В-1. Передняя панель модуля МХ-340

1 - планка передней панели; 2 - индикаторы состояния каналов; 3 - экстрактор с рычагом и фиксатором; 4 - невыпадающие винты; 5 - входные разъемы.

## Разъемы

На передней панели модуля установлены восьмиконтактные разъемы типа LEMO EGG.1B.308 (контакты типа гнездо) (поз.5 на рисунке В-1). Разъемы предназначены для подключения источников сигнала (тензорезисторов, выходов внешних усилителей-преобразователей, датчиков типа ICP).

Расположение контактов разъемов LEMO EGG 1B 308 показано на рисунке В-2. Назначение контактов входных разъемов модулей приведено в таблице В-3. Для подключения к входному разъему на соединительном кабеле должны быть смонтированы разъемы типа LEMO FGG.1B.308.

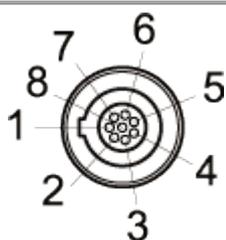


Рисунок В-2. Расположение контактов входного разъема LEMO EGG.1B.308. Вид на переднюю панель модуля

На соединительных кабелях должны монтироваться разъемы типа LEMO FGG 1B 308 (имеют контакты типа вилка), которые являются ответной частью для разъемов, установленных на модуле.

Таблица В-3. Назначение контактов входных разъемов

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	+EXC	Выход высокого потенциала источника питания (возбуждения) внешнего датчика
	2	+REF	Вход обратной связи высокого потенциала источника питания (возбуждения) внешнего датчика
	3	QB	Вывод встроенного четвертьмостового дополнения
	4	+IN	Вход неинвертирующий встроенного усилителя/ Выход питания датчика <b>ICP</b> и вход сигнала датчика <b>ICP</b> *
	5	-IN	Вход инвертирующий встроенного усилителя/ Общий потенциал питания и сигнала датчика <b>ICP</b> *
	6	-REF	Вход обратной связи низкого потенциала источника питания (возбуждения) внешнего датчика
	7	-EXC	Выход низкого потенциала источника питания (возбуждения) внешнего датчика
	8	AGND	Вывод общего потенциала (аналоговой земли)

\* В режиме работы входа "ICP"

В качестве ответной части используется вилка LEMO FGG.1B.303.CLAD62.

## Функциональная схема модуля МХ-340

Функциональная схема модуля МХ-340 приведена на рисунке В-3.

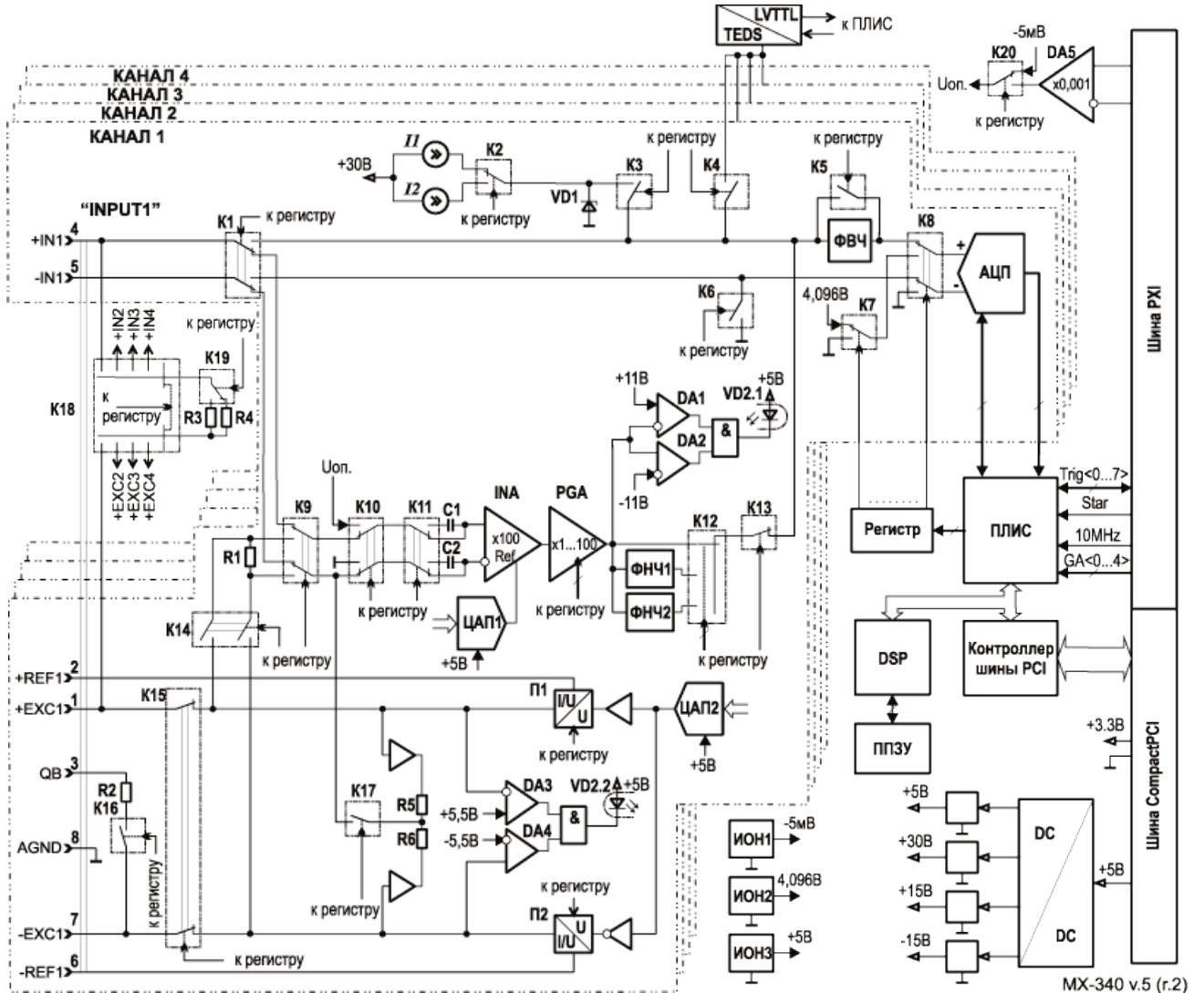


Рисунок В-3. Функциональная схема модуля МХ-340.

Подробное описание функционирования структурных элементов усилителя изложено в "Руководстве по эксплуатации МХ-340".

## Подключение источников сигнала

Для включения режимов работы канала по входу "Одиночный тензорезистор", "Потенциометр", "Четвертьмост", "Полумост", "Мост" необходимо включить встроенные тензометрические усилители. Порядок включения описан в разделе [«Включение/выключение встроенного тензометрического усилителя»](#).



*При добавлении новых каналов (из списка доступных в список используемых) встроенные усилители включены по-умолчанию.*

Для включения режимов работы канала, связанных с внешними усилителями-преобразователями или датчиками типа **ICP**, выходными сигналами которых является электрическое напряжение, необходимо [отключить](#) встроенные усилители соответствующих каналов модуля в меню настройки.

### Одиночный тензорезистор

Для измерения переменной составляющей выходного сигнала тензодатчика (т.н. динамических измерений) могут быть применены режимы модуля "Тензометр" и "Потенциометр".

Для включения режимов используется либо вкладка ["Встроенный усилитель"](#), либо вкладка ["Тензометрический датчик"](#) (если в состав **ИК** включен элемент ["Тензодатчик"](#)). Из выпадающего списка "Входной диапазон" выбрать значение входного диапазона или коэффициент усиления из списка "к усиления" (при выборе значения одного параметра, значение второго будет установлено автоматически, т.к. они взаимосвязаны). Входной амплитудный диапазон усилителя следует выбирать не меньше, чем ожидаемый выходной диапазон сигнала датчика.

На вкладке ["Модуль АЦП"](#) выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Входной разъем", а из списка "Номинальный входной диапазон" - значение входного диапазона АЦП. Измененные настройки сохраняются при закрытии окна при помощи кнопки "ОК".

Перед проведением измерений или регистрацией сигналов следует убедиться, что выключен встроенный шунт. И источник сигнала встроенного усилителя задан правильно.

В режиме "Тензометр" питание (возбуждение) внешнего тензорезистора осуществляется регулируемой величиной постоянного тока. Режим (тип датчика) "Тензометр" и величину тока питания (возбуждения) тензорезистора устанавливают в меню настройки канала, при этом на входе встроенного усилителя автоматически включается ФВЧ. Тензорезистор должен быть подключен к каналу модуля, как показано на рисунке В-4.

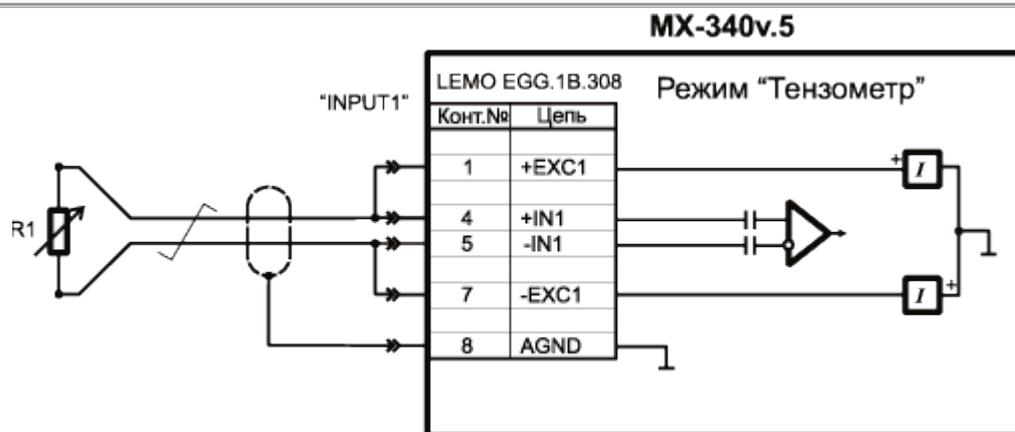


Рисунок В-4. Схема подключения тензорезистора для режима "Тензометр"

В качестве соединительной линии следует использовать кабель с проводниками типа витая пара или экранированная витая пара. В режиме "Тензометр" чувствительность схемы не зависит от изменения электрического сопротивления проводников соединительного кабеля.

В режиме "Тензометр" (в версии модуля МХ-340v5) использование встроенного шунта недоступно.

Балансировка канала перед началом измерений в режиме "Тензометр" не требуется.

### **Потенциометр**

В режиме "Потенциометр" питание (возбуждение) внешнего тензорезистора осуществляется постоянным током с регулируемой величиной напряжения. В режиме "Потенциометр" тензорезистор должен быть подключен к каналу модуля, как показано на рисунке В-5.

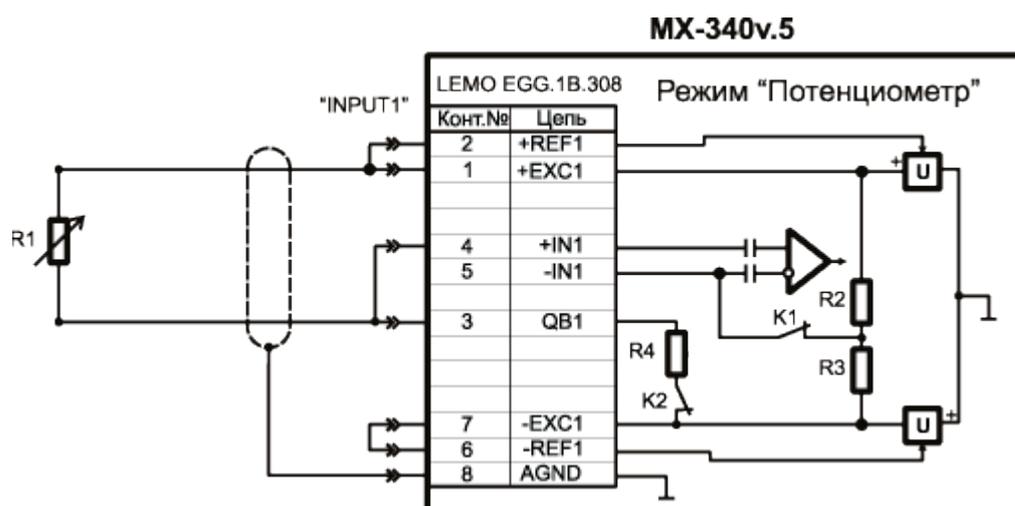


Рисунок В-5. Схема подключения тензорезистора для режима "Потенциометр"

Режим (тип датчика) "Потенциометр" и величина напряжения питания (возбуждения) тензорезистора устанавливается в меню настройки канала, при этом автоматически включается встроенный дополняющий резистор (R4 на рисунке В-5) и ФВЧ на входе встроенного усилителя. Режим "Потенциометр" находит применение при подключении соединительной линии через контакты токосъемников. В режиме "Потенциометр" чувствительность схемы зависит от сопротивления проводни-

ков соединительного кабеля (чувствительность уменьшается с увеличением сопротивления проводников). В качестве соединительной линии следует использовать экранированный кабель.

Балансировка канала перед началом измерений в режиме "Потенциометр" не требуется.

Для проверки работоспособности канала следует использовать режим "Динамический шунт 59,9 кОм (20 Гц)" и "Динамический шунт 174,4 кОм (20 Гц)". См. [Проверка работоспособности - шунты](#)

### Четвертьмост

Для измерения динамических и статических параметров могут быть применены как готовые тензодатчики, так и отдельные тензорезисторы, соединенные по схеме измерительного моста, полумоста или четвертьмоста.

Двухпроводное подключение тензорезистора или тензодатчика, включенного по схеме четвертьмоста с питанием (возбуждением) регулируемым напряжением постоянного тока, показанное на рисунке В-6, может применяться для измерений статических и динамических параметров при постоянной температуре и относительно коротких проводах соединительной линии. При изменении температуры и соответствующего изменению сопротивления проводников соединительной линии начальная балансировка (температурный дрейф нуля) и чувствительность данной схемы изменяются. Нелинейность четвертьмостовой схемы с питанием (возбуждением) регулируемым напряжением постоянного тока составляет 0,5%/‰ (при равенстве сопротивлений тензорезисторов и дополнений). В меню настройки канала необходимо установить тип входа "Четвертьмост", режим регулирования и требуемую величину напряжения питания (возбуждения) тензодатчика (максимальное напряжение зависит от сопротивления нагрузки), выключить или включить встроенные аналоговые фильтры. Сопротивление внешнего тензорезистора должно быть равно сопротивлению встроенного четвертьмостового дополнения  $R_d$ . Перед началом измерений статических параметров следует проводить балансировку канала.

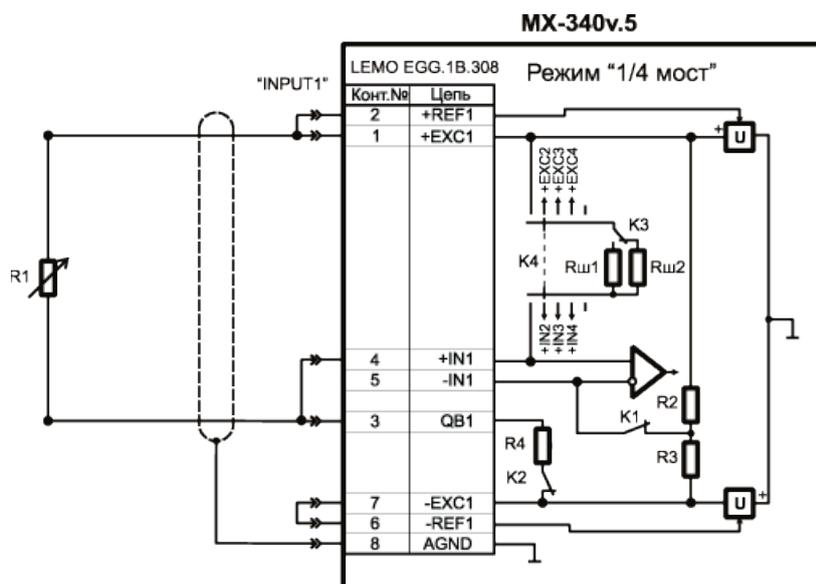


Рисунок В-6. Схема 2-проводного подключения тензорезистора по схеме четвертьмоста с питанием регулируемым напряжением

Двухпроводное подключение тензорезистора или тензодатчика, включенного по схеме четвертьмоста и питанием (возбуждением) регулируемым постоянным током, показанное на рисунке В-7, может применяться для измерений как статических, так и динамических параметров. Преимуществами данной схемы (а именно возбуждение датчика регулируемым током) по сравнению со схемой, приведенной на рисунке В-6, являются постоянная чувствительность при изменении сопротивления проводников соединительного кабеля (например, при изменении температуры) и меньшая величина нелинейности (0,25%/‰ при равенстве сопротивлений тензорезисторов и дополнений). При изменении температуры и соответствующего изменения сопротивления проводников соединительной линии начальная балансировка изменяется (температурный дрейф нуля). В меню настройки канала необходимо установить тип входа "Четвертьмост", режим регулирования и требуемую величину тока питания (возбуждения) тензодатчика (максимальная величина тока в зависимости от сопротивления нагрузки), включить или выключить встроенные аналоговые фильтры. Перед началом измерений статических параметров следует проводить балансировку канала.

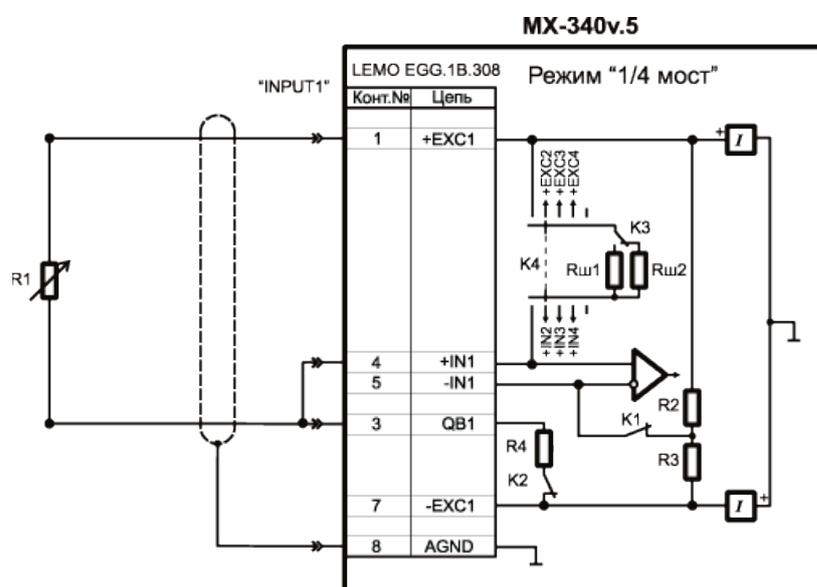


Рисунок В-7. Схема 2-проводного подключения тензорезистора по схеме четвертьмоста с питанием регулируемым током

Трехпроводное подключение тензорезистора или тензодатчика, включенного по схеме четвертьмоста с питанием (возбуждением) регулируемым напряжением постоянного тока, показанное на рисунке В-8 обеспечивает независимость балансировки от изменения температуры (температурного дрейфа нуля) и сопротивления проводников соединительной линии (при условии, что проводники цепей "-EXC" и "SHUNT" одинаковые). При этом чувствительность схемы зависит от сопротивления проводников соединительного кабеля. Нелинейность схемы составляет 0,5%/‰ (при равенстве сопротивлений тензорезисторов и дополнений). В меню настройки канала необходимо установить тип входа "Четвертьмост", режим регулирования и требуемую величину напряжения питания (возбуждения) тензодатчика (максимальное напряжение зависит от сопротивления нагрузки), выключить или включить встроенные аналоговые фильтры. Сопротивление внешнего тензорезистора должно быть равно сопротивлению встроенного четвертьмостового дополнения  $R_d$ . Перед началом измерений статических параметров следует проводить балансировку канала.

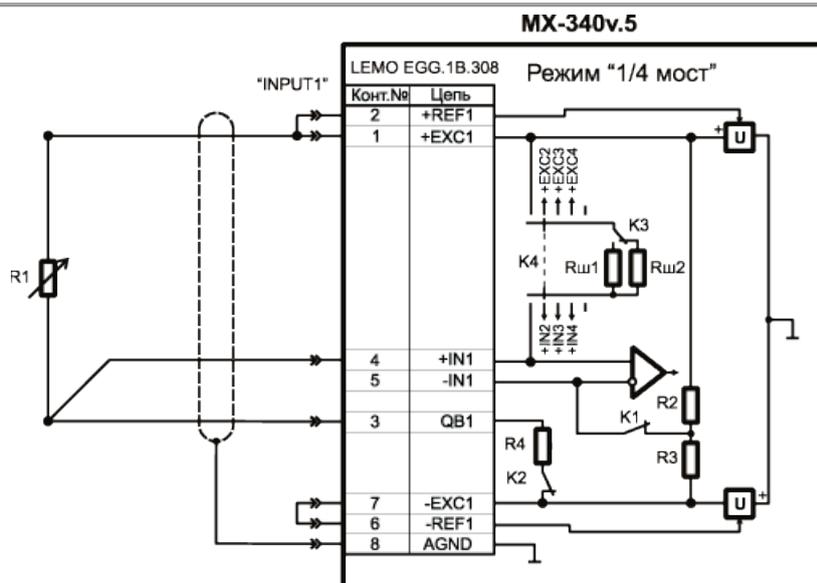


Рисунок В-8. Схема 3-проводного подключения тензорезистора по схеме четвертьмоста с питанием регулируемым напряжением

Для проверки работоспособности и калибровки можно использовать встроенные шунты как описано в пункте [Проверка работоспособности - шунты](#)

### Полумост

Полумостовые тензодатчики или тензорезисторы, включенные по схеме измерительного полумоста с питанием (возбуждением) регулируемым напряжением постоянного тока могут быть подключены, как показано на рисунках В-9 и В-10. Оба тензорезистора полумоста могут быть активными или один из тензорезисторов может служить для компенсации температурного расширения материала. Активные тензорезисторы располагают на объекте измерения таким образом, чтобы они деформировались на одинаковую величину, но с противоположным знаком (один тензорезистор подвергается растяжению, другой сжимается). Нелинейность полумостовой схемы с одним активным (и одним компенсирующим) тензорезистором с питанием (возбуждением) регулируемым напряжением постоянного тока составляет 0,5%/‰ (при равенстве сопротивлений тензорезисторов и дополнений). Полумостовая схема с двумя активными тензорезисторами линейна. Чувствительность трехпроводной схемы подключения полумоста, показанной на рисунке В-9, зависит от сопротивления проводников соединительного кабеля и их температуры, а балансировка не зависит (при условии, что проводники цепей "+EXC" и "-EXC" одинаковые). Чувствительность и балансировка пятипроводной схемы подключения, показанной на рисунке В-10, не зависят от сопротивления проводников соединительного кабеля и их температуры (проводники цепей "+EXC" и "-EXC" должны быть одинаковые). В меню настройки канала необходимо установить тип входа "Полумост", режим регулирования и величину напряжения питания (возбуждения) тензодатчика (максимальная величина напряжения зависит от сопротивления нагрузки), выключить или включить встроенные аналоговые фильтры. Перед началом измерений статических параметров следует выполнять балансировку канала.

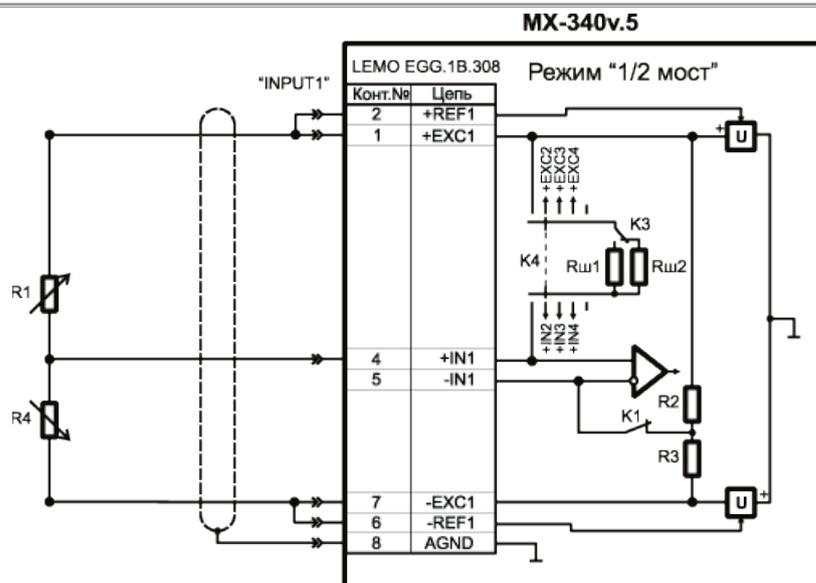


Рисунок В-9. Схема 3-проводного подключения тензорезисторов по схеме полумоста с питанием регулируемым напряжением

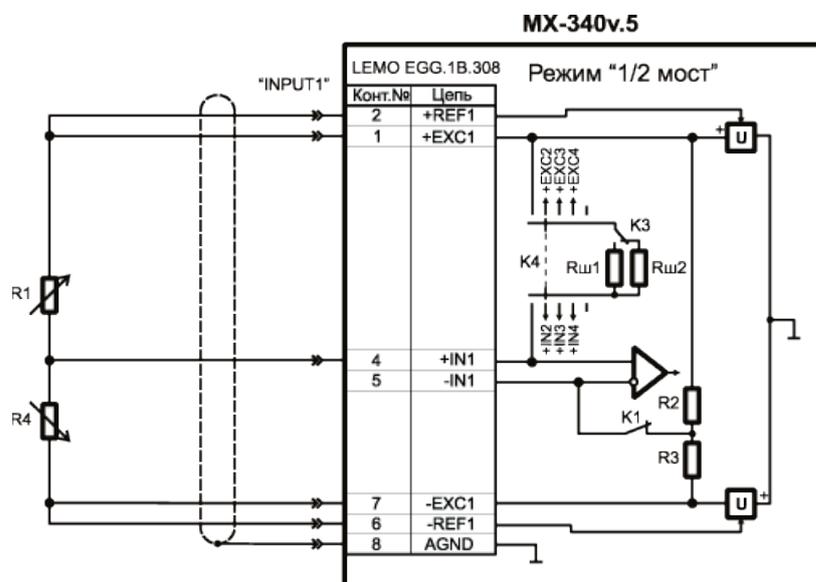


Рисунок В-10. Схема 5-проводного подключения тензорезисторов по схеме полумоста с питанием регулируемым напряжением

Полумостовые тензодатчики или тензорезисторы, включенные по схеме измерительного полумоста с питанием (возбуждением) регулируемым постоянным током могут быть подключены, как показано на рисунке В-11. Оба тензорезистора полумоста могут быть активными или один из тензорезисторов может служить для компенсации температурного расширения материала. Активные тензорезисторы располагают на объекте измерения таким образом, чтобы они деформировались на одинаковую величину, но с противоположным знаком (один тензорезистор подвергается растяжению, другой сжимается). Нелинейность полумостовой схемы с одним активным (и одним компенсирующим) тензорезистором с питанием (возбуждением) регулируемым постоянным током составляет 0,25%/‰ (при равенстве сопротивлений тензорезисторов и дополнений). Полумостовая схема с двумя активными тензорезисторами линейна. Чувствительность и балансировка схемы не зависят от изменения сопротивления проводников соединительного кабеля (проводники цепей "+EXC" и "-EXC" должны быть одинаковые). В меню настройки канала необходимо установить тип входа "Полумост", режим регулирования и вели-

чину тока питания (возбуждения) тензодатчика (максимальная величина тока зависит от сопротивления нагрузки), выключить или включить встроенные аналоговые фильтры. Перед началом измерений статических параметров следует выполнять балансировку канала.

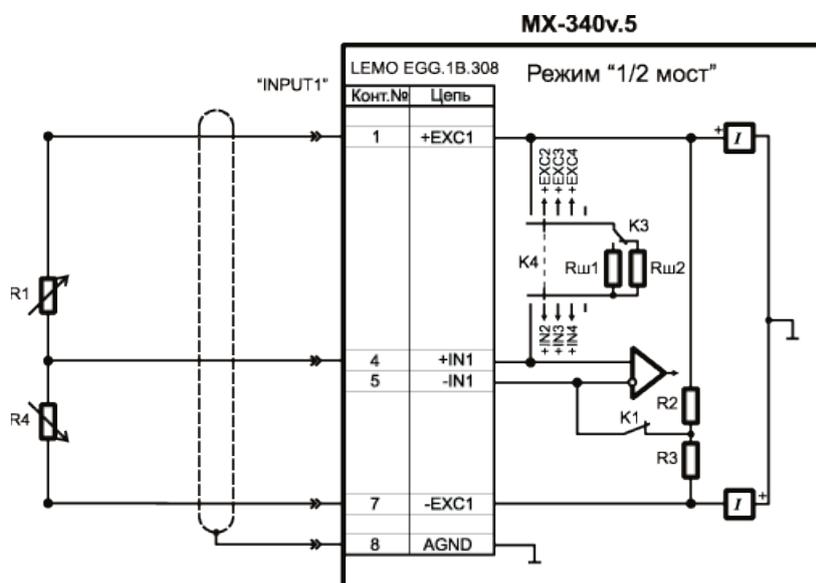


Рисунок В-11. Схема 3-проводного подключения тензорезисторов по схеме полумоста с питанием регулируемым током

Для проверки работоспособности и калибровки можно использовать встроенные шунты как описано в пункте [Проверка работоспособности - шунты](#)

### Мост

Мостовые тензодатчики или тензорезисторы, включенные по схеме измерительного моста с питанием (возбуждением) регулируемым напряжением постоянного тока могут быть подключены, как показано на рисунках В-12 и В-13. При этом активными могут один, два или четыре тензорезистора, которые располагают (закрепляют) на объекте измерения таким образом, чтобы тензорезисторы в противоположных плечах моста деформировались на одинаковую величину, но с противоположным знаком. Нелинейность мостовой схемы с одним активным тензорезистором с питанием (возбуждением) регулируемым напряжением постоянного тока составляет 0,5%/‰ (при равенстве сопротивлений тензорезисторов и дополнений). Мостовая схема с двумя и четырьмя активными тензорезисторами линейна. Чувствительность и балансировка шестипроводной схемы подключения, показанной на рисунке В-13, не зависит от сопротивления проводников соединительного кабеля и их температуры. Чувствительность четырехпроводной схемы подключения, показанной на рисунке В-12, зависит от сопротивления проводников соединительного кабеля и их температуры, а балансировка не зависит (проводники цепей "+EXC" и "-EXC" должны быть одинаковые). В меню настройки канала необходимо установить тип входа "Мост", режим регулирования и величину напряжения питания (возбуждения) тензодатчика (максимальная величина напряжения зависит от сопротивления нагрузки), выключить или включить встроенные аналоговые фильтры. Перед началом измерений статических параметров следует выполнять балансировку канала.

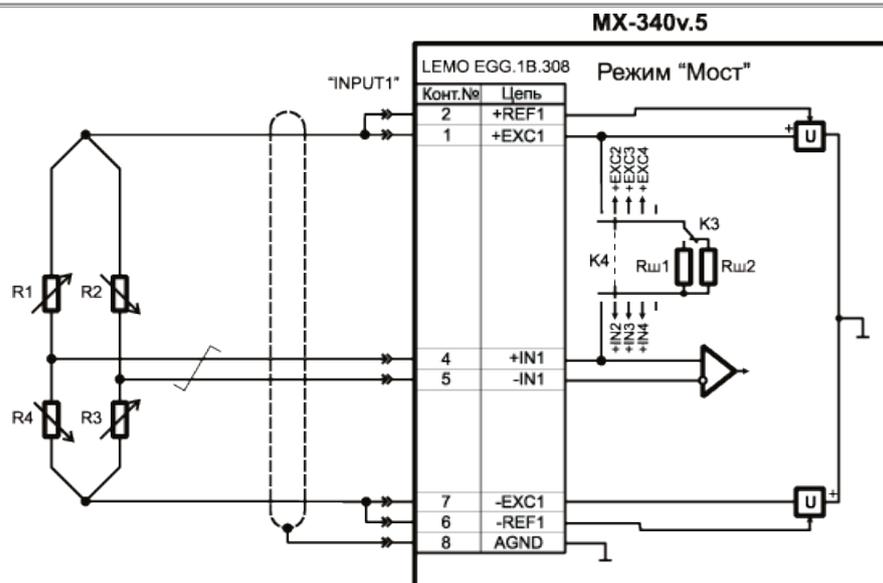


Рисунок В-12. Схема 4-проводного подключения тензорезисторов по схеме моста с питанием регулируемым напряжением

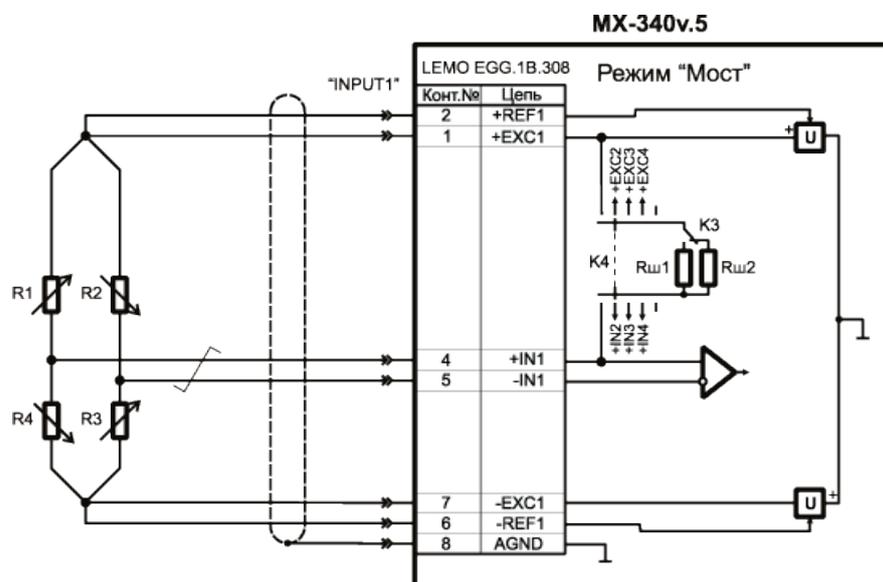


Рисунок В-13. Схема 6-проводного подключения тензорезисторов по схеме моста с питанием регулируемым напряжением

Мостовые тензодатчики или тензорезисторы, включенные по схеме измерительного моста с питанием (возбуждением) регулируемым постоянным током могут быть подключены, как показано на рисунке В-14. Активными могут быть один, два или четыре тензорезистора, которые располагают (закрепляют) на объекте измерения таким образом, чтобы тензорезисторы в противоположных плечах моста деформировались на одинаковую величину, но с противоположным знаком (один тензорезистор подвергается растяжению, другой сжимается). Нелинейность мостовой схемы с одним активным тензорезистором с питанием (возбуждением) регулируемым постоянным током составляет 0,25%/‰ (при равенстве сопротивлений тензорезисторов и дополнений). Мостовая схема с двумя и четырьмя активными тензорезисторами линейна. Чувствительность и балансировка схемы не зависят от изменения сопротивления проводников соединительного кабеля. В меню настройки канала необходимо установить тип входа "Мост", режим регулирования и величину тока питания (возбуждения) тензодатчика (максимальная величина тока зависит от сопротивления нагрузки), выключить или включить встроенные

аналоговые фильтры. Перед началом измерений статических параметров следует выполнять балансировку канала.

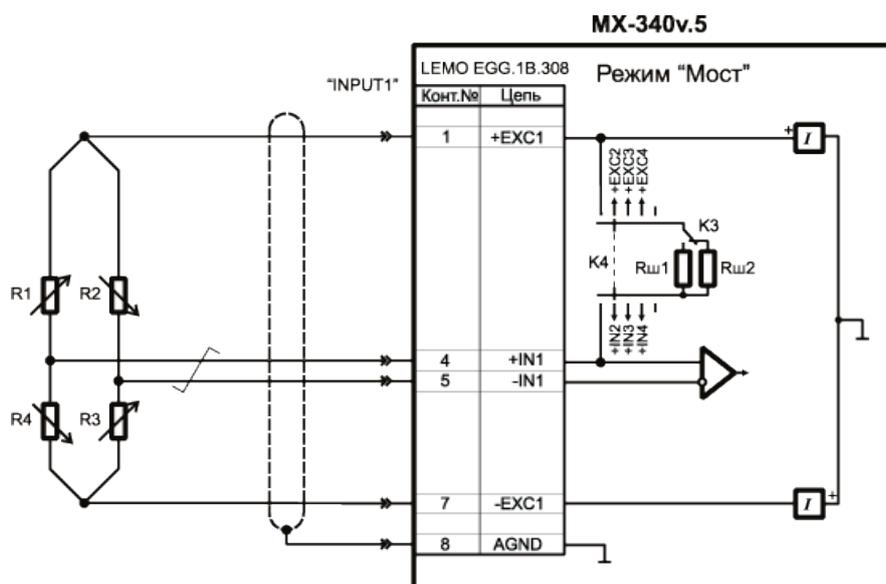


Рисунок В-14. Схема 4-проводного подключения тензорезисторов по схеме моста с питанием регулируемым током

Для проверки работоспособности и калибровки можно использовать встроенные шунты как описано в пункте [Проверка работоспособности - шунты](#)

### **Работа с внешними усилителями-преобразователями (дифференциальное подключение)**

В качестве источников сигналов для каналов модуля могут служить внешние усилители-преобразователи и датчики типа ИСР, выходными сигналами которых является электрическое напряжение. Для работы с такими источниками сигналов необходимо [отключить](#) встроенные усилители соответствующих каналов модуля в меню настройки.

Как правило, внешние усилители-преобразователи имеют несимметричные (заземленные) выходы каналов, которые могут быть подключены к входам каналов модуля с использованием дифференциального подключения. Внешние усилители, имеющие общий с модулем контур земли, следует подключать, как показано на рисунке В-15, а незаземленные, например, усилители с батарейным питанием - как показано на рисунке В-16. При этом в меню [настройки соответствующих каналов](#) модуля необходимо выбрать дифференциальный тип входа (АЦП). Для дифференциального подключения следует использовать кабель типа "витая пара" в экране.

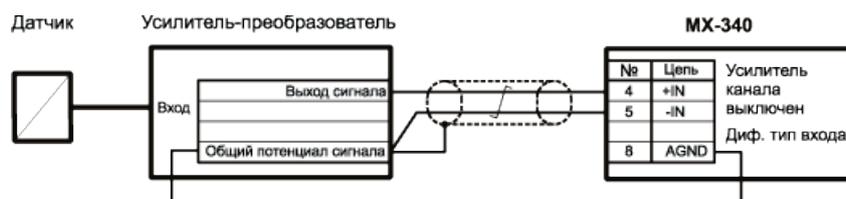


Рисунок В-15. Схема дифференциального подключения внешнего заземленного усилителя-преобразователя к входу канала модуля MX-340

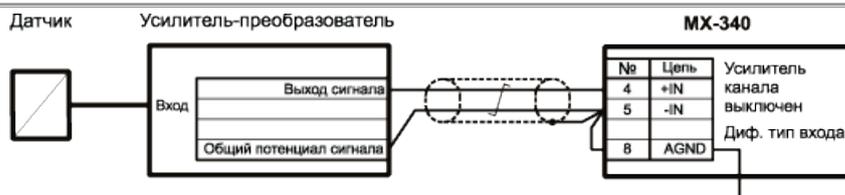


Рисунок В-16. Схема дифференциального подключения внешнего незаземленного усилителя-преобразователя к входу канала модуля МХ-340

**Работа с внешними усилителями-преобразователями (недифференциальное подключение)**

Схема недифференциального подключения несимметричного выхода внешнего усилителя к входу канала модуля показана на рисунке В-17. При этом в меню настройки соответствующих каналов модуля необходимо выбрать недифференциальный тип входа (АЦП). Для данного подключения может быть использован коаксиальный кабель.

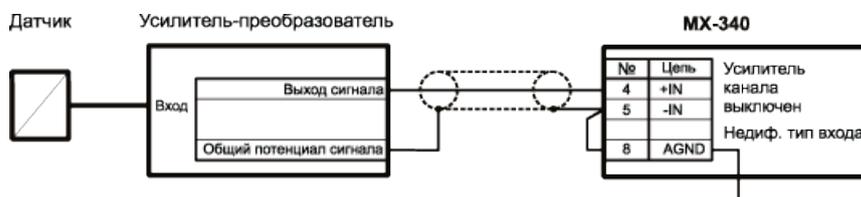


Рисунок В-17. Схема недифференциального подключения внешнего усилителя-преобразователя к входу канала модуля МХ-340

**Работа с датчиками типа ICP и внешними усилителями-преобразователями с питанием током ICP**

Датчики со встроенными усилителями-преобразователями (датчики типа ICP®, IEPE, Isotron®, DeltaTron® и аналогичные) или внешние усилители-преобразователи с питанием постоянным током по двухпроводной линии, такие как Endevco Model 2771 следует подключать к входам каналов модуля, как показано на рисунках В-18 и В-19 соответственно. Для данного подключения обычно используют коаксиальный кабель. В меню настройки соответствующих каналов модуля необходимо **выключить** встроенные усилители, выбрать величину тока питания ICP, при этом будут автоматически включены ФВЧ на входах и выбран недифференциальный тип входов каналов (АЦП). При использовании соединительных кабелей большой длины (более 100 м) или кабелей с большей электрической ёмкостью следует выбрать ток питания ICP величиной 10 мА.

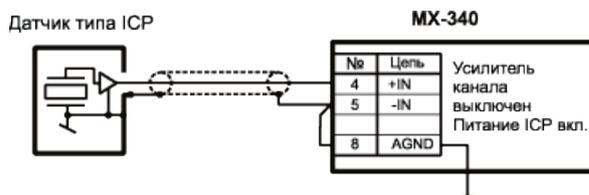


Рисунок В-18. Схема подключения датчика типа ICP к входу канала модуля МХ-340

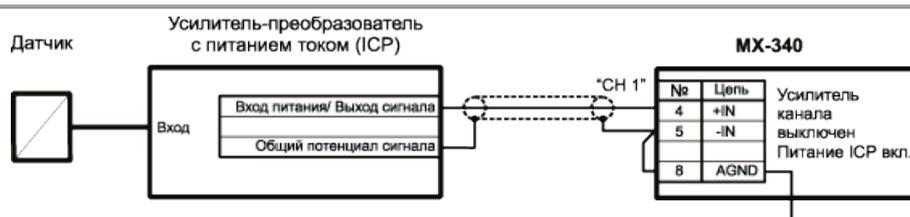


Рисунок В-19. Схема подключения внешнего усилителя преобразователя с питанием током **ICP** к входу канала модуля MX-340

При подключении источников сигналов к модулям следует избегать образования замкнутых контуров земли, которые могут являться источниками помех.

## Настройка измерительного канала усилителя

 При работе необходимо соблюдать порядок включения аппаратуры. Сначала включить питание крейта с модулями, затем - управляющий компьютер и после загрузки операционной системы запустить программу MR-300.

От предприятия-изготовителя прибор поступает с заводской конфигурацией, которая содержит в себе информацию о встроенных усилителях, модулях АЦП, имеет созданные измерительные каналы и прочие настройки, достаточные для проведения типовых измерений. При необходимости, оператор (технолог) может сформировать свою конфигурацию на основе заводской и сохранить ее для дальнейшего использования. Порядок работы с заводской и пользовательской конфигурацией изложен в разделе ["Настройка процесса измерений и регистрации сигналов - Конфигурационные файлы"](#)

Следующие разделы описывают порядок создания и настройки пользовательской конфигурации.

### **Добавление тензометрического усилителя в состав измерительного оборудования**

Если модуль MX-340 отсутствует в текущей конфигурации в списке измерительного оборудования (см. раздел [Список устройств](#)), то его необходимо добавить. Если присутствует, то текущий подраздел можно пропустить и приступить к [добавлению измерительных каналов](#) модуля MX-340.

Для добавления модуля необходимо открыть вкладку "Устройства" в окне "Настройка MR-300", как показано на рисунке В-20.

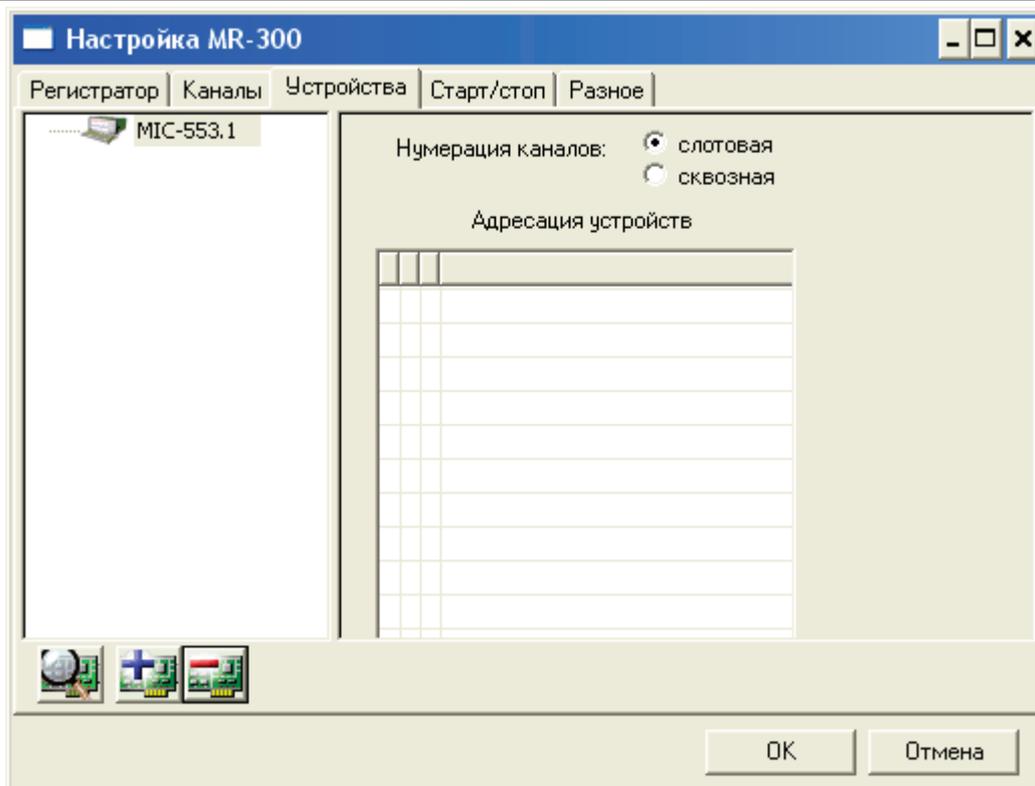


Рисунок В-20. Добавление измерительного модуля МХ-340

Выделить левой кнопкой "мыши" строку "MIC-300M" в левой части окна и нажать кнопку  ("Поиск устройств") в нижней левой части окна. После завершения поиска будет выведено окно со списком модулей установленных в крейте, представленное на рисунке В-21.

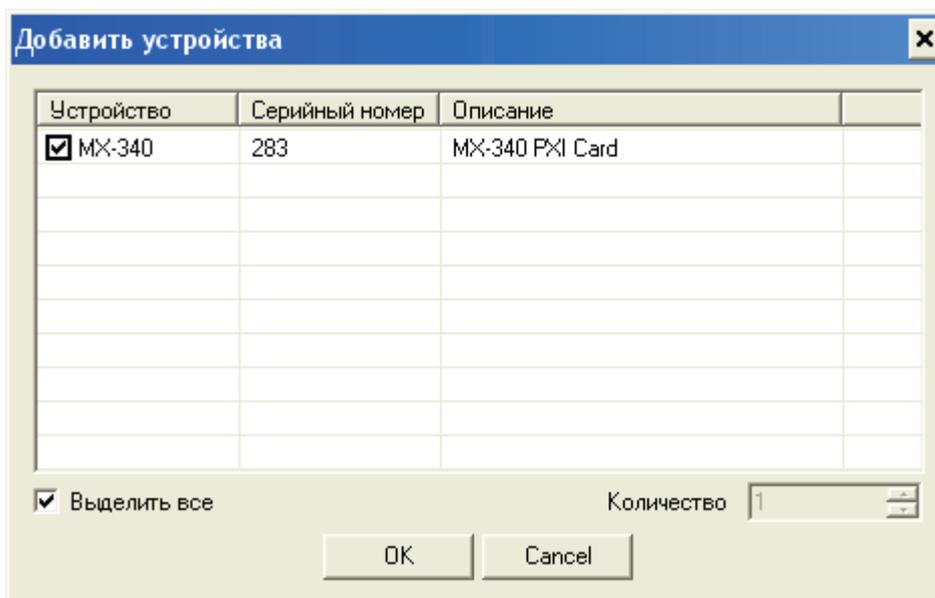


Рисунок В-21. Добавление измерительного модуля МХ-340

Необходимо отметить в списке требуемые модули, после чего нажать кнопку ОК. В результате в список устройств в левой части окна будут добавлены отмеченные модули. Выбрать тип нумерации "слотовая", при этом наименование измерительного канала (имя сигнала) в момент создания будет автоматически формироваться из префикса канала (задается на вкладке ["Разное"](#)), номера слота крей-

та, в котором установлен соответствующий модуль, и порядкового номера канала в модуле. Позже имя сигнала может быть изменено.

### **Добавление измерительных каналов**

Перед началом измерений необходимо создать и настроить измерительные каналы.

Если измерительные каналы предварительно не были добавлены в список активных каналов, то их необходимо добавить как описано в разделе [«Добавление и настройка измерительных каналов»](#). После добавления, встроенный усилитель канала по-умолчанию включен и диалог настройки будет содержать вкладку "Встроенный усилитель". См. рисунок В-22.

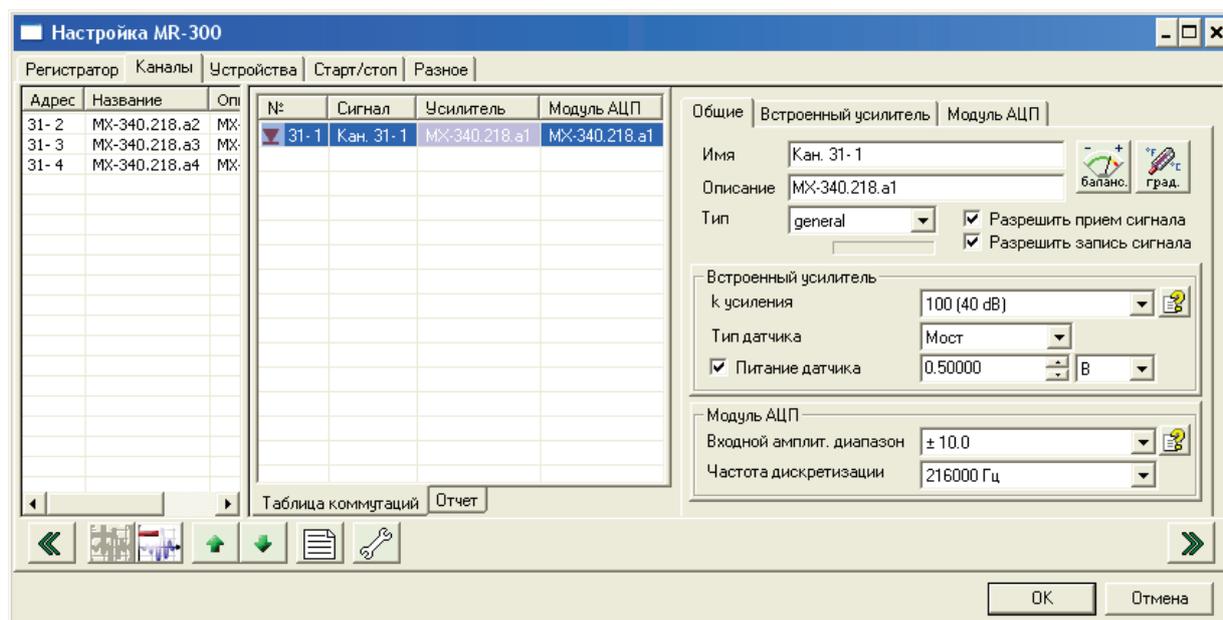


Рисунок В-22. Добавление измерительного канала модуля МХ-340

### **Включение/выключение встроенного тензометрического усилителя**

Встроенные тензометрические усилители включаются/выключаются индивидуально для каждого канала.

Для того, чтобы включить встроенный усилитель измерительного канала, необходимо выделить нужную ячейку в таблице коммутации (см. рисунок В-23) и нажать кнопку  на панели управления. Из выпадающего списка необходимо выбрать канал встроенного усилителя. Отключение встроенного усилителя происходит аналогичным образом.

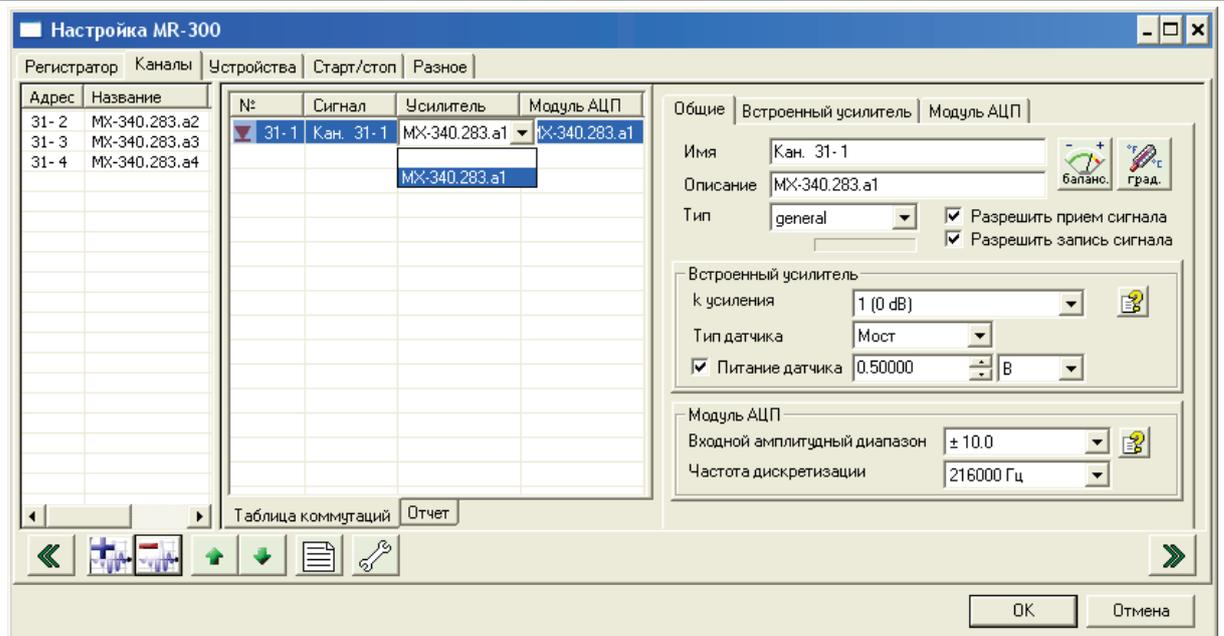


Рисунок В-23. Включение/выключение встроенного усилителя модуля МХ-340

При отключении встроенного усилителя будет удалена вкладка "Встроенный усилитель" и управление модулем будет осуществляться через вкладку "Модуль АЦП". Этот режим может использоваться для работы с любым внешним усилителем, имеющим выход по напряжению, например ME-230). Также этот режим может использоваться для работы с датчиками типа ICP. (см. [ниже](#)) Таким образом, изначально, тензометрический канал можно перенастроить на измерения вибраций, пульсаций давления и других типов физических величин.

 *Более подробная информация по управлению измерительным каналом изложена в разделе ["Вкладка «Каналы» основного диалога настройки MR-300"](#).*

### **Добавление датчика**

Для включения в состав измерительных каналов датчиков необходимо предварительно добавить устройства (датчики) соответствующих типов. Выделить левой кнопкой "мыши" строку "MIC-300M" в левой части окна и нажать кнопку "Добавить устройства" в нижней левой части окна. В результате будет выведено окно "Добавить устройства", показанное на рисунке В-24, в котором необходимо выбрать (отметить) требуемые устройства (датчики) и их количество. Нажать кнопку "Ok" для подтверждения выбора и закрытия окна.

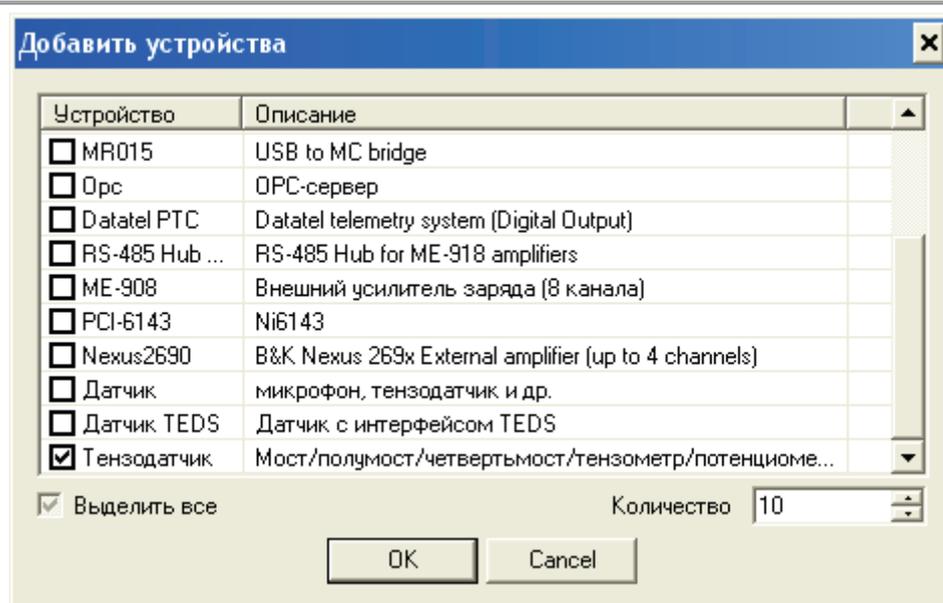


Рисунок В-24. Добавление тензометрического датчика



При добавлении датчика можно указывать количество добавляемых датчиков (см. рисунок 25).

В список на вкладке "Устройства" будут добавлены выбранные датчики. В целях идентификации датчиков следует по очереди выделять датчики в списке и редактировать соответствующие поля в правой части окна, показанные на рисунке 26.

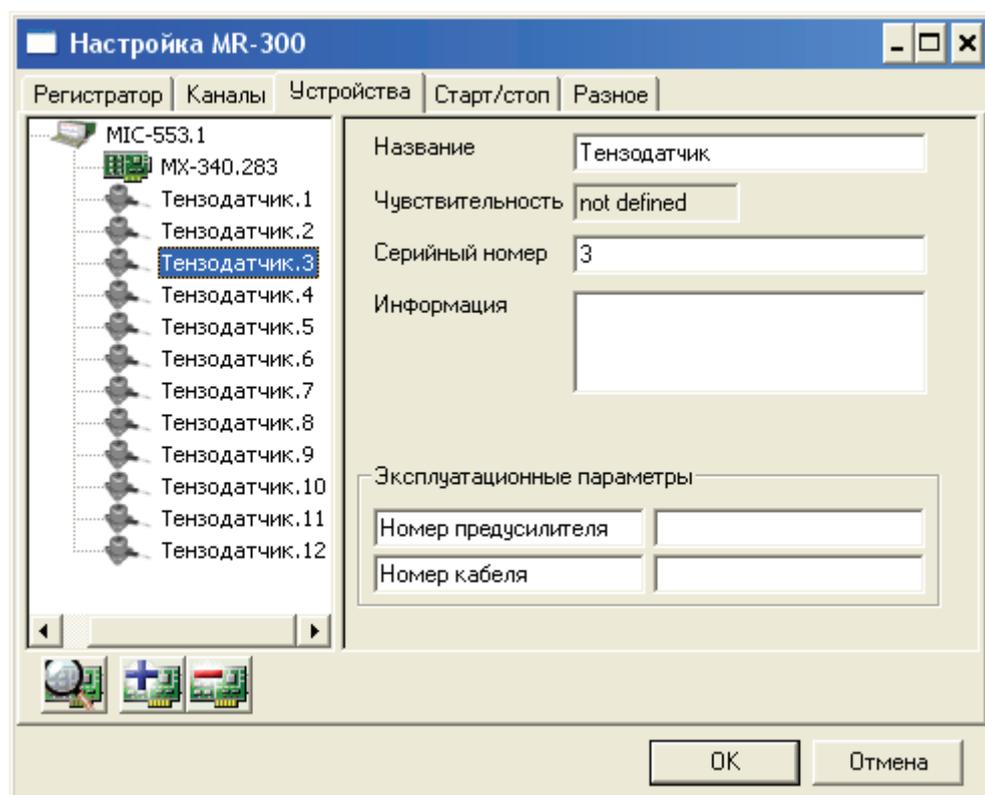


Рисунок В-25. Изменение названий, серийных номеров и других свойств датчиков

Для того чтобы включить датчик в измерительный канал необходимо на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300" в таблице коммутаций выполнить двойной

щелчок мышью в ячейке столбца "Датчик" измерительного канала и выбрать из выпадающего списка соответствующий датчик.

Подробнее о создании и добавлении датчиков в измерительный канал можно ознакомиться в разделе ["Тензометрический датчик"](#)

## Диалог настройки измерительного канала

Изменение свойств измерительного канала модуля МХ-340 происходит через его диалог настройки, который можно вызвать из диалога общей настройки MR-300 (см. рисунок В-22), либо непосредственно из списка каналов главного окна MR-300 (см. рисунок В-27).

Подробнее см. раздел [«Диалог настройки измерительных каналов»](#).

Диалог позволяет одновременно настраивать свойства произвольного числа каналов модулей МХ-340 (требуемые каналы должны быть предварительно выделены).

Пример диалога настройки измерительного канала МХ-340 с добавленными тензометрическими датчиками показан на рисунке В-26.

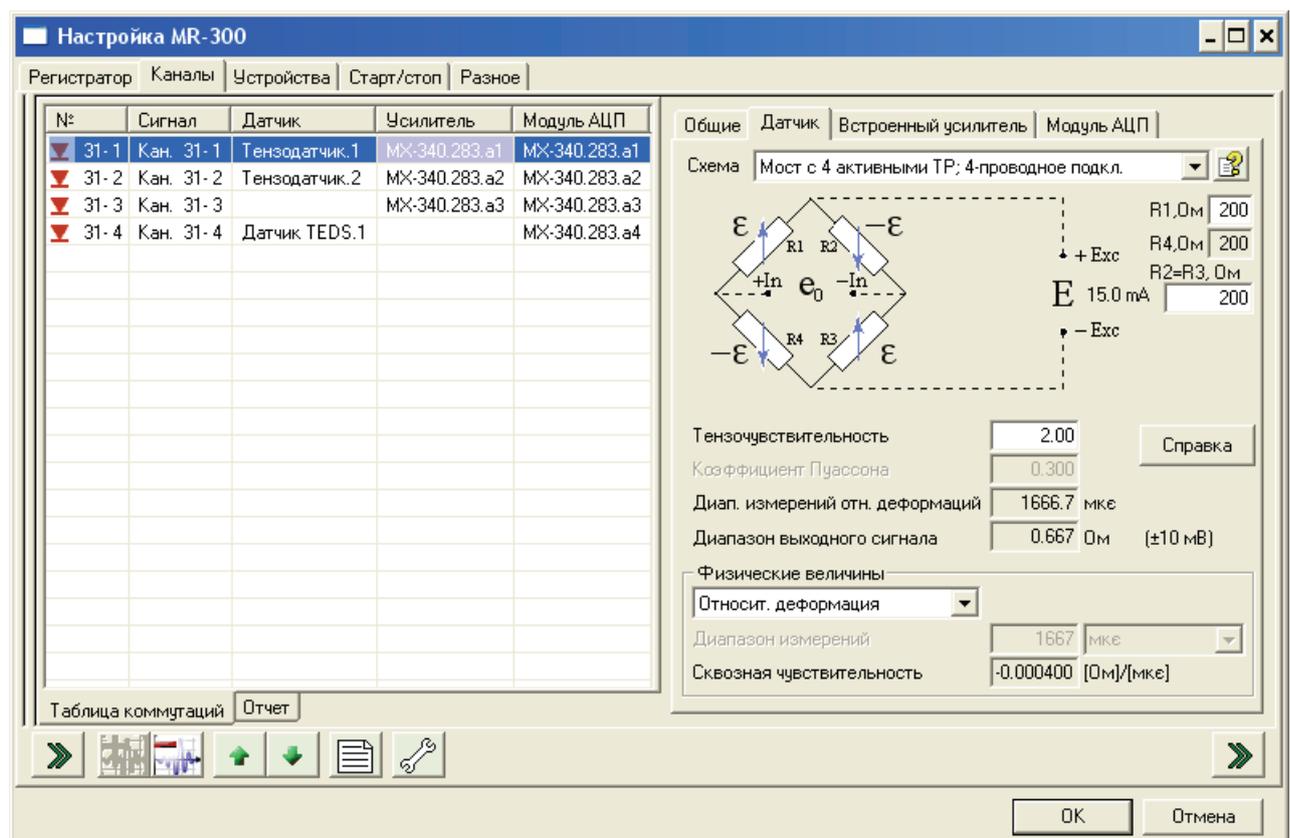


Рисунок В-26. Пример диалога настройки измерительного канала МХ-340 с добавленными тензометрическими датчиками.

### Вкладка "Общие настройки"

Порядок вызова диалога настройки каналов, приведенного на рисунке В-27, описан в разделе ["Диалог настройки измерительных каналов"](#)

Вкладка "Общие" содержит основные и наиболее употребимые свойства всего измерительного канала. Остальные вкладки опциональные, и служат для более подробной настройки конкретного преобразователя (датчик/усилитель/АЦП). При отключении встроенного усилителя или датчика их вкладки не отображаются.

На рисунке В-27 приведены поля общих настроек измерительного канала. Ниже этих полей располагаются основные свойства АЦП и встроенного усилителя.

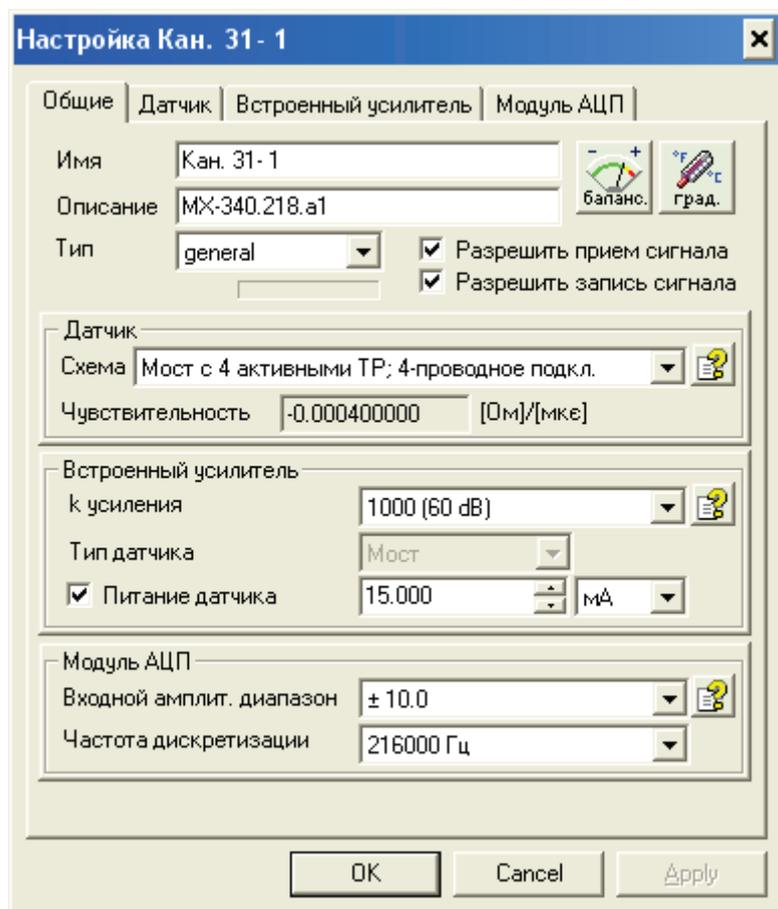


Рисунок В-27. Настройка канала. Вкладка "Общие настройки".

## Вкладка "Встроенный усилитель"

Во вкладке "Встроенный усилитель", приведенной на рисунке В-28, содержатся поля, необходимые, для более подробной настройки измерительного канала (в части встроенного тензометрического усилителя).

**Выбор источника входного сигнала встроенного усилителя. Задается одновременно для всех измерительных каналов модуля.**  
 Список значений: Внешний разъем (датчик), Внешний разъем (датчик), Встроенный имитатор датчика 200 Ом, Калибровочный модуль FXI, Калибровочный уровень 5В

**Номинальный и паспортный входные амплитудные диапазоны измерений в выбранных единицах.**  
 ± 10000, ± 10000, ± 100, ± 50.0, ± 20.0, ± 10.0, ± 5.00, ± 2.00, ± 1.00

**Номинальный и паспортный выходные амплитудные диапазоны измерений в выбранных единицах.**  
 ± 10000, ± 100, ± 50.0, ± 20.0, ± 10.0, ± 5.00, ± 2.00, ± 1.00

**Единицы измерений входного и выходного амплитудного диапазона.**  
 Список значений: входного: мВ, мВ, мВ, мкВ, мВ/В, мВ, кВ, кВ, Ом, мВ, мВ, мкВ, мкВ, выходного: В, кВ, В, мВ, мкВ

**Номинальный и паспортный коэффициенты усиления встроенного усилителя по напряжению.**  
 Список значений: 100 (40 dB), 1 (0 dB), 100 (40 dB), 200 (46 dB), 500 (54 dB), 1000 (60 dB), 2000 (66 dB), 5000 (74 dB), 10000 (80 dB)

**Полный коэффициент преобразования усилителя с учетом выбранных единиц измерений**  
 1 (0 dB), 100 (40 dB), 200 (46 dB), 500 (54 dB), 1000 (60 dB), 2000 (66 dB), 5000 (74 dB), 10000 (80 dB)

**Тип тензометрического датчика**  
 Список значений: Мост, Мост, 1/2мост, 1/4мост, Тензометр, Потенциометр

**Тип источника питания - ток/напряжение**  
 Список значений: В, В, мА

**Величина тока/напряжения питания датчика.**

**Подключение калибровочного шунта. Шунт подключается к одному из каналов модуля.**  
 Список значений: Выключено, Выключено, 59.90 кОм, 174.4 кОм, Динамический 59.90 кОм (20 Гц), Динамический 174.4 кОм (20 Гц)

**Выбор частоты среза аналоговых ФНЧ и ФВЧ по уровню -3 дБ.**  
 Список значений: Выключен, Выключен, Выключено, 2 кГц, 40 кГц, Выключено, 1.0 Гц

**Коммутация выхода источника тока питания датчика. Задается одновременно для всех измерительных каналов модуля.**  
 Список значений: Внешний разъем (датчик), Внешний разъем (датчик), Встроенный имитатор датчика 200 Ом

**Настройка Кан. 31-1**  
 Описание: Канал №1 встроенного тензо усилителя МХ-340  
 Источник сигнала: Калибровочный модуль FXI  
 Входной диапазон: ± 10.0, ± 10.0, мВ  
 Выходной диап.: ± 10.0, ± 10.0, В  
 k усиления: 1000 (60 dB), 1000.000  
 k преобразования: 1.0000, 1.0000 (В)/(мВ)  
 Аппарат. баланс.: 0, Смещ. "0": 0  
 Работа с датчиком:  
 Тип датчика: 1/4мост, 200, Ом  
 Питание датчика:  15.000, мА  
 Нагрузка ист. пит.: Внешний разъем (датчик)  
 Калибровочный шунт: Выключено  
 Аналоговый ФНЧ: Выключено  
 Аналоговый ФВЧ: 1.0 Гц

Рисунок В-28. Настройка канала. Вкладка "Встроенный усилитель".

Элемент управления "Тип датчика" заблокирован в том случае, если в состав измерительного канала МХ-340 включен тензометрический датчик. В этом случае управление четвертьмостовыми и полумостовыми дополнениями усилителя (см. поле "Тип датчика"), а также схемой включения тензочувствительных элементов происходит через [диалог настройки тензометрического датчика](#).

Элементы управления "Тип питания датчика" и "ФВЧ" заблокированы в том случае, если выбрана схема "Потенциометр" или "Тензометр". В схеме "Потенциометр" датчик принудительно "запитывается" от источника напряжения, а в режиме "Тензометр" - от источника тока. Для того, что-

---

**бы разблокировать указанные элементы управления необходимо в диалоге настройки тензометрического датчика выбрать схему отличную от "Потенциометр" и "Тензометр".**

В поле "Входной диапазон" или в поле "k усиления" выбрать требуемый диапазон измерения или коэффициент усиления встроенного усилителя (при изменении значения одного из параметров, значение второго изменится автоматически). Физическая единица входного диапазона усилителя может быть выбрана в поле "Единицы". В поле "Тип датчика" будет автоматически установлен тип, соответствующий датчику, выбранному на вкладке "Датчик" в поле "Схема". Если в таблице коммутаций в составе измерительного канала отсутствует датчик, то в поле "Тип датчика" на вкладке "Встроенный усилитель" необходимо выбрать строку, соответствующую типу тензодатчика, подключенного к входу канала. Выбрать требуемый режим питания (возбуждения) тензодатчика: регулирование величины напряжения или тока. Ввести величину напряжения или тока и включить источник питания (возбуждения), установив метку "Питание датчика". Выбрать в поле "Нагрузка ист. пит." строку "Внешний разъем (датчик)", в полях "Тест. возбуждение" и "Калибровочный шунт" - строку "Выключено". При необходимости ограничить полосу измеряемого сигнала включить встроенный ФНЧ путем выбора частоты среза в поле "ФНЧ". Для измерения переменной составляющей входного сигнала включить встроенный ФВЧ, выбрав частоту среза в поле "ФВЧ".

Для работы с тензодатчиками предусмотрен ряд дополнительных возможностей, позволяющих проверять работоспособность и калибровать измерительные каналы. Например, при выборе строки "Калибровочный уровень -5мВ" в поле "Источник сигнала" на вкладке "Встроенный усилитель", вход усилителя будет подключен к опорному уровню минус 5 мВ, при этом на выходе исправного канала оценка математического ожидания (отображается в режиме "Просмотр") не должна превышать величину равную минус 5 мВ с учетом допускаемой погрешности. Для проверки или калибровки измерительных каналов могут быть применены встроенные шунты (должны быть подключены проводниками в соответствии со схемой подключения). Для включения шунта необходимо выбрать канал в таблице коммутаций и затем на вкладке "Встроенный усилитель" в поле "Калибровочный шунт" выбрать величину сопротивления шунта. При включении шунта на одном канале модуля, на других каналах данного модуля шунт автоматически отключается. Перед проведением измерений необходимо выключить шунт на всех каналах.

**Вкладка "Модуль АЦП"**

Во вкладке "Модуль АЦП", приведенной на рисунке В-29, содержатся поля, необходимые, для более подробной настройки измерительного канала (в части АЦП).

The screenshot shows a dialog box titled "Настройка Канал\_1" with a close button (X). It has four tabs: "Общие", "Датчик", "Встроенный усилитель", and "Модуль АЦП". The "Модуль АЦП" tab is active. The settings are as follows:

- Описание: Канал АЦП №1 модуля МХ-340
- Источник сигнала: Внешний разъем
- Тип входа АЦП: Недифф. (with a help icon)
- Питание ICP: Выкл.
- Амплитудные характеристики:
  - Входной диапазон:
    - Номинальный: ± 10.0 В, 16 бит
    - Паспортный: 13.03 В
  - Калибровка: 2515.652 код/В
  - Аппарат. баланс: 0 Смещ. "0" 0 В
- Частотные характеристики:
  - Частота дискретиз. 216000 Гц
  - Частотный диапазон: Гц
  - Аналоговый ФВЧ: Выключено Гц

Buttons at the bottom: OK, Cancel, Apply.

Рисунок В-29. Настройка канала. Вкладка "Модуль АЦП".

Если включен встроенный усилитель, то значение параметра "Тип входа АЦП" устанавливается в "Недифф.", а "Питание ICP" в "Выкл.". Оба параметра становятся недоступны к изменению (см. рисунок В-29).

*Если разрядность отсчетов дискретизации установлена в 24 бит, то в файл, фактически, записываются отсчеты в 32-битном знаковом формате (4 байта). В этом случае доступен только один входной амплитудный диапазон ±10 В. С учетом собственного шума канала модуля АЦП (СКЗ шума не более 30 мкВ), количество эффективных разрядов АЦП не превышает 20 бит. При работе с реальными датчиками, случайный шум всего измерительного канала (включая датчик) снижает число необходимых разрядов АЦП до 17-18. Таким образом, при регистрации сигнала в 24-битном режиме, почти половина из 32-битного слова - избыточная. Как следствие - замеры занимают вдвое больше места и дольше обрабатываются в программах пост-обработки.*

*Для оптимизации расходования дискового места и повышения быстродействия, более предпочтительным является 16-битный режим с набором амплитудных диапазонов. Т.к. аппаратно амплитудный диапазон всего один (±10 В), амплитудные диапазоны образуются программно, путем деления исходного 24-битного диапазона на 2, 4, ...*

## Вкладка "Датчик"

Вкладка "Датчик" приведена на рисунке В-30 и служит для подробной настройки измерительного канала в части тензометрического датчика.

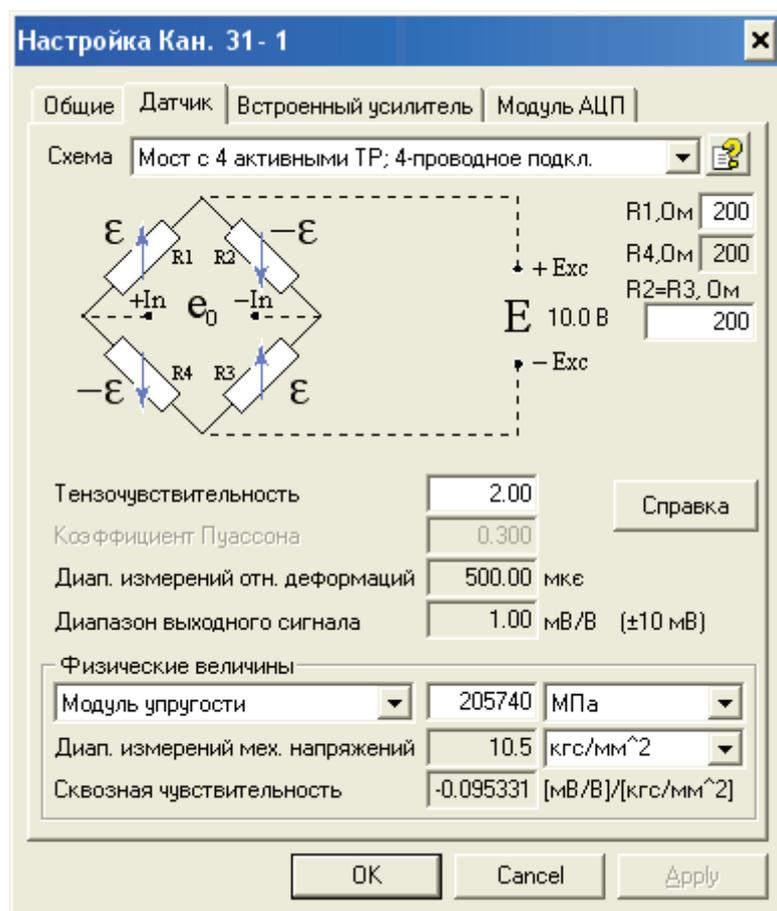


Рисунок В-30. Настройка канала. Вкладка "Датчик".

Более подробно настройка и порядок работы тензометрического датчика описаны в разделе ["Тензометрический датчик"](#).

Для работы с датчиками типа ICP необходимо выключить встроенные усилители соответствующих каналов. Для выключения усилителей необходимо в таблице коммутаций, показанной на рисунке В-26, нажать и отпустить правую кнопку "мыши" в ячейке соответствующего канала в столбце "Усилитель". В открывшемся контекстном меню выбрать пункт "Изменить", затем открыть выпадающий список и выбрать пустое поле. В состав измерительного канала может быть включено устройство - датчик. Для включения датчика необходимо в ячейке соответствующего канала в столбце "Датчик" нажать и отпустить правую кнопку "мыши". В открывшемся контекстном меню выбрать пункт "Изменить", затем открыть выпадающий список и выбрать строку с обозначением требуемого тензодатчика (датчики добавляются заранее на вкладке "Устройства", как описано выше). Для настройки выбрать измерительный канал в списке таблицы коммутаций и открыть вкладку "Модуль АЦП", показанную на рисунке В-29. Выбрать в поле "Источник сигнала" строку "Внешний разъем", в поле "Питание ICP" - требуемую величину тока питания датчика, при этом автоматически включится встроенный аналоговый ФВЧ на входе канала. Аппаратная балансировка канала при работе с датчиками типа ICP не требуется (следует установить в поле "Аппарат. баланс." значение равное нулю).

Для измерений могут быть использованы датчики различных типов, например, измерительные микрофоны, пьезоэлектрические акселерометры и другие с применением соответствующих внешних усилителей-преобразователей с выходными сигналами в виде электрического напряжения. Датчик подключается к входу внешнего усилителя-преобразователя, выход которого подключается к входу канала модуля МХ-340. Для работы с внешними усилителями-преобразователями необходимо выключить встроенные усилители соответствующих каналов модуля. Для выключения усилителей необходимо в таблице коммутаций, показанной на рисунке В-26, нажать и отпустить правую кнопку "мыши" в ячейке соответствующего канала в столбце "Усилитель". В открывшемся контекстном меню выбрать пункт "Изменить", затем открыть выпадающий список и выбрать пустое поле. Для настройки выбрать в списке таблицы коммутаций канал, открыть вкладку "Модуль АЦП", показанную на рисунке В-29. Выбрать в поле "Источник сигнала" строку "Внешний разъем". Входной диапазон канала (АЦП) выбрать в соответствии с выходным диапазоном внешнего усилителя-преобразователя. Для измерения переменной составляющей сигнала может быть включен встроенный ФВЧ посредством выбора частоты среза в поле "Аналоговый ФВЧ" При необходимости автоматическая балансировка измерительного канала производится при помощи нажатия кнопки "Балансировка" на вкладке "Общие" (перед балансировкой на вход измерительного канала необходимо подать сигнал соответствующий нулевому уровню).

## Проверка настройки каналов

Для просмотра и проверки амплитудных и частотных характеристик измерительных каналов, получаемых в результате текущих настроек, необходимо на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300" выбрать вкладку "Отчет" в нижней части таблицы. В отчете будут указаны частотные характеристики, входные и выходные диапазоны составляющих частей измерительных каналов. При этом будут автоматически выделены измерительные каналы, имеющие ошибочные или несоответствующие параметры, например, несоответствие входных и выходных диапазонов. Измерительные каналы с включенными диагностическими средствами, например, с включенными источниками опорного напряжения или встроенными калибраторами будут выделены цветом.

№	Сигнал	Диапазон	Полоса	Чувств. датчика	Вход усилителя	Усиление	Выход усилителя	Вход модуля ...	Частота дискретизации
31-1	Кан. 31-1	±27.4 кгс/мм <sup>2</sup>	0..98280 Гц	-0.095238	± 0.0100 В	1000.0	± 10.0 В	± 10.0 В	216000 Гц
31-2	Кан. 31-2	±2012 мкВ	0..98280 Гц	-0.00065000	± 0.0100 В	1000.0	± 10.0 В	± 10.0 В	216000 Гц
31-3	Кан. 31-3	±0.0130 В	0..98280 Гц		± 0.0100 В	1000.0	± 10.0 В	± 10.0 В	216000 Гц
31-4	Кан. 31-4	±13.0 м/с <sup>2</sup>	0..98280 Гц	1.0000				± 10.0 В	216000 Гц

Рисунок В-31. Отчет о настройке измерительных каналов на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300"

## Балансировка каналов

Перед началом измерений, как правило, необходимо производить балансировку измерительных каналов. Для автоматической балансировки (исключения начального смещения нуля) необходимо в таблице коммутаций выбрать каналы, которые требуется балансировать, обеспечить на входах каналов уровень, соответствующий нулю, и нажать кнопку "Балансировка" на вкладке "Общие" ([см. Балансировка измерительного канала](#)). По завершении автоматической балансировки в поле "Аппарат. баланс." и в поле "Смещ. "0"" на вкладке "Встроенный усилитель" будут подставлены результирующие значения. После балансировки оценка математического ожидания, отображаемая в режиме "Просмотр" должна иметь значение близкое к нулю.

## Проверка работоспособности

Проверка работоспособности каналов может быть произведена с использованием встроенных средств модуля.

### Проверка работоспособности АЦП

Для проверки работоспособности АЦП каналов необходимо активировать вкладку "Каналы" окна "Настройка MR-300" и в таблице коммутаций выбрать один или несколько каналов, работоспособность которых требуется проверить. Затем справа от таблицы коммутаций открыть вкладку "Модуль АЦП", выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Опорн. напряж. (4.096В)", выбрать из списка "Входной диапазон" значение не менее " $\pm 6.0$  В" и выключить ФВЧ, выбрав соответствующее значение из списка "Аналоговый ФВЧ". Нажать кнопку "ОК" для сохранения сделанных изменений и закрытия текущего окна. Запустить режим просмотра в главном окне программы при помощи нажатия соответствующей кнопки на панели управления. Оценка математического ожидания для всех проверяемых АЦП каналов должна быть равна  $4,096 \text{ В} \pm 0,1\%$ , при условии, что каналы были предварительно сбалансированы. После завершения проверки работоспособности АЦП каналов, следует восстановить их настройки.

### Проверка работоспособности встроенных усилителей - опорное напряжение -5 мВ

На вкладке "Встроенный усилитель" в списке "Источник сигнала" выбрать "Калибровочный уровень -5В". Предварительно необходимо выключить встроенный аналоговый ФВЧ тензометрического усилителя и отбалансировать канал, имея в качестве источника сигнала "Калибровочный модуль РХ1".

В режиме "Просмотр" проверить среднее значение. Должно быть -5 мВ.

### Проверка работоспособности встроенных усилителей - имитатор датчика 200 Ом

Режим работает только при питании тензометрического датчика регулируемым током.

На вкладке "Встроенный усилитель" в списке "Источник сигнала" выбрать "Встроенный имитатор датчика 200 Ом". В опциях источника питания датчика выбрать требуемую величину тока питания датчика.

В режиме "Просмотр" проверить среднее значение. Напряжение должно быть равно  $200 \text{ Ом} * I_{\text{пит}}$ .

### Проверка работоспособности тензометрического датчика встроенными шунтами

Для проверки работоспособности и калибровки один из встроенных шунтов Rш1 или Rш2 может быть подключен параллельно внешнему тензорезистору выбранного канала. Для этого следует использовать режим "Шунт 59,9 кОм" или "Шунт 174,4 кОм" (встроенный ФВЧ при этом необходимо выключить), либо "Динамический шунт 59,9 кОм (20 Гц)" и "Динамический шунт 174,4 кОм (20 Гц)" (ФВЧ можно не выключать).

Динамический шунт можно использовать во всех режимах включения тензометрических датчиков кроме режима "Тензометр". Постоянный шунт можно использовать в схемах "Мост", "Полумост", "Четвертьмост".

При использовании тензорезистора номиналом 350 Ом и следующих схем:

[Четвертьмост; 2-проводное подключение](#)

[Четвертьмост; 3-проводное подключение](#)

[Полумост с одним активным тензорезистором. Выход 1х](#)

[Мост с одним активным тензорезистором. Выход 1х](#)

шунт 174,4 кОм соответствует относительной деформации 1001,4 мкм/м; при использовании тензорезистора номиналом 120 Ом шунт 59,9 кОм соответствует относительной деформации 999,7 мкм/м.

При использовании тензорезистора номиналом 350 Ом и следующих схем:

[Полумост с двумя активными тензорезисторами. Выход 2х](#)

[Мост с двумя активными ТР в точках противофазной деформации. Выход 2х](#)

[Мост с двумя активными ТР в точках синфазной деформации. Выход 2х](#)

шунт 174,4 кОм соответствует относительной деформации 500,7 мкм/м; при использовании тензорезистора номиналом 120 Ом шунт 59,9 кОм соответствует относительной деформации 499,8 мкм/м.

При использовании тензорезистора номиналом 350 Ом и схемы

[Мост с четырьмя активными ТР в точках противофазной деформации. Выход 4х](#)

шунт 174,4 кОм соответствует относительной деформации 250,4 мкм/м; при использовании тензорезистора номиналом 120 Ом шунт 59,9 кОм соответствует относительной деформации 249,9 мкм/м.



*Если используется постоянный шунт, то необходимо предварительно выполнить балансировку канала (при отключенном шунте), затем в режиме "ПРОСМОТР" регистрировать оценку среднее значение. Она должна соответствовать, указанным выше, значениям имитируемой относительной деформации.*



*Если используется режим "Динамический шунт", то необходимо регистрировать значение оценки СКО. Оно будет совпадать со значением амплитуды меандра. Соответственно, удвоенное значение СКО будет равно размаху имитируемой относительной деформации (т.е. указанным выше значениям).*

## Метрология

Для просмотра информации о калибровке необходимо выбрать модуль из списка на вкладке "Устройства" окна "Настройка MR-300" и открыть вкладку "Метрология". См. рисунок В-32.

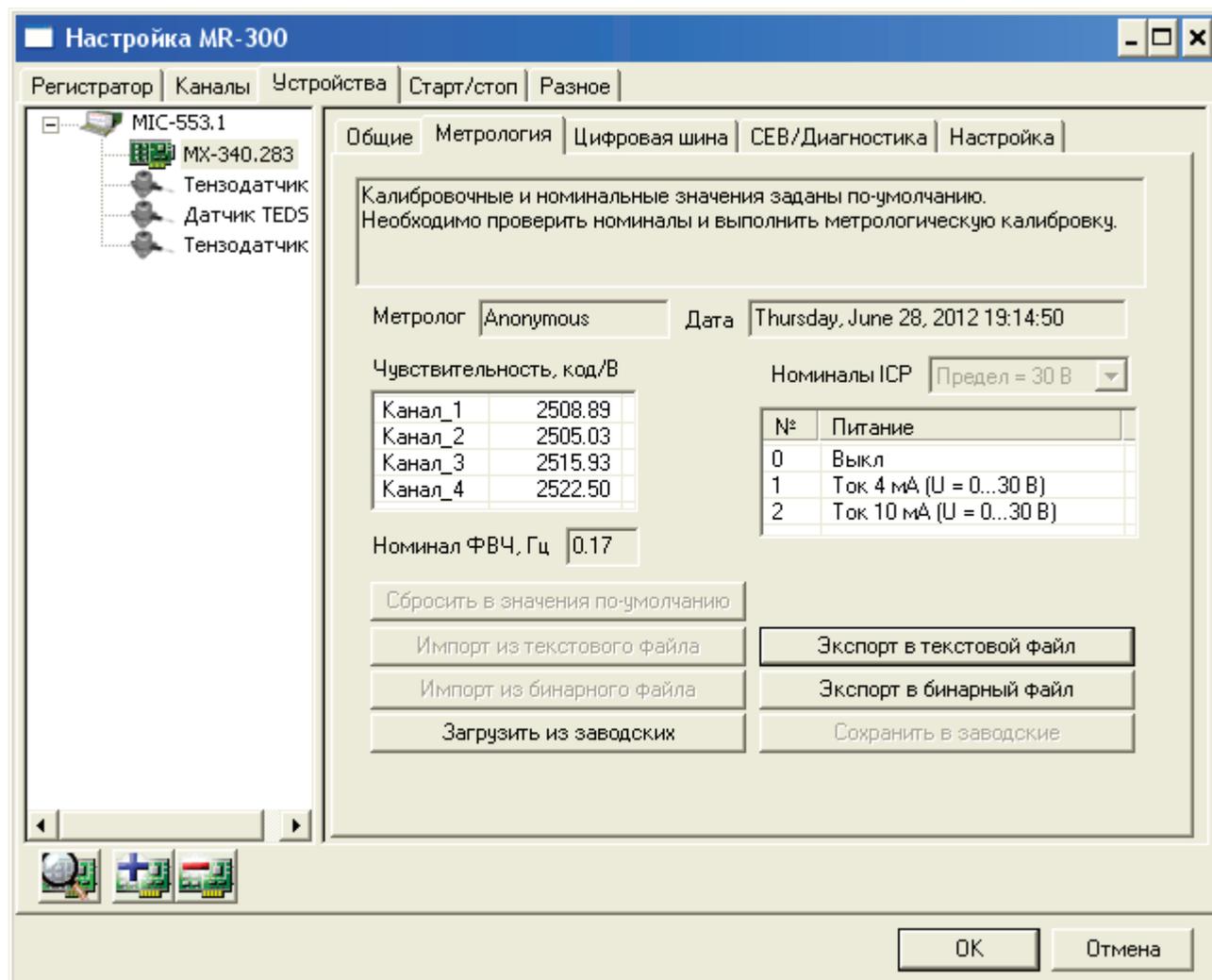


Рисунок В-32. Настройка модуля. Вкладка "Метрология".

На вкладке "Метрология" отображаются диагностические сообщения, дата последней заводской калибровки модуля, текущие калибровки модуля, номиналы частот среза встроенных фильтров модуля, списки доступных режимов модуля, команды для работы с данными калибровок. Набор действий доступных для работы с калибровочными данными зависит от текущих прав доступа. Полный перечень калибровок и номиналов данного модуля можно увидеть в текстовом файле, предварительно создав его с помощью команды "Экспорт в текстовый файл"

Команда "Загрузить из заводских" служит для загрузки калибровок из ППЗУ модуля в файл текущих калибровок программы MR-300. Выполнение команды "Загрузить из заводских" требуется после перекалибровки модуля или получения сообщения о несовпадении данных файла текущих калибровок MR-300 и данных в ППЗУ модуля.

Команды "Экспорт в текстовый файл" и "Экспорт в бинарный файл" предназначены для сохранения текущих калибровок модуля в файл с целью сохранения и передачи производителю при возникновении проблем.

### **Индикация состояний канала**

Светодиодные индикаторы, установленные на передней панели модуля (поз.2 на рисунке В-1), служат для индикации состояния каналов. После включения питания и загрузки ПО MR-300 индикаторы указывают состояние каналов в соответствии с таблицей В-4.

Таблица В-4. Индикация состояний канала

Состояние индикатора канала	Состояние канала
Зеленый	Питание тензодатчика в норме и уровень входного сигнала не превышает установленный входной диапазон усилителя
Красный	Перегрузка усилителя по входу (уровень входного сигнала превышает установленный входной диапазон усилителя) и обрыв в цепи питания тензодатчика
Желтый	Перегрузка усилителя по входу и питание тензодатчика в норме.
Выключен	Обрыв в цепи питания тензодатчика и уровень входного сигнала не превышает установленный входной диапазон усилителя

## Неисправности и методы их устранения

При обнаружении неисправностей, перечисленных в следующей таблице, ремонт производится силами обслуживающего персонала.

Таблица В-5. Неисправности и методы их устранения

Описание неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Индикатор состояния канала выключен	Обрыв кабеля	Проверить кабель
Канал не регистрирует данные в режиме ПРОСМОТР	Неправильно настроен источник тактовой частоты	Настроить на вкладке "Цифровые шины"
Канал не регистрирует данные в режиме ПРОСМОТР	Неправильно настроена линия SYNC	Настроить PXI-бриджи
Канал регистрирует "нулевой" сигнал	Не правильно выбран источник сигнала встроенного усилителя	Выбрать опцию "Внешний разъем (датчик)"
Канал регистрирует импульсный сигнал	Не отключен режим тестового возбуждения датчика	В опции "Тест. возбуждении" выбрать "Выключено"

При обнаружении неисправностей, не указанных в таблице, или повреждений, например, разъемов комплекса или электронных компонентов, ремонт комплекса должны выполнять специалисты предприятия-изготовителя.

## Приложение С.

### МХ-240 АЦП с усилителем-преобразователем заряда

#### *Назначение и область применения*

Четырехканальный РХИ-модуль МХ-240 предназначен для измерения динамических сигналов электрического напряжения или заряда.

Для преобразования входных сигналов заряда в сигналы напряжения и подачи на входы АЦП каналов служат отключаемые встроенные усилители-преобразователи заряда.

Модули МХ-240 могут применяться со следующими типами датчиков:

- пьезоэлектрические датчики с заземленным выходом (датчики **SEPE** типа);
- пьезоэлектрические датчики с дифференциальным (симметричным) выходом (датчики **DIFFPE** типа), на выходе которых формируется сигнал электрического заряда;
- датчики со встроенным усилителем-преобразователем заряда (датчики типа **ICP** или **IEPE** типа), на выходе которых формируется сигнал электрического напряжения.

Модули МХ-240 имеют аппаратные средства для работы со встроенной памятью датчиков, т.н. встроенными электронными таблицами данных преобразователей (**TEDS**).

Модули МХ-240 предназначены для установки в слоты и работы в составе РХИ крейтов комплексов **ИБК МИС-503**.

Управление модулями, измерение, экспресс-анализ и регистрация сигналов осуществляется средствами программы MR-300 НПП-МЕРА.

Модуль имеет встроенные средства (калибратор) для проверки работоспособности канала.

## Основные технические характеристики

Таблица С-1. Основные технические характеристики

Количество каналов	4
Режим работы канала по входу (тип входа)	- дифференциальный вход по напряжению; - недифференциальный вход по напряжению; - недифференциальный вход по напряжению с питанием датчика типа <b>ICP</b> ; - дифференциальный вход по заряду; - недифференциальный вход по заряду;
Входные амплитудные диапазоны каналов в режиме работы дифференциальный или недифференциальный вход по напряжению	±10 В (АЦП 24 бит)*; ±10 В (АЦП 16 бит)**; ±6 В (АЦП 16 бит); ±3 В (АЦП 16 бит); ±1,5 В (АЦП 16 бит); ±0,75 В (АЦП 16 бит); ±0,375 В (АЦП 16 бит); ±0,188 В (АЦП 16 бит);
Частота дискретизации сигналов $F_s$	3375 Гц 6750 Гц 13500 Гц 27 кГц 54 кГц 108 кГц 216 кГц
Коэффициент преобразования (усиления) канала в режиме работы дифференциальный или недифференциальный вход по заряду	0,1 мВ/пКл (-20 дБ); 1 мВ/пКл (0 дБ); 10 мВ/пКл (20 дБ); 100 мВ/пКл (40 дБ); 1000 мВ/пКл (60 дБ);
Входной амплитудный диапазон канала по заряду - при коэффициенте усиления -20 дБ - при коэффициенте усиления 0 дБ - при коэффициенте усиления 20 дБ - при коэффициенте усиления 40 дБ - при коэффициенте усиления 60 дБ	±100 000 пКл; ±10 000 пКл; ±1000 пКл; ±100 пКл; ±10 пКл;

\* размер отсчета дискретизации сигнала при регистрации на диск в 24-битном режиме равен 4 байта

\*\* размер отсчета дискретизации сигнала при регистрации на диск в 16-битном режиме равен 2 байта

## Нормируемые метрологические характеристики

Таблица С-2. Нормируемые метрологические характеристики

Пределы допускаемых значений основной погрешности измерения напряжения постоянного тока в режиме работы дифференциальный или недифференциальный вход по напряжению, не хуже	$\pm 0,1$ %
Пределы допускаемых значений основной погрешности измерения напряжения переменного тока в режиме работы дифференциальный или недифференциальный вход по напряжению на частоте входного сигнала 1 кГц (входной амплитудный диапазон $\pm 10\text{В}$ , $F_s=216$ кГц), не хуже	$\pm 0,1$ %
Неравномерность АЧХ каналов в диапазоне частот от 0 до 48 кГц в режиме работы дифференциальный или недифференциальный вход по напряжению (входной амплитудный диапазон $\pm 10\text{В}$ , $F_s=216$ кГц, ФВЧ выключен), не более	$\pm 0,015$ дБ
Неравномерность АЧХ каналов в диапазоне частот от 0 до 100 кГц в режиме работы дифференциальный или недифференциальный вход по напряжению (входной амплитудный диапазон $\pm 10\text{В}$ , $F_s=216$ кГц, ФВЧ выключен), не более	$\pm 0,15$ дБ
Пределы допускаемых значений основной погрешности измерения заряда в режиме дифференциальный или недифференциальный вход по заряду на частоте входного сигнала 1 кГц, не хуже	$\pm 1$ %
Полоса частот пропускания канала по уровню -3дБ (в зависимости от коэффициента усиления встроенного усилителя заряда) в режиме дифференциальный или недифференциальный вход по заряду (ФНЧ выключен)	0,3Гц...100кГц (-20дБ) 3Гц...100кГц (0дБ, 20дБ, 40дБ) 3Гц...70кГц (60дБ)
Полосы частот, в которых неравномерность АЧХ каналов не превышает $\pm 0,15$ дБ (в зависимости от коэффициента усиления встроенного усилителя заряда) в режиме дифференциальный или недифференциальный вход по заряду (ФНЧ выключен)	10Гц...70кГц (-20дБ, 0дБ, 20дБ, 40дБ) 10Гц...10кГц (60дБ)

Остальные метрологические и эксплуатационные характеристики приведены в руководстве по эксплуатации модуля МХ-240.

## **Конструктивное исполнение модуля**

Конструктивно модули МХ-240 представляют собой печатную плату с закрепленной на ней передней панелью. На передней панели (поз.1 на рисунке С-1) размещены четыре входных разъема (поз.5 на рисунке С-1), предназначенные для подключения источников сигналов (датчиков), и светодиодные индикаторы (поз.2 на рисунке С-1). Электрическое соединение интерфейсных цепей, цепей питания модуля и соответствующих цепей на общей шине крейта при установке модуля в слот обеспечивает интерфейсный разъем, расположенный на основной печатной плате модуля.

Для установки и извлечения модуля из слота крейта служит экстрактор с рычагом и фиксатором (поз.3 на рисунке С-1). Невыпадающие винты (поз.4 на рисунке С-1) на передней панели предназначены для крепления модуля к конструкции крейта.

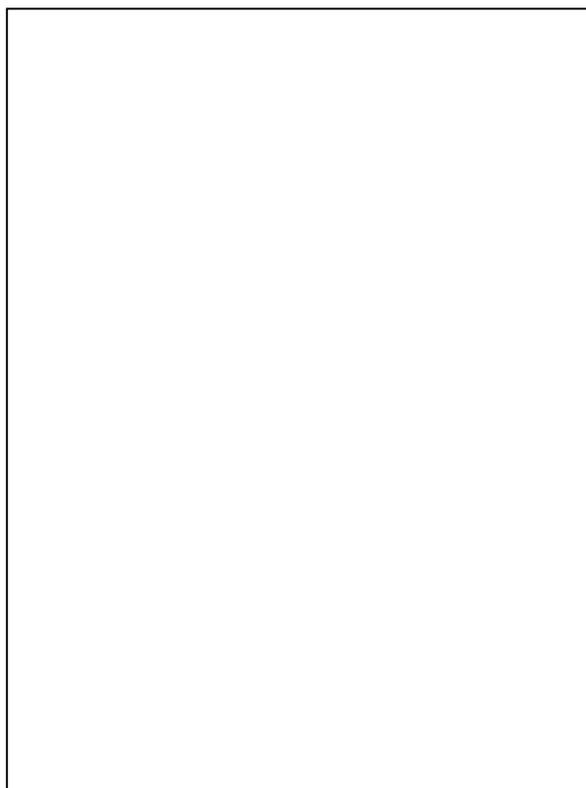


Рис С-1. Вид на переднюю панель модуля МХ-240. 1 - планка передней панели; 2 - индикаторы состояния каналов; 3 - экстрактор с рычагом и фиксатором; 4 - невыпадающие винты; 5 - входные разъемы.

## Разъемы

На передней панели модуля (поз.1 на рисунке С-1) установлены индивидуальные входные разъемы каналов типа LEMO EGG.1B.303.CLL (гнездо) (поз.5 на рисунке С-1), предназначенные для подключения источников сигнала (датчиков). Назначение контактов разъема (см. таблицу С-3) зависит от выбора типа входа (режима работы канала) в меню настройки.

Таблица С-3. Назначение контактов входных разъемов

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	AGND	Общий контакт (земля) / Экран кабеля
	2	+IN / ICP_IN*	Неинвертирующий вход / Вход сигнала и выход тока питания датчика типа ICP*
	3	-IN / ICP_COM*	Инвертирующий вход / Общий контакт датчика типа ICP*

\* В режиме работы входа "ICP"

В качестве ответной части используется вилка LEMO FGG.1B.303.CLAD62.

## **Функциональная схема модуля МХ-240**

Функциональная схема модуля приведена на рисунке С-2. Каналы модуля идентичны и независимы. На структурной схеме показаны элементы только первого канала и элементы общие для всех каналов.

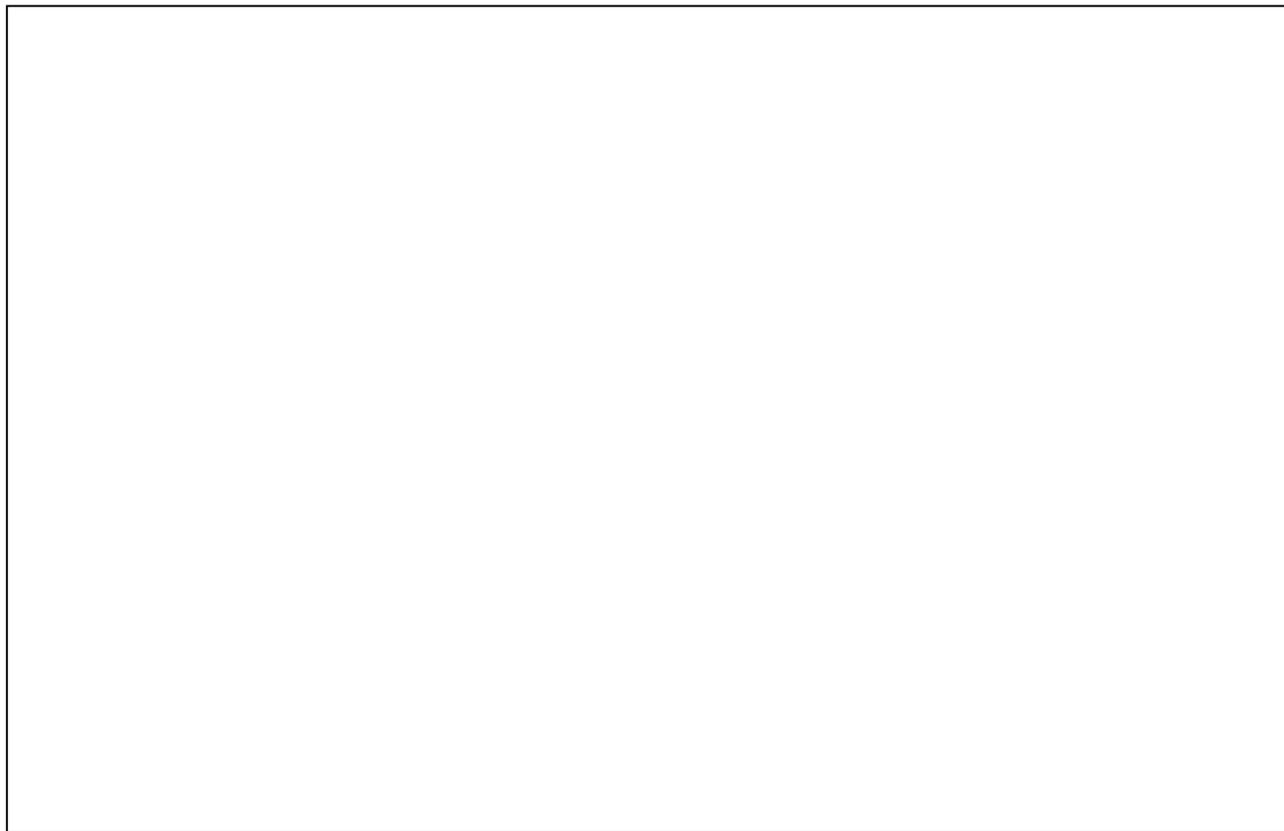


Рис С-2. Функциональная схема модуля МХ-240

Подробное описание функционирования структурных элементов усилителя изложено в "Руководстве по эксплуатации МХ-240".

## ***Настройка измерительного канала усилителя***

Изменение свойств измерительного канала модуля МХ-240 происходит с помощью его диалога настройки, который можно вызвать из диалога общей настройки MR-300 (см. рисунок С-3), либо непосредственно из списка каналов главного окна MR-300 (см. рисунок С-5).

Подробнее см. раздел «Диалог настройки измерительных каналов».

Диалог позволяет одновременно настраивать свойства произвольного числа каналов модулей МХ-240 (требуемые каналы должны быть предварительно выделены).

Если измерительные каналы предварительно не были добавлены в список активных каналов, то их необходимо добавить как описано в разделе «Добавление и настройка измерительных каналов». После добавления, встроенный усилитель канала по-умолчанию включен и диалог настройки будет содержать вкладку "Встроенный усилитель". См. рисунок С-3.

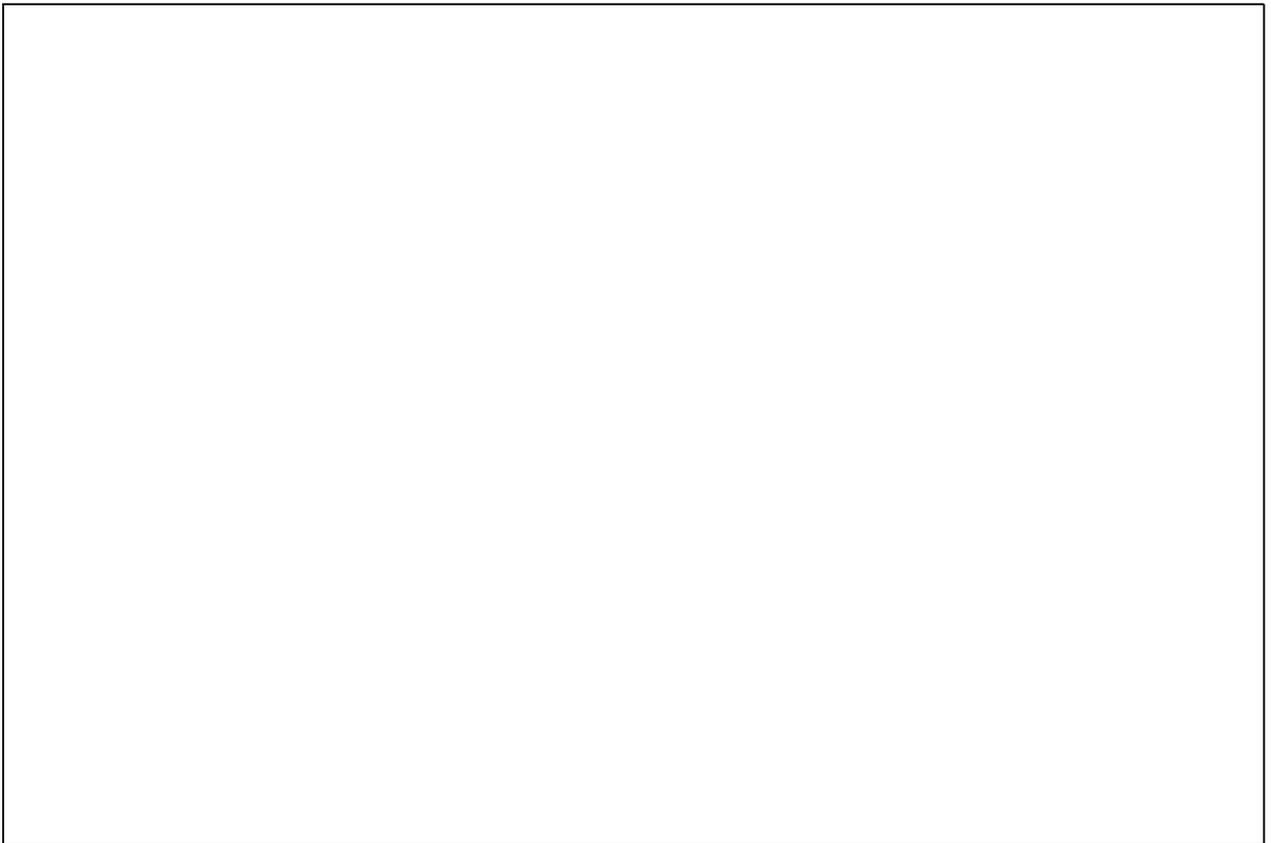


Рис С-3. Добавление измерительного канала усилителя МХ-240

## Включение/выключение встроенного усилителя заряда

Порядок включения и выключения встроенного усилителя изложен в разделе ["Вкладка «Каналы» основного диалога настройки MR-300"](#). См. также рисунок С-4.

При отключении встроенного усилителя будет удалена вкладка "Встроенный усилитель" и управление модулем будет осуществляться через вкладку "Модуль АЦП". Этот режим может использоваться для работы с внешним усилителем, например ME-320. Таким образом, канал можно перенастроить на измерение, например, тензометрических сигналов.

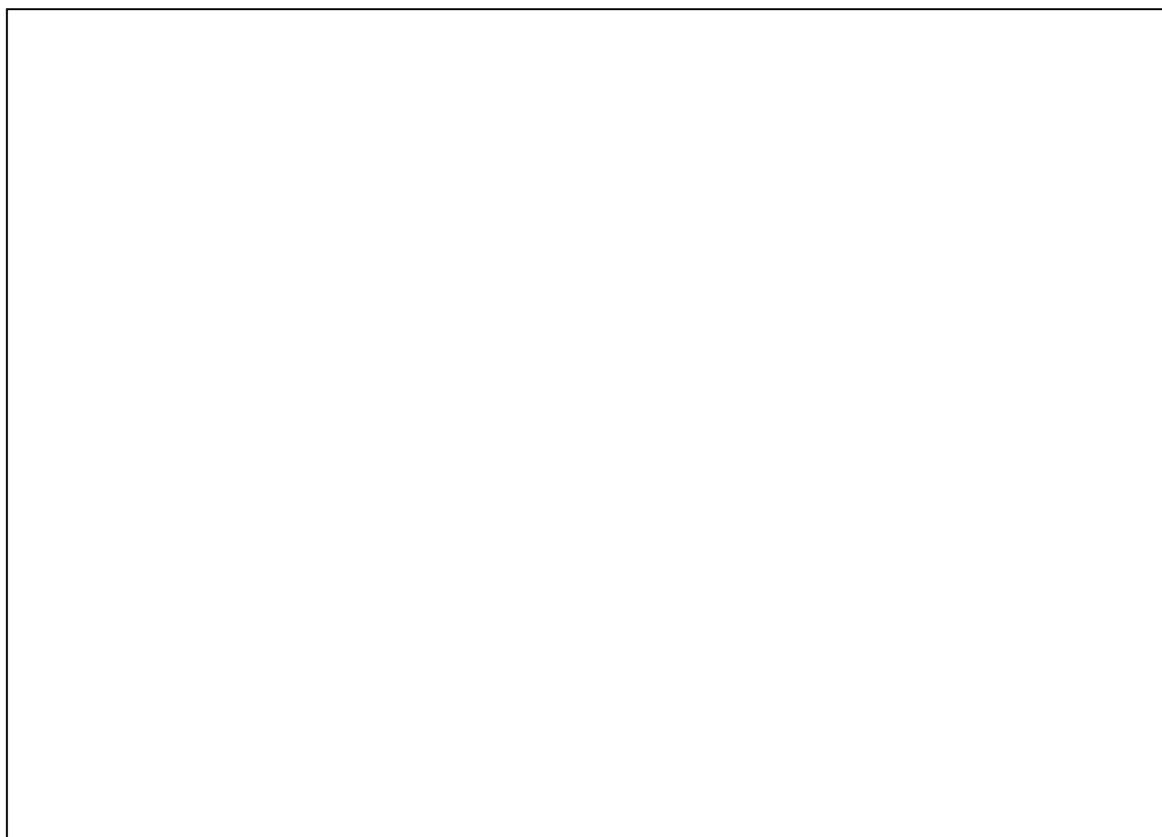


Рис С-4. Включение/выключение внутреннего усилителя заряда модуля МХ-240

## Вкладка "Общие настройки"

Порядок вызова диалога настройки каналов, приведенный на рисунке С-5, описан в разделе "[Диалог настройки измерительных каналов](#)"

Вкладка "Общие" содержит основные и наиболее употребимые свойства всего измерительного канала. Остальные вкладки опциональные, и служат для более подробной настройки конкретного преобразователя (датчик/усилитель/АЦП). При отключении встроенного усилителя или датчика их вкладки не отображаются.

На рисунке С-5 приведены поля общих настроек измерительного канала. Ниже этих полей располагаются основные свойства АЦП и встроенного усилителя.

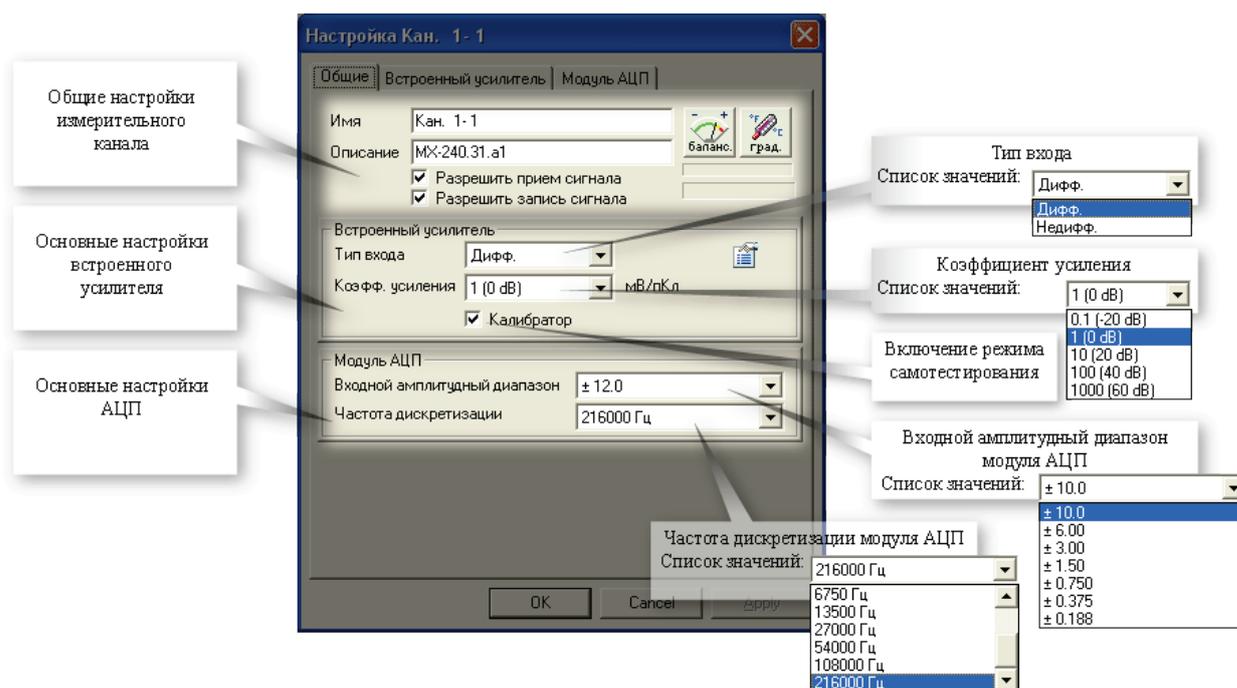


Рис С-5. Настройка канала. Вкладка "Общие настройки".

## Вкладка "Встроенный усилитель"

**Тип входа встроенного усилителя.**  
Список значений: Дифф., Недифф.

**Номинальный и паспортный входные амплитудные диапазоны измерений в выбранных единицах.**  
Список значений: ± 10000, ± 100000, ± 10000, ± 1000, ± 100, ± 10.0

**Номинальный и паспортный выходные амплитудные диапазоны измерений в выбранных единицах.**

**Единицы измерений входного амплитудного диапазона.**  
Список значений: пКл, нКл, мКл

**Единицы измерений выходного амплитудного диапазона.**  
Список значений: мВ, кВ, В, мкВ

**Номинальный и паспортный коэффициенты усиления встроенного усилителя по напряжению.**  
Список значений: 1 (0 dB), 0.1 (-20 dB), 10 (20 dB), 100 (40 dB), 1000 (60 dB)

**Выбор частоты среза аналогового ФНЧ по уровню -3 дБ.**  
Список значений: Выключено, 1000, 10000

**Включение режима внутреннего самотестирования усилителя.**

**Настройка Кан. 1-1**  
Общие | Встроенный усилитель | Модуль АЦП  
Описание: Канал №1 встроенного усилителя заряда МХ-240  
Тип входа усилителя: Дифф.  
Амплитудные характеристики:  
Входной диапазон: ± 10000 (Номинальные), ± 10000 (Паспортные), пКл (Единицы)  
Выходной диап.: ± 10000 (Номинальные), ± 10000 (Паспортные), мВ (Единицы)  
Кэф.ф. усиления: 1 (0 dB) (Номинальные), 1.000000 (Паспортные), мВ/пКл (Единицы)  
Аналоговый ФНЧ: Выключено (Гц)  
Калибратор:  Частота, Гц: 422.0, Заряд, пКл: 150.0  
Справка, ОК, Cancel, Apply

Рис С-6. Настройка канала. Вкладка "Встроенный усилитель".

## Вкладка "Модуль АЦП"

Во вкладке "Модуль АЦП", приведенной на рисунке С-7, содержатся поля, необходимые, для более подробной настройки измерительного канала (в части АЦП).

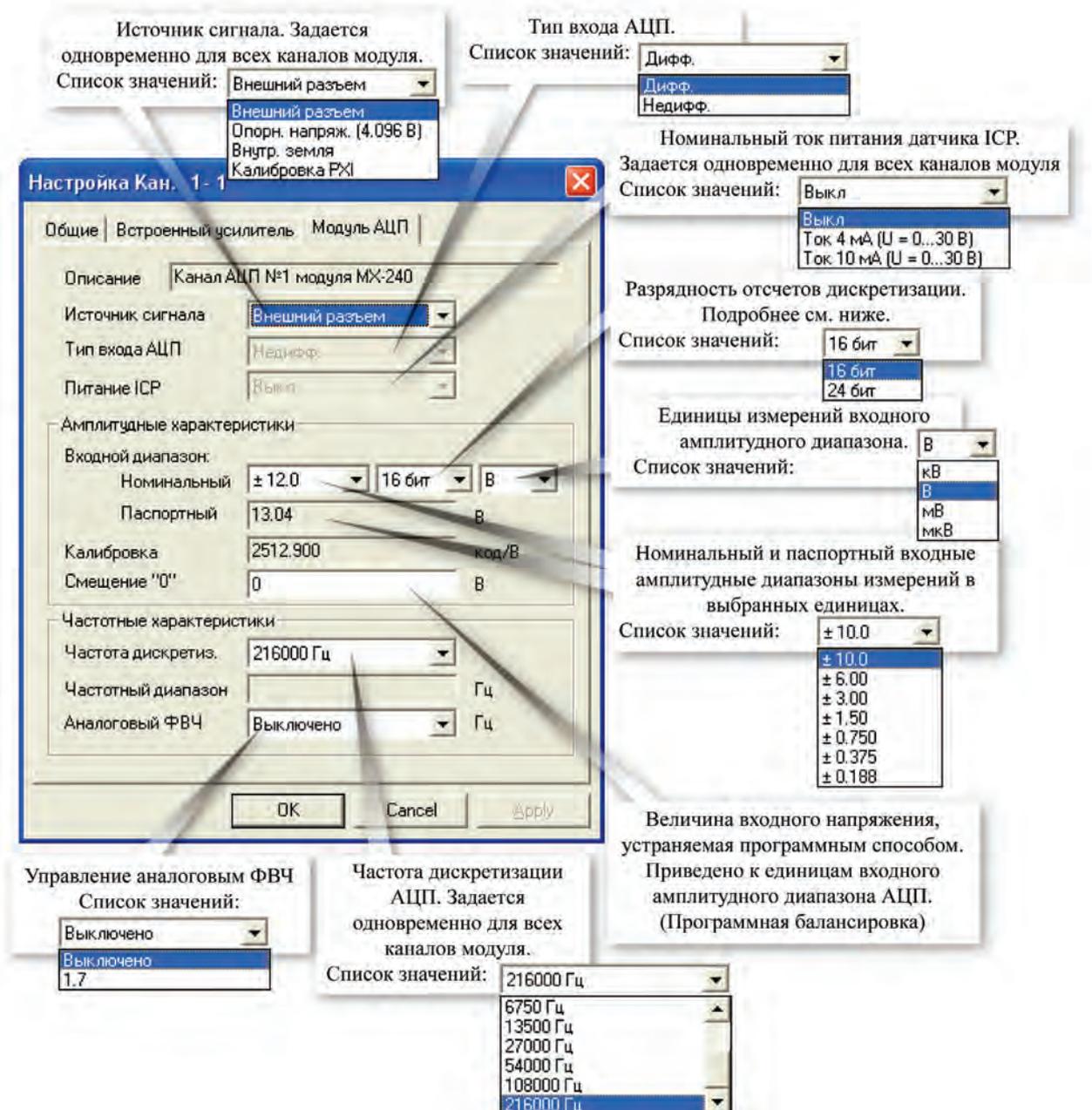


Рис С-7. Настройка канала. Вкладка "Модуль АЦП".

Если включен встроенный усилитель, то значение параметра "Тип входа АЦП" устанавливается в "Недифф.", а "Питание ИСР" в "Выкл.". Оба параметра становятся недоступны к изменению (см. рисунок С-7).

Если разрядность отсчетов дискретизации установлена в 24 бит, то в файл, фактически, записываются отсчеты в 32-битном знаковом формате (4 байта). В этом случае доступен только один входной амплитудный диапазон  $\pm 10$  В. С учетом собственного шума канала модуля АЦП (СКЗ шума не более 30 мкВ), количество эффективных разрядов АЦП не превышает 20 бит. При работе с реальными датчиками, случайный шум всего измерительного канала (включая датчик) снижает число необходимых битов квантования до 17-18. Таким образом, при регистрации сигнала в 24-битном режиме, почти половина из 32-битного слова - избыточная. Как следствие - замеры занимают вдвое больше места и дольше обрабатываются в программах пост-обработки.

Для оптимизации расходования дискового места и повышения быстродействия, более предпочтительным является 16-битный режим с набором амплитудных диапазонов. Т.к. аппаратно амплитудный диапазон всего один ( $\pm 10$  В), амплитудные диапазоны образуются программно, путем деления исходного 24-битного диапазона на 2, 4, ...

### **Работа с пьезоэлектрическими датчиками (PE)**

Для работы с пьезоэлектрическими датчиками, на выходе которых генерируется электрический заряд, требуется включить встроенные усилители заряда на входах соответствующих АЦП каналов модуля. Порядок включения описан в разделе [«Включение/выключение встроенного усилителя заряда»](#)

На вкладке "Встроенный усилитель" необходимо в поле "Тип входа усилителя" выбрать значение: дифференциальный или недифференциальный в соответствии с типом подключения датчика. Из выпадающего списка "Входной диапазон" выбрать значение входного диапазона или коэффициент усиления из списка "Коэфф.усиления" (при выборе значения одного параметра, значение второго будет установлено автоматически, т.к. они взаимосвязаны). Входной амплитудный диапазон усилителя заряда следует выбирать не меньше чем ожидаемый выходной диапазон сигнала датчика. При необходимости на выходе встроенного усилителя заряда может быть включен противорезонансный фильтр, для этого необходимо на вкладке "Встроенный усилитель" выбрать из выпадающего списка "Аналоговый ФНЧ" значение частоты среза фильтра ниже, чем частота механического резонанса применяемого датчика.

На вкладке "Модуль АЦП" выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Входной разъем", а из списка "Номинальный" "Входной диапазон" - значение входного диапазона АЦП. Сделанные изменения (настройки) сохраняются при закрытии окна при помощи кнопки "ОК".

Перед проведением измерений или регистрацией сигналов следует убедиться, что встроенный калибратор (генератор заряда) выключен, для этого необходимо проверить его состояние на вкладке "Встроенный усилитель" вкладки "Каналы" окна "Настройка MR-300".

## **Работа с датчиками типа ICP (IEPE)**

Для работы с датчиками, оснащенными встроенными усилителями-преобразователями заряда (типа ICP), на выходе которых генерируется сигнал электрического напряжения, требуется выключить встроенные усилители заряда на входах соответствующих АЦП каналов модуля и включить ток для питания датчиков, в случае если не будут использоваться внешние источники питания.

На вкладке "Модуль АЦП" необходимо выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Входной разъем".

Выбрать величину тока питания датчика из списка "Ток питания ICP", если требуется обеспечить электропитание датчика средствами модуля. Большее значение величины тока питания датчика следует выбирать, если используются более длинные соединительные провода или провода с большей электрической емкостью.

Выбрать из списка "Номинальный" "Входной диапазон" значение входного диапазона АЦП. Входной амплитудный диапазон следует выбирать не меньше чем ожидаемый выходной диапазон сигнала датчика.

При включении тока питания датчика ICP, для подавления постоянной составляющей сигнала на выходе датчика ICP, автоматически включается аналоговый ФВЧ соответствующего канала.

Сделанные изменения (настройки) сохраняются при закрытии окна при помощи кнопки "ОК".

## **Работа с внешними усилителями заряда или источниками сигналов напряжения**

Для работы с источниками сигналов электрического напряжения, например, с внешними усилителями-преобразователями заряда, требуется выключить встроенные усилители заряда на входах соответствующих АЦП каналов модуля.

Затем на вкладке "Модуль АЦП" выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Входной разъем". Выключить источник тока питания ICP, выбрав из списка "Ток питания ICP" соответствующее значение. Выбрать из списка "Номинальный" "Входной диапазон" значение входного диапазона АЦП. Входной амплитудный диапазон АЦП следует выбирать не меньше чем ожидаемый выходной диапазон источника сигнала.

При необходимости включить аналоговый ФВЧ для подавления постоянной составляющей сигнала, выбрав частоту среза из списка "Аналоговый ФВЧ".

Сделанные изменения (настройки) сохраняются при закрытии окна при помощи кнопки "ОК".

## **Конфигурирование датчиков**

Для включения в измерительный канал датчика сначала необходимо добавить устройство - датчик соответствующего типа. Для этого необходимо на вкладке "Устройства" окна "Настройка MR-300" нажать кнопку "Добавить устройство" в нижней части окна. Затем в открывшемся окне "Добавить устройство" установить метку перед строкой "Датчик" и нажать кнопку "ОК". См. рисунок С-8.

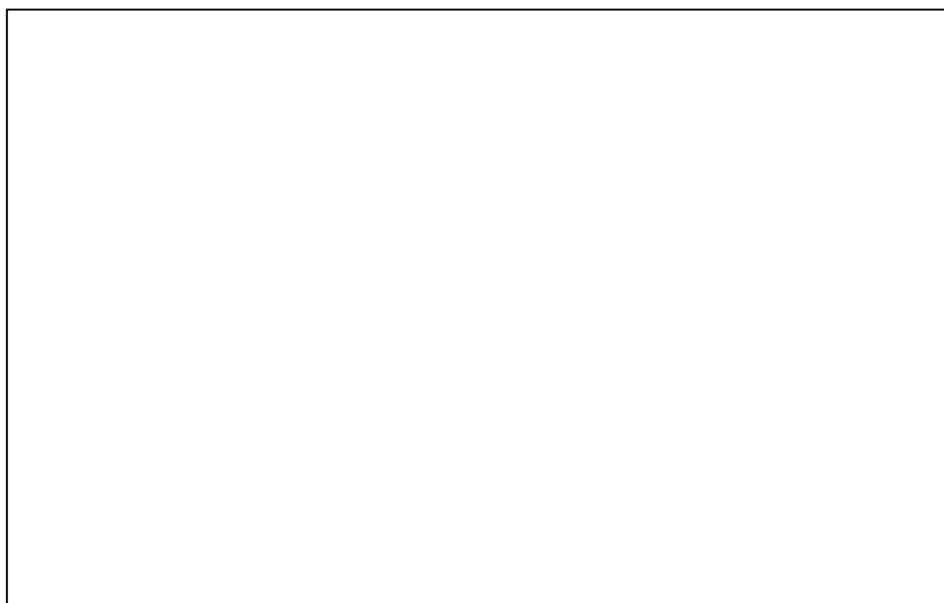


Рис С-8. Добавление датчика

*При добавлении датчика можно указывать количество добавляемых датчиков (см. рисунок С-7).*

Датчик будет добавлен в список устройств на вкладке "Устройства".

Далее необходимо выделить добавленный датчик и выбрать из поля "Тип датчика" в правой части окна значение "Акселерометр (вых. заряд)" для пьезоэлектрического датчика с выходом заряда (датчик PE типа) и "Акселерометр (вых. напряж.)" для датчика типа ICP.

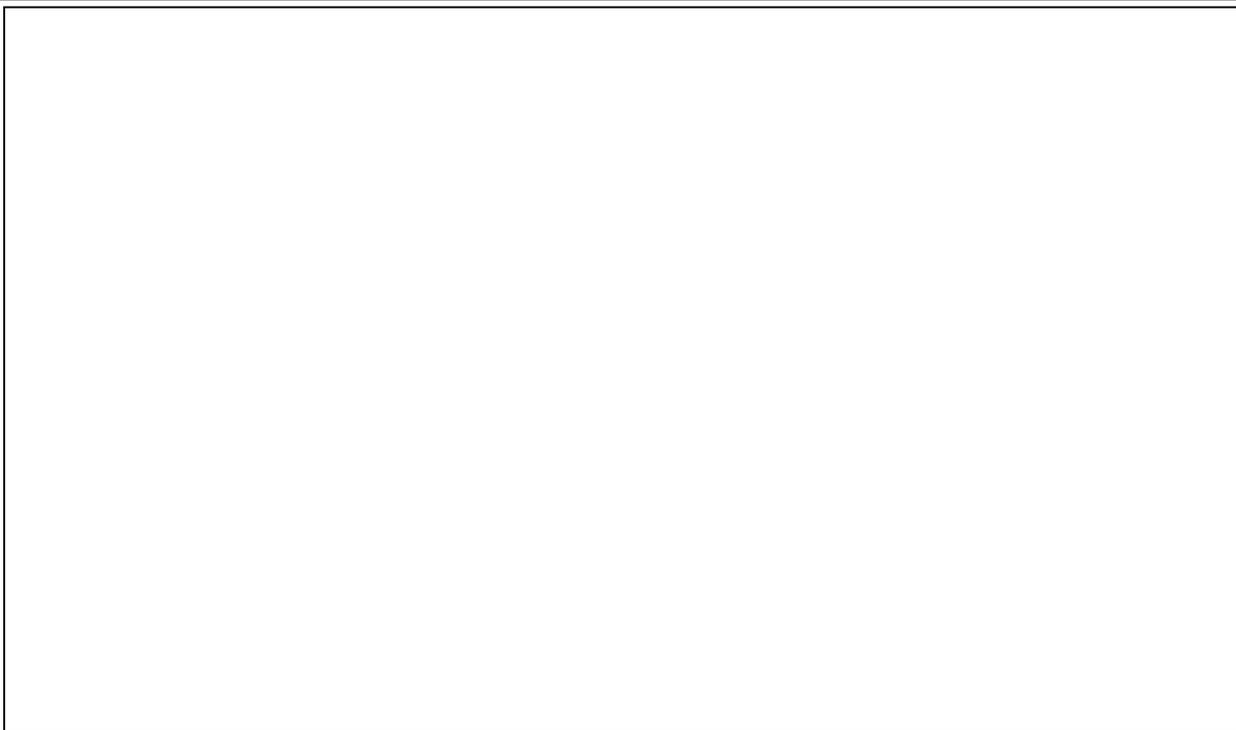


Рис С-9. Выбор типа датчика

*Если у какого-либо существующего датчика изменить тип, то новым добавляемым датчикам будет присваиваться этот тип по умолчанию.*

При необходимости отредактировать поля "Название", "Серийный номер" и другие поля для идентификации и хранения информации о датчике и его подключении. Повторить действия для добавления требуемого количества датчиков для всех измерительных каналов.

Для того чтобы включить датчик в измерительный канал необходимо на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300" в таблице коммутаций выполнить двойной щелчок мышью в ячейке столбца "Датчик" измерительного канала и выбрать из выпадающего списка соответствующий датчик. При этом справа от таблицы коммутаций появится вкладка "Датчик", в которой необходимо ввести паспортные параметры датчика. См. рисунки С-10 и С-11.

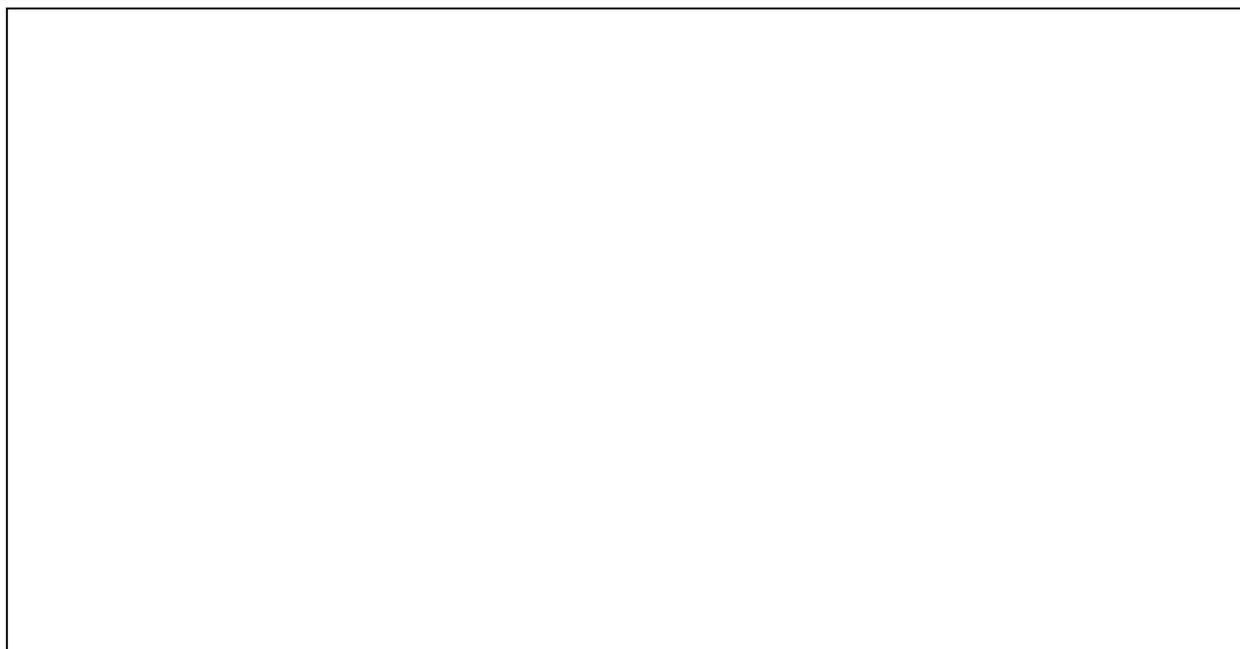


Рис С-10. Ввод параметров пьезоэлектрического датчика (РЕ типа)



Рис С-11. Ввод параметров пьезоэлектрического датчика с встроенным усилителем преобразователем заряда (датчика типа ICP)

### ***Проверка настройки каналов***

Для просмотра и проверки амплитудных и частотных характеристик измерительных каналов, получаемых в результате текущих настроек, необходимо на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300" выбрать вкладку "Отчет" в нижней части таблицы. В отчете будут указаны частотные характеристики, входные и

выходные диапазоны составляющих частей измерительных каналов. При этом будут автоматически выделены измерительные каналы, имеющие ошибочные или несоответствующие параметры, например, несоответствие входных и выходных диапазонов. Измерительные каналы с включенными диагностическими средствами, например, с включенными источниками опорного напряжения или встроенными калибраторами будут выделены цветом.

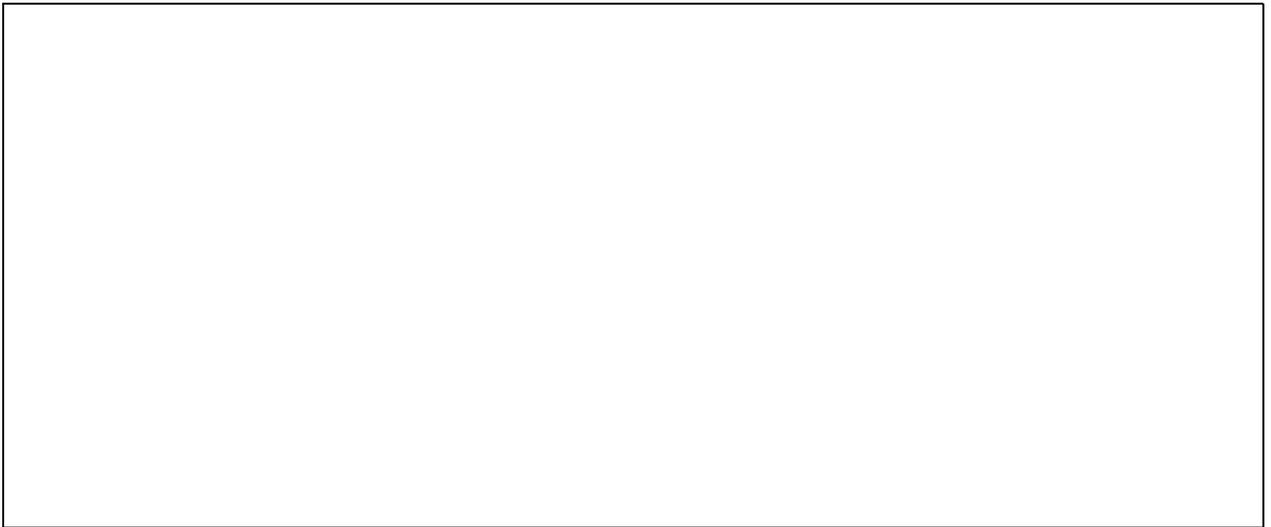


Рис С-12. Отчет о настройке измерительных каналов на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300"

### ***Балансировка каналов***

Для программной компенсации смещения нуля выходного сигнала необходимо выделить канал в таблице коммутаций на вкладке "Каналы" окна "Устройства" и в поле "Смещение "0"" на вкладке "Модуль АЦП" ввести требуемое значение. Для автоматической балансировки выделенного канала необходимо подать на его вход нулевой сигнал и нажать кнопку "Баланс.", расположенную на вкладке "Общие", в результате выполнения значение, требуемое для компенсации смещения нуля, будет рассчитано и установлено в поле "Смещение "0"" на вкладке "Модуль АЦП".

### ***Проверка работоспособности***

Проверка работоспособности каналов может быть произведена с использованием встроенных средств модуля.

Для проверки работоспособности АЦП каналов необходимо активировать вкладку "Каналы" окна "Настройка MR-300" и в таблице коммутаций выбрать один или несколько каналов, работоспособность которых требуется проверить. Затем справа от таблицы коммутаций открыть вкладку "Модуль АЦП", выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Опорн. напряж. (4.096В)", выбрать из

списка "Входной диапазон" значение не менее " $\pm 6.0$  В" и выключить ФВЧ, выбрав соответствующее значение из списка "Аналоговый ФВЧ". Нажать кнопку "ОК" для сохранения сделанных изменений и закрытия текущего окна. Запустить режим просмотра в главном окне программы при помощи нажатия соответствующей кнопки на панели управления. Оценка математического ожидания для всех проверяемых (исправных) АЦП каналов должна быть равна  $4,096$  В  $\pm 0,1\%$ , при условии, что каналы были предварительно сбалансированы. После завершения проверки работоспособности АЦП каналов, следует восстановить их настройки.

Для проверки работоспособности встроенных усилителей каналов необходимо открыть вкладку "Каналы" окна "Настройка MR-300" и в таблице коммутаций выделить один или несколько каналов, работоспособность которых требуется проверить. На вкладке "Встроенный усилитель" выбрать из выпадающего списка "Входной диапазон" значение " $\pm 1000$  пКл". Включить встроенный калибратор (генератор заряда), установив метку перед строкой "Калибратор". Закрыть окно, нажав кнопку "ОК". Запустить режим просмотра в главном окне программы при помощи нажатия соответствующей кнопки на панели управления. Сигнал на осциллограммах проверяемых каналов должен иметь амплитуду и частоту близкие к паспортным величинам, указанным в поле "Частота" и "Заряд" секции "Калибратор".

## **Подключение источников сигнала**

### **Работа с недифференциальными датчиками**

Наиболее распространенными пьезоэлектрическими датчиками ускорения являются датчики с заземленным выходом (датчики типа SEPE), у которых один из выводов электрически подключен к корпусу датчика (такие как Endevco Model 2272) или к корпусу разъема (Endevco Model 2273AM1). Датчики такого типа следует подключать к входам модуля, как показано на рисунке С-13. Для подключения необходимо использовать специальный малошумящий коаксиальный кабель. Длина кабеля должна быть минимальной длины (как правило). Для уменьшения входных шумов, связанных с трибоэлектрическим эффектом кабель необходимо неподвижно закреплять с шагом 30-50 мм при помощи зажимов или хомутов.

Контакт общего потенциала (заземленный вывод) датчика через корпус датчика и посадочное место на объекте может электрически соединяться с потенциалом земли (см. рисунок С-13 А). При этом разность потенциалов земли измерительной аппаратуры и земли в месте крепления датчика вызовет протекание электрического тока через проводник кабеля, соединяющий корпус датчика, и контакт входного разъема аппаратуры (образуется т.н. паразитный контур земли). Это в свою очередь приводит к возникновению шума на входе аппаратуры. Для ослабления шума, возникающего из-за протекания тока (паразитного контура земли), необходимо надежно заземлить объект и аппаратуру при помощи шины заземления с низким импедансом. Применение электроизолирующих прокладок, шпилек или пьезоэлектрических датчиков с электрически изолированной монтажной поверхностью (такие как Endevco Model 2221F) (см. рисунок С-13 Б) или изоляцией выходного разъема от корпуса (такие как Endevco Model 2273AM1) (см. рисунок С-13 В) позволяет избежать образования паразитного контура земли.

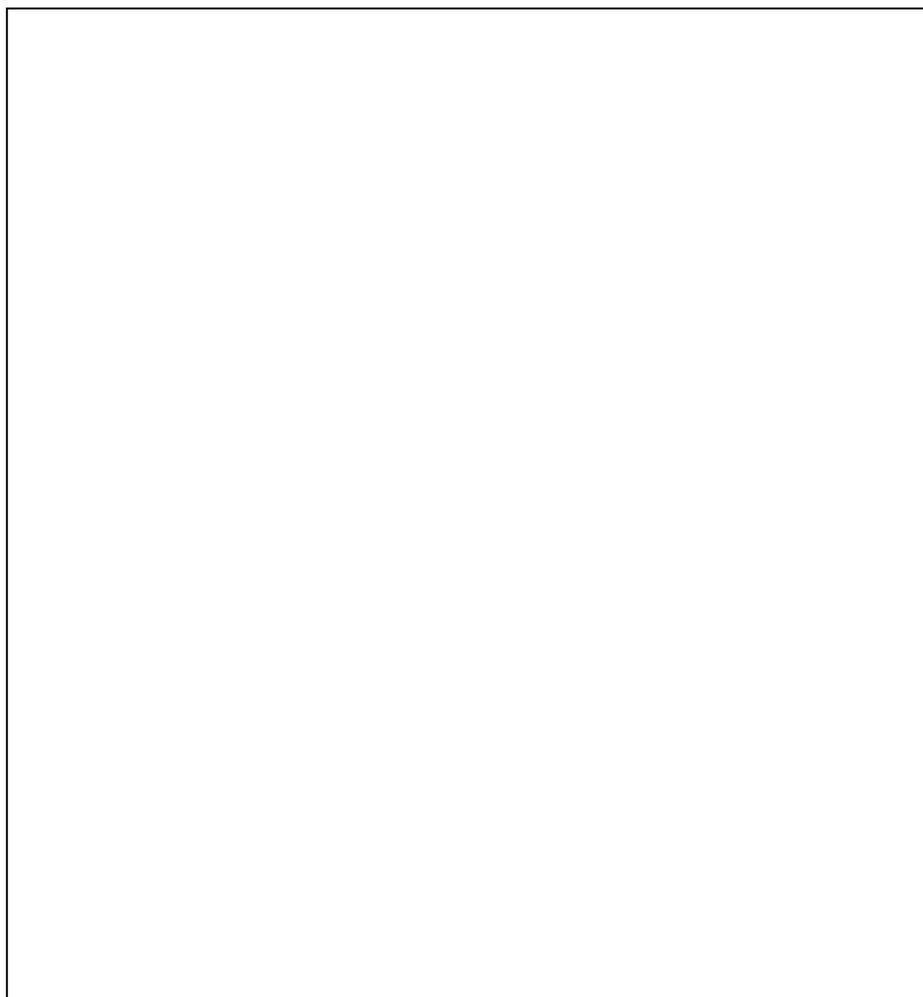


Рис С-13. Схемы подключения пьезоэлектрических датчиков с заземленным выходом (датчики SEPE)

В зависимости от схемы подключения датчика в меню настройки канала необходимо выбрать значение "Диф" или "Недифф" в поле "Тип входа" (см. [настройка измерительного канала](#)).

Для работы с пьезоэлектрическими датчиками с заземленным выходом необходимо в меню настройки соответствующих каналов модуля включить встроенный усилитель заряда и выбрать недифференциальный тип входа.

### **Работа с дифференциальными датчиками**

Для измерений в обстановке с высоким уровнем электромагнитных полей применяют пьезоэлектрические датчики с дифференциальным (симметричным) выходом.

Датчики с дифференциальным выходом следует подключать к входам модуля, как показано на рисунке С-14 (Endevco Model 6222S и Vibro-meter CA-136). Для подключения датчиков с дифференциальным выходом необходимо использовать специальную малошумящую экранированную витую пару. Для уменьшения входных шумов, связанных с трибоэлектрическим эффектом кабель не-

обходимо неподвижно закреплять с шагом 30-50 мм при помощи зажимов или хомутов.

Для работы с пьезоэлектрическими датчиками с дифференциальным выходом необходимо в меню настройки соответствующих каналов модуля включить встроенный усилитель заряда и выбрать дифференциальный тип входа.

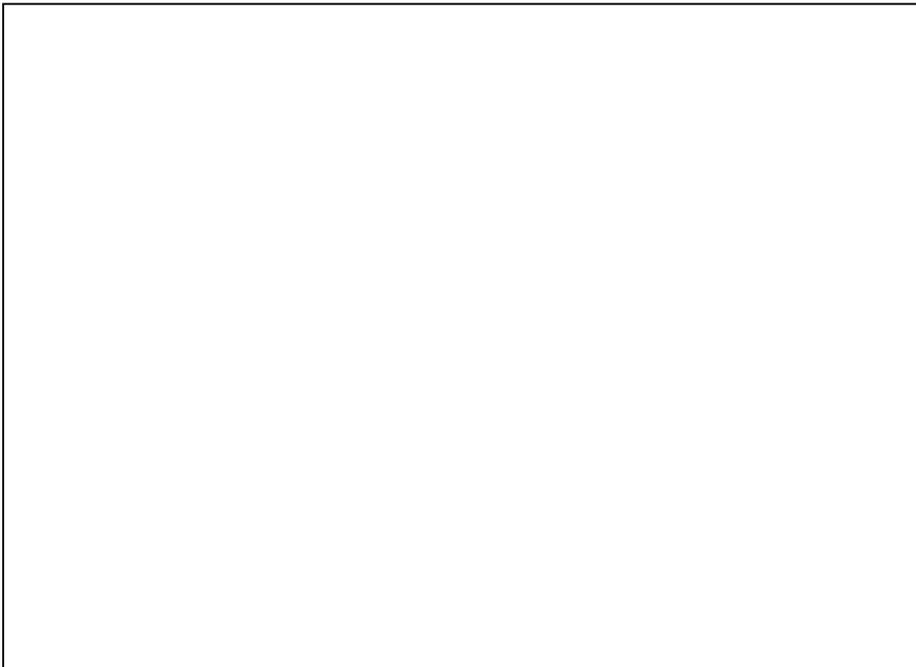


Рис С-14. Схемы подключения пьезоэлектрических датчиков с дифференциальным выходом (датчики DIFFPE)

### Работа с датчиками ICP

Пьезоэлектрические датчики с встроенным усилителем-преобразователем заряда (датчики IPEPE: торговые марки ICP, Isotron, Deltatron, Piezotron и другие), как правило, применяют при окружающей температуре до плюс 125°C. Датчики типа ICP имеют низкоимпедансный выход (выходной сигнал - электрическое напряжение) и не требуют применения специальных малошумящих кабелей. Длина соединительного кабеля может быть более 100 м (зависит от электрической емкости кабеля при прочих равных условиях).

Датчики с неизолированным от корпуса общим выводом (например, Endevco Model 751), датчики с электрически изолированной монтажной поверхностью (например, Endevco Model 2250A) следует подключать к входам модуля с использованием коаксиального кабеля, как показано на рисунке С-15 А Б соответственно. Датчики с выходными контактами изолированными от корпуса (например Endevco Model 2255B) следует подключать к входам модуля, как показано на рисунке С-15 В с использованием витой пары, экранированный кабель следует применять для работы в условиях сильных электромагнитных помех.

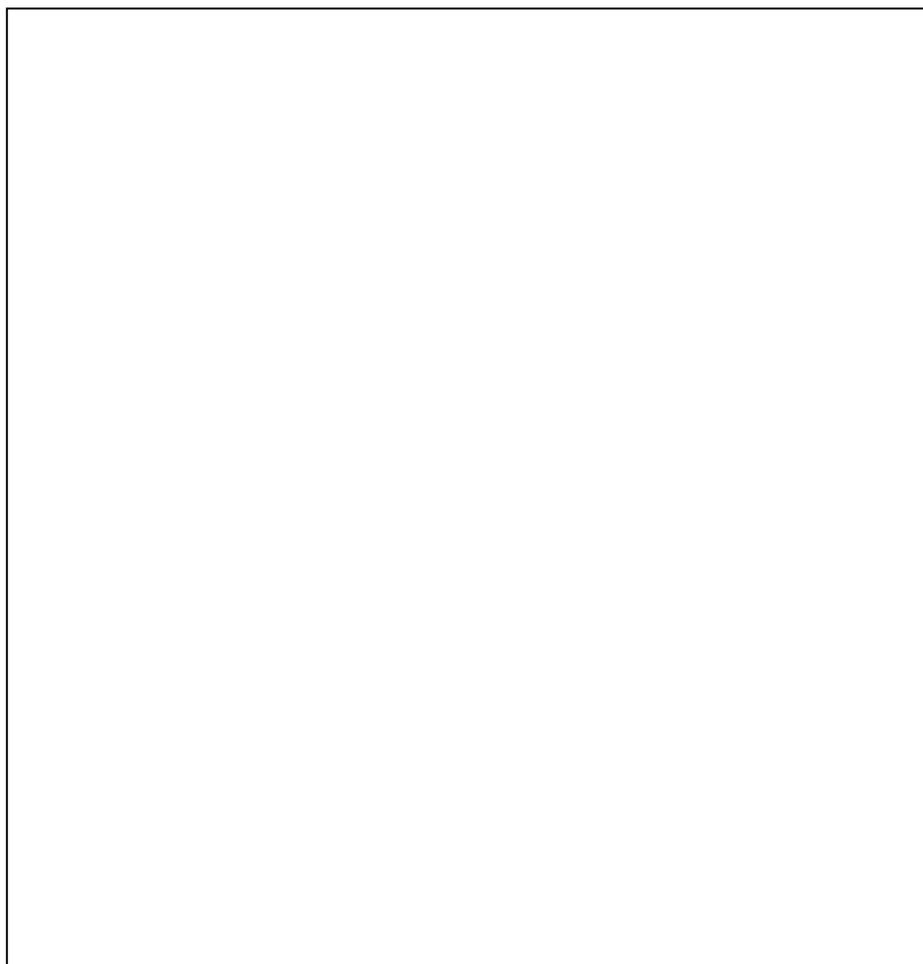


Рис С-15. Схемы подключения пьезоэлектрических датчиков с встроенным усилителем-преобразователем заряда (датчики IEPЕ, ICP)

Для работы с датчиками типа ICP необходимо в меню настройки соответствующих каналов модуля выключить встроенный усилитель заряда и выбрать (включить) ток питания датчика.

### **Работа с внешними усилителями**

Применение внешних усилителей-преобразователей заряда позволяет минимизировать использование специального малошумящего кабеля для передачи заряда от пьезоэлектрического датчика. Усилитель-преобразователь располагают на небольшом расстоянии от датчика в зоне, где температура допустима для работы усилителя. Для передачи низкоимпедансного выходного сигнала (электрического напряжения) от усилителя-преобразователя на вход модуля используют обычный коаксиальный кабель.

Внешние усилители-преобразователи заряда с внешним питанием и усилители с питанием постоянным током по двухпроводному выходу следует подключать к модулю согласно схемам, приведенным на рисунке С-16 А Б соответственно.

Для работы с внешними усилителями-преобразователями заряда необходимо в меню настройки соответствующих каналов модуля выключить встроенный усилитель заряда, выбрать недифференциальный тип входа, выключить ток питания ICP датчика для внешних усилителей, которые питаются от внешнего источника питания и включить (выбрать) ток питания ICP для внешних усилителей с питанием по двухпроводному выходу.



Рис С-16. Схемы подключения пьезоэлектрических датчиков с использованием внешних усилителей-преобразователей заряда

См. также описание [входных разъемов](#) и назначения контактов.

---

## **Идентификация модуля**

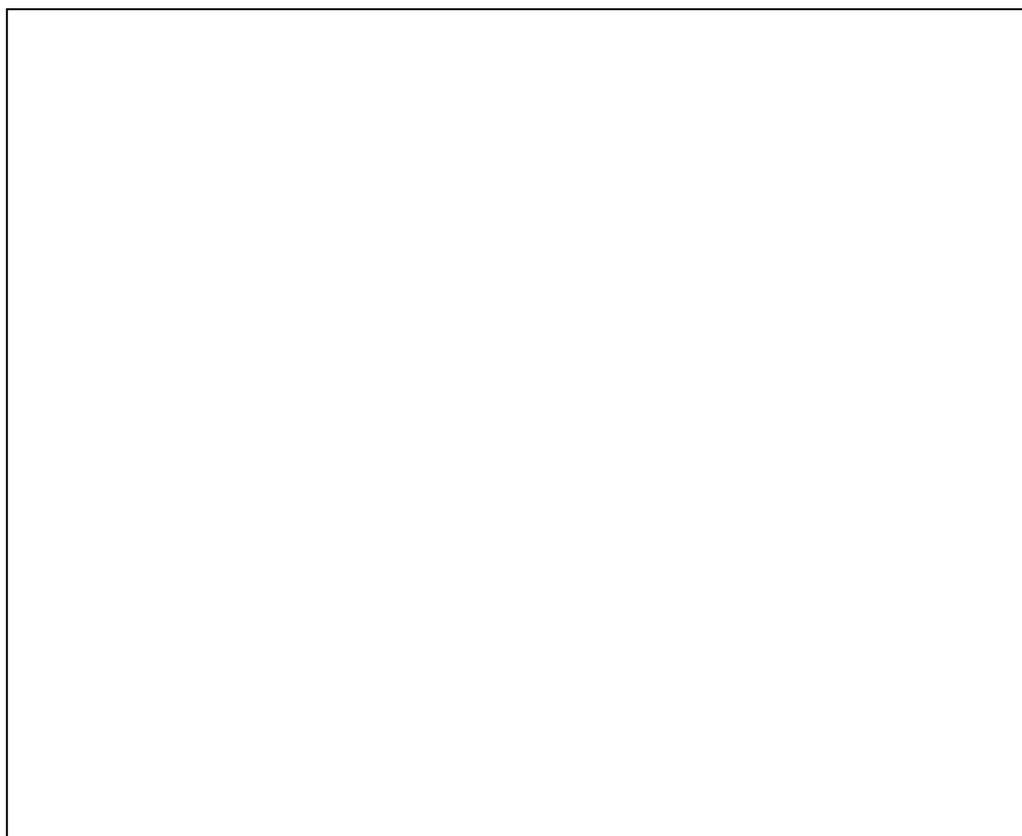


Рис С-17. Настройка модуля. Вкладка "Общие настройки".

## **Метрология**

Для просмотра информации о калибровке необходимо выбрать модуль из списка на вкладке "Устройства" окна "Настройка MR-300" и открыть вкладку "Метрология". См. рисунок С-18.

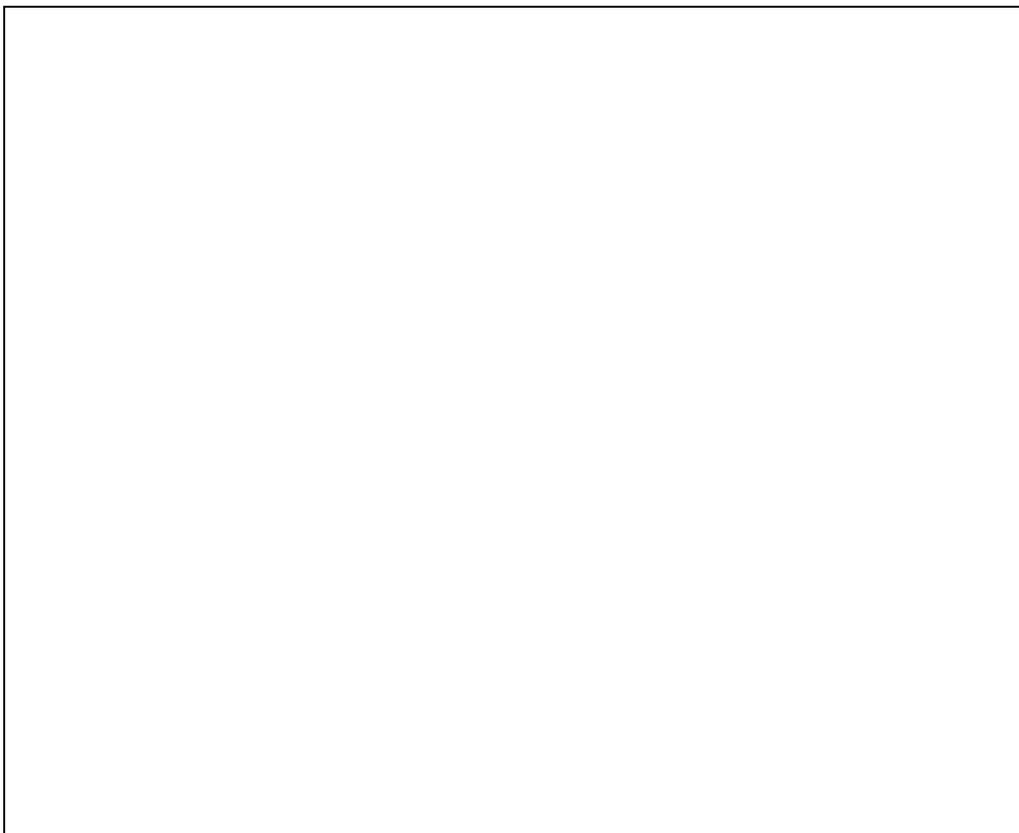


Рис С-18. Настройка модуля. Вкладка "Метрология".

На вкладке "Метрология" отображаются диагностические сообщения, дата последней заводской калибровки модуля, текущие калибровки модуля, номиналы частот среза встроенных фильтров модуля, списки доступных режимов модуля, команды для работы с данными калибровок. Набор действий доступных для работы с калибровочными данными зависит от текущих прав доступа. Полный перечень калибровок и номиналов данного модуля можно увидеть в текстовом файле, предварительно создав его с помощью команды "Экспорт в текстовый файл"

Команда "Загрузить из заводских" служит для загрузки калибровок из ППЗУ модуля в файл текущих калибровок программы MR-300. Выполнение команды "Загрузить из заводских" требуется после перекалибровки модуля или получения сообщения о несовпадении данных файла текущих калибровок MR-300 и данных в ППЗУ модуля.

Команды "Экспорт в текстовый файл" и "Экспорт в бинарный файл" предназначены для сохранения текущих калибровок модуля в файл с целью сохранения и передачи производителю при возникновении проблем.

### **Индикация состояний канала**

Светодиодные индикаторы зеленого цвета свечения, установленные на [передней панели модуля \(поз.2 на рисунке 1\)](#) , служат для индикации состояния каналов в режиме работы с датчиками типа ICP. Возможные состояния индикаторов и соответствующие состояния каналов приведено в следующей таблице.

Таблица С-4. Индикация состояний канала

Состояние индикатора канала	Состояние канала
Зеленый	Нормальное функционирование датчика типа <b>ICP</b>
Выключен	Обрыв цепи питания датчика типа <b>ICP</b>

### **Неисправности и методы их устранения**

При обнаружении неисправностей перечисленных в следующей таблице ремонт производится силами обслуживающего персонала.

Таблица С-5. Неисправности и методы их устранения

Описание неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Индикатор состояния канала выключен (в режиме ICP)	Обрыв кабеля	Проверить кабель

При обнаружении неисправностей не указанных в таблице или повреждений, например, разъемов комплекса, или электронных компонентов, ремонт комплекса должны выполнять специалисты предприятия-изготовителя.

## Приложение D.

### МХ-310 АЦП с тензоусилителем

#### *Назначение и область применения*

Модули МХ-310 представляют собой многоканальные аналого-цифровые измерительные преобразователи со встроенными программно отключаемыми усилителями и взвешенными источниками тока для питания внешних тензорезисторов. Преобразование входных сигналов осуществляется посредством отдельных аналого-цифровых преобразователей одновременно (синхронно) по всем каналам модуля.

Модули предназначены для измерения и регистрации (преимущественно) динамических сигналов. Источниками входных сигналов могут служить тензорезисторы, внешние усилители-преобразователи (кондиционеры) сигналов, датчики генераторного типа или датчики со встроенным усилителем-преобразователем и питанием постоянным током по двухпроводной линии (датчики типа ICP).

Питание (возбуждение) внешнего тензорезистора постоянным балансным током при помощи двух согласованных источников обеспечивает высокую защищенность канала от влияния внешних электростатических помех, действующих на соединительную линию (по сравнению с несимметричным (заземленным) источником тока).

Управление модулями, измерение, экспресс-анализ и регистрация сигналов осуществляется средствами программы MEPA MR-300

Основная область применения модулей - исследования быстропеременных процессов, диагностика и контроль состояния элементов подвижных (вращающихся) механизмов и машин.

## Основные технические характеристики модуля МХ-310

Таблица 1. Основные технические характеристики

Количество каналов	4
Режим работы канала по входу (тип входа)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дифференциальный вход по напряжению;</li> <li>- недифференциальный вход по напряжению;</li> <li>- недифференциальный вход по напряжению с питанием датчика типа <b>ICP</b>;</li> <li>- дифференциальный вход встроенного тензометрического усилителя;</li> </ul>
Входные диапазоны с выключенным встроенным тензометрическим усилителем (количество разрядов)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\pm 10</math> В (АЦП 24 бит)*;</li> <li><math>\pm 10</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 6</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 3</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 1,5</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 0,75</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 0,375</math> В (АЦП 16 бит);</li> <li><math>\pm 0,188</math> В (АЦП 16 бит);</li> </ul>
Входные диапазоны с включенным встроенным тензометрическим усилителем (в зависимости от коэффициента усиления $K_u$ усилителя)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\pm 10</math> мВ (1000);</li> <li><math>\pm 20</math> мВ (500);</li> <li><math>\pm 50</math> мВ (200);</li> <li><math>\pm 100</math> мВ (100)</li> </ul>
Частота дискретизации сигналов $F_s$	<ul style="list-style-type: none"> <li>3375 Гц</li> <li>6750 Гц</li> <li>13500 Гц</li> <li>27 кГц</li> <li>54 кГц</li> <li>108 кГц</li> <li>216 кГц</li> </ul>
Частота среза (программно отключаемого) ФВЧ по уровню -3 дБ на входе АЦП	1,7 Гц
Величина тока питания датчика типа ICP (в диапазоне выходных напряжений от 0,5 до 29 В)*	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>8 \pm 0,4</math> мА</li> <li><math>10 \pm 0,5</math> мА</li> </ul>
Напряжение встроенного источника опорного напряжения	$4,096 \pm 0,004$ В
Подавление входного синфазного сигнала в полосе	64 дБ

частот от 50 Гц до 1 кГц, не менее	
Номинальный ток питания тензорезисторов	20мА
Номинальная частота среза ФНЧ усилителя по уровню -3 дБ	2,2 кГц; 48 кГц
Номинальная частота импульсной модуляции (меандр) тока питания тензорезистора при включении калибратора	420 Гц
Номинальный размах модуляции тока питания тензорезистора при включении калибратора	3,5 мкА
Номинальное сопротивление встроенного имитатора тензорезистора	200 Ом

\* размер отсчета дискретизации сигнала при регистрации на диск в 24-битном режиме равен 4 байтам

## **Нормируемые метрологические характеристики**

Таблица 2. Нормируемые метрологические характеристики

Пределы допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока ( $F_s=216\text{кГц}$ , входной диапазон $-10,0\dots+10,0\text{ В}$ ) при температуре $25^\circ\text{C}$	$\pm 0,1\%$
Пределы допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока частотой $1\text{кГц}$ ( $F_s=216\text{кГц}$ , входной диапазон $-10,0\dots+10,0\text{ В}$ ) при температуре $25^\circ\text{C}$	$\pm 0,1\%$
Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности измерений, вызванной изменением температуры, в диапазоне температур от $+5$ до $+50^\circ\text{C}$	$\pm 0,2\%$
Неравномерность АЧХ каналов в диапазоне частот от $20\text{ Гц}$ до $40\text{ кГц}$ относительно входного сигнала частотой $1\text{ кГц}$ ( $F_s=216\text{ кГц}$ , дифференциальный тип входов), не более	$\pm 0,015\text{ дБ}$
Неравномерность АЧХ каналов в диапазоне частот от $40\text{ кГц}$ до $100\text{ кГц}$ относительно входного сигнала частотой $1\text{ кГц}$ ( $F_s=216\text{ кГц}$ , дифференциальный тип входов), не более	$\pm 0,15\text{ дБ}$
Пределы допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока частотой $1\text{ кГц}$ с включенным усилителем ( $F_s=216\text{кГц}$ )	$\pm 0,3\%$

Полоса частот пропускания каналов с включенным усилителем по уровню -3 дБ	10 Гц...100 кГц
Неравномерность АЧХ каналов с включенным усилителем в полосе частот 20 Гц...60 кГц	±0,5 дБ

Остальные метрологические и эксплуатационные характеристики приведены в руководстве по эксплуатации модуля МХ-310.

## Конструктивное исполнение модуля

Конструктивно модули МХ-310 представляют собой печатную плату с закрепленной на ней передней панелью. На передней панели (поз.1 на рисунке 1) размещены четыре входных разъема (поз.5 на рисунке 1), предназначенные для подключения источников сигналов, и светодиодные индикаторы (поз.2 на рисунке 1).

Модули предназначены для работы в составе крейтов стандарта РХІ, имеющих слоты для установки модулей типоразмера 3U.

Для установки и извлечения модуля из слота крейта служит экстрактор с рычагом и фиксатором (поз.3 на рисунке 1). Невыпадающие винты (поз.4 на рисунке 1) на передней панели предназначены для закрепления модуля в слоте крейта.

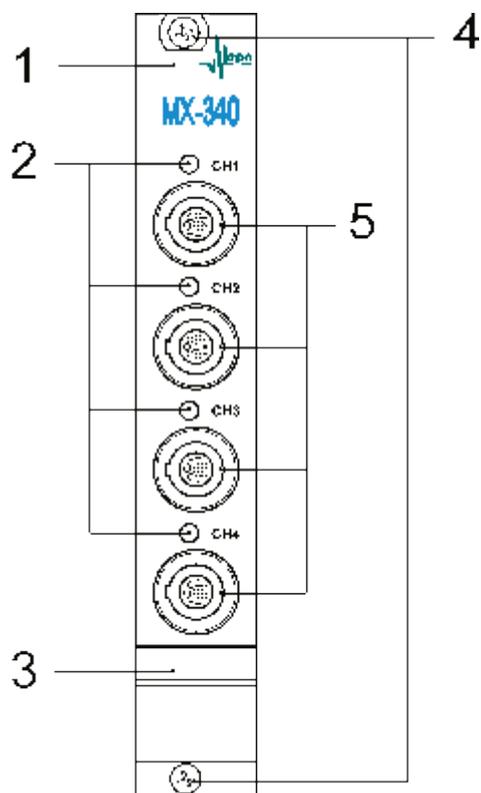


Рис 1. Вид на переднюю панель модуля МХ-310  
1 - планка передней панели; 2 - индикаторы состояния каналов; 3 - экстрактор с рычагом и фиксатором; 4 - невыпадающие винты; 5 - входные разъемы.

## Разъемы

На передней панели модуля установлены восьмиконтактные разъемы типа LEMO EGG.1B.308 (контакты типа гнездо) (поз.5 на рисунке 1). Разъемы предназначены для подключения источников сигнала (тензорезисторов, выходов внешних усилителей-преобразователей, датчиков типа ICP).

Расположение контактов разъемов LEMO EGG 1B 308 показано на рисунке 2. Назначение контактов входных разъемов модулей приведено в таблице 3. Для подключения к входному разъему на соединительном кабеле должны быть смонтированы разъемы типа LEMO FGG.1B.308.

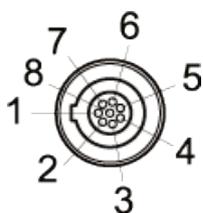


Рис 2. Расположение контактов входного разъема LEMO EGG.1B.308

Таблица 3. Назначение контактов входных разъемов

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1,2,3,6,7	-	Не используется
	4	+I N	Неинвертирующий вход, выход тока питания тензорезистора, выход тока питания и вход сигнала датчика типа <b>ICP</b> *
	5	-IN	Инвертирующий вход, выход тока питания тензорезистора, общий потенциал датчика типа <b>ICP</b> *
	8	AG ND	Потенциал аналоговой земли

\* В режиме работы входа "ICP"

В качестве ответной части используется вилка LEMO FGG.1B.303.CLAD62.

## Функциональная схема модуля МХ-310

Схема питания одиночного тензометра балансным током приведена на рисунке 3.

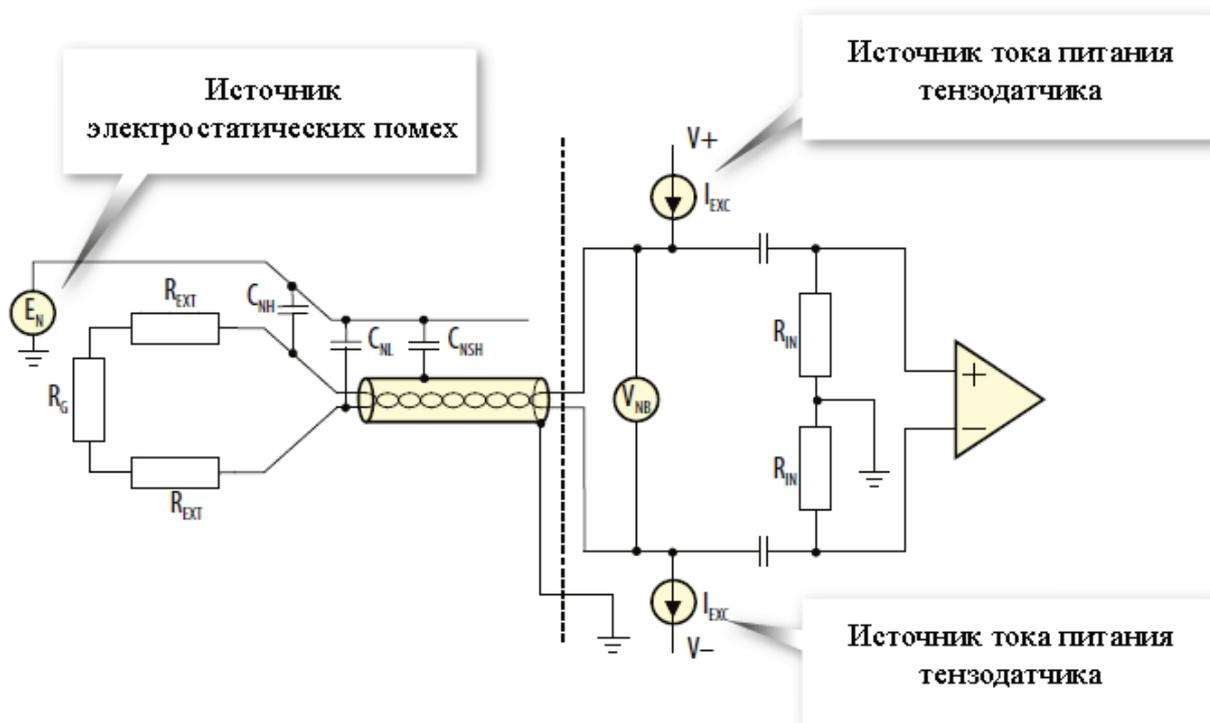


Рис 3. Схема питания тензометра балансным источником тока.

Подробное описание функционирования структурных элементов усилителя изложено в "Руководстве по эксплуатации МХ-310".

## Подключение источников сигнала

### Работа с одиночным тензорезистором

Для работы с тензорезисторами в качестве источников сигналов необходимо подключить тензорезисторы ко входам каналов модуля, как показано на рисунке 4, и включить встроенные тензо-усилители на входах соответствующих АЦП каналов модуля. Порядок включения описан в разделе [«Включение/выключение встроенного тензометрического усилителя»](#).

При добавлении новых каналов (из списка доступных в список используемых) встроенные усилители включены по-умолчанию.

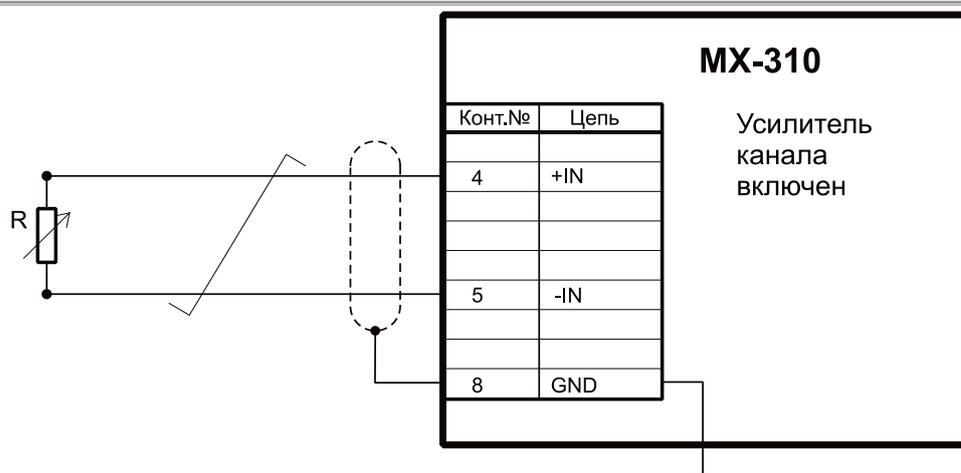


Рис 4. Схема подключения тензорезистора к входу канала модуля МХ-310

Далее необходимо настроить усилитель, используя вкладку ["Встроенный усилитель"](#). Из выпадающего списка "Входной диапазон" выбрать значение входного диапазона или коэффициент усиления из списка "k усиления" (при выборе значения одного параметра, значение второго будет установлено автоматически, т.к. они взаимосвязаны). Входной амплитудный диапазон усилителя следует выбирать не меньше чем ожидаемый выходной диапазон сигнала датчика.

На вкладке ["Модуль АЦП"](#) выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Входной разъем", а из списка "Номинальный входной диапазон" - значение входного диапазона АЦП. Измененные настройки сохраняются при закрытии окна при помощи кнопки "ОК".

Перед проведением измерений или регистрацией сигналов следует убедиться, что выключен встроенный генератор тестового возбуждения датчика. И источник сигнала встроенного усилителя задан правильно.

#### ***Работа с внешними усилителями-преобразователями (дифференциальное подключение)***

Для работы с внешними усилителями-преобразователями, с питанием постоянным током по двухпроводной линии, таких как Endevco Model 2771 или другими усилителями, выходными сигналами которых является электрическое напряжение, необходимо [отключить](#) встроенные усилители соответствующих каналов модуля.

Как правило, внешние усилители-преобразователи имеют несимметричные (заземленные) выходы, которые могут быть подключены к входам модуля с использованием дифференциального подключения, как показано на рисунке 5. В меню [настройки соответствующих каналов](#) модуля необходимо выбрать дифференциальный тип входа. Для дифференциального подключения следует использовать кабель типа витая пара в экране.

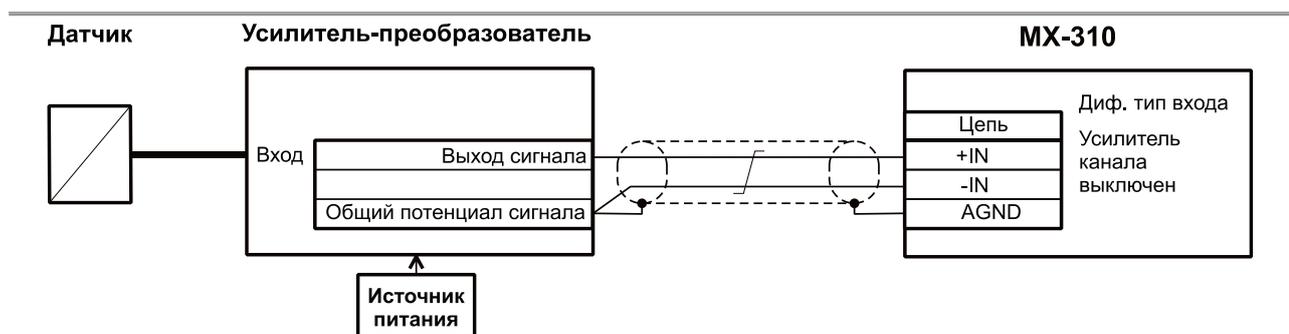


Рис 5. Схема дифференциального подключения внешнего усилителя-преобразователя к входу канала модуля МХ-310

### **Работа с внешними усилителями-преобразователями (недифференциальное подключение)**

Для недифференциального подключения выходов внешних усилителей к входам каналов модуля может быть использован коаксиальный кабель, при этом в меню настройки соответствующих каналов модуля необходимо выбрать недифференциальный тип входа и установить электрическую перемычку между цепями "-IN" и "AGND" в кабельной части разъема, как показано на рисунке 6.

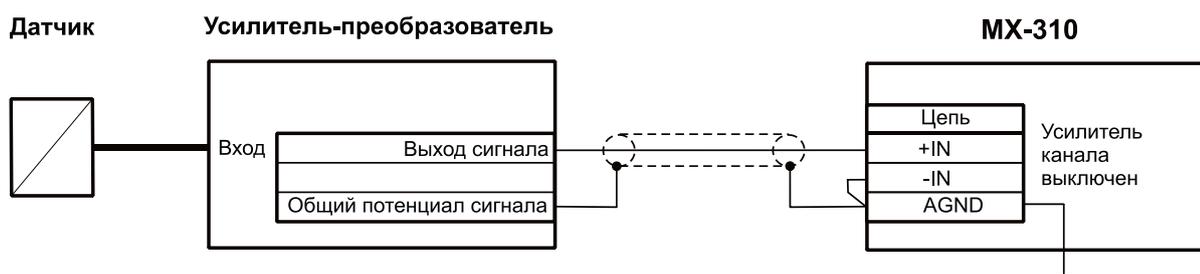


Рис 6. Схема недифференциального подключения внешнего усилителя-преобразователя к входу канала модуля МХ-310

### **Работа с внешними усилителями-преобразователями с питанием током ICP**

Применение внешних усилителей-преобразователей позволяет минимизировать использование специального малошумящего кабеля для передачи сигнала от тензومترического датчика. Усилитель-преобразователь располагают на небольшом расстоянии от датчика в зоне, где температура допустима для работы усилителя. Для передачи низкоимпедансного выходного сигнала (электрического напряжения) от усилителя-преобразователя на вход модуля используют обычный коаксиальный кабель.

Внешние усилители-преобразователи с питанием постоянным током по двухпроводной линии следует подключать к модулю согласно схеме, приведенной на рисунке 7.

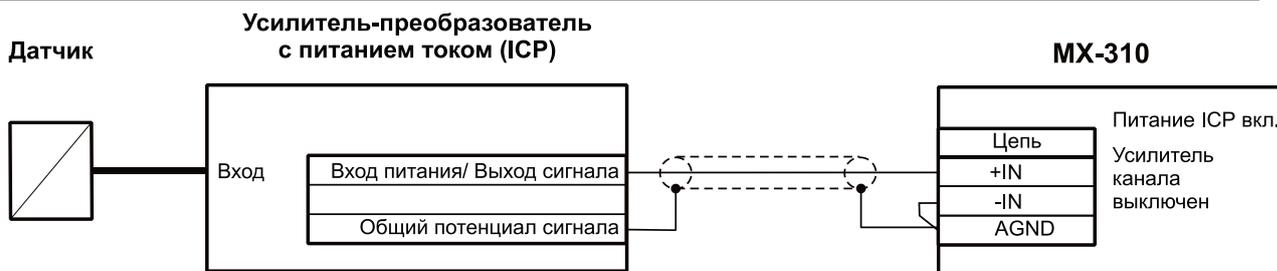


Рис 7. Схема подключения внешнего усилителя преобразователя с питанием током **ICP** к входу канала модуля МХ-310

Для работы с внешними тензометрическими усилителями-преобразователями необходимо в меню настройки соответствующих каналов модуля выключить встроенный усилитель, выбрать недифференциальный тип входа, выключить ток питания ICP датчика для внешних усилителей, которые питаются от внешнего источника питания и включить (выбрать) ток питания ICP для внешних усилителей с питанием по двухпроводному выходу.

### Работа с датчиками типа ICP

Датчики со встроенными усилителями-преобразователями (датчики типа ICP®, Isotron®, DeltaTron® и аналогичные) или внешние усилители-преобразователи с питанием постоянным током по двухпроводной линии, такие как Endevco Model 2771 следует подключать к входам модуля, как показано на рисунках 7 и 8 соответственно. Для подключения может быть использован коаксиальный кабель. В меню настройки соответствующих каналов модуля необходимо **выключить** усилители, выбрать величину тока питания ICP, при этом будут автоматически включены входные ФВЧ и выбран недифференциальный тип входа каналов. При использовании соединительных кабелей большой длины (более 100 м) или кабелей с высокой электрической ёмкостью следует выбирать величину тока питания ICP 10 мА.

Для работы с датчиками типа ICP необходимо в меню настройки соответствующих каналов модуля выключить встроенный тензометрический усилитель и выбрать (включить) ток питания датчика.

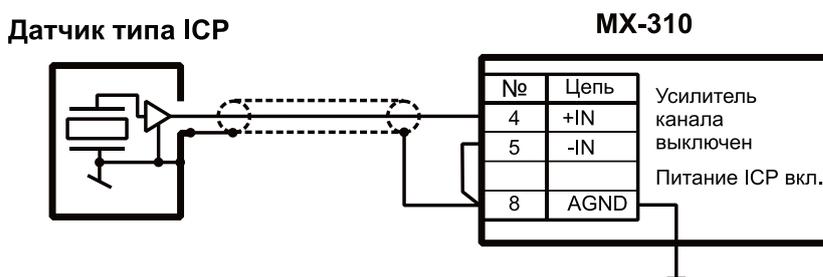


Рис 8. Схема подключения датчика типа **ICP** к входу канала модуля МХ-310

Для работы с датчиками, оснащенными встроенными усилителями-преобразователями (типа ICP), на выходе которых генерируется сигнал электрического напряжения, требуется выключить встроенные тензометрические усилители на входах соответствующих АЦП каналов модуля (см. раздел [«Включение/выключение встроенного тензометрического усилителя»](#)) и включить ток для питания датчиков, в случае если не будет использоваться внешние источники питания.

---

На вкладке "[Модуль АЦП](#)" необходимо выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Внешний разъем".

Выбрать величину тока питания датчика из списка "Ток питания ICP", если требуется обеспечить электропитание датчика средствами модуля. Большее значение величины тока питания датчика следует выбирать, если используются более длинные соединительные провода или провода с большей электрической емкостью.

Выбрать из списка "Номинальный" "Входной диапазон" значение входного диапазона АЦП. Входной амплитудный диапазон следует выбирать не меньше чем ожидаемый выходной диапазон сигнала датчика.

Включить аналоговый ФВЧ, выбрав частоту среза из списка "Аналоговый ФВЧ", для подавления постоянной составляющей сигнала на выходе датчика ICP. Сделанные изменения (настройки) сохраняются при закрытии окна при помощи кнопки "ОК".

При подключении источников сигналов к модулям следует избегать образования замкнутых контуров земли, которые могут являться источниками помех.

## Настройка измерительного канала усилителя

Изменение свойств измерительного канала модуля МХ-310 происходит через его диалог настройки, который можно вызвать из диалога общей настройки MR-300 (см. рисунок 3), либо непосредственно из списка каналов главного окна MR-300 (см. рисунок 5).

Подробнее см. раздел [«Диалог настройки измерительных каналов»](#).

Диалог позволяет одновременно настраивать свойства произвольного числа каналов модулей МХ-310 (требуемые каналы должны быть предварительно выделены).

Если измерительные каналы предварительно не были добавлены в список активных каналов, то их необходимо добавить как описано в разделе [«Добавление и настройка измерительных каналов»](#). После добавления, встроенный усилитель канала по-умолчанию включен и диалог настройки будет содержать вкладку "Встроенный усилитель". См. рисунок 3.

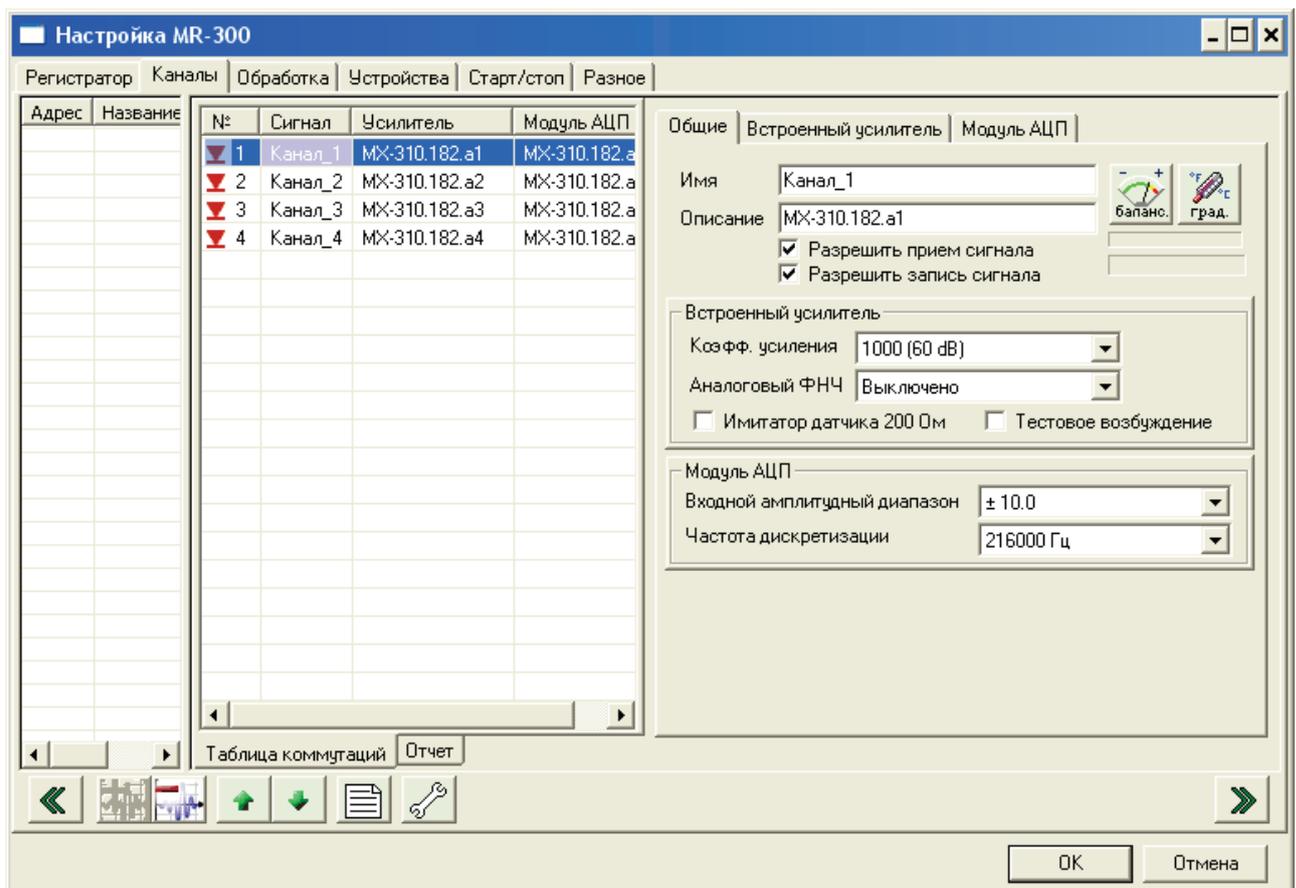


Рис 9. Добавление измерительного канала модуля МХ-310

## Включение/выключение встроенного тензометрического усилителя

Встроенные тензометрические усилители включаются/выключаются индивидуально для каждого канала.

Для того, чтобы включить встроенный усилитель измерительного канала, необходимо выделить нужную ячейку в таблице коммутации (см. рисунок 10) и нажать кнопку  на панели управления. Из выпадающего списка необходимо выбрать канал встроенного усилителя. Отключение встроенного усилителя происходит аналогичным образом.

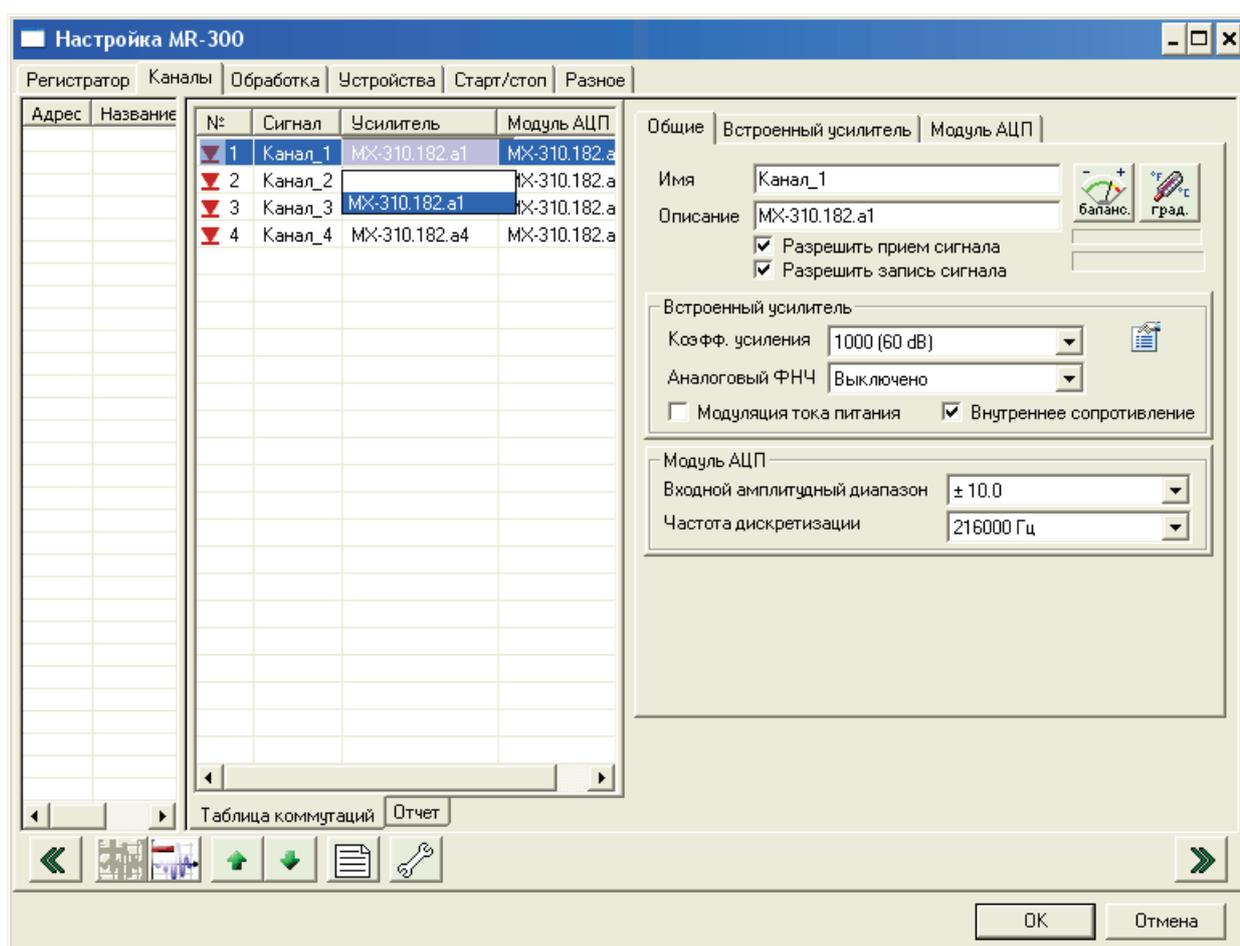


Рис 10. Включение/выключение встроенного усилителя модуля МХ-310

При отключении встроенного усилителя будет удалена вкладка "Встроенный усилитель" и управление модулем будет осуществляться через вкладку "Модуль АЦП". Этот режим может использоваться для работы с любым внешним усилителем, имеющим выход по напряжению, например ME-230). Также этот режим может использоваться для работы с датчиками типа ICP. (см. [ниже](#)) Таким образом, изначально, тензометрический канал можно перенастроить на измерения вибраций, пульсаций давления и других типов физических величин.



Более подробная информация по управлению измерительным каналом изложена в разделе "Вкладка «Каналы» основного диалога настройки MR-300".

## Вкладка "Общие настройки"

Порядок вызова диалога настройки каналов, приведенного на рисунке 11, описан в разделе ["Диалог настройки измерительных каналов"](#)

Вкладка "Общие" содержит основные и наиболее употребимые свойства всего измерительного канала. Остальные вкладки опциональные, и служат для более подробной настройки конкретного преобразователя (датчик/усилитель/АЦП). При отключении встроенного усилителя или датчика их вкладки не отображаются.

На рисунке 11 приведены поля общих настроек измерительного канала. Ниже этих полей располагаются основные свойства АЦП и встроенного усилителя.

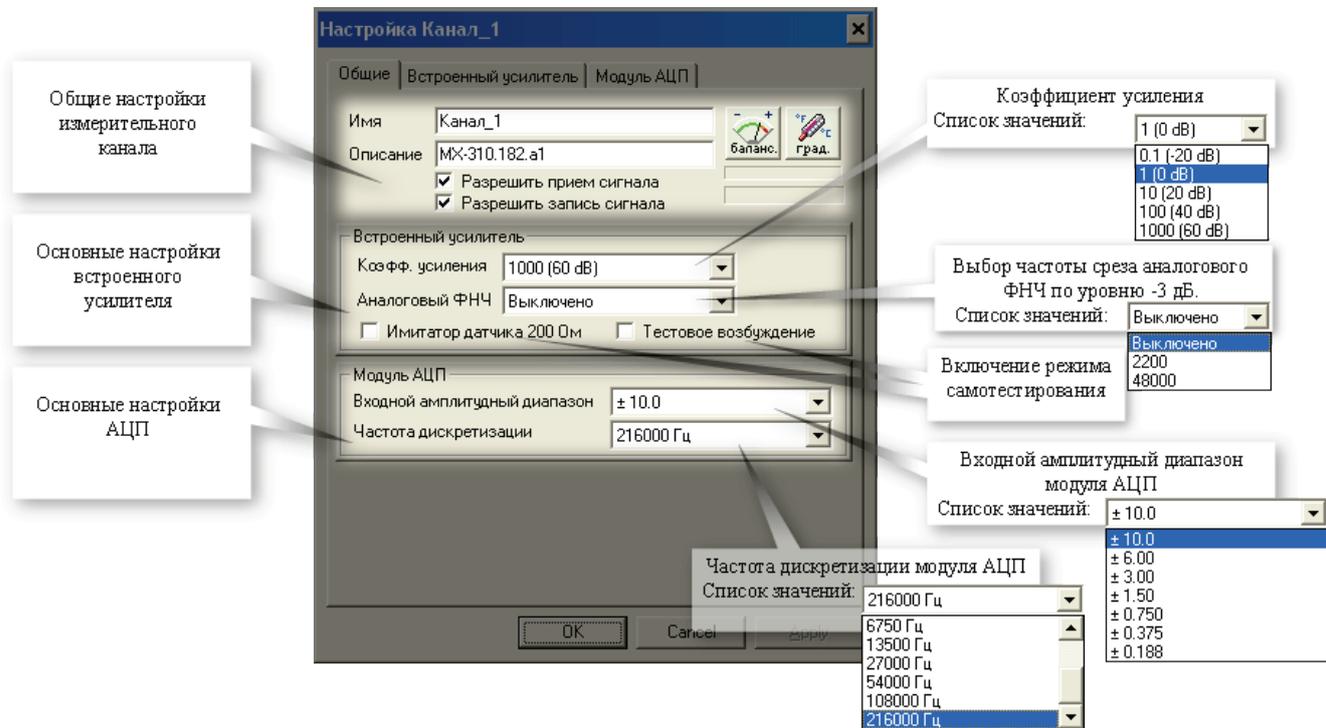


Рис 11. Настройка канала. Вкладка "Общие настройки".

## Вкладка "Встроенный усилитель"

Во вкладке "Встроенный усилитель", приведенной на рисунке 13, содержатся поля, необходимые, для более подробной настройки измерительного канала (в части встроенного тензометрического усилителя).

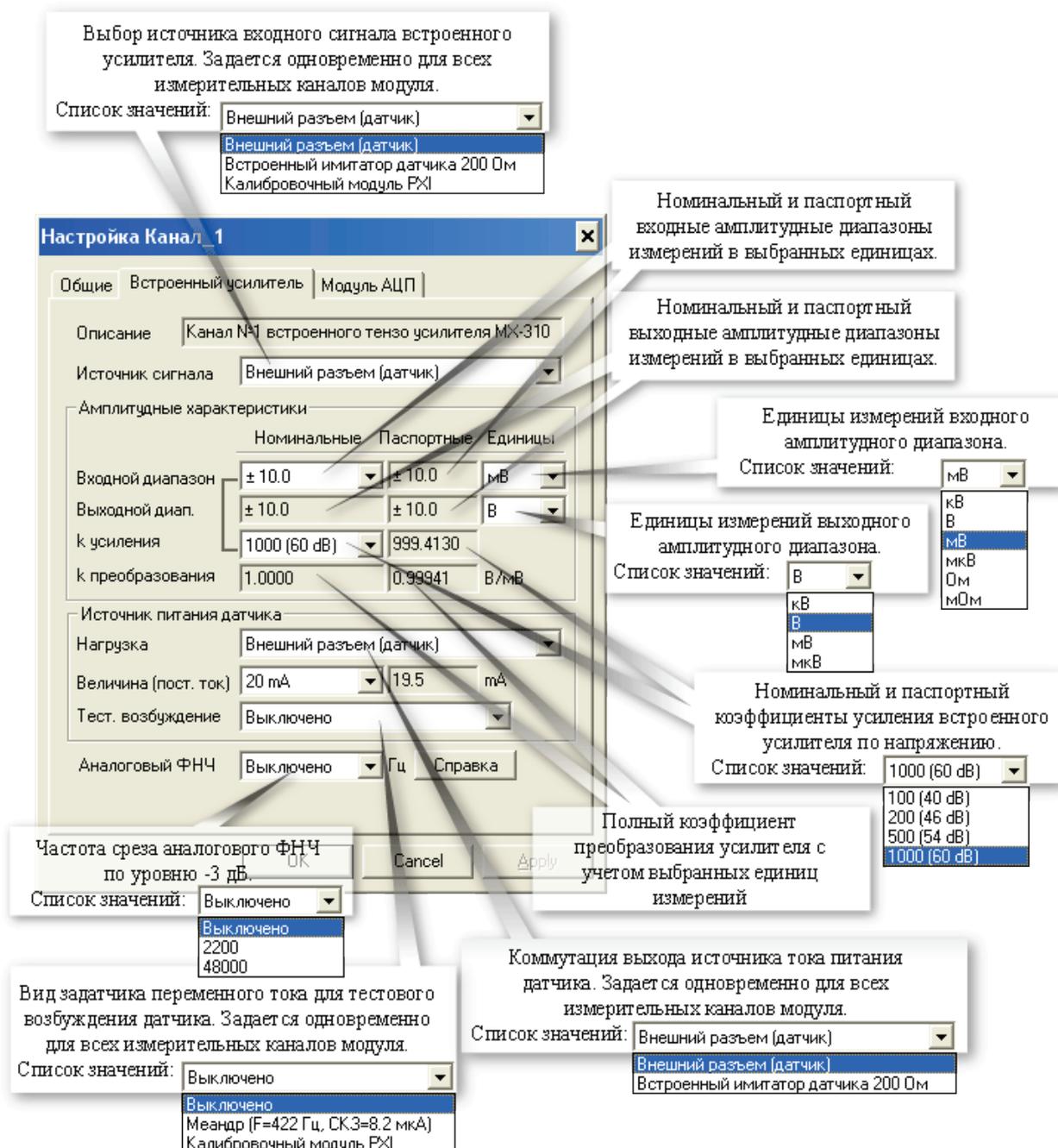


Рис 12. Настройка канала. Вкладка "Встроенный усилитель".

## Вкладка "Модуль АЦП"

Во вкладке "Модуль АЦП", приведенной на рисунке 13, содержатся поля, необходимые, для более подробной настройки измерительного канала (в части АЦП).

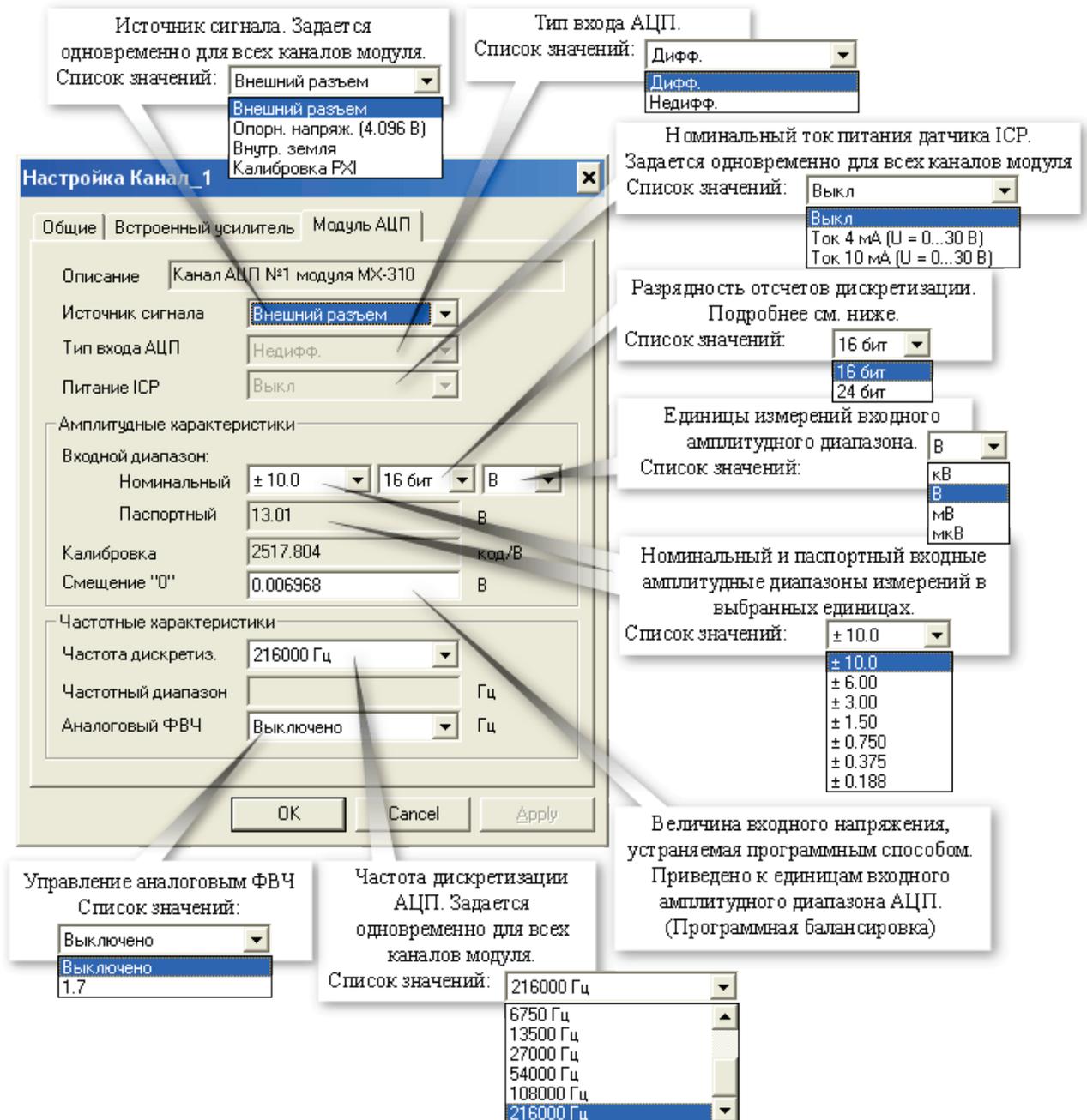


Рис 13. Настройка канала. Вкладка "Модуль АЦП".

Если включен встроенный усилитель, то значение параметра "Тип входа АЦП" устанавливается в "Недифф.", а "Питание ICP" в "Выкл". Оба параметра становятся недоступны к изменению (см. рисунок 7).

Если разрядность отсчетов дискретизации установлена в 24 бит, то в файл, фактически, записываются отсчеты в 32-битном знаковом формате (4 байта). В этом случае доступен только один входной амплитудный диапазон  $\pm 10$  В. С

учетом собственного шума канала модуля АЦП (СКЗ шума не более 30 мкВ), количество эффективных разрядов АЦП не превышает 20 бит. При работе с реальными датчиками, случайный шум всего измерительного канала (включая датчик) снижает число необходимых битов квантования до 17-18. Таким образом, при регистрации сигнала в 24-битном режиме, почти половина из 32-битного слова - избыточная. Как следствие - замеры занимают вдвое больше места и дольше обрабатываются в программах пост-обработки.



Для оптимизации расходования дискового места и повышения быстродействия, более предпочтительным является 16-битный режим с набором амплитудных диапазонов. Т.к. аппаратно амплитудный диапазон всего один ( $\pm 10$  В), амплитудные диапазоны образуются программно, путем деления исходного 24-битного диапазона на 2, 4, ...

## Конфигурирование датчиков

Для включения в измерительный канал датчика сначала необходимо добавить устройство - датчик соответствующего типа. Для этого необходимо на вкладке "Устройства" окна "Настройка MR-300" нажать кнопку "Добавить устройство" в нижней части окна. Затем в открывшемся окне "Добавить устройство" установить метку перед строкой "Датчик" и нажать кнопку "ОК". См. рисунок 14.

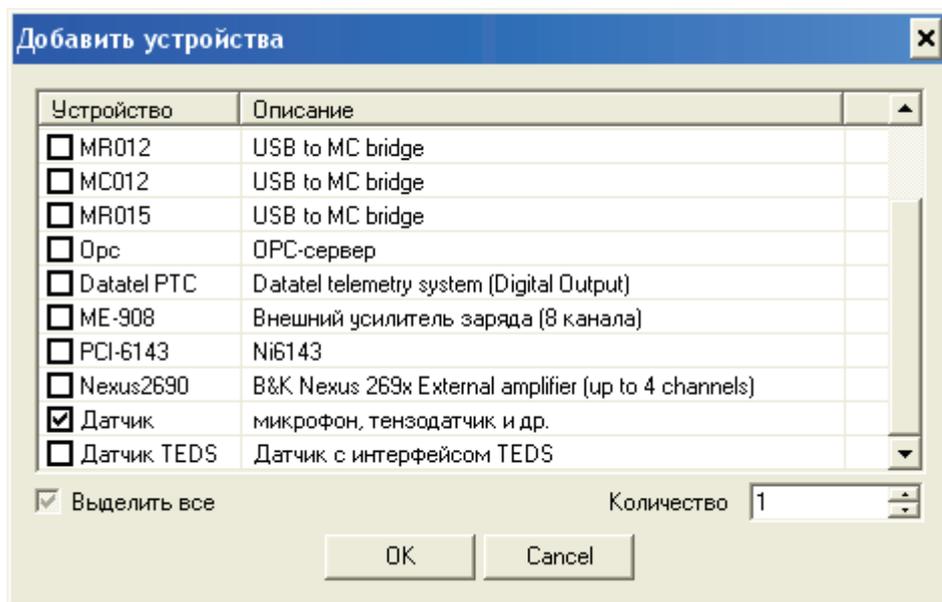


Рис 14. Добавление датчика



При добавлении датчика можно указывать количество добавляемых датчиков (см. рисунок 10).

Датчик будет добавлен в список устройств на вкладке "Устройства".

Далее необходимо выделить добавленный датчик и выбрать из поля "Тип датчика" в правой части окна значение "датчик давления / микрофон".

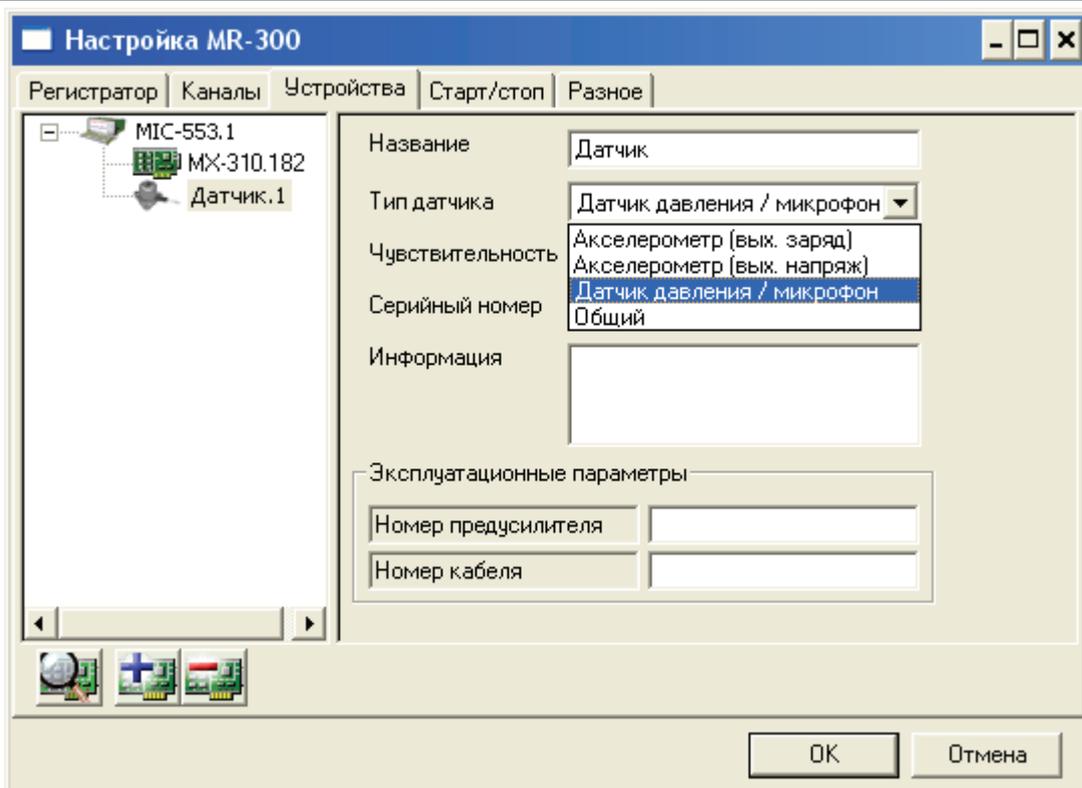


Рис 15. Выбор типа датчика

 Если у какого-либо существующего датчика изменить тип, то новым добавляемым датчикам будет присваиваться этот тип по-умолчанию.

При необходимости отредактировать поля "Название", "Серийный номер" и другие поля для идентификации и хранения информации о датчике и его подключении. Повторить действия для добавления требуемого количества датчиков для всех измерительных каналов.

Для того чтобы включить датчик в измерительный канал необходимо на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300" в таблице коммутаций выполнить двойной щелчок мышью в ячейке столбца "Датчик" измерительного канала и выбрать из выпадающего списка соответствующий датчик. При этом справа от таблицы коммутаций появится вкладка "Датчик", в которой необходимо ввести паспортные параметры датчика. См. рисунок 16.

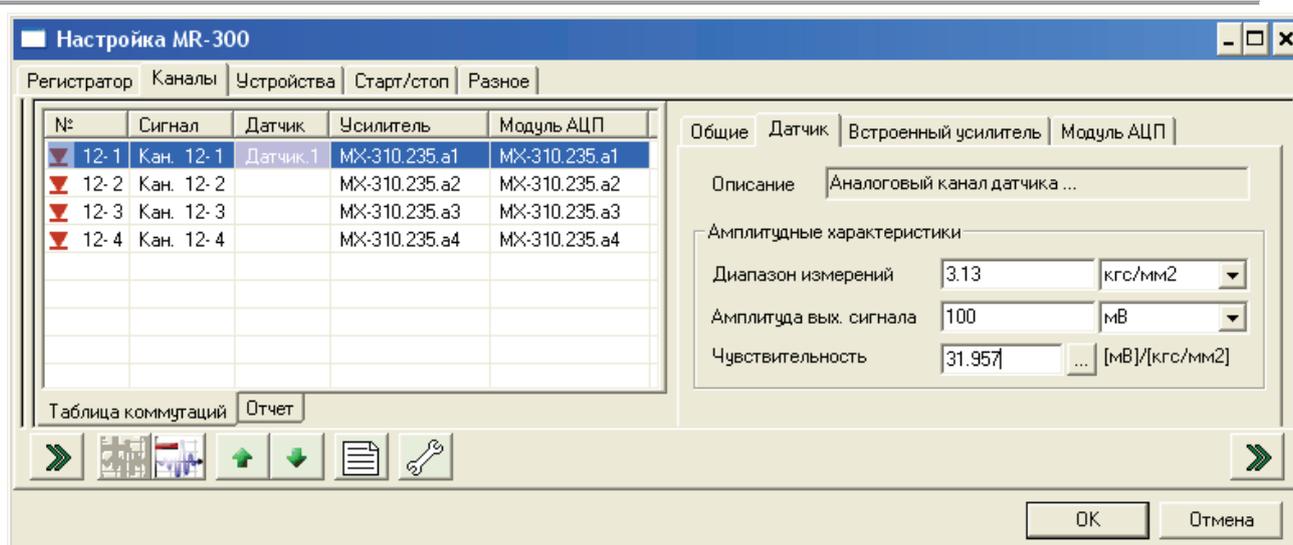


Рис 16. Ввод параметров тензометрического датчика

## Проверка настройки каналов

Для просмотра и проверки амплитудных и частотных характеристик измерительных каналов, получаемых в результате текущих настроек, необходимо на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300" выбрать вкладку "Отчет" в нижней части таблицы. В отчете будут указаны частотные характеристики, входные и выходные диапазоны составляющих частей измерительных каналов. При этом будут автоматически выделены измерительные каналы, имеющие ошибочные или несоответствующие параметры, например, несоответствие входных и выходных диапазонов. Измерительные каналы с включенными диагностическими средствами, например, с включенными источниками опорного напряжения или встроенными калибраторами будут выделены цветом.



Рис 17. Отчет о настройке измерительных каналов на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300"

## Балансировка каналов

Каналы встроенного тензометрического усилителя имеют неотключаемый аналоговый ФВЧ, устраняющий постоянную составляющую входного сигнала.

Для программной компенсации остаточного смещения нуля усилителя, необходимо отбалансировать каналы на каждом коэффициенте усиления усилителя. Для автоматической балансировки выделенного канала необходимо подать на его вход нулевой сигнал и нажать кнопку "Баланс.", расположенную на вкладке "Общие" ([см. Балансировка измерительного канала](#)), в результате выполнения значения, требуемое для компенсации смещения нуля, будет рассчитано и установлено в поле "Смещение 0" на вкладке "Модуль АЦП".

## Проверка работоспособности

Проверка работоспособности каналов может быть произведена с использованием встроенных средств модуля.

Для проверки работоспособности АЦП каналов необходимо активировать вкладку "Каналы" окна "Настройка MR-300" и в таблице коммутаций выбрать один или несколько каналов, работоспособность которых требуется проверить. Затем справа от таблицы коммутаций открыть вкладку "Модуль АЦП", выбрать из списка "Источник сигнала" значение "Опорн. напряж. (4.096В)", выбрать из списка "Входной диапазон" значение не менее " $\pm 6.0$  В" и выключить ФВЧ, выбрав соответствующее значение из списка "Аналоговый ФВЧ". Нажать кнопку "ОК" для сохранения сделанных изменений и закрытия текущего окна. Запустить режим просмотра в главном окне программы при помощи нажатия соответствующей кнопки на панели управления. Оценка математического ожидания для всех проверяемых АЦП каналов должна быть равна  $4,096 \text{ В} \pm 0,1\%$ , при условии, что каналы были предварительно сбалансированы. После завершения проверки работоспособности АЦП каналов, следует восстановить их настройки.

Для проверки работоспособности встроенных усилителей каналов необходимо открыть вкладку "Каналы" окна "Настройка MR-300" и в таблице коммутаций выделить один или несколько каналов, работоспособность которых требуется проверить. На вкладке "Встроенный усилитель" выбрать из выпадающего списка "Входной диапазон" значение " $\pm 100.0$  мВ". В списке "Источник сигнала" выбрать "Встроенный имитатор датчика 200 Ом". В опциях источника питания датчика, в списке "Нагрузка" выбрать "Встроенный имитатор датчика 200 Ом". В списке "Тест. возбуждение" выбрать "Меандр (F=? Гц, СКЗ=? мкА)"

Закрыть окно, нажав кнопку "ОК". Запустить режим просмотра в главном окне программы при помощи нажатия соответствующей кнопки на панели управления. Сигнал на осциллограммах проверяемых каналов должен иметь амплитуду и частоту близкие к паспортным величинам, указанным в поле "Тест. возбуждение" секции "Источник питания датчика".

## Метрология

Для просмотра информации о калибровке необходимо выбрать модуль из списка на вкладке "Устройства" окна "Настройка MR-300" и открыть вкладку "Метрология". См. рисунок 18.

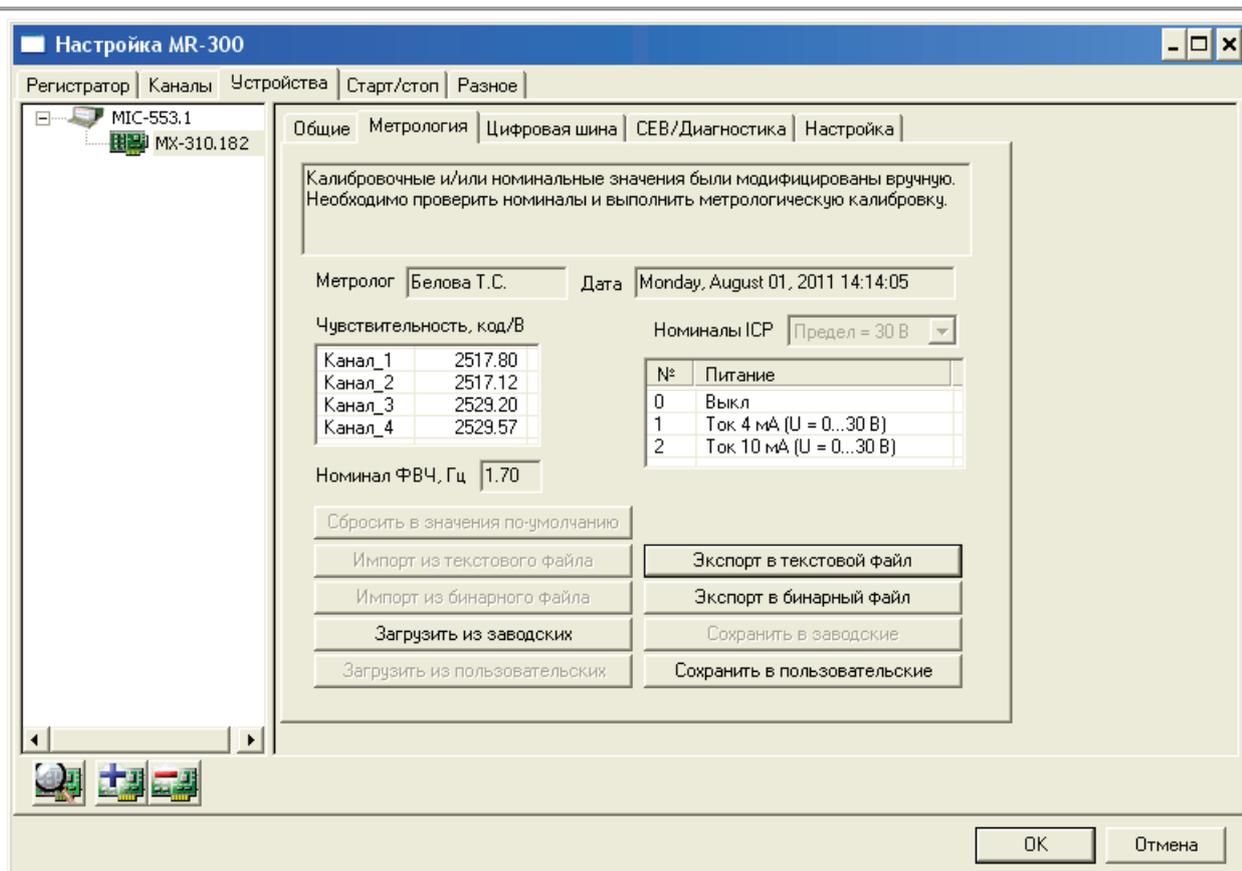


Рис 18. Настройка модуля. Вкладка "Метрология".

На вкладке "Метрология" отображаются диагностические сообщения, дата последней заводской калибровки модуля, текущие калибровки модуля, номиналы частот среза встроенных фильтров модуля, списки доступных режимов модуля, команды для работы с данными калибровок. Набор действий доступных для работы с калибровочными данными зависит от текущих прав доступа. Полный перечень калибровок и номиналов данного модуля можно увидеть в текстовом файле, предварительно создав его с помощью команды "Экспорт в текстовый файл"

Команда "Загрузить из заводских" служит для загрузки калибровок из ППЗУ модуля в файл текущих калибровок программы MR-300. Выполнение команды "Загрузить из заводских" требуется после перекалибровки модуля или получения сообщения о несовпадении данных файла текущих калибровок MR-300 и данных в ППЗУ модуля.

Команды "Экспорт в текстовый файл" и "Экспорт в бинарный файл" предназначены для сохранения текущих калибровок модуля в файл с целью сохранения и передачи производителю при возникновении проблем.

## Индикация состояний канала

Светодиодные индикаторы, установленные на передней панели (поз.2 на рисунке 1), служат для индикации текущего состояния каналов модуля. Непосредственно после включения электропитания индикаторы включаются и светятся красным цветом. После загрузки ПО MR-300 и инициализации модуля индикаторы каналов принимают состояние в соответствии с таблицей 2

Таблица 4. Индикация состояний канала

Состояние индикатора канала	Состояние канала
Выключен	Обрыв или короткое замыкание в цепи питания датчика
Зеленый	Нормальное функционирование (подключение) датчика
Красный	Перегрузка канала

## Неисправности и методы их устранения

При обнаружении неисправностей перечисленных в следующей таблице ремонт производится силами обслуживающего персонала.

Таблица 5. Неисправности и методы их устранения

Описание неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Индикатор состояния канала выключен	Обрыв кабеля	Проверить кабель
Канал не регистрирует данные в режиме ПРОСМОТР	Неправильно настроен источник тактовой частоты	Настроить на вкладке "Цифровые шины"
Канал не регистрирует данные в режиме ПРОСМОТР	Неправильно настроена линия SYNC	Настроить РХI-бриджи
Канал регистрирует "нулевой" сигнал	Не правильно выбран источник сигнала встроенного усилителя	Выбрать опцию "Внешний разъем (датчик)"
Канал регистрирует импульсный сигнал	Не отключен режим тестового возбуждения датчика	В опции "Тест. возбуждении" выбрать "Выключено"

При обнаружении неисправностей не указанных в таблице или повреждений, например, разъемов комплекса, или электронных компонентов, ремонт комплекса должны выполнять специалисты предприятия-изготовителя.



## Приложение Е.

### Усилитель-преобразователь заряда ME-230

#### Назначение и область применения

Усилитель-преобразователь заряда ME-230 (далее по тексту усилитель) представляет собой двухканальный модуль (в блочном исполнении MIC-017-V4 - четырехканальный) для преобразования входных динамических сигналов от датчиков в виде заряда в выходное напряжение, а также для усиления и фильтрации выходных сигналов.

Усилитель предназначен для работы в составе **ИБК MIC-300М** и **ИБК MIC-200М**, работающего под управлением программы регистрации и экспресс обработки измерительной информации MR-300.

Усилитель может быть применен для работы с пьезоэлектрическими датчиками с дифференциальными и недифференциальными выходами по заряду, а также с пьезоэлектрическими датчиками с встроенной электроникой (встроенным усилителем) типа **ICP** с выходом по напряжению. Усилитель имеет аппаратные средства для работы со встроенной памятью датчиков, т.н. встроенными электронными таблицами данных преобразователей (**TEDS**).

Усилитель имеет встроенные средства (калибратор) для проверки работоспособности канала.

#### Основные технические характеристики усилителя

Таблица 1. Основные технические характеристики

Количество каналов	2
Режим работы канала по входу (тип входа)	Дифференциальный (вход по заряду); Недифференциальный (вход по заряду); <b>ICP</b> (вход по напряжению)
Коэффициент преобразования (усиления) канала в режиме работы входа по заряду	0,00316 мВ/пКл (-50 дБ); 0,01 мВ/пКл (-40 дБ); 0,0316 мВ/пКл (-30 дБ); 0,100 мВ/пКл (-20 дБ); 0,316 мВ/пКл (-10 дБ); 1,0 мВ/пКл (0 дБ); 3,162 мВ/пКл (10 дБ); 10,0 мВ/пКл (20 дБ); 31,62 мВ/пКл (30 дБ); 100,0 мВ/пКл (40 дБ)

Коэффициент преобразования (усиление) канала в режиме работы входа по напряжению	1В/В (0 дБ)
Входной амплитудный диапазон канала по заряду - при коэффициенте усиления -50 дБ; -40 дБ - при коэффициенте усиления -30 дБ; -20 дБ - при коэффициенте усиления -10 дБ; 0 дБ - при коэффициенте усиления 10 дБ; 20 дБ - при коэффициенте усиления 30 дБ; 40 дБ	±1000000 пКл; ±100000 пКл; ±10000 пКл; ±1000 пКл; ±100 пКл
Уровень собственного шума канала при коэффициенте усиления 40 дБ	0,05 пКл(СКЗ)
Пределы допускаемых значений основной погрешности коэффициента преобразования (усиления) канала на частоте 1 кГц, не хуже	±0,5 %
Полоса пропускания канала по уровню -3дБ	0,7 Гц-80 кГц
Неравномерность АЧХ канала в полосе частот 10 Гц - 40 кГц (ФНЧ отключен), не хуже	±0,5 дБ

Остальные метрологические и эксплуатационные характеристики приведены в руководстве по эксплуатации усилителя.

## Варианты конструктивного исполнения усилителя

Усилитель имеет два типа конструктивного исполнения:

- модульное (в составе крейта **RXI™**)
- блочное

### Модульное исполнение

#### Описание модуля ME-230

Модуль имеет бескорпусную конструкцию и предназначен для установки в слоты крейтов MIC 036RXI или MIC 026RXI.

Общий вид модуля показан на рисунке 1.

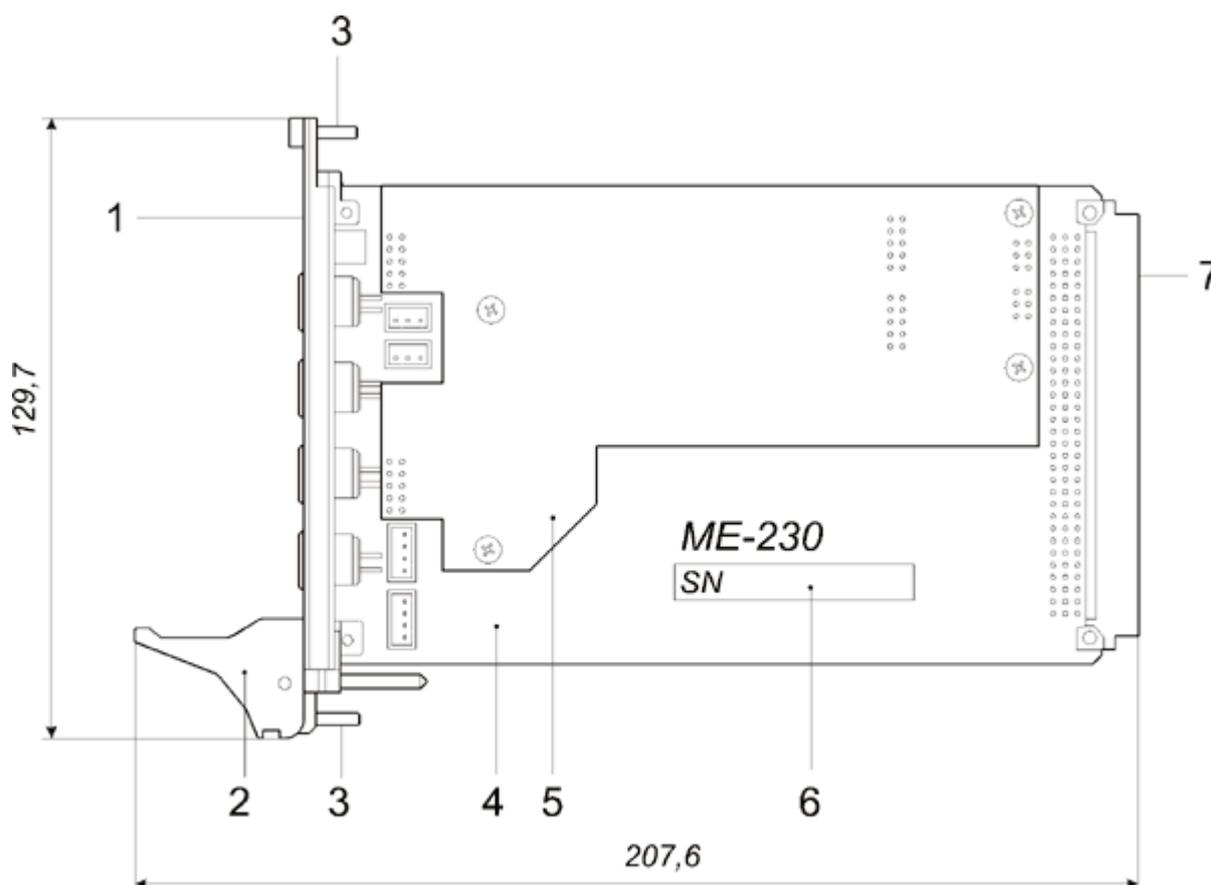


Рис 1. Внешний вид модуля ME-230. 1 - передняя панель с входными и выходными разъемами; 2 - экстрактор для извлечения модуля из слота крейта; 3 - два невыпадающих винта для закрепления модуля в слоте; 4 - основная печатная плата модуля; 5 - плата аналоговых фильтров; 6 - наклейка с серийным номером модуля; 7 - интерфейсный разъем **RXI™**.

Вид на переднюю панель модуля приведен на рисунке 2.

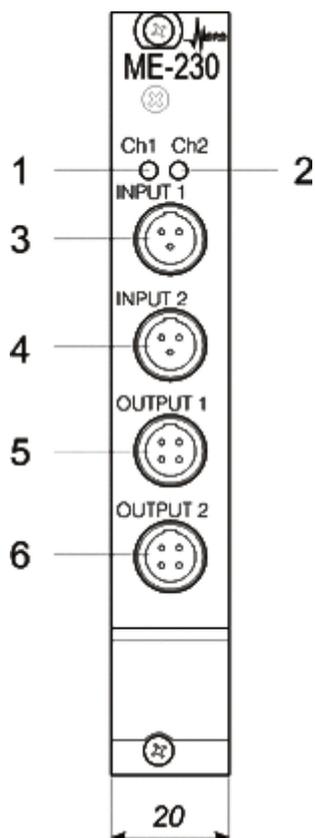


Рис 2. Внешний вид модуля ME-230. 1 - индикатор состояния первого канала; 2 - индикатор состояния второго канала; 3 - входной разъем "INPUT1" первого канала; 4 - входной разъем "INPUT2" второго канала; 5 - внешний выходной разъем "OUTPUT1" первого канала; 6 - внешний выходной разъем "OUTPUT2" второго канала.

## Структурная схема модуля ME-230

Структурная схема модуля приведена на рисунке 3. Каналы модуля идентичны и независимы. На структурной схеме показаны элементы только первого канала и элементы общие для всех каналов.

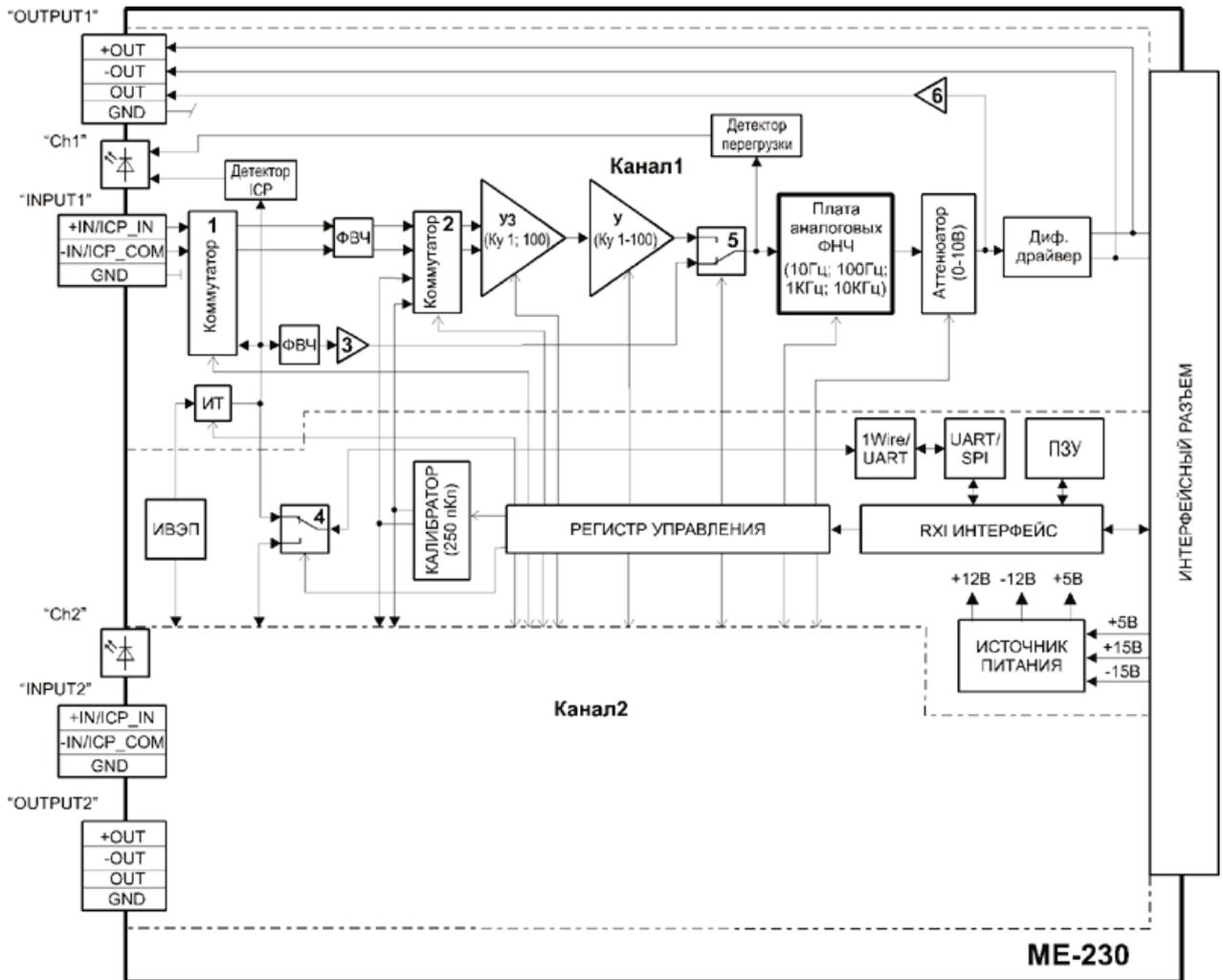


Рис 3. Структурная схема модуля ME-230

Подробное описание функционирования структурных элементов усилителя изложено в "Руководстве по эксплуатации ME-230".

## Разъемы

На передней панели модуля установлены два входных разъема "INPUT1" и "INPUT2" типа miniXLR 92-503 (3P) или LEMO ECG.1B.303.CLV (в зависимости от исполнения модуля), предназначенные для подключения датчиков.

Назначение контактов разъемов miniXLR 92-503 (3P) (вилка) приведено в следующей таблице.

Таблица 2. Назначение контактов входных разъемов miniXLR

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	+IN/I CP IN	Вход "+" сигнала от пьезоэлектрического датчика заряда/ Вывод питания и вход сигнала от датчика типа <b>ICP*</b>
	2	GND	Экран/ Общий контакт пьезоэлектрического датчика заряда с недифференциальным выходом
	3	- IN/ICP COM	Вход "-" сигнала от пьезоэлектрического датчика заряда с дифференциальным выходом**/ Общий контакт сигнала датчика типа <b>ICP*</b>

\* В режиме работы входа "ICP"  
 \*\* В режиме работы входа "Дифф."

Назначение контактов разъемов LEMO ECG.1B.303.CLV (розетка) приведено в следующей таблице.

Таблица 3. Назначение контактов входных разъемов LEMO

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	GND	Экран/ Общий контакт пьезоэлектрического датчика заряда с недифференциальным выходом
	2	+IN/I CP IN	Вход "+" сигнала от пьезоэлектрического датчика заряда/ Вывод питания и вход сигнала от датчика типа <b>ICP*</b>
	3	- IN/ICP COM	Вход "-" сигнала от пьезоэлектрического датчика заряда с дифференциальным выходом**/ Общий контакт сигнала датчика типа <b>ICP*</b>

\* В режиме работы входа "ICP"  
 \*\* В режиме работы входа "Дифф."

На передней панели модуля также установлены два выходных разъема "OUTPUT1" и "OUTPUT2" типа miniXLR 92-503 (5P) или LEMO ECG.1B.305.CLV в зависимости от исполнения модуля. Выходные разъемы могут быть использованы для подключения к внешним измерительным модулям.

Назначение контактов разъемов "OUTPUT1" и "OUTPUT2" типа miniXLR 92-503 (5P) (вилка) приведено в следующей таблице.

Таблица 4. Назначение контактов выходных разъемов miniXLR

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	+O UT	Выход прямой дифференциального сигнала
	2	OU T	Выход недифференциального (однополюсного) сигнала
	3	RM S	Выход СКЗ сигнала
	4	- OUT	Выход инверсный дифференциального сигнала
	5	GN D	Общий контакт для недифференциального сигнала / Экран для дифференциального сигнала

Назначение контактов разъемов "OUTPUT1" и "OUTPUT2" типа LEMO ECG.1B.305.CLV (розетка)

Таблица 5. Назначение контактов выходных разъемов LEMO

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	GN D	Общий контакт для недифференциального сигнала/ Экран для дифференциального сигнала
	2	+O UT	Выход прямой дифференциального сигнала
	3	OU T	Выход недифференциального (однополюсного) сигнала
	4	RM S	Выход СКЗ сигнала

	5	- OUT	Выход инверсный дифференциального сигнала
--	---	----------	---

## Блочное исполнение

### Описание усилителя MIC-017

Усилители MIC-017-V2 и MIC-017-V4 имеют модульную конструкцию. Функциональные модули усилителя выполнены в виде отдельных печатных плат, которые электрически соединены при помощи объединительной платы и установлены в корпусе.

Корпус усилителей выполнен из алюминиевого сплава и состоит из кожуха, передней и задней панелей, которые крепятся к кожуху при помощи винтов. Общий вид усилителя со стороны передней панели показан на рисунке 4. На передней панели расположены индикатор наличия питания и индикаторы состояния каналов.



Рис 4. Общий вид усилителя со стороны передней панели

Вид на заднюю панель усилителя приведен на рисунке 5.

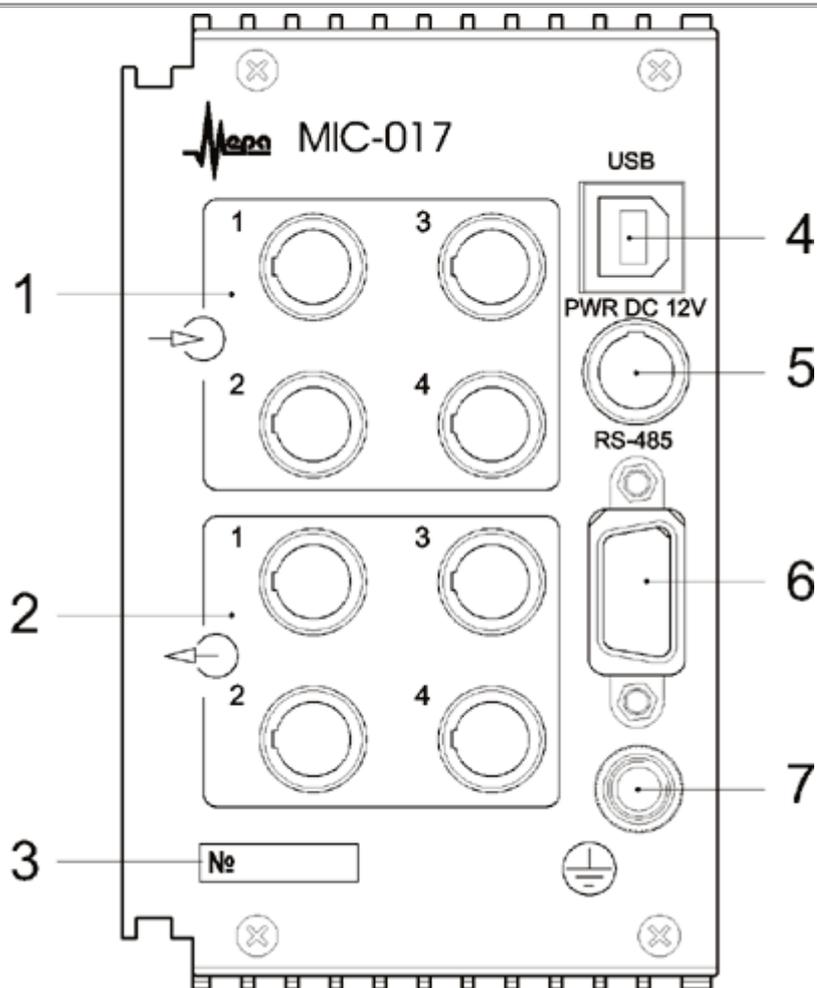


Рис 5. Вид на заднюю панель усилителя. 1 - входные разъемы измерительных каналов; 2 - выходные разъемы измерительных каналов; 3 - заводской серийный номер усилителя; 4 - разъем интерфейса USB 1.1; 5 - разъем питания; 6 - разъем интерфейса RS-485; 7 - клемма заземления;

## Структурная схема усилителя MIC-017

Структурная схема усилителя приведена на рисунке 6.

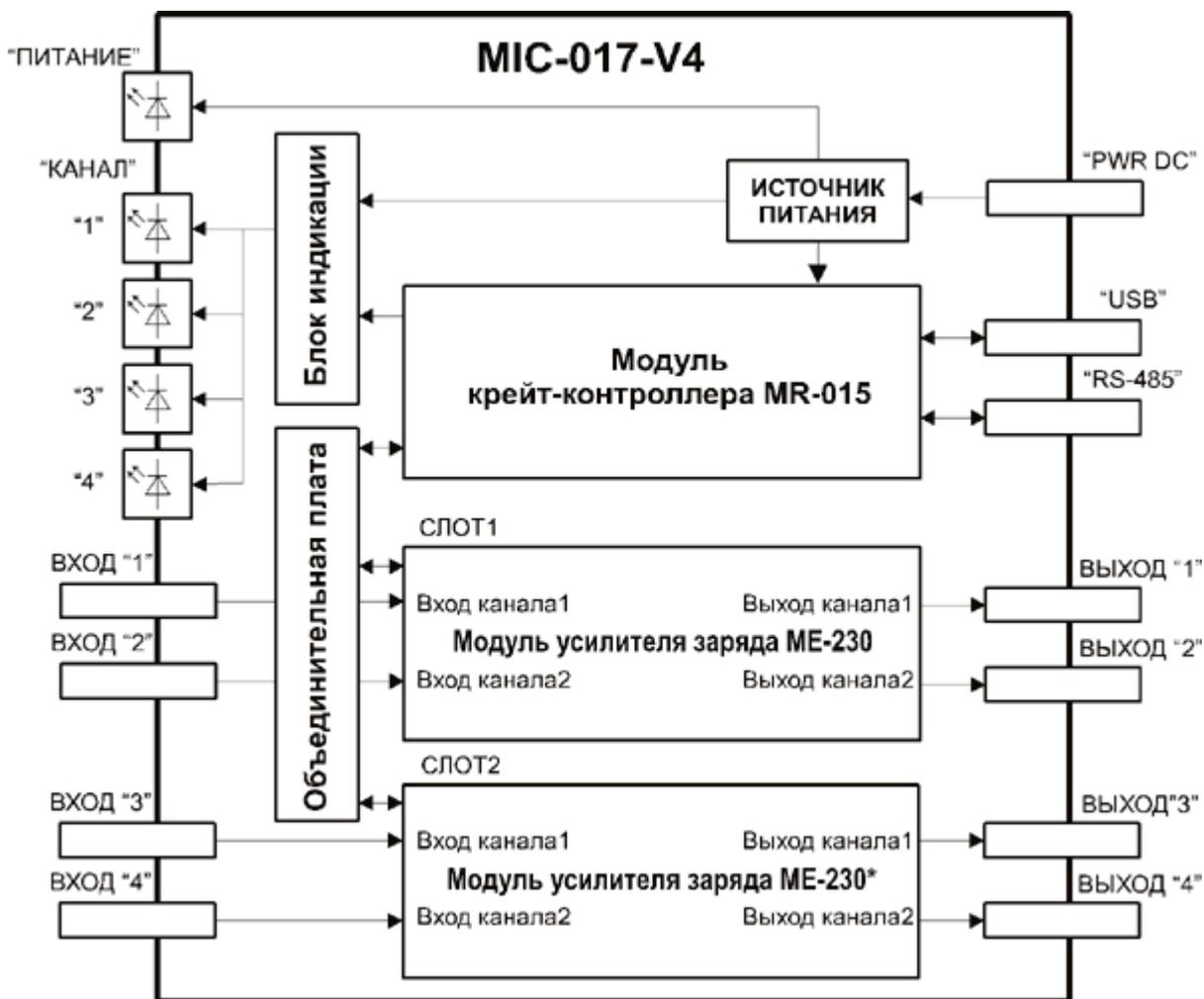


Рис 6. Структурная схема усилителя MIC-017

В зависимости от исполнения (числа каналов) в усилителях установлены один или два модуля усилителя заряда ME-230, структурная схема которых приведена ниже.

## Электропитание

Электропитание усилителя осуществляется от внешнего блока питания MBR-112-1, который имеет следующие технические характеристики: входное напряжение переменного тока от 100 до 240 В, выходное напряжение постоянного тока 12 В, максимальный ток нагрузки 3,33 А.

Во время работы на разъемах усилителя отсутствуют напряжения опасные для жизни человека.

## Разъемы

На задней панели усилителя установлены входные разъемы типа miniXLR 92-503 (3P) или LEMO ECG.1B.303.CLV, в зависимости от исполнения модуля, предназначенные для подключения датчиков.

Назначение контактов разъемов miniXLR 92-503 (3P) (вилка) приведено в следующей таблице.

Таблица 6. Назначение контактов входных разъемов miniXLR

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	+IN/I CP IN	Вход "+" сигнала от пьезоэлектрического датчика заряда/ Вывод питания и вход сигнала от датчика типа <b>ICP*</b>
	2	GND	Экран/ Общий контакт пьезоэлектрического датчика заряда с недифференциальным выходом
	3	- IN/ICP COM	Вход "-" сигнала от пьезоэлектрического датчика заряда с дифференциальным выходом**/ Общий контакт сигнала датчика типа <b>ICP*</b>

\* В режиме работы входа "ICP"  
 \*\* В режиме работы входа "Дифф."

Назначение контактов разъемов LEMO ECG.1B.303.CLV (розетка) приведено в следующей таблице.

Таблица 7. Назначение контактов входных разъемов LEMO

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	GND	Экран/ Общий контакт пьезоэлектрического датчика заряда с недифференциальным выходом
	2	+IN/I CP IN	Вход "+" сигнала от пьезоэлектрического датчика заряда/ Вывод питания и вход сигнала от датчика типа <b>ICP*</b>
	3	- IN/ICP COM	Вход "-" сигнала от пьезоэлектрического датчика заряда с дифференциальным выходом**/ Общий контакт сигнала датчика типа <b>ICP*</b>

\* В режиме работы входа "ICP"  
 \*\* В режиме работы входа "Дифф."

На задней панели усилителя установлены выходные разъемы типа miniXLR 92-503 (5P) или LEMO ECG.1B.305.CLV, в зависимости от исполнения модуля, предназначенные для подключения к входам измерительной (регистрирующей) аппаратуры.

Назначение контактов выходных разъемов "OUTPUT1" и "OUTPUT2" типа miniXLR 92-503 (5P) (вилка) приведено в следующей таблице.

Таблица 8. Назначение контактов выходных разъемов miniXLR

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	+O UT	Выход прямой дифференциального сигнала
	2	OU T	Выход недифференциального (однополюсного) сигнала
	3	RM S	Выход СКЗ сигнала
	4	- OUT	Выход инверсный дифференциального сигнала
	5	GN D	Общий контакт для недифференциального сигнала / Экран для дифференциального сигнала

Назначение контактов выходных разъемов типа LEMO ECG.1B.305.CLV (розетка) - в следующей таблице.

Таблица 9. Назначение контактов выходных разъемов LEMO

Внешний вид	Номер контакта	Цепь	Назначение
	1	GN D	Общий контакт для недифференциального сигнала/ Экран для дифференциального сигнала
	2	+O UT	Выход прямой дифференциального сигнала
	3	OU T	Выход недифференциального (однополюсного) сигнала
	4	RM S	Выход СКЗ сигнала
	5	- OUT	Выход инверсный дифференциального сигнала

## Настройка измерительного канала усилителя

Страница является составной частью [диалога настройки аппаратной части каналов](#). Страница позволяет настраивать свойства произвольного числа каналов усилителей ME-230 (требуемые каналы должны быть предварительно выделены).

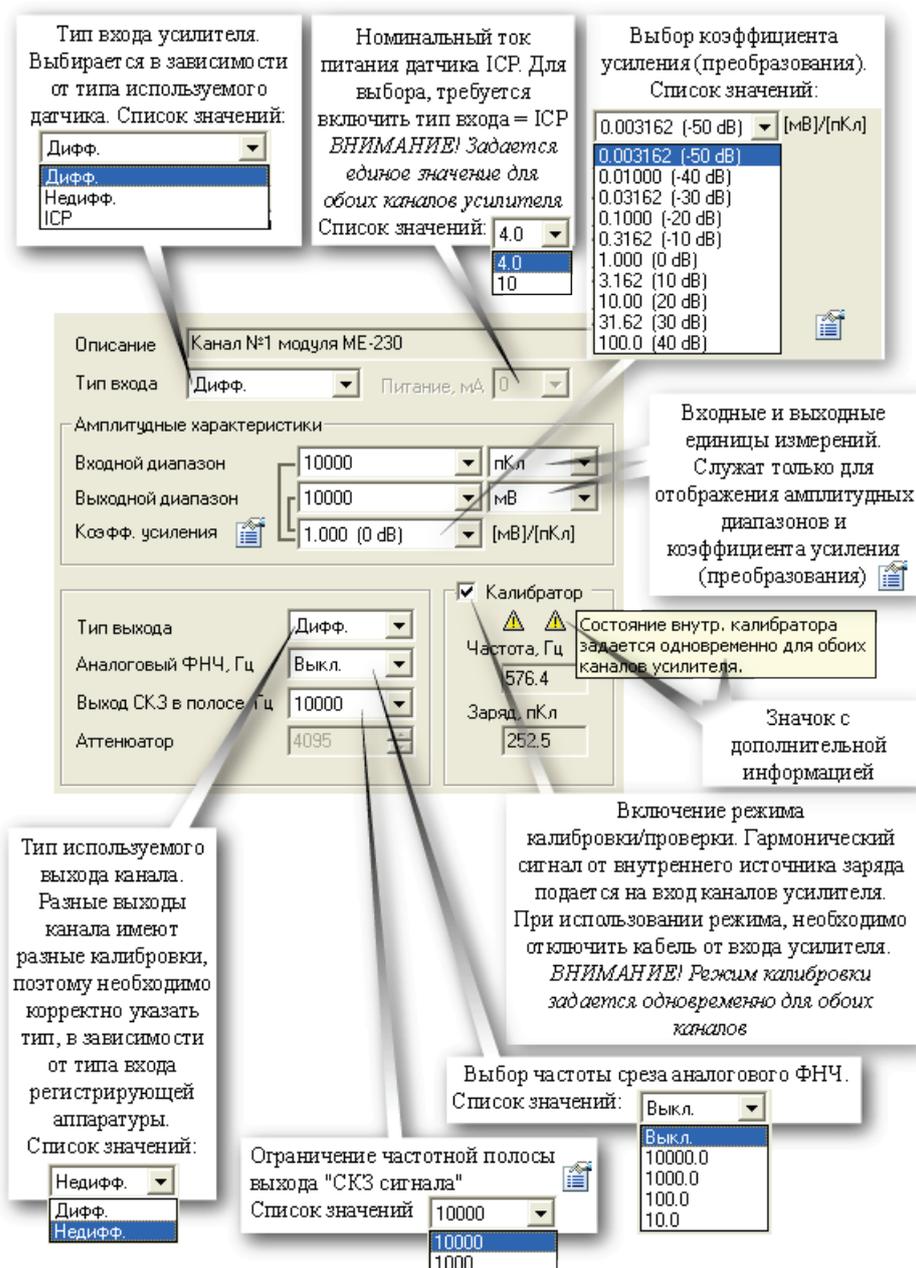


Рис 7. Страница настройки измерительного канала усилителя ME-230

### Описание

Строка описания. При поканальной настройке содержит аппаратный номер настраиваемого канала.

### Входной амплитудный диапазон, выходной амплитудный диапазон

Усилитель имеет 5 входных амплитудных диапазонов и 2 выходных амплитудных диапазона, что дает 10 разных коэффициентов усиления (с шагом 10 дБ). Изменение входного или выходного амплитудного диапазона меняет и коэффициент усиления (взаимосвязь параметров показана линиями).

---

### *Единицы измерения входного и выходного амплитудного диапазона*

Выбор единиц измерения позволяет видеть значения входного и выходного амплитудного диапазона в соответствующих единицах измерения. Кроме того, если для измерительного канала не указан датчик, то амплитудный диапазон всего измерительного канала будет в выбранных единицах измерения.

### *Коэффициент усиления*

Усилитель имеет 10 возможных коэффициентов усиления. Фактически, в поле "Коэффициент усиления", отображается коэффициент преобразования усилителя (заряд-напряжение), в заданных единицах измерения. При использовании типа входа "ICP", преобразователь заряд-напряжение отключается, и коэффициент усиления переключается на 1.0 (входной диапазон=10.0В, выходной диапазон=10.0В).

### *Выход СКЗ в полосе*

Каждый канал усилителя имеет три выхода - дифф, недифф и СКЗ. Выход СКЗ служит для оперативного контроля уровня вибрации и имеет погрешность около 5%. Поле "Выход СКЗ в полосе" предназначено для выбора частоты среза ФНЧ по уровню -3 дБ.

### *Аттенюатор*

Служебное поле. Используется метрологами.

## Доступ к метрологической информации усилителя

Диалог предназначен для настройки общих свойств усилителя ME-230, связанных с работой метрологической службы. Сюда входят группы свойств "Идентификация", "Текущие калибровки" и "Заводские калибровки".

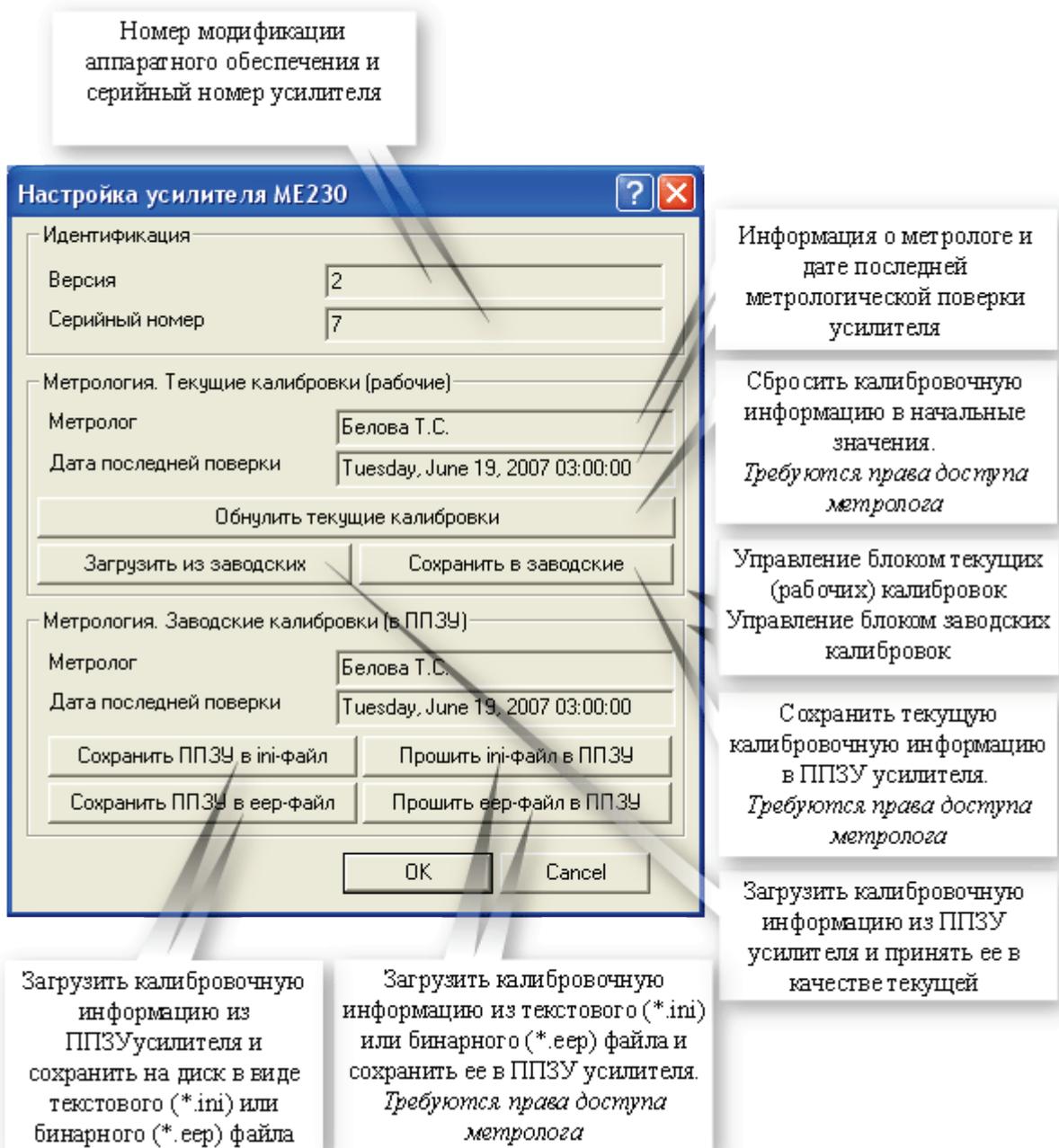


Рис 8. Доступ к метрологической информации усилителя

### Метролог

Содержит информацию о метрологе, проводившем поверку.

### Дата последней поверки

Информирует о дате последней метрологической поверки измерительного модуля. Периодичность метрологической поверки указана в разделе "Методика поверки" руководства по эксплуатации усилителя ME-230.

#### Сохранить ППЗУ в файл и прошить из файла в ППЗУ

Работа с содержимым энергонезависимой памяти усилителя. В ней хранятся номинальные значения рабочих характеристик усилителя и его **заводские** калибровки чувствительности. Функция модификации ППЗУ доступна в сессии работы Mr300 с метрологическими правами доступа.

#### Загрузить *из заводских*

Загружает заводские калибровки из ППЗУ в текущие, с которыми происходит непосредственная работа.

*Межповерочный интервал модуля - 1 год. Поверка производится по методике предприятия-изготовителя.*

## Схемы подключения датчиков

Пьезоэлектрические датчики в зависимости от типа следует подключать к входам модуля в соответствии со схемами, приведенными на следующих двух рисунках.

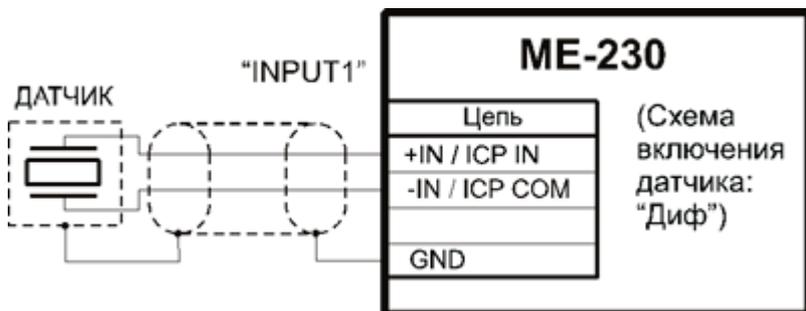


Рис 9. Схема дифференциального подключения пьезоэлектрического датчика

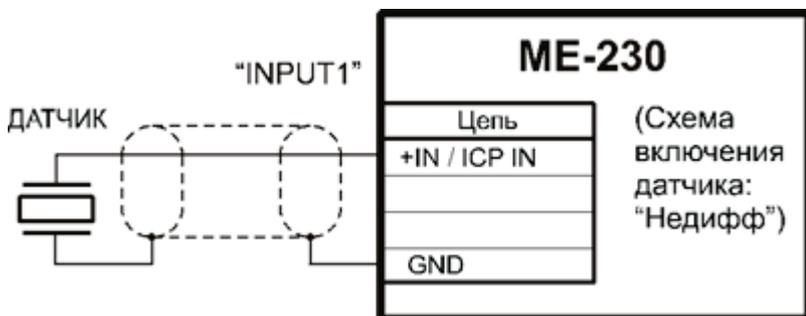


Рис 10. Схема недифференциального подключения пьезоэлектрического датчика

См. также описание входных разъемов и назначения контактов для [МОДУЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ](#) и [БЛОЧНОГО ИСПОЛНЕНИЯ](#).

На схемах показаны примеры подключения датчика к входу одного канала. Датчик другого канала подключается аналогично, в соответствии с назначением контактов входного разъема. В зависимости от схемы подключения датчика в меню настройки канала необходимо выбрать значение "Диф" или "Недифф" в поле "Тип входа" (см. [настройка измерительного канала](#)). Датчики типа **ICP** следует подключать к входам модуля в соответствии со схемами, приведенными на следующих двух рисунках.

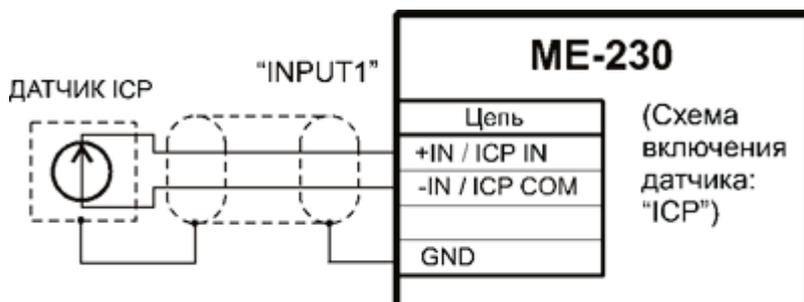


Рис 11. Схема дифференциального подключения датчика типа **ICP**

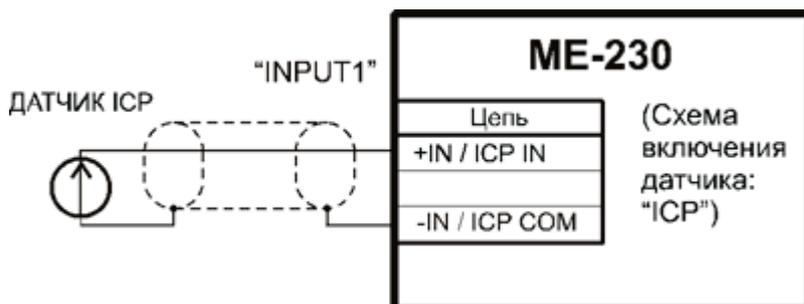


Рис 12. Схема недифференциального подключения датчика типа **ICP**

См. также описание входных разъемов и назначения контактов для [модульного исполнения](#) и [блочного исполнения](#).

На схемах показаны примеры подключения датчика к входу одного канала. Датчик другого канала подключается аналогично, в соответствии с назначением контактов входного разъема. В меню настройки канала необходимо выбрать значение "ICP" в поле "Тип входа" (см. [настройка измерительного канала](#)).

*Для подключения датчиков к входам модуля рекомендуется применять antivибрационный кабель, например, типа АВКТ. Общая длина кабеля должна быть не более 50 м.*

## Схемы подключения регистрирующей аппаратуры

Дифференциальные выходы модуля следует подключать к аппаратуре ввода сигналов (например, MIC-300) или регистратору с дифференциальными входами в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 13, на котором показан пример подключения для одного канала.

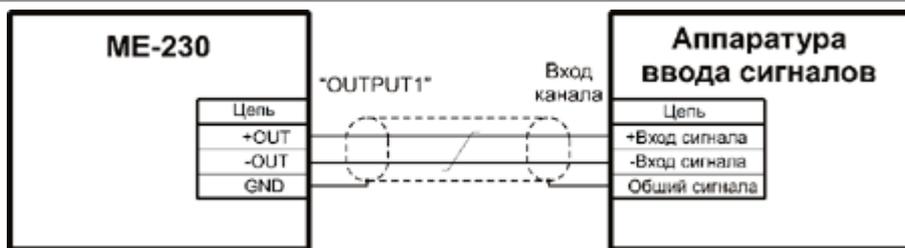


Рис 13. Схема подключения дифференциального выхода модуля к дифференциальному входу аппаратуры ввода сигналов

Недифференциальные выходы модуля следует подключать к аппаратуре ввода сигналов или регистратору с недифференциальными входами в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 14, на котором показан пример подключения для одного канала.

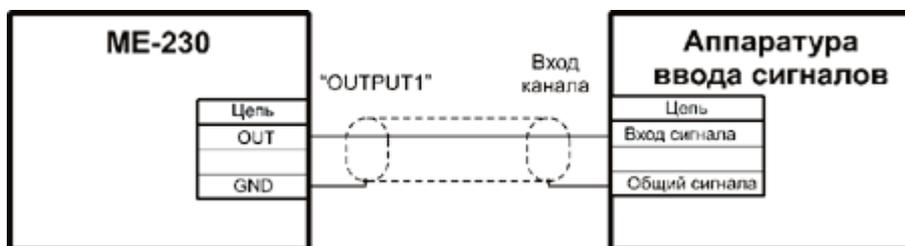


Рис 14. Схема подключения недифференциального выхода модуля к недифференциальному входу аппаратуры ввода сигналов

См. также описание выходных разъемов и назначения контактов для [модульного исполнения](#) и [блочного исполнения](#).

### Индикация состояний канала

Состояния первого и второго канала индицируется при помощи двухцветных светодиодных индикаторов "Ch1" и "Ch2" соответственно. Светодиоды расположены на [передней панели модуля](#) (в модульном исполнении), либо [передней панели блока](#) (в блочном исполнении). Возможные состояния индикатора и соответствующие состояния канала приведены в следующей таблице.

Таблица 10. Индикация состояний канала

Цвет свечения индикатора канала	Режим свечения	Состояние канала
Зеленый	Непрерывно	Нормальное функционирование датчика типа <b>ICP</b>
Красный	Непрерывно	Перегрузка канала
Красный	Прерывисто	Короткое замыкание в цепи питания датчика

## Неисправности и методы их устранения

При обнаружении неисправностей перечисленных в следующей таблице ремонт производится силами обслуживающего персонала.

Таблица 11. Неисправности и методы их устранения

Описание неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Индикатор "Ch1" или "Ch2" светится красным цветом	Перегрузка канала	Проверить настройку входного диапазона модуля. Установить соответствующий диапазон
Индикатор "Ch1" или "Ch2" прерывисто светятся красным цветом	Короткое замыкание в цепи питания датчика	Проверить соединительный кабель на короткое замыкание проводников. При обнаружении неисправности- заменить
	Неисправен датчик	Подключить другой, заведомо исправный, датчик
При подключении датчика типа <b>ICP</b> индикатор соответствующего канала "Ch1" или "Ch2" не светится	Обрыв в цепи питания датчика	Проверить соединительный кабель на обрыв проводников. При обнаружении неисправности- заменить
	Неисправен датчик	Подключить другой, заведомо исправный, датчик

При обнаружении неисправностей не указанных в таблице или повреждений, например, разъемов комплекса, или электронных компонентов, ремонт комплекса должны выполнять специалисты предприятия-изготовителя.



## Приложение F.

### Усилитель сигналов тензодатчиков ME-320

#### *Назначение и область применения*

Модули усилителей сигналов тензодатчиков ME-320F, ME-320L и их исполнения (далее– модули) предназначены для преобразования, усиления и фильтрации сигналов измерительных преобразователей деформации в изменение активного сопротивления (далее– тензорезистора), а также тензометрических датчиков (далее– датчиков), выполненных на основе тензорезисторов (датчики силы, момента, давления, акселерометров и другие). Модули могут быть использованы для проведения динамических и статических измерений.

Модули состоят из двух независимых каналов, по каждому из которых обеспечивается питание датчиков постоянным током (или напряжением) с регулируемой величиной тока или напряжения. Модули содержат цепи компенсации сопротивлений проводников кабеля. Для работы с датчиками или тензорезисторами, выполненными по схеме измерительного полумоста или четвертьмоста предусмотрены встроенные постоянные резисторы, дополняющие схему датчика до мостовой. Модули имеют встроенные средства для балансировки, калибровки и проверки чувствительности измерительного тракта, а также встроенные шунты для калибровки датчиков. Модули имеют цепи анализа и индикации состояния каналов.

Модули ME-320F отличаются от ME-320L наличием гальванической развязки входных цепей, что позволяет обеспечить защиту входных цепей и исключить проблемы, связанные с заземлением. Модули ME-320F имеют преимущества в случае работы с удаленными датчиками и в условиях высокого уровня электромагнитных помех.

Модули устанавливаются в слоты крейтов MIC-036RXI или MIC-026RXI и работают под управлением крейт–контроллера MR-012(USB/RS-485) или MR-032(LAN), установленного в специальном слоте крейта. Управление модулями осуществляется при помощи ПО регистрации и экспресс обработки измерительной информации MR-300, установленного на внешнем устройстве управления (например, **ИБК MIC-300M**, **ИБК MIC-200M** либо ПЭВМ).

Модули могут быть использованы для построения многоканальной системы измерений. Примеры применения модулей приведены на рисунках 1 и 2.

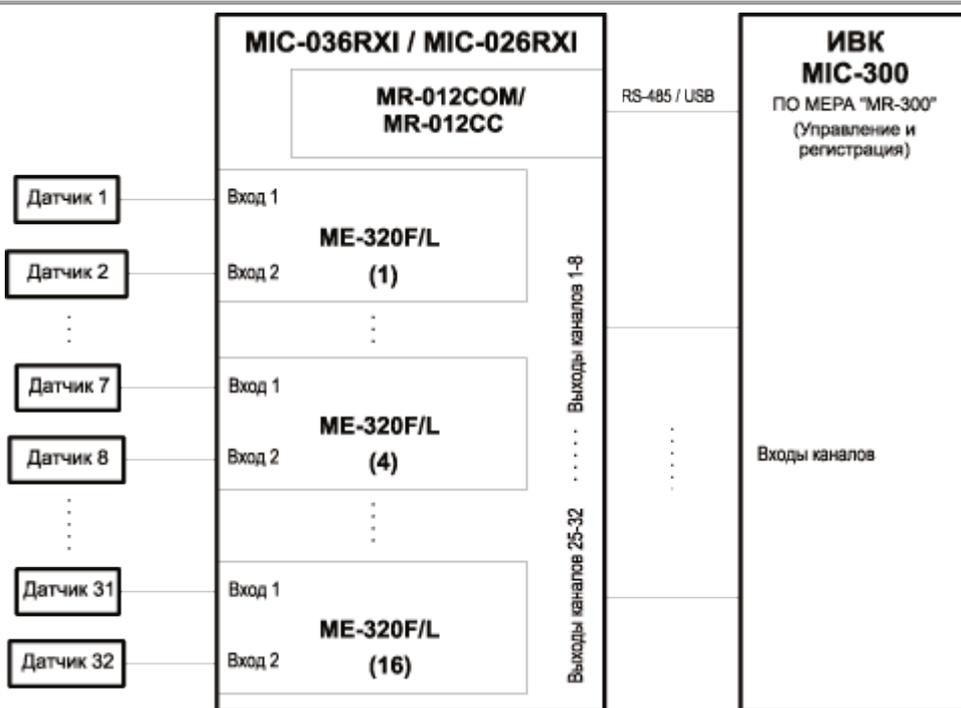


Рис 1. Схема многоканальной системы измерений с применением ИБК MIC-300M.

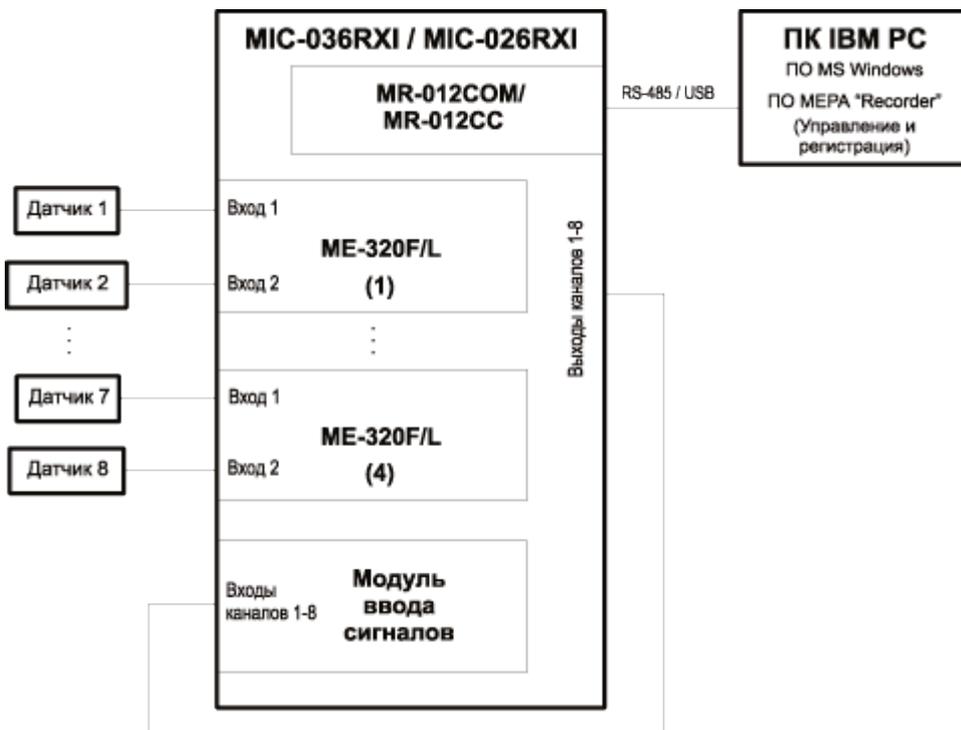


Рис 2. Схема многоканальной системы измерений с применением ПК.

**Основные технические характеристики усилителя**

Таблица 1. Основные технические характеристики усилителя

Количество каналов	2
Типы датчиков (выбирается программно)	мост; полумост; четвертьмост; одиночный тензометр
Коэффициент усиления канала (выбирается программно)	2,5; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500; 1000
Пределы допускаемых значений погрешности коэффициента усиления по постоянному току	$\pm 0,1\%$
Линейность, не хуже	$\pm 0,01\%$ от полной шкалы
Полоса пропускания по уровню -3дБ (ФНЧ отключен), не менее	0-200 кГц;
Неравномерность частотной характеристики в полосе 0-50 кГц (ФНЧ отключен), не более	$\pm 0,5$ дБ
Фазовая характеристика канала, не хуже	$\pm 2^\circ$ (0-1 кГц); $\pm 5^\circ$ (1-10 кГц)
Соотношение сигнал/шум, не менее	60 дБ
Межканальное прохождение, не более	-50 дБ
Подавление синфазной составляющей входного сигнала (в полосе частот 0-50 Гц), не менее	90 дБ
Максимальный уровень синфазной помехи на входах	$\pm 10$ В (ME-320L); $\pm 300$ В (ME-320F)
Частота среза ФВЧ* по уровню -3дБ (отключается программно).	8 Гц
Частота среза ФНЧ** Баттерворта 3-го порядка (выби-	10 Гц;

рается программно)	100 Гц; 1 кГц; 10 кГц
Сопrotивление встроенного резистора дополнения четвертьмоста ***	100 Ом $\pm 0,05\%$ ; 120 Ом $\pm 0,05\%$ ; 200 Ом $\pm 0,05\%$ ; 350 Ом $\pm 0,05\%$ ; 1000 Ом $\pm 0,05\%$
Входное сопротивление, не менее	50 МОм (закрытый вход); 10 МОм (открытый вход)
Сопrotивление калибровочного шунта ****	100 кОм; 120 кОм; 174,4 кОм; 840 кОм;
Максимально допустимое напряжение на входах	$\pm 50\text{В}$ (дифференциальное); $\pm 300\text{В}$ (синфазное)
Выходное сопротивление канала	0,5 Ом
Диапазон установки величины напряжения питания датчика (выбирается программно)	0,5 В-10 В
Шаг установки величины напряжения питания датчиков	0,0024 В
Допустимый ток нагрузки источника питания датчиков, не менее	30 мА
Уровень ограничения тока короткого замыкания источника питания датчиков	50 мА
Пределы допускаемых значений погрешности установки напряжения питания датчиков, не более	$\pm 0,1\% + 0,005\%/мА$
Температурный дрейф напряжения питания датчиков (в режиме питания регулируемым напряжением)	10 ppm/°C
Диапазон установки величины тока питания датчиков (в режиме питания регулируемым током в диапазоне напряжений 0,5-13,5 В)	0,5-15 мА
Пределы допускаемых значений погрешности установки тока питания датчиков	$\pm 0,1\% + 0,005\%/Ом$
Максимальный ток нагрузки на выходе канала	70 мА

Порог ограничения тока короткого замыкания на выходе канала	115 мА
---	--------

\* Частота среза ФВЧ предустанавливается на предприятии-изготовителе из следующего списка: 8 Гц; 10 Гц; 20 Гц; 100 Гц.

\*\* Четыре программно-доступных частоты среза ФНЧ предустанавливаются на предприятии-изготовителе из следующего списка: Гц; 10 Гц; 100 Гц; 1 кГц; 2 кГц; 10 кГц; 20 кГц.

\*\*\* Сопротивление встроенного резистора дополнения четвертьмоста предустанавливается на предприятии-изготовителе.

\*\*\*\* Сопротивление калибровочного шунта предустанавливается на предприятии-изготовителе

Остальные метрологические и эксплуатационные характеристики приведены в руководстве по эксплуатации усилителя.

## Варианты конструктивного исполнения усилителя

Усилитель имеет два типа конструктивного исполнения:

- модульное (в составе крейта **RXI™**)
- блочное

### Модульное исполнение

#### Конструкция

Модуль имеет бескорпусную конструкцию и предназначен для установки в слоты крейтов MIC-036RXI или MIC-026RXI.

Общий вид модуля показан на рисунке 3.

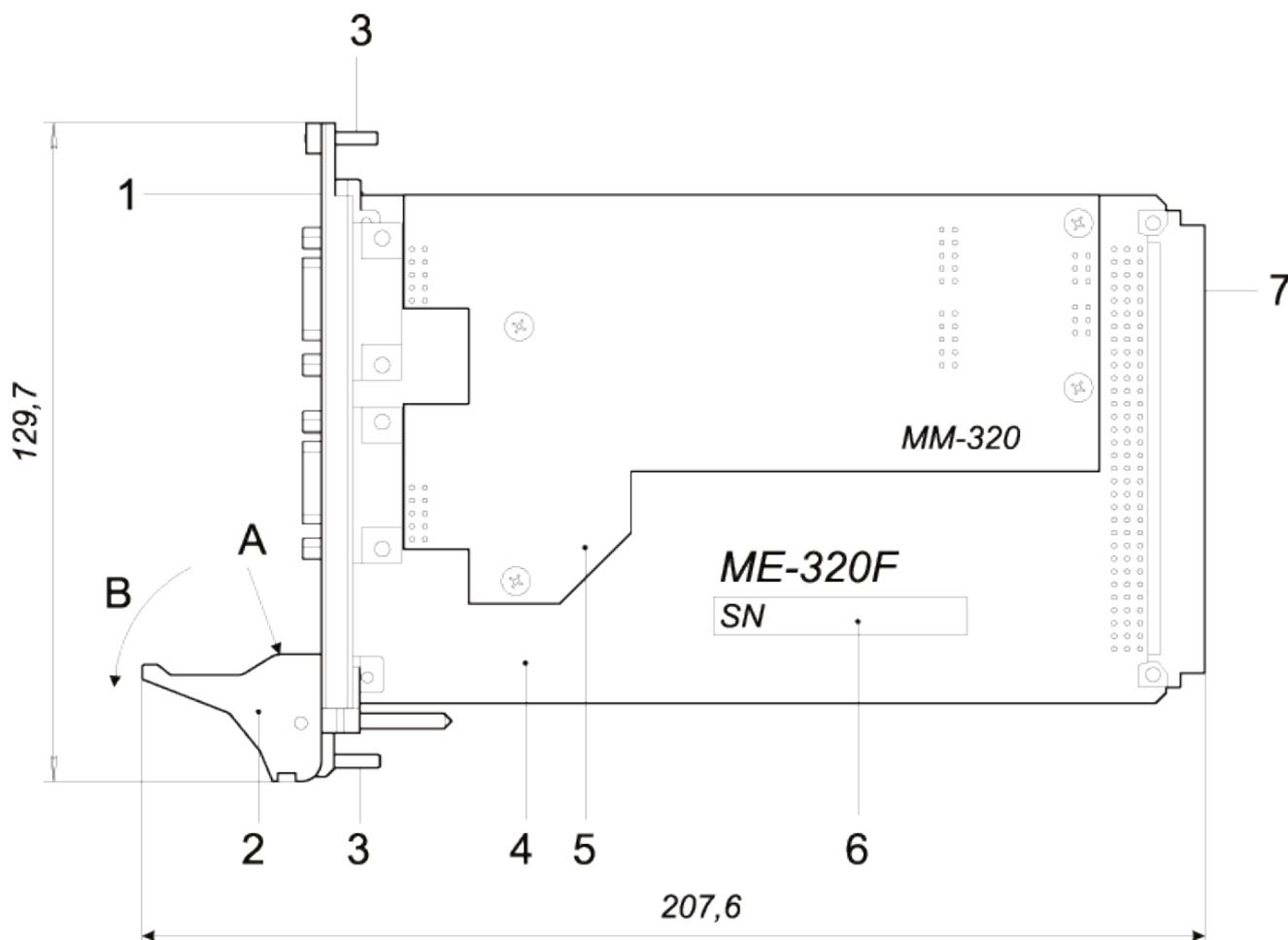


Рис 3. Общий вид модулей ME-320F/L. 1 - передняя панель с входными разъемами и индикаторами состояния; 2 - экстрактор для извлечения модуля из слота крейта; 3 - два невыпадающих винта для закрепления модуля в слоте; 4 - основная печатная плата модуля; 5 - плата аналоговых фильтров; 6 - наклейка с серийным номером модуля; 7 - интерфейсный разъем **RXI™**.

Вид на переднюю панель модуля приведен на рисунке 4.

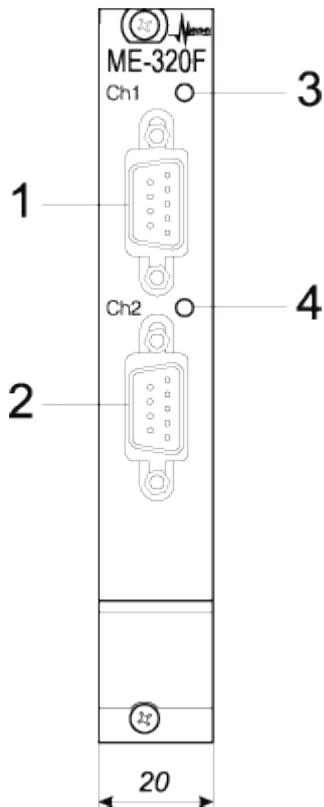


Рис 4. Передняя панель модулей ME-320F/L. 1 - входной разъем «Ch1» первого канала; 2 - входной разъем «Ch2» второго канала; 3 - индикатор состояния первого канала; 4 - индикатор состояния второго канала.

## Структурная схема модуля ME-320

Структурная схема модуля приведена на рисунке 5. Каналы модуля идентичны и независимы. На структурной схеме показаны элементы только первого канала и элементы общие для всех каналов.

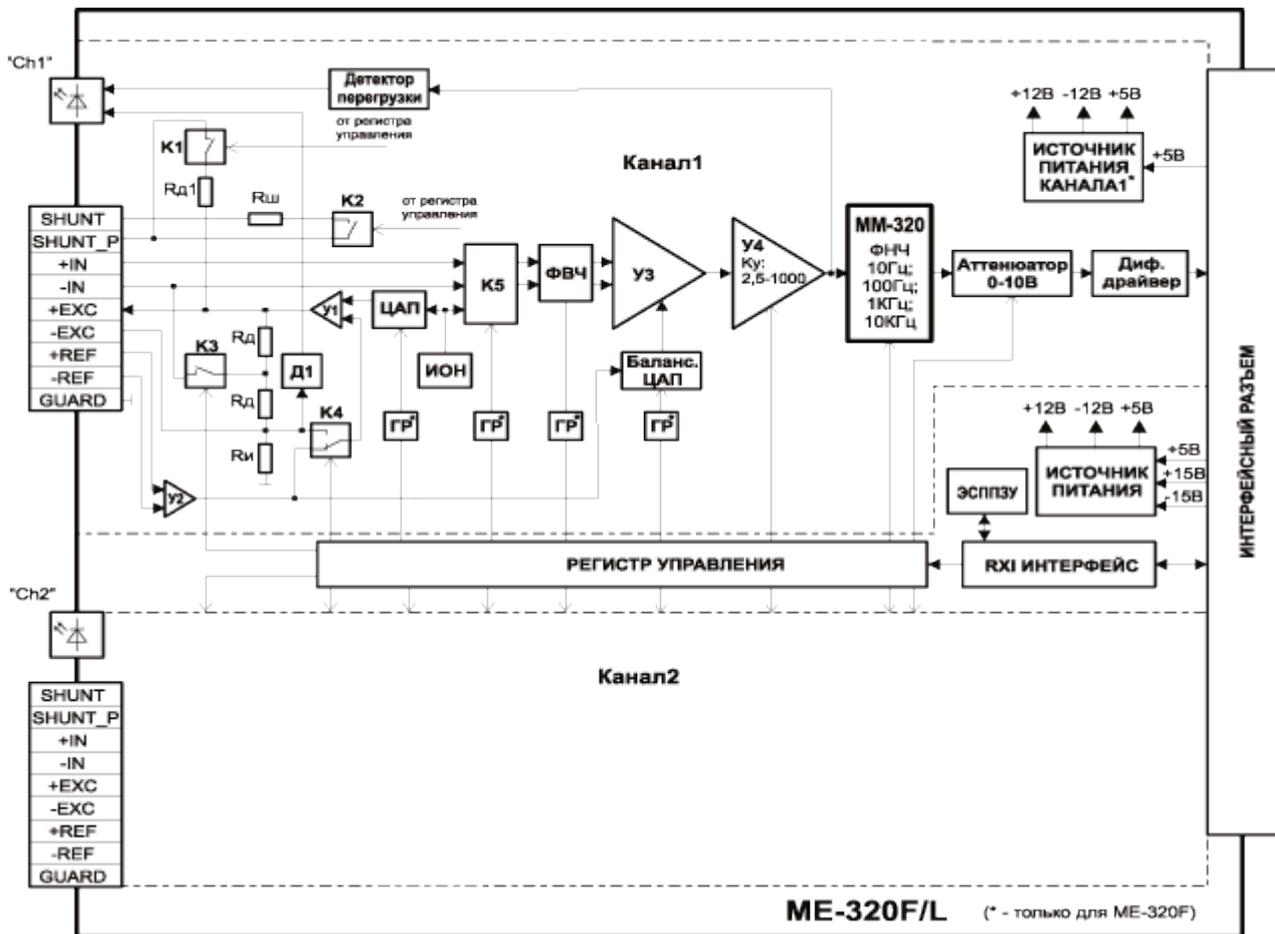


Рис 5. Структурная схема модулей ME-320F/L

Подробное описание функционирования структурных элементов усилителя изложено в "Руководстве по эксплуатации ME-320".

## Разъемы

На передней панели модулей установлены входные разъемы «Ch1» и «Ch2» первого и второго каналов соответственно (см. позиции 1 и 2 на рисунке 4), предназначенные для подключения датчиков.

Назначение контактов разъемов «Ch1» и «Ch2» типа BD-9F (розетка) приведено в таблице 2.

Таблица 2. Назначение контактов разъема «Ch1» и «Ch2» типа BD-9F

Номер контакта	Цепь	Назначение
1	+IN	Вход сигнала датчика (не инвертирующий вход усилителя)
2	+EXC	Выход питания датчика +
3	+REF	Вход обратной связи питания датчика +
4	SHUNT	Первый контакт встроенного градуировочного шунта.
5	SHUNT_P	Второй контакт встроенного градуировочного шунта. Выход питания датчика (при включении режима «1/4 мост»)
6	-IN	Вход сигнала датчика (инвертирующий вход усилителя)
7	-EXC	Выход питания датчика -
8	-REF	Вход обратной связи питания датчика -
9	GUARD	Общий контакт канала. Контакт для подключения экрана сигнального кабеля

Назначение контактов разъемов «Ch1» и «Ch2» типа LEMO EGG.1B.308.CLL (розетка) приведено в таблице 3.

Таблица 3. Назначение контактов разъема «Ch1» и «Ch2» типа LEMO EGG.1B.308.CLL

Номер контакта	Цепь	Назначение
1	+EXC	Выход питания датчика +
2	+REF	Вход обратной связи питания датчика +

3	SHUN T	Первый контакт встроенного градуировочного шунта.
4	+IN	Вход сигнала датчика (не инвертирующий вход усилителя)
5	-IN	Вход сигнала датчика (инвертирующий вход усилителя)
6	SHUN T_P	Второй контакт встроенного градуировочного шунта. Выход питания датчика (при включении режима «1/4 мост»)
7	-REF	Вход обратной связи питания датчика -
8	-EXC	Выход питания датчика -
Корпус разъема	GUAR D	Общий контакт канала. Контакт для подключения экрана сигнального кабеля

## Схемы подключения датчиков

### Четвертьмост

Датчики с одиночным чувствительным элементом или отдельные тензорезисторы могут быть подключены к входам модуля в качестве четвертьмоста, как показано на рисунках 6 и 7, в зависимости от выбранного режима питания датчика.

Подключение по трехпроводной схеме для режима питания регулируемым напряжением, показанное на рисунке 6, требует минимального количества соединительных проводников, при этом обеспечивается компенсация влияния температурного изменения сопротивления соединительных проводников на балансировку канала. Изменение сопротивления соединительных проводников (цепей питания датчика) приводит к изменению чувствительности схемы, что требует проведения повторных калибровок чувствительности канала при изменении температурных условий.

Трехпроводная схема подключения для режима питания регулируемым током, показанная на рисунке 7, обеспечивает компенсацию влияния изменения сопротивлений соединительных проводников на чувствительность схемы и линейность преобразования. Балансировка канала в данной схеме не обеспечивается. Данная схема подключения может быть применена для измерения динамических параметров. Для использования схем подключения, приведенных на рисунках 6 и 7, необходимо в меню настройки соответствующего канала в пункте «Схема включения датчика» выбрать «1/4 мост».

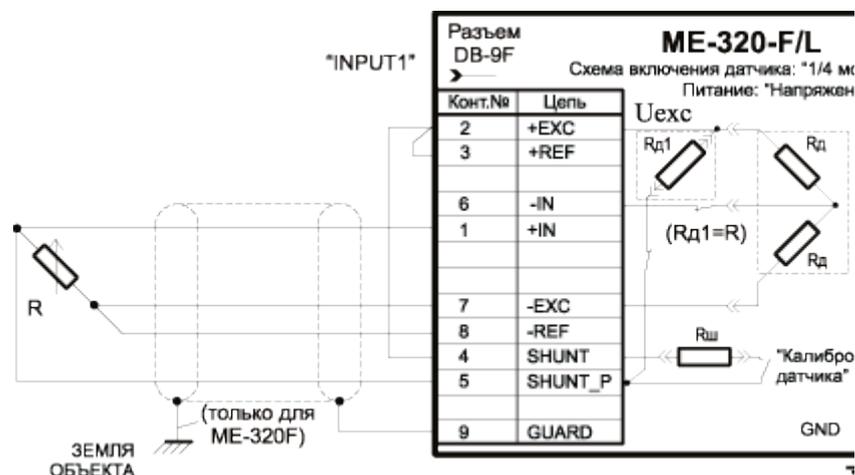


Рис 6. Схема трехпроводного подключения измерительного четвертьмоста в режиме питания регулируемым напряжением

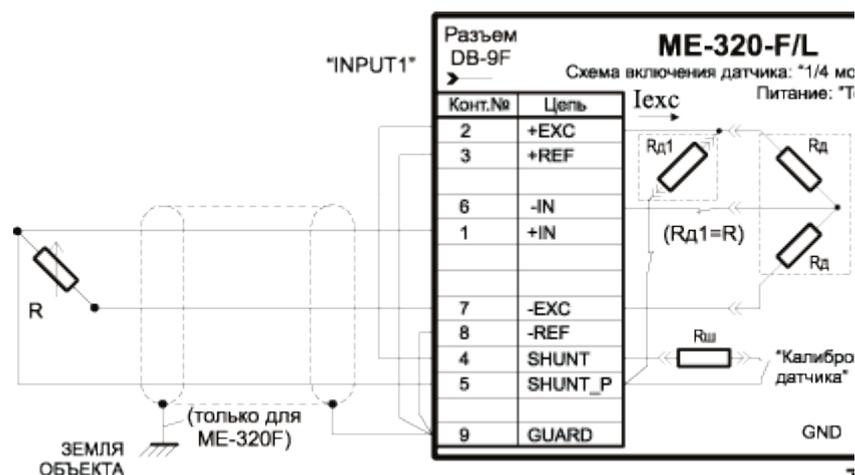


Рис 7. Схема трехпроводного подключения измерительного четвертьмоста в режиме питания регулируемым током

Для проведения только динамических измерений необходимо включить «ФВЧ» в меню настройки соответствующего канала. Встроенный калибровочный шунт (соответствующие контакты входного разъема) подключается параллельно встроенному резистору четвертьмостового дополнения  $R_{d1}$ .

### Одиночный тензорезистор

Датчики с одиночным чувствительным элементом или отдельные тензорезисторы могут быть подключены к входу модуля с использованием схемы для режима питания датчика регулируемым током, как показано на рисунке 8.

Данная схема обеспечивает линейное преобразование, независимость чувствительности канала от изменения сопротивления соединительных проводников.

Балансировка датчика средствами модуля в данной схеме не обеспечивается. Схема может быть использована для проведения динамических измерений.

Для использования данной схемы подключения необходимо в меню настройки соответствующего канала в пункте «Схема включения датчика» выбрать: «Тензометр». Встроенный калибровочный шунт (соответствующие контакты входного разъема) подключается отдельными проводниками непосредственно к выводам тензорезистора.

### Полумост

Полумостовые датчики или два отдельных тензорезистора, соединенные по схеме измерительного полумоста, следует подключать к входам модуля в соответствии со схемами, приведенными на рисунках 9, 10 и 11, в зависимости от выбранного режима питания датчика.

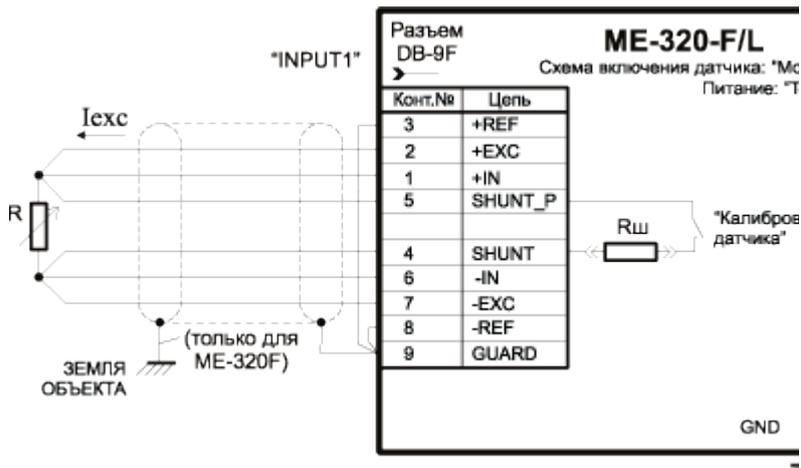


Рис 8. Схема подключения одиночного тензорезистора в режиме питания регулируемым током

Подключение по трехпроводной схеме для режима питания датчика регулируемым напряжением, показанное на рисунке 9, требует минимального количества соединительных проводников, при этом данная схема обеспечивает автоматическую компенсацию влияния температурного изменения сопротивления соединительных проводников на балансировку канала. Изменение сопротивления соединительных проводников (цепей питания датчика) приводит к изменению чувствительности схемы, что требует проведения повторных калибровок канала при изменении

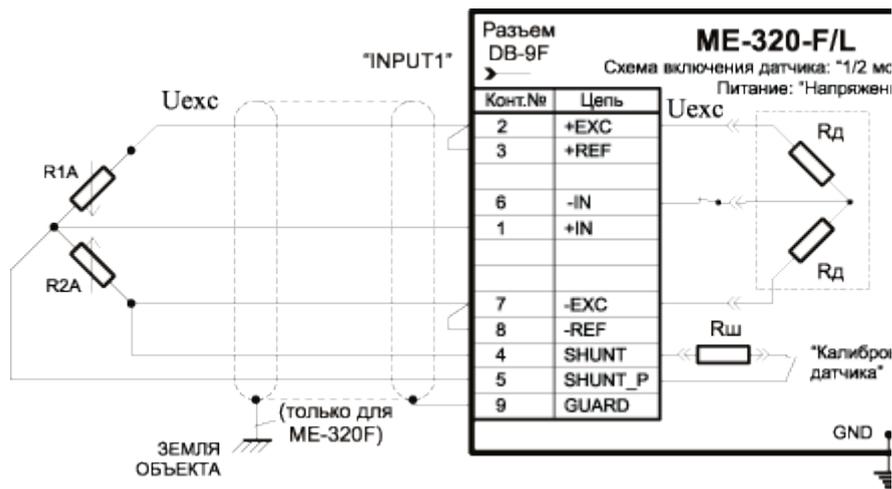


Рис 9. Схема трехпроводного подключения измерительного полумоста в режиме питания регулируемым напряжением

Подключение по пятипроводной схеме для режима питания датчика регулируемым напряжением, показанное на рисунке 10, обеспечивает автоматическую компенсацию влияния температурного изменения сопротивлений соединительных проводников на балансировку и чувствительность канала.

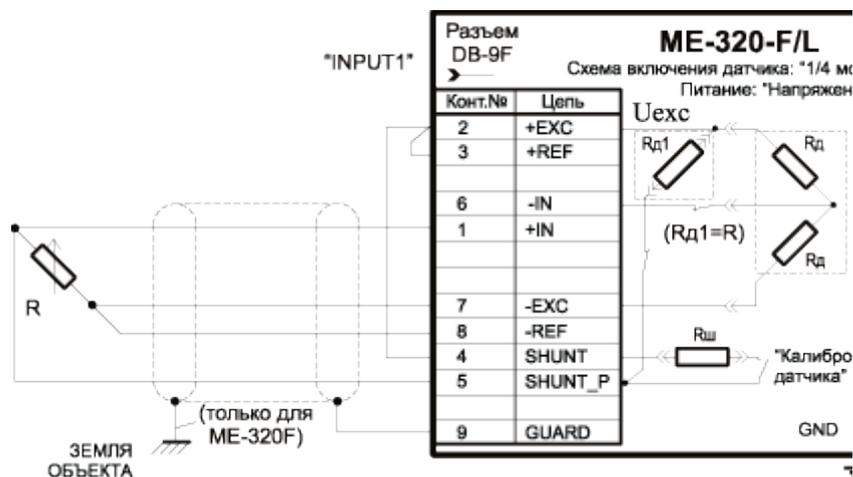


Рис 10. Схема пятипроводного подключения измерительного полумоста в режиме питания регулируемым напряжением

Подключение по трехпроводной схеме для режима питания датчика регулируемым током, показанное на рисунке 11, обеспечивает компенсацию влияния температурных изменений сопротивления соединительных проводников на чувствительность канала при минимальном количестве проводников.

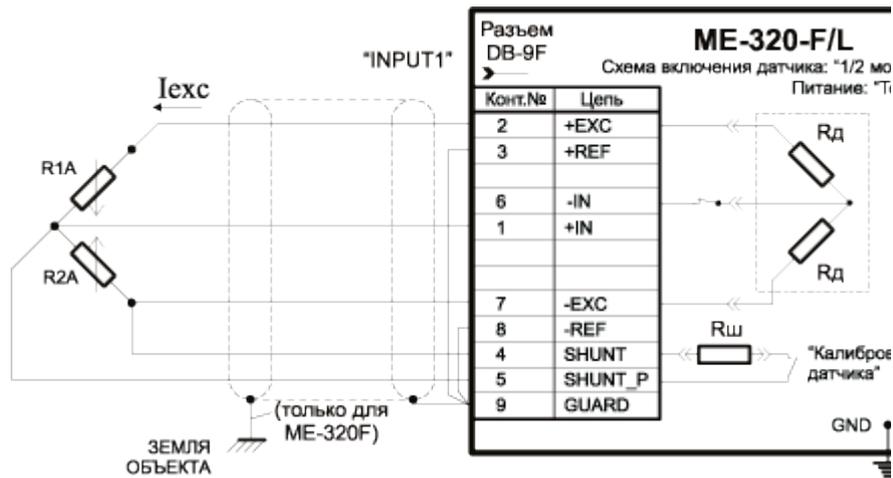


Рис 11. Схема трехпроводного подключения измерительного полумоста в режиме питания регулируемым током

Балансировка датчика при использовании данной схемы подключения не обеспечивается. В приведенных схемах тензорезистор R1A может быть как активными, так и компенсационным.

Для использования данных схем подключения необходимо в меню настройки соответствующего канала в пункте «Схема включения датчика» выбрать– «1/2 мост». Для проведения только динамических измерений необходимо включить ФВЧ в меню настройки канала. Встроенный калибровочный шунт (соответствующие контакты входного разъема) подключается отдельными проводниками непосредственно к выводам активного тензорезистора R2A.

### Мост

Мостовые тензодатчики или четыре отдельных тензорезистора, соединенные по схеме измерительного моста, следует подключать к входам модуля в соответствии со схемами, приведенными на рисунках 12, 13 и 14, в зависимости от выбранного режима питания.

Подключение по четырехпроводной схеме для режима питания регулируемым напряжением, показанное на рисунке 12, требует минимального количества соединительных проводников. Данная схема обеспечивает автоматическую компенсацию влияния температурного изменения сопротивления соединительных проводников на балансировку канала. Изменение сопротивления соединительных проводников (цепей питания датчика) при изменении температуры приводит к изменению чувствительности данной схемы, что приводит к необходимости проведения повторных калибровок канала при значительном изменении температуры.

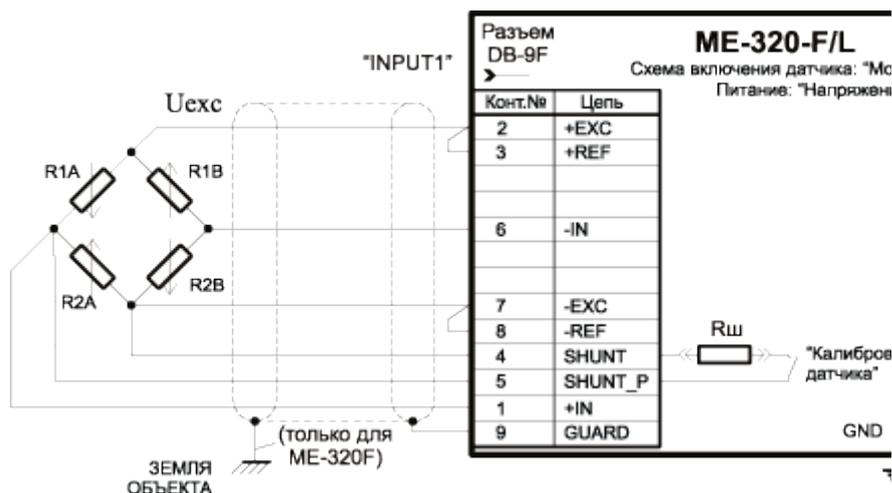


Рис 12. Схема четырехпроводного подключения измерительного моста в режиме питания регулируемым напряжением

Подключение по шестипроводной схеме для режима питания регулируемым напряжением, показанное на рисунке 13, обеспечивает автоматическую компенсацию влияния температурных изменений сопротивлений соединительных проводников на балансировку и чувствительность канала. Данная схема подключения может быть использована для динамических и статических измерений.

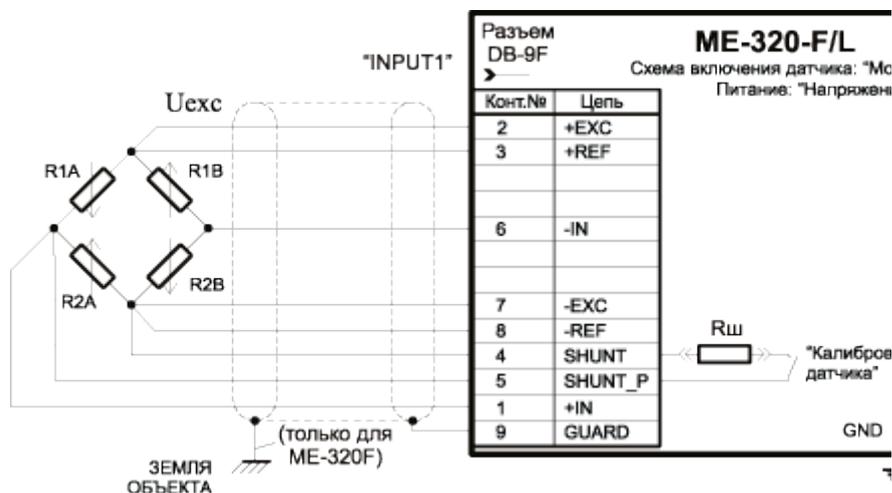


Рис 13. Схема шестипроводного подключения измерительного моста в режиме питания регулируемым напряжением

Схема четырехпроводного подключения для режима питания регулируемым током, показанная на рисунке 14, обеспечивает автоматическую компенсацию влияния температурных изменений сопротивлений соединительных проводников на чувствительность канала при минимальном количестве соединительных проводников.

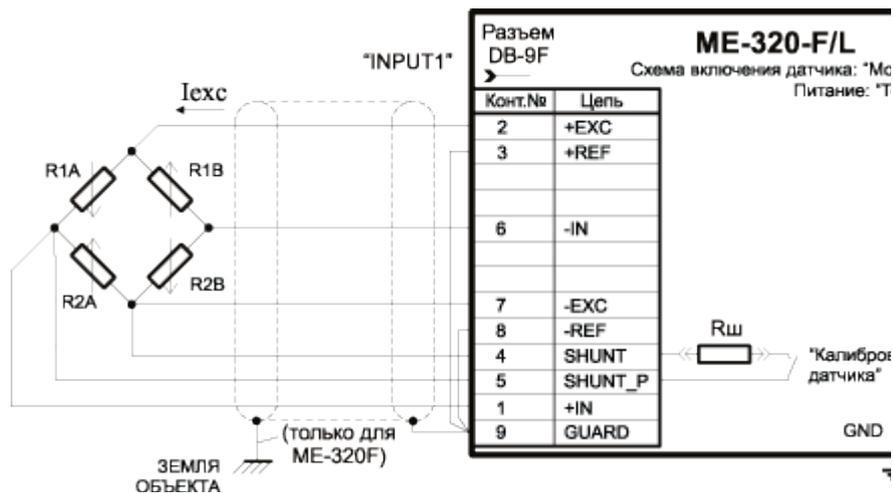


Рис 14. Схема четырехпроводного подключения измерительного моста в режиме питания регулируемым током

Балансировка канала при использовании данной схемы не обеспечивается. Данная схема может быть применена для проведения динамических измерений.

Тензорезисторы R1A, R1B, R2B, указанные на схемах могут быть как активными (используется для измерения), так и компенсационными (служат для компенсации изменений сигнала, вызванных, например, изменением температуры).

Для использования данных схем подключения следует в меню настройки канала в пункте «Схема включения датчика» выбрать «Мост», а в пункте «Питание» – требуемый режим питания. Для проведения только динамических измерений необходимо включить ФВЧ (режим закрытого входа). Встроенный калибровочный шунт (соответствующие контакты входного разъема) подключается отдельными проводниками непосредственно к выводам активного тензорезистора R2A.

Для подключения датчиков к входам модуля рекомендуется использовать кабель типа витая пара в общем экране. В качестве проводников цепей «+IN», «-IN» и «+REF», «-REF» следует использовать провода одной пары кабеля. Ближний конец экрана сигнального кабеля необходимо соединить с контактом GUARD разъема соответствующего канала, а удаленный конец следует соединить с заземленным контактом конструкции (только для ME-320F), с металлическим корпусом датчика, или оставить свободным.



## Потенциометр

Датчики с одиночным чувствительным элементом или отдельные тензорезисторы могут быть подключены к входу модуля с использованием схемы для режима питания датчика регулируемым напряжением, как показано на рисунке 15. Схема предназначена для проведения динамических измерений при использовании токоисточников.

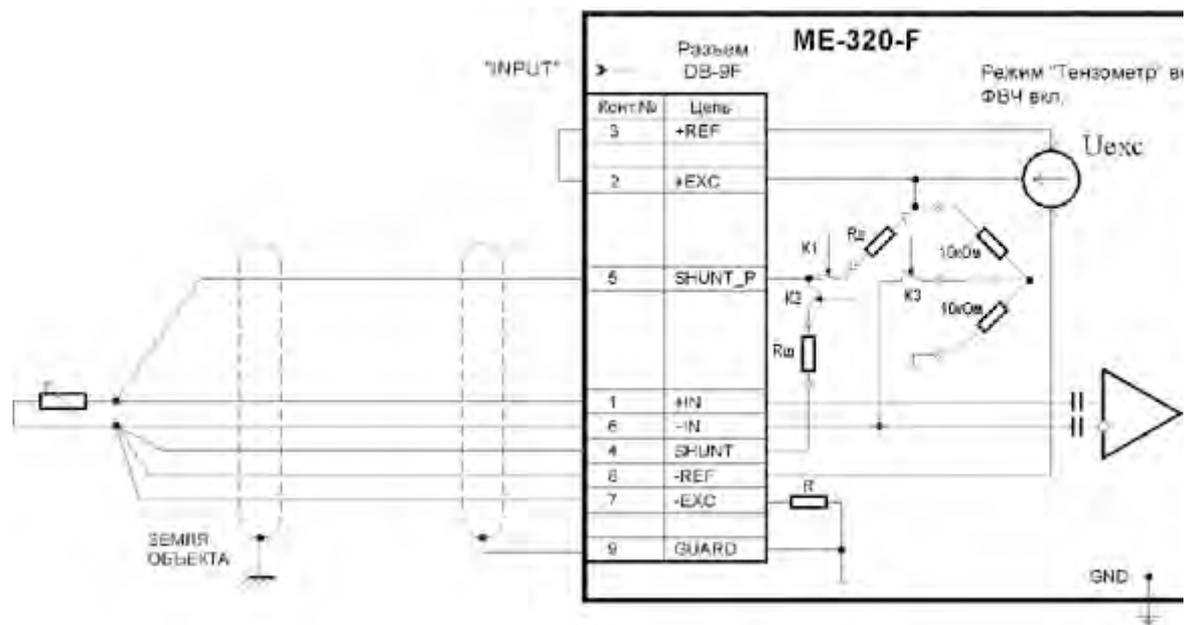


Рис 15. Схема подключения тензорезистора в режиме питания регулируемым напряжением

Балансировка датчика средствами модуля в данной схеме не обеспечивается.

Для использования данной схемы подключения необходимо в меню настройки соответствующего канала в пункте «Схема включения датчика» выбрать: «Потенциометр». Встроенный калибровочный шунт (соответствующие контакты входного разъема) подключается отдельными проводниками непосредственно к выводам тензорезистора.

### Схемы подключения регистрирующей аппаратуры

Выходные цепи модуля (соответствующие контакты выходных групповых разъемов крейта MIC-036RXI или MIC-026RXI) следует подключать к входным цепям аппаратуры ввода, как показано на рисунках 16 и 17, в зависимости от типа входов.

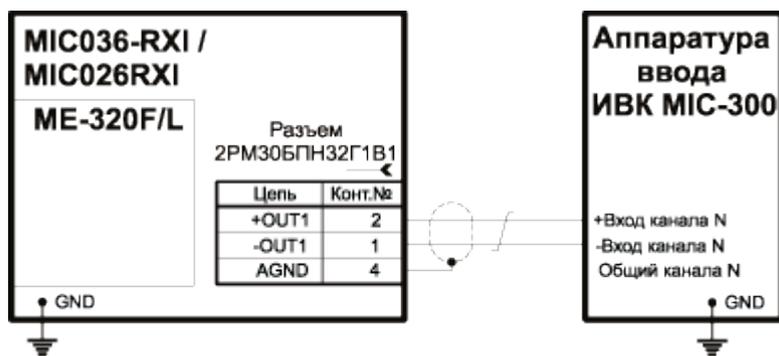


Рис 16. Схема подключения выхода модуля к аппаратуре с дифференциальным входом

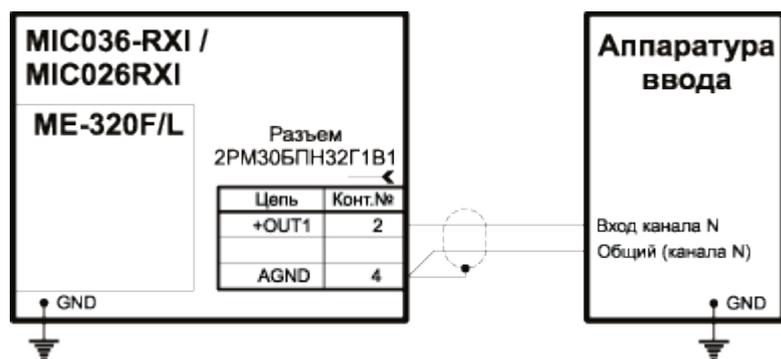


Рис 17. Схема подключения выхода модуля к аппаратуре с недифференциальным входом

## Настройка измерительного канала усилителя

Страница является составной частью [диалога настройки аппаратной части каналов](#). Страница позволяет настраивать свойства произвольного числа каналов усилителей ME-320 (требуемые каналы должны быть предварительно выделены).

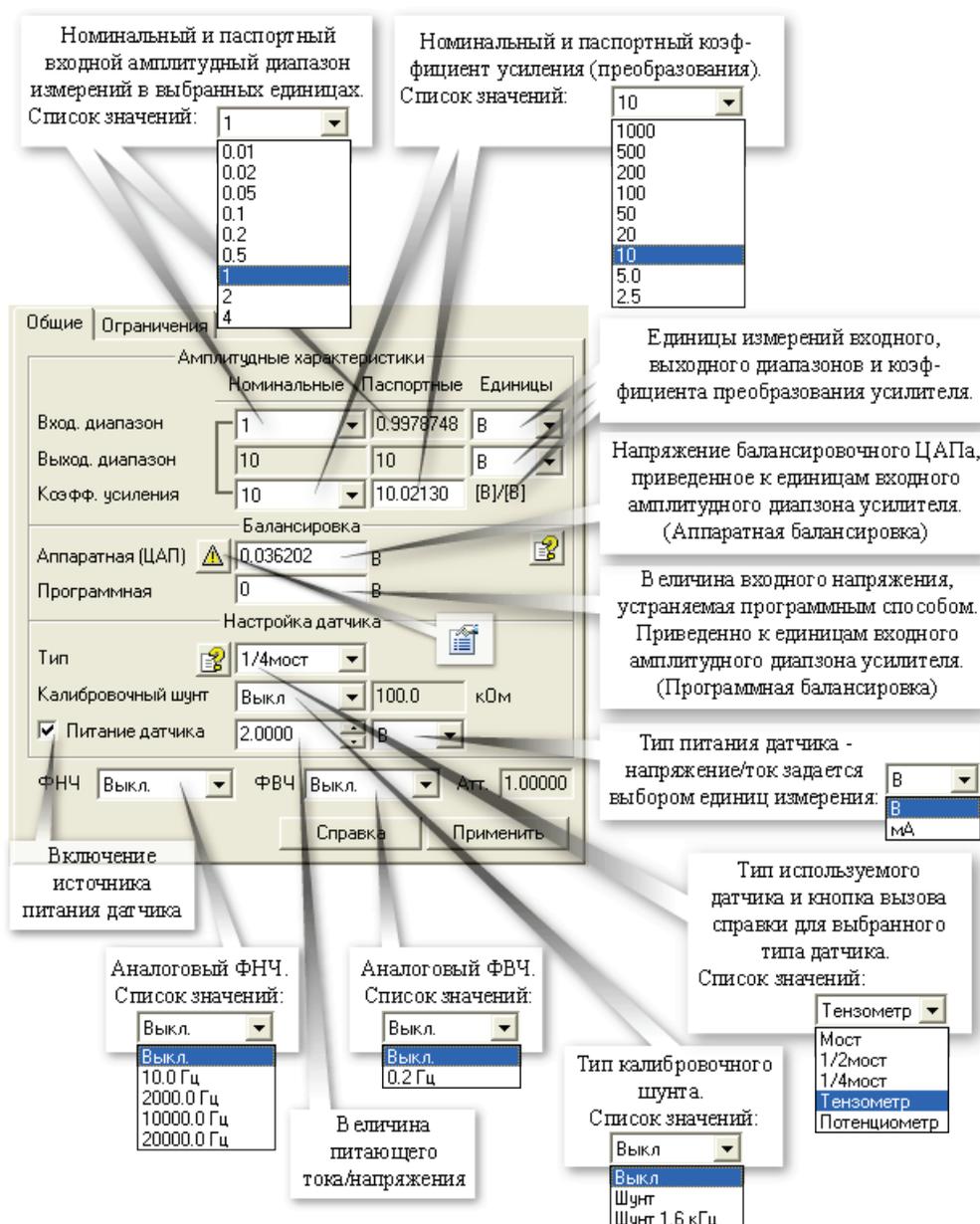


Рис 18. Страница настройки измерительного канала усилителя ME-320

## Описание полей

### Входной амплитудный диапазон, выходной амплитудный диапазон

Усилитель имеет 9 входных амплитудных диапазонов и 1 выходной амплитудный диапазон. Переключение входного или выходного амплитудного диапазона меняет и выбранный коэффициент усиления (взаимосвязь параметров показана линиями). Паспортный входной амплитудный диапазон рассчитывается исходя из паспортного коэффициента усиления, хранящегося

гося в ППЗУ модуля и предназначен только для информирования оператора о максимальном допустимом значении напряжения на входе усилителя. Выходной амплитудный диапазон (номинальный и паспортный) принят за 10В.

#### *Единицы измерения входного и выходного амплитудного диапазона*

Выбор единиц измерения позволяет видеть значения входного и выходного амплитудного диапазона в соответствующих единицах измерения. Кроме того, если для измерительного канала не указан датчик, то амплитудный диапазон всего измерительного канала будет показан в выбранных входных единицах измерения.

#### *Коэффициент усиления*

Коэффициент усиления выбранного канала устанавливается пользователем путем выбора значения из выпадающего списка в поле "Коэфф.усиления Номинальные". Значение в поле "Коэфф.усиления" отображаются с учетом кратностей единиц измерения (мкВ, мВ, В, кВ), выбранных в поле "Единицы" для входного и выходного диапазонов.

В поле "Коэфф.усиления Паспортные" указывается действительное значение коэффициента усиления из ППЗУ модуля, полученное в результате калибровки и метрологической проверки.

В поле "Вход.диапазон" выводится величина входного диапазона, в зависимости от выбранного коэффициента усиления канала (в окне настройки взаимосвязь показана линией, соединяющей поля).

Для расчета "сквозных" (полных) коэффициентов передачи измерительных каналов программой MR-300 используются паспортные (действительные) значения коэффициентов усиления каналов.

#### *Балансировка*

См. [подробнее](#)

#### *Тип датчика*

Помимо "обычных" режимов (мост, полумост, четвертьмост), введен дополнительный режим - "Тензометр". Этот режим, по сути, является предустановкой усилителя для работы с одиночным тензорезистором. При этом, фактически, включается режим моста, включается ФВЧ и питание током. Для того, чтобы исключить ошибки оператора, программа блокирует поля "ФВЧ" и "питание током" от изменений. В этом режиме статические напряжения не измеряются (подробнее см. [Одиночный тензорезистор](#)).

#### *Калибровочный шунт*

В качестве калибровочного шунта, на некоторых версиях усилителя (ME-320F2), кроме постоянного сопротивления, доступен выбор "переменного" шунта - с периодом подключения 1.6 кГц. Он может быть полезен для проверки тензометрического канала (с датчиком) при включенном ФВЧ.

## **Балансировка канала ME-320**

Модуль ME-320 имеет встроенные балансировочные ЦАПы для каждого канала, предназначенные для устранения начального разбаланса входной цепи.



Балансировочные ЦАПы не предназначены для компенсации разбаланса, вызванного использованием не корректных номиналов тензорезисторов. На-

пример, при внутреннем дополнении четвертьмоста равным 120 Ом, нельзя использовать четвертьмостовую входную схему с номиналом плеча равным 100 Ом. В этом случае диапазон балансировки будет превышен.

Есть два варианта балансировки - автоматическая и ручная.

### **Автоматическая балансировка канала ME-320**

Автоматическая балансировка выполняется нажатием кнопки  в [диалоге настройки свойств измерительных каналов](#).

При этом программа измерит значение начального разбаланса на входе усилителя, установит ЦАПы для устранения разбаланса, повторно проведет замер остаточного разбаланса и остаточное значение запишет в поле "Программная балансировка". Значение из этого поля будет использоваться для расчета "сквозной" калибровочной характеристики всего измерительного канала.

 **ВНИМАНИЕ!** В случае, если диапазон балансировки превышен, т.е. балансировочный ЦАП выводит свое максимальное положительное, либо отрицательное значение, в диалоге настройки канала появляется значок . Это происходит, если начальный разбаланс превышает диапазон балансировки канала. В этом случае программа MR-300, в таблице отчета, закрасит желтым цветом ячейку входного диапазона усилителя и выведет сообщение "Превышение диапазона балансировки".

 *На время устранения оператором разбаланса (т.е. до тех пор, пока ячейка подкрашена в желтый цвет), программа не будет учитывать датчик в измерительном канале (хотя в таблице коммутаций он останется). Т.е. оператор, в режиме MR-300 "ПРОСМОТР", может проверять разбаланс во входных единицах измерений усилителя.*

Необходимо убедиться в том, что нет обрыва в кабельной линии, и что разъемы обеспечивают качественный контакт.

 Начальный разбаланс может быть вызван большим разбросом сопротивлений тензорезисторов, образующих мост (полумост/четвертьмост). В этом случае необходимо более точно подобрать сопротивления.

Величиной питающего напряжения моста (полумоста/четвертьмоста), разбаланс нельзя убрать, т.к. хотя при увеличении питающего напряжения увеличивается диапазон балансировки, но пропорционально увеличивается и начальный разбаланс моста. То же относится и к питанию током.

 Если оператор не может устранить разбаланс, то необходимо нажать на значок  и программа уберет предупреждение и датчик будет работать в штатном режиме, т.е. измерительный канал будет отображать сигналы в единицах измерений датчика. В этом случае программа устранил разбаланс программно, но входной амплитудный диапазон канала будет смещен на величину остаточного разбаланса.

### **Ручная балансировка канала ME-320**

---

Ручная балансировка предназначена только для случаев, когда по каким-либо причинам невозможно провести автоматическую балансировку.

Для ручной балансировки необходимо измерить значение начального разбаланса (в единицах входного диапазона усилителя ME-320), затем измеренное значение подставить в поле "Аппаратная (ЦАП)" диалога настройки канала ME-320. Программа установит балансировочные ЦАПы в указанное значение.

Для измерения значения начального разбаланса, необходимо в таблице коммутации временно отключить датчик, тогда измерительный канал в ПО MR-300, при включении режима "ПРОСМОТР", будет показывать сигнал, во входных единицах измерений усилителя. Кабельную линию с датчиком при этом отключать не требуется. Усредненное среднее значение сигнала, полученное в режиме "ПРОСМОТР", необходимо занести в поле "Аппаратная (ЦАП)" диалога настройки канала ME-320.

## Доступ к метрологической информации усилителя

Диалог предназначен для настройки общих свойств усилителя ME-320, связанных с работой метрологической службы. Сюда входят группы свойств "Идентификация", "Текущие калибровки" и "Заводские калибровки".

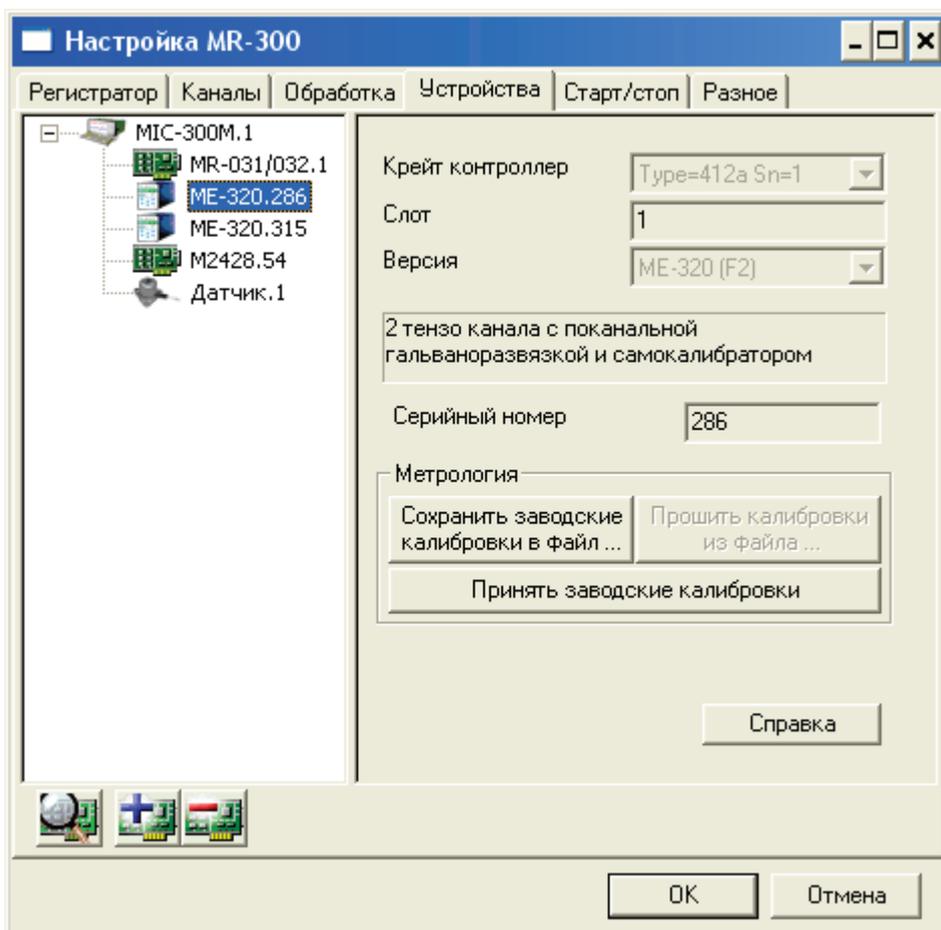


Рис 19. Доступ к метрологической информации усилителя

Кнопки "Сохранить заводские калибровки в файл" и "Прочитать калибровки из файла"

Позволяют работать с содержимым энергонезависимой памяти усилителя. В ней хранятся номинальные значения рабочих характеристик усилителя и его **заводские калибровки** чувствительности. Функция модификации ППЗУ модуля доступна в сессии работы Mr300 с метрологическими правами доступа.

### Принять **заводские калибровки**

Загружает заводские калибровки из ППЗУ в текущие, с которыми происходит непосредственная работа.



Межповерочный интервал модуля - 1 год. Поверка производится по методике предприятия-изготовителя.

## Индикация состояния канала

Состояние первого и второго каналов индицируется при помощи светодиодных индикаторов (см. позиции 3 и 4 на рисунке 4). Светодиоды расположены на [передней панели модуля](#). Возможные состояния индикатора и соответствующие состояния канала приведены в таблице 4.

Таблица 4. Индикация состояния каналов

Цвет свечения индикатора канала	Режим свечения	Состояние канала
Зеленый	Непрерывно	Питание датчика в норме. Перегрузки канала нет.
Красный	Прерывисто	Короткое замыкание в цепи питания датчика
Красный	Непрерывно	Перегрузка канала (на входе присутствует сигнал, уровень которого превышает максимально допустимый для текущего коэффициента усиления канала и коэффициента передачи аттенюатора)
Выключен	-	Обрыв в цепи питания датчика или отсутствие (повреждение) датчика.

## Неисправности и методы их устранения

При обнаружении неисправностей, перечисленных в таблице 5, ремонт производится силами обслуживающего персонала.

Таблица 5. Неисправности и методы их устранения

Описание неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Индикатор канала светится красным цветом	Перегрузка канала	Проверить настройку коэффициента передачи канала. Выбрать меньшее значение коэффициента усиления и/или уменьшить коэффициент передачи аттенюатора. Уменьшить величину питающего напряжения или тока
Индикатор канала светится прерывисто красным цветом	Короткое замыкание в цепи питания датчика	Проверить соединительный кабель и датчик на отсутствие замыканий. При необходимости заменить кабель или датчик.

<p>Индикатор канала не светится</p>	<p>Обрыв в цепи питания датчика или отсутствие (повреждение) датчика</p>	<p>Проверить соединительный кабель и датчик на отсутствие обрыва. При необходимости заменить или отремонтировать кабель и датчик.</p>
-------------------------------------	--	---

При обнаружении неисправностей не указанных в таблице или повреждений, например, разъемов комплекса, или электронных компонентов, ремонт комплекса должны выполнять специалисты предприятия-изготовителя.



## Приложение G.

### Модуль АЦП М2428

#### Страница настройки измерительного канала модуля М2428

##### Описание страницы свойств

Страница является составной частью **диалога настройки аппаратной части каналов**.

Описание	Каналы аналогового ввода платы М2428		
Источник сигнала	Внешний разъем		
Амплитудный диапазон			
	Номинальный	Полный	Единицы
Входной амплитудный диапазон	10.00 В, 16 бит		В
Тип выходных данных	16-бит знаковое целое		
к чувствительности			код/В
Смещение "0"			В
Частотный диапазон			
Частота дискретизации	216000 Гц		
Частотный диапазон			Гц
Аналоговый ФВЧ	Выключено	Гц	<input type="checkbox"/> ICP

Рис 10.4. Страница настройки измерительного канала модуля М2428.

##### Описание

Строка описания. При поканальной настройке содержит аппаратный номер настраиваемого канала.

##### Источник сигнала

Положение входного аналогового коммутатора канала. Может принимать следующие значения: "Внешний разъем", "Опорное напряжение 4.096 В", "Калибровочный ЦАП", "Внутренняя земля". Коммутаторы всех аналоговых каналов измерительного модуля связаны между собой, и переключаются синхронно. При изменении положения коммутатора на одном из каналов, аналогичным образом переключаются другие каналы модуля.

##### Входной амплитудный диапазон

Амплитудный диапазон измерений канала на входе модуля. Диапазоны на каждый канал задаются индивидуально. Каждый канал аналогового ввода модуля М2428 имеет аппаратный диапазон 12В и полную разрядность 24 бита. При этом отсчеты записываются в виде 32-битных значений. Для уменьшения размера зарегистрированных сигналов, предусмотрен 16-битный режим с 1...127-кратным масштабированием. В этом случае сигнал занимает вдвое меньшее место на диске и, соответственно, быстрее обрабатывается в WinPOS. Полный амплитудный диапазон обычно имеет 5 процентов запаса от полной шкалы.

**Тип выходных данных**

Тип выходных данных канала: 16-битный или 24-битный.

**Чувствительность**

Текущий коэффициент чувствительности канала. Канал имеет два значения чувствительности - текущее и заводское. Заводское значение прошито в ППЗУ модуля и может быть загружено в текущие. См. диалог настройки модуля M2428. Чувствительность имеет размерность код/В.

**Частота дискретизации**

Частота дискретизации канала. Каналы измерительного модуля имеют единое значение частоты дискретизации. При изменении частоты дискретизации на одном канале, аналогичным образом меняются другие каналы. С частотой дискретизации связана частота среза нерекурсивного цифрового ФНЧ 128-порядка (по уровню -3 дБ). Частота среза ФНЧ автоматически выставляется на значение 0.5 от частоты дискретизации.

**Частотный диапазон**

Частотный диапазон измерений канала, в котором нормируются метрологические параметры, указанные в ТХ измерительного канала.

**Аналоговый ФВЧ**

Активность аналогового ФВЧ канала. Параметры см. в ТХ. Фильтры для каналов включаются индивидуально.

**ICP**

Включение поддержки ICP-датчиков.

## Страница настройки входного цифрового канала модуля M2428

### Описание страницы свойств

Страница является составной частью [диалога настройки аппаратной части каналов](#).

Описание	Канал цифрового ввода №1 платы M2428	
Источник сигнала		
Название сигнала	Метка (НО) на внешнем разъеме	
	Порт ввода	Маска, HEX
Ручная настройка	PFI[8..9]	0001
Частота дискретизации	216000 Гц	

Рис 10.5. Страница настройки входного цифрового канала модуля M2428.

**Описание**

Строка описания. При поканальной настройке содержит аппаратный номер настраиваемого канала.

**Название сигнала**

Выбор источника сигнала. Источник сигнала для цифрового канала задается номером порта и маской. Поле содержит набор из часто используемых настроек цифрового входа (порт и маска). Весь список приведен [ниже](#).

*Ручная настройка; порт ввода*

Выбор 8-битного порта, с которого будет происходить вычитка данных.

*Ручная настройка; маска*

Двоичная маска для выделения необходимых бит в заданном порте ввода.

*Частота дискретизации*

Частота дискретизации канала. Аналоговые и цифровые каналы измерительного модуля имеют единое значение частоты дискретизации. При изменении частоты дискретизации на одном канале, аналогичным образом меняются другие каналы.

## Замечания по настройке

Оба цифровых входа платы М2428 настраиваются независимо и могут иметь суммарную разрядность до 16 бит. Разрядность задается в поле маска и определяется следующим образом:

$d = N_{ст} - N_{мл} + 1$ , где  
 $N_{ст}$  - номер старшего ненулевого бита маски,  $N_{мл}$  - номер младшего ненулевого бита маски.

Например, если маска = 6, то разрядность =  $2 - 1 + 1 = 2$ .



Значение, после вычитки из порта и логического умножения на маску, сдвигается в младшую часть слова данных. Таким образом, значащие биты всегда располагаются в младших битах информационных слов.

Блок-схему и состояние портов ввода можно подробнее рассмотреть в диалоге настройки модуля.

## Список наиболее используемых настроек цифрового входа

- "Специальные установки" - порт и маска должны устанавливаться пользователем вручную;
- "СЕВ на внешнем разъеме" - сигнал системы единого времени на внешнем (а также боковом) разъеме измерительного модуля. Разрядность 1 бит;
- "Метка (НО) на внешнем разъеме" - цифровой сигнал общего назначения на внешнем (а также боковом) разъеме измерительного модуля. Разрядность 1 бит; Назначается по-умолчанию для первого цифрового канала измерительного модуля.
- "Триггер (ПП) на внешнем разъеме" - цифровой сигнал триггерного старта/останова на внешнем (а также боковом) разъеме измерительного модуля. Разрядность 1 бит; Назначается по-умолчанию для второго цифрового канала измерительного модуля.
- "Служебный сигнал 1 мс на шине RTSI" - служебный сигнал. См. протокол работы шины RTSI. Разрядность 1 бит;
- "СЕВ на шине RTSI" - сигнал системы единого времени на межплатной шине RTSI. Разрядность 1 бит;
- "Метка (НО) на шине RTSI" - цифровой сигнал общего назначения на межплатной шине RTSI. Разрядность 1 бит;
- "Триггер (ПП) на шине RTSI" - цифровой сигнал триггерного старта/останова на межплатной шине RTSI. Разрядность 1 бит;
- "Служебный сигнал BREQ на шине RTSI" - служебный сигнал. См. протокол работы шины RTSI. Разрядность 1 бит;
- "Перегрузка по каналам" - Состояние перегрузки аналоговых каналов. Разрядность 8 бит;
- "Шина PFI [0...7]" - Младшая часть шины PFI (внешний разъем). Разрядность 8 бит;
- "Шина PFI [8...9]" - Старшая часть шины PFI (внешний разъем). Разрядность 2 бит;

- "Шина TRIG [0...7]" - Младшая часть шины RTSI (межплатное соединение). Разрядность 8 бит;
- "Шина TRIG [8]" - Старшая часть шины RTSI (межплатное соединение). Разрядность 1 бит;

## Диалог настройки модуля M2428

### Описание диалога

Диалог предназначен для настройки свойств измерительного модуля M2428 в целом. Сюда входят группы свойства "Идентификация", "Метрология", блок-схема цифровой части и другие. Диалог имеет две формы: краткую и полную. Краткая форма диалога приведена на рисунке 10.6., полная на рисунке 10.7..

### Сокращенный вариант диалога настройки модуля M2428

Сокращенный вариант диалога содержит настройки, необходимые для метрологического сопровождения прибора.

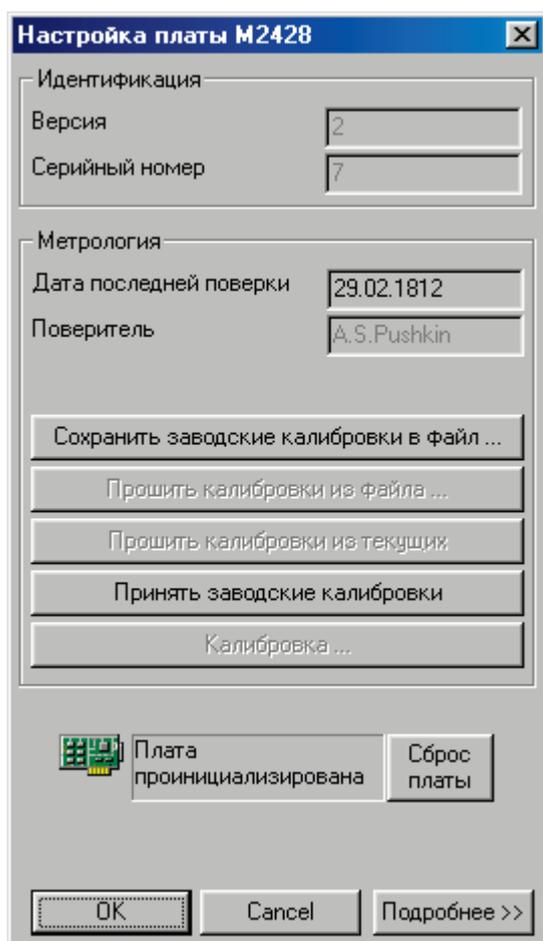


Рис 10.6. Диалог настройки модуля M2428 (сокращенный вариант).

#### Версия

Справочное поле. Содержит номер модификации измерительного модуля.

*Серийный номер*

Справочное поле. Содержит серийный номер измерительного модуля.

*Дата последней поверки*

Информирует о дате последней метрологической поверки измерительного модуля. Периодичность метрологической поверки указана в разделе "Методика поверки" руководства по эксплуатации на **ИБК МІС**.

*Поверитель*

Содержит информацию о метрологе, проводившем поверку.

*Сохранить заводские калибровки в файл*

Сохраняет основные метрологические параметры из ППЗУ измерительного модуля в файл.

*Прошить калибровки из файла*

Прошивает основные метрологические параметры из файла в ППЗУ измерительного модуля. Функция доступна в сессии работы Mr300 с метрологическими правами доступа.

*Прошить калибровки из текущих*

Прошивает чувствительность всех измерительных каналов из **текущих в заводские**. Функция доступна в сессии работы Mr300 с метрологическими правами доступа.

*Принять **заводские** калибровки*

Загружает заводские калибровки из ППЗУ в **текущие**.

*Калибровка*

Вызов диалога метрологической калибровки измерительных каналов модуля.

*Сброс платы*

Программный пересброс измерительного модуля.

*ОК*

Завершение работы диалога.

*Отмена*

Завершение работы диалога.

*Подробнее*

Переход в полный вариант диалога настройки модуля М2428.

## Полный вариант диалога настройки модуля М2428

Полный вариант диалога настройки модуля М2428 предназначен для оперативного решения проблем, возникающих на этапе пуско-наладочных работ и требует четкого понимания принципов функционирования модуля и предназначения элементов управления, а также всех возможных последствий их модификации. Диалог представлен на рисунке 10.7..

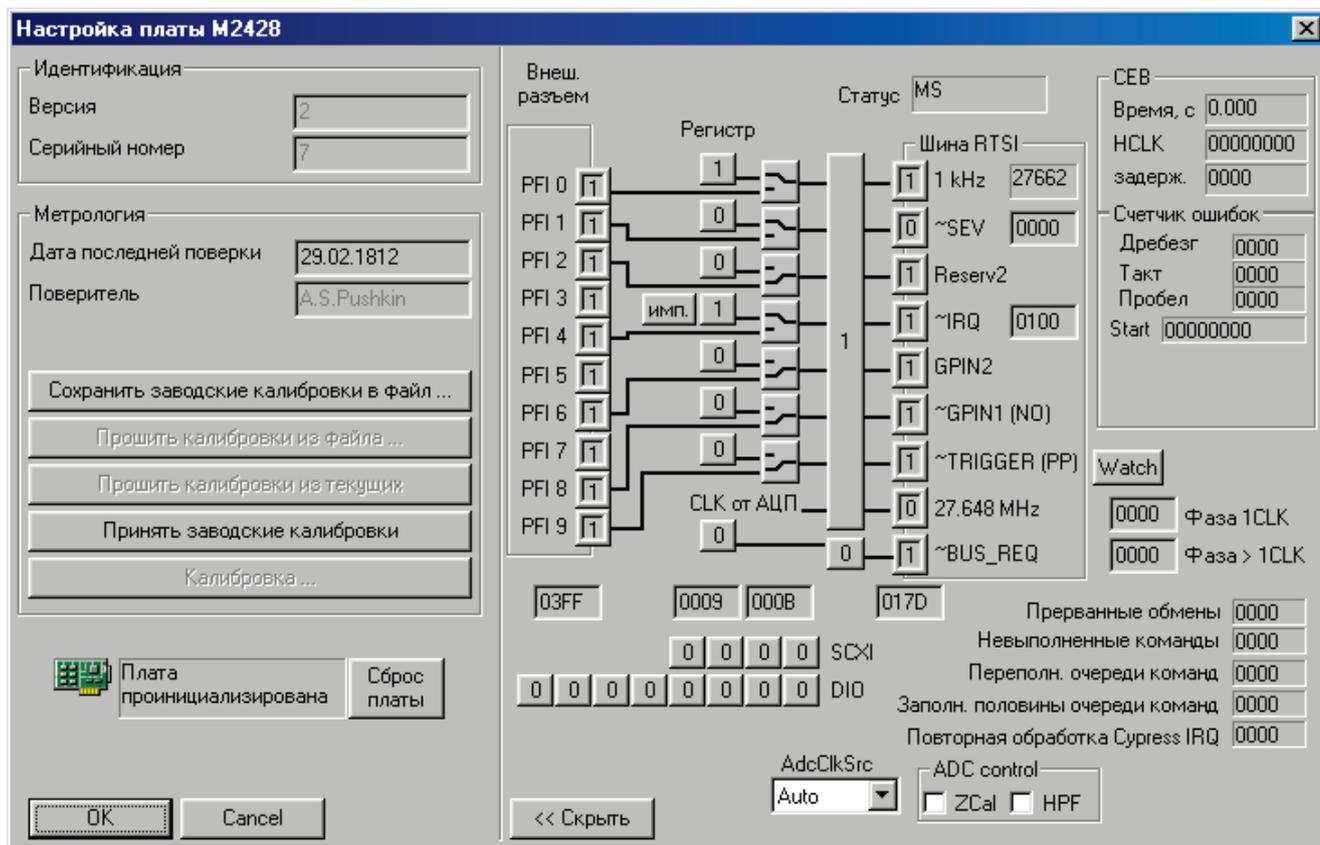


Рис 10.7. Диалог настройки модуля M2428 (полный вариант).

#### Внешний разъем

Отображает состояние цифровых входов шины PFI.

#### Регистр

Состояние внутреннего регистра данных RTSI

#### Длинная кнопка

1=пропускает цифровые сигналы на шину RTSI (модуль является МАСТЕРОМ на шине RTSI), 0=модуль не пропускает цифровые сигналы на шину RTSI (модуль является ВЕДОМЫМ на шине RTSI).

#### Шина RTSI

Состояние цифровых линий шины RTSI.

#### CEB

Отрисовывает текущее время CEB и другие служебные переменные. Полезно при наладке режима работы с синхронизацией по CEB. Требуется модуль синхронизации Me-020.

#### AdcClkSrc

Источник тактовой частоты измерительных цепей. Принимает следующие значения: Кварц - внутренний источник, RTSI - частота поступает с шины RTSI (платы при этом синхронизированы по шкале времени), Auto - значение автоматически выбирается из первых двух по статусу модуля на шине RTSI (мастер использует свой кварц и выдает частоту на RTSI, ведомый берет частоту с RTSI)



Измерительные модули версии 1 необходимо тактировать каждый от своего внутреннего тактового генератора.

## Приложение Н.

### Тензометрический датчик

#### ***Представление тензодатчика в MR-300***

Для упрощения работы с тензодатчиками в MR-300 предназначен программный элемент "Тензодатчик". Он имеет следующую функциональность:

- позволяет рассчитать коэффициент чувствительности тензодатчика в режиме измерения относительных деформаций в зависимости от следующих параметров:
  - схема включения тензорезисторов,
  - схема наклейки тензорезисторов,
  - величина тока/напряжения питания тензодатчика (считывается автоматически из усилителя),
  - величина сопротивлений тензорезисторов и дополнений (номиналы дополнений считываются автоматически из усилителя),
  - тензочувствительность,
  - коэффициент Пуассона,
  - входной диапазон усилителя (считывается автоматически из усилителя).
- отображает диапазон измерений в единицах относительной деформации (мкм/м)
- позволяет назначить модуль упругости материала (или выполнить тарировку) для режима измерения механических напряжений (только для одновекторных усилий).
- позволяет назначить коэффициент преобразования (физика - деформация) (либо выполнить соответствующую тарировку) для режима измерения произвольных физических величин (сила, давление, вес, перемещение и т.д.)

#### ***Добавление тензодатчиков***

Для включения датчика в состав [измерительного канала](#), сначала необходимо добавить устройство - тензометрический датчик. Для этого необходимо на [вкладке "Устройства" основного диалога настройки MR-300](#) нажать кнопку  ("Добавить устройство"). Затем в открывшемся окне установить метку перед строкой "Тензодатчик" и нажать кнопку "ОК". См. рисунок Н-1.

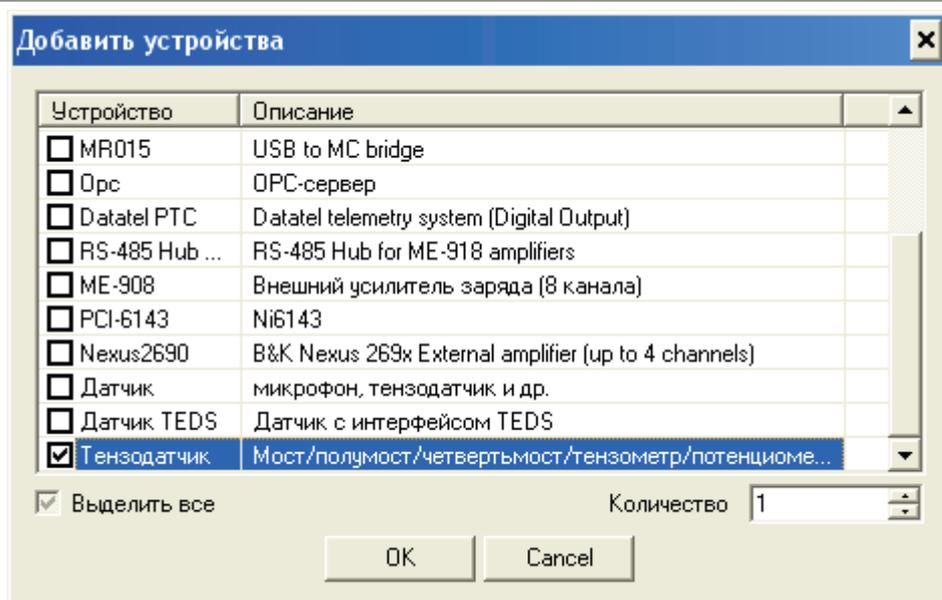


Рисунок Н-1. Добавление тензодатчика в состав измерительного оборудования.



При добавлении датчика можно указывать количество добавляемых датчиков (см. рисунок Н-1).

Датчик будет добавлен в список устройств на вкладке "Устройства" (см. рисунок Н-2).

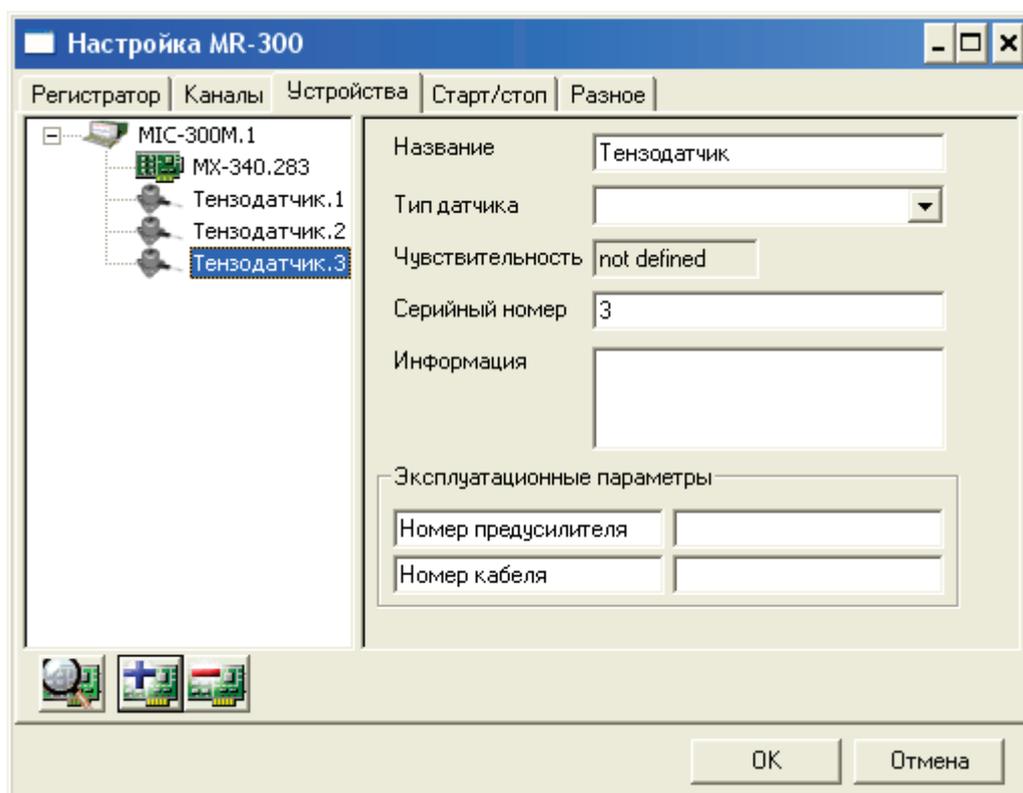


Рисунок Н-2. Назначение имени датчика и серийного номера.



Если у какого-либо существующего датчика изменить тип, то новым добавляемым датчикам будет присваиваться этот тип по-умолчанию. Это рекомендуется делать при добавлении большого количества однотипных датчи-

ков.

При необходимости отредактировать поля "Название", "Серийный номер" и другие поля для идентификации и хранения информации о датчике и его подключении. Повторить действия для добавления требуемого количества датчиков для всех измерительных каналов.

Для того, чтобы включить датчик в состав [измерительного канала](#), необходимо выделить нужную ячейку в [таблице коммутации](#) и нажать кнопку  на панели управления. Из выпадающего списка необходимо выбрать требуемый датчик. При этом справа от таблицы коммутаций появится вкладка "Датчик", в которой необходимо ввести паспортные параметры датчика. См. рис. Н-3.

Удаление датчика из состава измерительного канала происходит аналогичным образом.

### Диалог настройки тензодатчика

Изменение свойств тензодатчика происходит через его диалог настройки, который можно вызвать из диалога общей настройки MR-300 (см. рисунок Н-3), либо непосредственно из списка каналов главного окна MR-300 (см. рисунок Н-4).

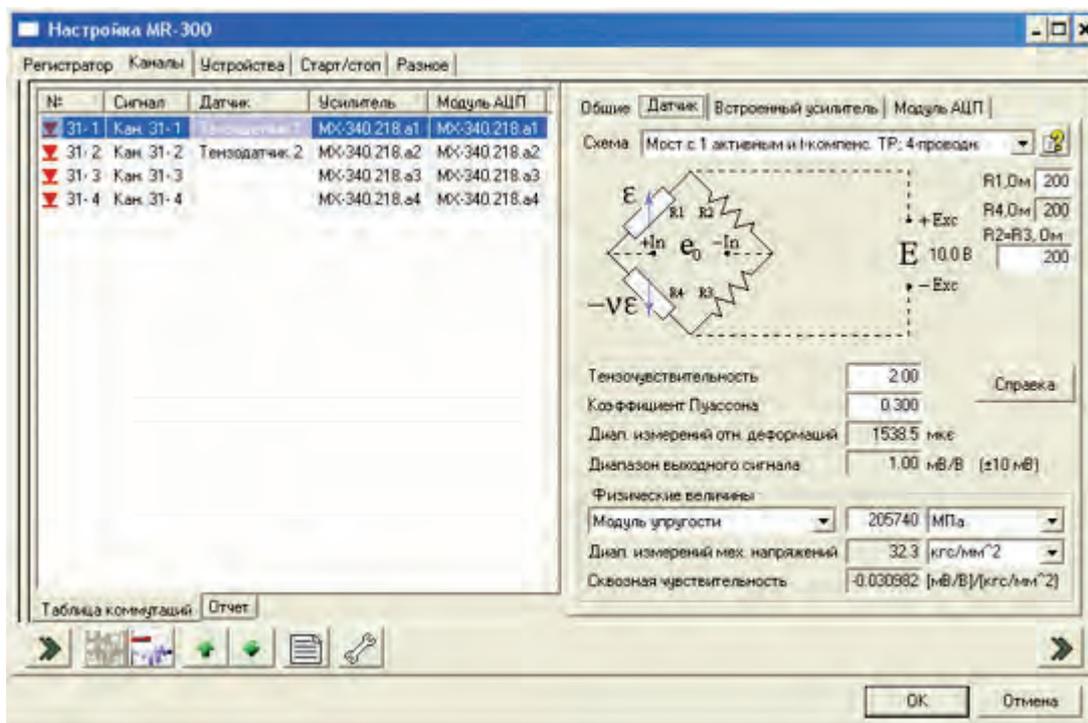


Рисунок Н-3. Вызов диалога настройки датчика из основного диалога настройки MR-300.



Рисунок Н-4. Вызов диалога настройки датчика из панели списка каналов.

Подробнее см. раздел [«Диалог настройки измерительных каналов»](#).

Диалог позволяет одновременно настраивать свойства произвольного числа каналов (требуемые каналы должны быть предварительно выделены).

Если измерительные каналы предварительно не были добавлены в список активных каналов, то их необходимо добавить как описано в разделе [«Добавление и настройка измерительных каналов»](#).

## Настройка датчика для режима измерений относительной деформации

Для включения режима измерений относительной деформации необходимо включить соответствующий режим в группе настроек "Физические величины". См. рисунок Н-5.

**Выбор схемы включения тензорезисторов.**  
Список значений: Мост с 1 активным и t-компенс. ТР; 4-проводн.  
Четвертьмост; 3-проводное подключение  
Потенциометр  
Полумост с 1 активным ТР; 3-проводное подкл.  
Полумост с 1 активным ТР; 5-проводное подкл.  
Полумост с активным и t-компенс. ТР; 3-проводн.  
Полумост с активным и t-компенс. ТР; 5-проводн.  
Полумост с 2 активными ТР; 3-проводное подкл.  
Полумост с 2 активными ТР; 5-проводное подкл.  
Мост с 1 активным ТР; 4-проводное подкл.  
Мост с 1 активным ТР; 6-проводное подкл.  
Мост с 1 активным и t-компенс. ТР; 4-проводн.  
Мост с 1 активным и t-компенс. ТР; 6-проводн.

**Схема включения тензорезисторов с указанием воздействующих на них деформаций.**

**Величина тока/напряжения питания датчика.**

**Номиналы сопротивлений, образующих мост.**

**Паспортная тензочувствительность тензодатчика**

**Коэффициент Пуассона материала деформируемой поверхности.**

**Расчетный диапазон измерений относительных деформаций тензодатчика**

**Диапазон выходного сигнала тензодатчика (соответствует входному диапазону усилителя). Для справки также приводится диапазон в мВ**

**Полный коэффициент преобразования датчика с учетом выбранных единиц измерений**

**Режим измерений физической величины**  
Список значений: Модуль упругости  
Относит. деформация  
Модуль упругости  
Произвольн. чувств.

**Настройка Кан. 31-1**

Общие **Датчик** Встроенный усилитель | Модуль АЦП

Схема Мост с 1 активным и t-компенс. ТР; 4-проводн.

$\epsilon$   
 $R_1$   $R_2$   
 $+In$   $e_0$   $-In$   
 $-V\epsilon$   $R_4$   $R_3$

$R1,0\text{м}$  200  
 $R4,0\text{м}$  200  
 $R2=R3,0\text{м}$  200

+ Exc  
E 10.0 В  
- Exc

Тензочувствительность -2.00 Справка  
Коэффициент Пуассона 0.300  
Диап. измерений отн. деформаций 1538.5 мкε  
Диапазон выходного сигнала 1.00 мВ/В (±10 мВ)

Физические величины  
Относит. деформация  
Диапазон измерений 1538 мкε  
Сквозная чувствительность -0.000650 [мВ/В]/[мкε]

OK Cancel Apply

Рисунок Н-5. Настройка датчика для режима измерений относительной деформации.

При этом, по номинальным и паспортным данным датчика, введенным в диалог, рассчитывается его диапазон измерений в единицах относительной деформации (мкм/м). Учитывается также величина тока (или напряжения) питания тензодатчика и диапазон измерений тензометрического усилителя.

Сигнал в измерительном канале регистрируется в единицах мкм/м, без возможности выбора других единиц.

## Настройка датчика для режима измерений механических напряжений

Если тензодатчик измеряет деформацию, вызванную одновекторным механическим усилием, то для датчика (и таким образом для всего измерительного канала) можно задать режим измерений механических напряжений.

Для включения режима необходимо в группе настроек "Физические величины" выбрать элемент "Модуль упругости". См. рисунок Н-6.

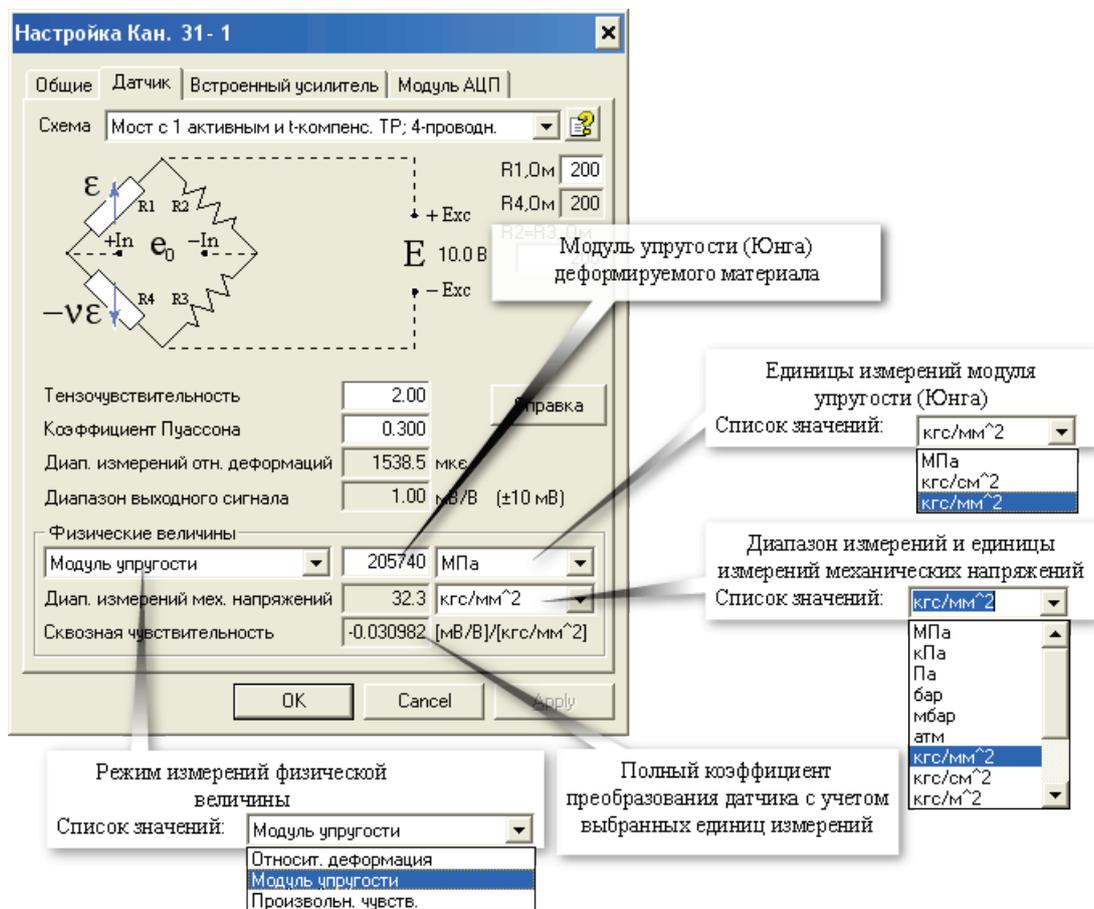


Рисунок Н-6. Настройка датчика для режима измерений механических напряжений.

При этом появится поле для ввода модуля упругости (Юнга) материала, на который наклеен датчик. При вводе модуля упругости можно выбрать единицы измерений, в которых удобнее его вводить (МПа, кгс/см<sup>2</sup>, кгс/мм<sup>2</sup>).

Также появится рассчитанный диапазон измерений механических напряжений, выраженный в требуемых единицах измерений. Единицы измерений диапазона измерений механических напряжений, указанные в диалоге, будут назначены в качестве единиц измерения для всего измерительного канала.

*Единицы измерений модуля упругости и диапазона измерений механических напряжений в диалоге можно задавать разными. Единицы измерений модуля упругости требуются только для задания модуля упругости в диалоге и больше нигде не используются.*

## Настройка датчика для режима измерений произвольной физической величины

При необходимости измерений других физических параметров на основе измерений относительной деформации предусмотрен режим измерения произвольной физической величины.

Для включения режима необходимо в группе настроек "Физические величины" выбрать элемент "Произвольная чувствительность". См. рисунок Н-7.

Настройка Кан. 31-1

Общие Датчик Встроенный усилитель Модуль АЦП

Схема Мост с 1 активным и t-компенс. ТР; 4-проводн.

Р1,0м 200  
Р4,0м 200

ε  
R1 R2  
+In e<sub>0</sub> -In  
-Vε R4 R3

+ Exc  
E 10.0 В  
- Exc

Коефициент пересчета физической величины в единицы относительной деформации

Тензочувствительность 2.00 Справка

Коефициент Пуассона 0.300

Диап. измерений отн. деформаций 1538.5 мкε

Диапазон выходного сигнала 1.00 мВ/В (±10 мВ)

Физические величины

Произвольн. чувств. 1000.0 [мкε]/[t]

Диапазон измерений 1.54 t

Сквозная чувствительность -0.65000 [мВ/В]/[t]

Расчетный диапазон измерений физической величины

Единицы измерений физической величины (задается оператором)

Режим измерений физической величины

Список значений: Модуль упругости  
Относит. деформация  
Модуль упругости  
Произвольн. чувств.

Полный коэффициент преобразования датчика с учетом выбранных единиц измерений

Рисунок Н-7. Настройка датчика для режима измерений произвольной физической величины.

В появившемся поле чувствительности необходимо ввести рассчитанный коэффициент преобразования физическая величина -> относительная деформация.

Предварительно необходимо задать единицы измерений датчика (в поле, соответствующем диапазону измерений). См. рисунок Н-7. Указанные единицы будут использоваться как входные единицы всего измерительного канала.

Коефициент преобразования можно получить с помощью [функции градуировки](#) измерительного канала.

## Проверка настройки каналов

Для просмотра и проверки амплитудных и частотных характеристик измерительных каналов, получаемых в результате текущих настроек, необходимо на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300" выбрать вкладку "Отчет" в нижней части таблицы. В отчете будут указаны частотные характеристики, входные и выходные диапазоны составляющих частей измерительных каналов. При этом будут автоматически выделены измерительные каналы, имеющие ошибочные или несоответствующие параметры, например, несоответствие входных и выходных диапазонов. Измерительные каналы с включенными диагностическими средствами, например, с включенными источниками опорного напряжения или встроенными калибраторами будут выделены цветом.

№	Сигнал	Диапазон	Полоса	Чувств. датчика	Вход усилителя	Усиление	Выход усилителя	Вход модуля ...	Частота дискретизации
31-1	Кан. 31-1	±27.4 кгс/мм <sup>2</sup>	0..98280 Гц	-0.095238	± 0.0100 В	1000.0	± 10.0 В	± 10.0 В	216000 Гц
31-2	Кан. 31-2	±2012 мкε	0..98280 Гц	-0.00065000	± 0.0100 В	1000.0	± 10.0 В	± 10.0 В	216000 Гц
31-3	Кан. 31-3	±0.0130 В	0..98280 Гц		± 0.0100 В	1000.0	± 10.0 В	± 10.0 В	216000 Гц
31-4	Кан. 31-4	±13.0 м/с <sup>2</sup>	0..98280 Гц	1.0000			± 10.0 В	± 10.0 В	216000 Гц

Рисунок Н-8. Отчет о настройке измерительных каналов на вкладке "Каналы" окна "Настройка MR-300"

## Схемы включения тензорезисторов

В режиме питания регулируемым напряжением доступны следующие схемы включения тензорезисторов:

- Четвертьмост; 2-проводное подключение
- Четвертьмост; 3-проводное подключение
- Потенциометр
- Полумост с одним активным ТР; 3-проводное подключение
- Полумост с одним активным ТР; 5-проводное подключение
- Полумост с двумя активными тензорезисторами; 3-проводное подключение. Выход  $(1+v)$
- Полумост с двумя активными тензорезисторами; 5-проводное подключение. Выход  $(1+v)$
- Полумост с двумя активными тензорезисторами; 3-проводное подключение. Выход  $2x$
- Полумост с двумя активными тензорезисторами; 5-проводное подключение. Выход  $2x$
- Мост с одним активным тензорезистором; 4-проводное подключение. Выход  $1x$
- Мост с одним активным тензорезистором; 6-проводное подключение. Выход  $1x$
- Мост с двумя активными ТР; 4-проводное подключение. Выход  $(1+v)$
- Мост с двумя активными ТР; 6-проводное подключение. Выход  $(1+v)$
- Мост с двумя активными ТР в точках противофазной деформации; 4-проводное подключение. Выход  $2x$
- Мост с двумя активными ТР в точках противофазной деформации; 6-проводное подключение. Выход  $2x$
- Мост с двумя активными ТР в точках синфазной деформации; 4-проводное подключение. Выход  $2x$
- Мост с двумя активными ТР в точках синфазной деформации; 6-проводное подключение. Выход  $2x$
- Мост с четырьмя активными ТР в точках синфазной деформации; 4-проводное подключение. Выход  $2 \cdot (1+v)$
- Мост с четырьмя активными ТР в точках синфазной деформации; 6-проводное подключение. Выход  $2 \cdot (1+v)$
- Мост с четырьмя активными ТР в точках противофазной деформации; 4-проводное подключение. Выход  $2 \cdot (1+v)$
- Мост с четырьмя активными ТР в точках противофазной деформации; 6-проводное подключение. Выход  $2 \cdot (1+v)$
- Мост с четырьмя активными тензорезисторами; 4-проводное подключение. Выход  $4x$
- Мост с четырьмя активными тензорезисторами; 6-проводное подключение. Выход  $4x$

В режиме питания регулируемым током доступны следующие схемы включения тензорезисторов:

- Четвертьмост; 2-проводное подключение
- Тензометр
- Полумост с одним активным ТР; 3-проводное подключение. Выход  $1x$
- Полумост с двумя активными тензорезисторами; 3-проводное подключение. Выход  $(1+v)$

- Полумост с двумя активными тензорезисторами; 3-проводное подключение. Выход 2х
- Мост с одним активным тензорезистором; 4-проводное подключение. Выход 1х
- Мост с двумя активными ТР; 4-проводное подключение. Выход (1+v)
- Мост с двумя активными ТР в точках противофазной деформации; 4-проводное подключение. Выход 2х
- Мост с двумя активными ТР в точках синфазной деформации; 4-проводное подключение. Выход 2х
- Мост с четырьмя активными ТР в точках синфазной деформации; 4-проводное подключение. Выход  $2 \cdot (1+v)$
- Мост с четырьмя активными ТР в точках противофазной деформации; 4-проводное подключение. Выход  $2 \cdot (1+v)$
- Мост с четырьмя активными тензорезисторами; 4-проводное подключение. Выход 4х

Конкретная схема и режим питания (ток/напряжение) выбирается, как по эксплуатационным параметрам, например, число доступных проводов в кабельной линии, количество доступных контактов токосъемника, доступность размещения компенсационных тензорезисторов, особенности конструктивного исполнения имеющихся тензодатчиков, ожидаемый диапазон деформаций конструкции, так и по метрологическим - допуск на суммарную погрешность измерений деформации, допуск на температурный дрейф чувствительности, допуск на температурный дрейф нуля, допуск на нелинейность коэффициента чувствительности.

Частично, погрешности, вызванные температурным изменением сопротивления тензодатчика и температурным расширением материала, можно устранить используя [термокомпенсированные тензорезисторы](#).

 На приведенных ниже схемах, соединительные провода, между тензодатчиком и тензометрическим усилителем, обозначены пунктирными линиями.

 Далее в тексте и диалоге настройки программы MR-300 принята нумерация плеч моста, приведенная на рисунке Н-9.

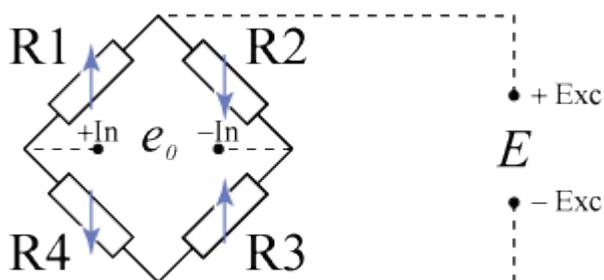


Рисунок Н-9. Нумерация сопротивлений в мосте.

 Далее в тексте и диалоге настройки программы MR-300 положительная деформация  $\epsilon$  соответствует растяжению материала, отрицательная - сжатие материала.

## Четвертьмост; 2-проводное подключение

Тензорезистор, включенный в схему измерительного четвертьмоста, приведенного на рисунке Н-10, может быть применен для измерения следующих деформаций:

- одноосевая деформация (растяжение/сжатие). См. схему наклейки на рисунке Н-11.
- изгибная поверхностная деформация. См. схему наклейки на рисунке Н-12.

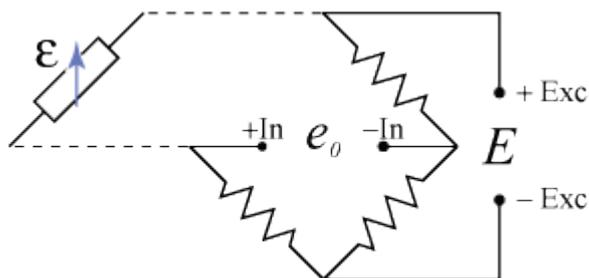


Рисунок Н-10. Двухпроводная схема подключения (питание источником напряжения или тока).

Данная схема подключения характеризуется наличием следующих погрешностей измерений.

- Дрейф коэффициента чувствительности, вызванный, температурным изменением сопротивления тензорезистора и кабельной линии (погрешность измерения динамической составляющей). Принято, что кабельные линии входят в состав тензодатчика и их сопротивление указывается в настройках тензодатчика.
- Дрейф нуля, вызванный, температурным изменением сопротивления тензорезистора и кабельной линии (погрешность измерения статической составляющей).
- Дрейф нуля, вызванный, температурным расширением материала конструкции (погрешность измерения статической составляющей).
- Функция преобразования (деформация  $\rightarrow$  напряжение) имеет нелинейность (см. ниже).

При питании регулируемым током, отсутствует дрейф коэффициента чувствительности, вызванный температурным изменением сопротивления кабельной линии. А также отсутствует необходимость учитывать сопротивление проводов между тензодатчиком и усилителем. Поэтому двухпроводная схема используется, преимущественно, в режиме питания регулируемым током.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций растяжения/сжатия показана на рисунке Н-11. Активный тензорезистор монтируется на деформируемую конструкцию вдоль оси растяжения-сжатия. Деформации изгиба должны быть минимальными, т.к. они вызывают искажения результатов измерений.

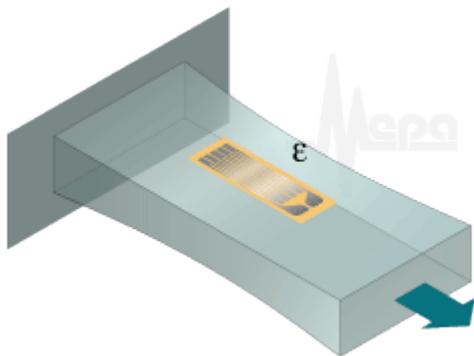


Рисунок Н-11. Схема наклейки ТР для измерения деформаций сжатия/растяжения.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций изгиба показана на рисунке Н-12. Деформации растяжения/сжатия должны быть минимальными, т.к. они вызывают искажения результатов измерений.

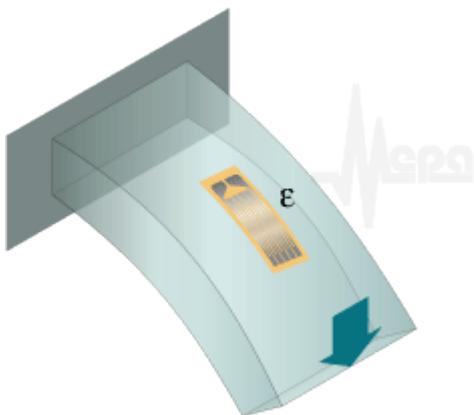


Рисунок Н-12. Схема наклейки ТР для измерения деформаций изгиба.

Полумостовое и четвертьмостовое дополнения конструктивно размещены в тензометрическом усилителе и коммутируются при выборе данной схемы. Номинал сопротивления тензодатчика (R1) должен соответствовать четвертьмостовому дополнению в усилителе (R4). Начальное смещение нуля, вызванное несоответствием тензорезистора и четвертьмостового дополнения должно быть меньшим, чем диапазон балансировки тензометрического усилителя. Если начальный разбаланс превышает диапазон балансировки усилителя, то рекомендуется использовать схему ["Тензомер"](#) или ["Потенциометр"](#).

**Относительное выходное напряжение четвертьмоста при питании напряжением определяется выражением**

$$\frac{e_0}{U} = -\frac{F\varepsilon \cdot 10^{-3}}{4} \cdot (1-\eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,

$U$  - напряжение питания тензодатчика в В,

$F$  - коэффициент тензочувствительности,

$\varepsilon$  - деформация в мкм/м,

$\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{2 + F\varepsilon \cdot 10^{-6}}$$

**Относительное выходное напряжение четвертьмоста при питании током определяется выражением**

$$\frac{e_0}{I} = -\frac{RF\varepsilon \cdot 10^{-6}}{4} \cdot (1-\eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,

$I$  - ток питания тензодатчика в мА,

$R$  - сопротивление тензорезистора в Ом,

$F$  - коэффициент тензочувствительности,

$\varepsilon$  - деформация в мкм/м,

$\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{4 + F\varepsilon \cdot 10^{-6}}$$

### Четвертьмост; 3-проводное подключение

Трехпроводное подключение четвертьмоста имеет свойства, аналогичные двухпроводному подключению (с питанием напряжением), но при этом позволяет исключить смещение нуля, вызванного ненулевым сопротивлением проводящих линий и температурный дрейф нуля при питании регулируемым напряжением.

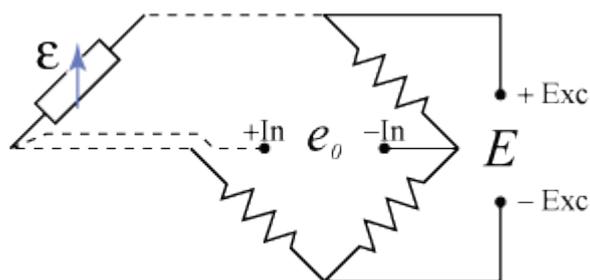


Рисунок Н-13. Трехпроводная схема подключения (питание напряжением).

**Относительное выходное напряжение четвертьмоста при питании напряжением определяется выражением**

$$\frac{e_0}{U} = -\frac{F\varepsilon \cdot 10^{-3}}{4} \cdot (1-\eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,

$U$  - напряжение питания тензодатчика в В,

$F$  - коэффициент тензочувствительности,

$\varepsilon$  - деформация в мкм/м,

$\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{2 + F\varepsilon \cdot 10^{-6}}$$

**Относительное выходное напряжение четвертьмоста при питании током определяется выражением**

$$\frac{e_0}{I} = -\frac{RF\varepsilon \cdot 10^{-6}}{4} \cdot (1 - \eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,

$I$  - ток питания тензодатчика в мА,

$R$  - сопротивление тензорезистора в Ом,

$F$  - коэффициент тензочувствительности,

$\varepsilon$  - деформация в мкм/м,

$\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{4 + F\varepsilon \cdot 10^{-6}}$$

## Потенциометр

Потенциометрическая схема включения тензодатчика (см. рисунок Н-14) применяется в случаях, когда сопротивление тензорезистора существенно отличается от номинала четвертьмостового дополнения в усилителе и не требуется измерений статических деформаций.

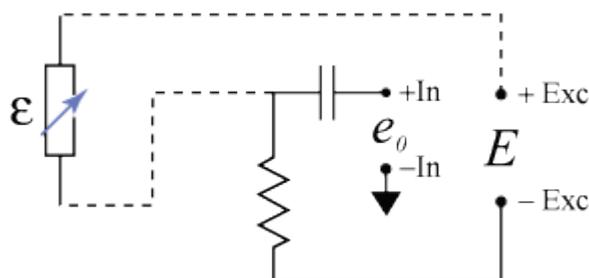


Рисунок Н-14. Схема подключения потенциометра (питание напряжением).

Питание потенциометрической схемы осуществляется регулируемым напряжением (при необходимости питания током, используется [схема "Тензометр"](#)).

Питание регулируемым напряжением имеет преимущество над питанием током, например, при тензометрировании роторных изделий, когда используется щеточный токосъемник. При питании током, кратковременные разрывы цепи в токосъемнике приводят к скачкам питания и, таким образом, к существенным им-

пульсным помехам. В остальных случаях рекомендуется использовать [схему "Тензометр"](#).

Данная схема подключения характеризуется наличием следующих погрешностей измерений.

- Дрейф коэффициента чувствительности, вызванный, температурным изменением сопротивления тензорезистора и кабельной линии (погрешность измерения динамической составляющей).
- Функция преобразования (деформация  $\rightarrow$  напряжение) имеет нелинейность (см. ниже).

Дрейф нуля, вызванный такими факторами как температурное изменение сопротивления тензорезистора и кабельной линии, температурным расширением материала конструкции, не имеет значения, т.к. схема предназначена для измерения только динамических деформаций. Статическая составляющая отсекается с помощью аналогового ФВЧ.

Схемы наклейки тензорезисторов для измерения деформаций растяжения/сжатия показаны на рисунках Н-15 и Н-16. Активный тензорезистор монтируется на деформируемую конструкцию вдоль оси растяжения-сжатия.

Схема, приведенная на рисунке Н-15 чувствительна к деформациям изгиба, поэтому она должна применяться при их отсутствии.

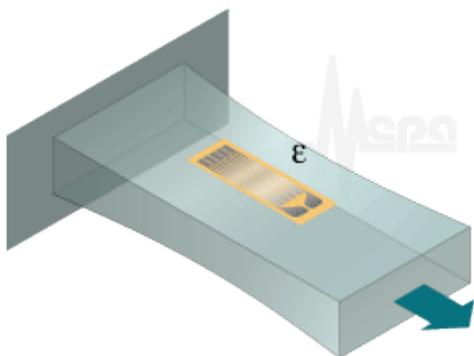


Рисунок Н-15. Схема наклейки ТР для измерения деформаций сжатия/растяжения.

Схема, приведенная на рисунке Н-16 обеспечивает компенсацию деформаций изгиба и, таким образом, нечувствительна к изгибным деформациям. См. пояснение на рисунке Н-17.

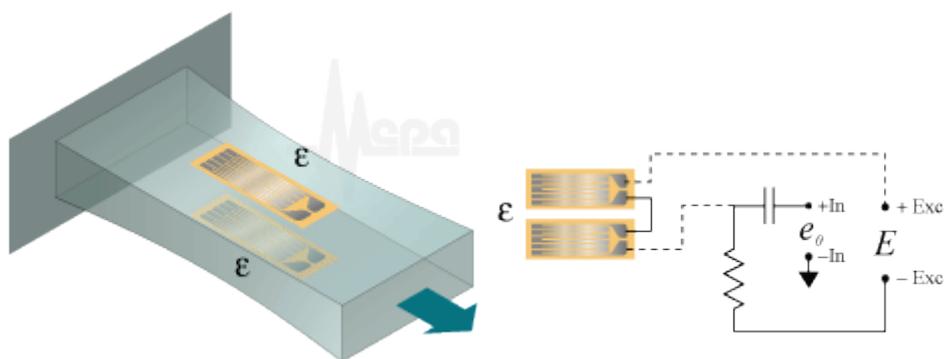


Рисунок Н-16. Схема наклейки ТР для измерения деформаций сжатия/растяжения.

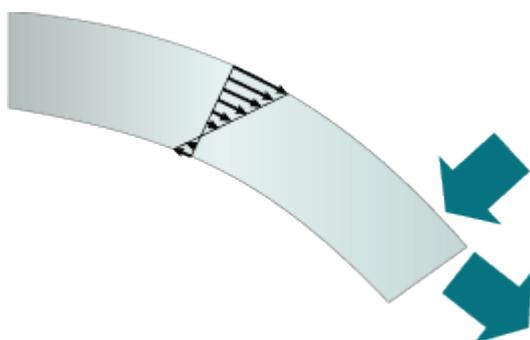


Рисунок Н-17. Распределение напряжений при воздействии изгибающей и растягивающей сил.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций изгиба показана на рисунке Н-18. Деформации растяжения/сжатия должны быть минимальными, т.к. они вызывают искажения результатов измерений.

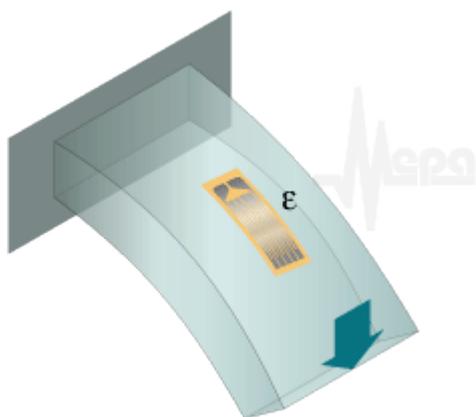


Рисунок Н-18. Схема наклейки ТР для измерения деформаций изгиба.

## Тензометр

Схема "Тензометр" (одиночный тензорезистор) (см. рисунок Н-19) применяется в случаях, когда сопротивление тензорезистора существенно отличается от номи-

нала четвертьмостового дополнения в усилителе и не требуется измерений статических деформаций.

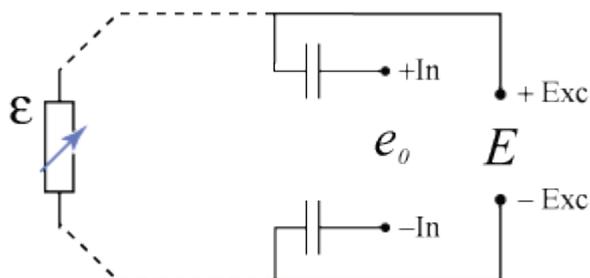


Рисунок Н-19. Схема подключения тензометра (питание током).

Питание схемы осуществляется регулируемым током.

Данная схема подключения характеризуется наличием следующих погрешностей измерений.

- Дрейф коэффициента чувствительности, вызванный, температурным изменением сопротивления тензорезистора (погрешность измерения динамической составляющей). Минимизируется применением [термокомпенсированных тензорезисторов](#).
- Функция преобразования (деформация  $\rightarrow$  напряжение) имеет нелинейность (см. ниже).

Дрейф нуля, вызванный такими факторами как температурное изменение сопротивления тензорезистора и кабельной линии, температурным расширением материала конструкции, не имеет значения, т.к. схема предназначена для измерения только динамических деформаций. Статическая составляющая отсекается с помощью аналогового ФВЧ.

Схемы наклейки тензорезисторов для измерения деформаций растяжения/сжатия показаны на рисунках Н-20 и Н-21. Активный тензорезистор монтируется на деформируемую конструкцию вдоль оси растяжения-сжатия.

Схема, приведенная на рисунке Н-20 чувствительна к деформациям изгиба, поэтому она должна применяться при их отсутствии.

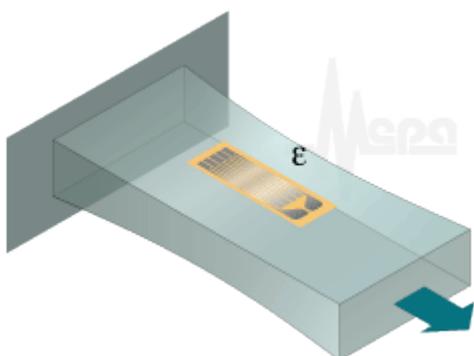


Рисунок Н-20. Схема наклейки ТР для измерения деформаций сжатия/растяжения.

Схема, приведенная на рисунке Н-21 обеспечивает компенсацию деформаций изгиба и, таким образом, нечувствительна к изгибным деформациям.

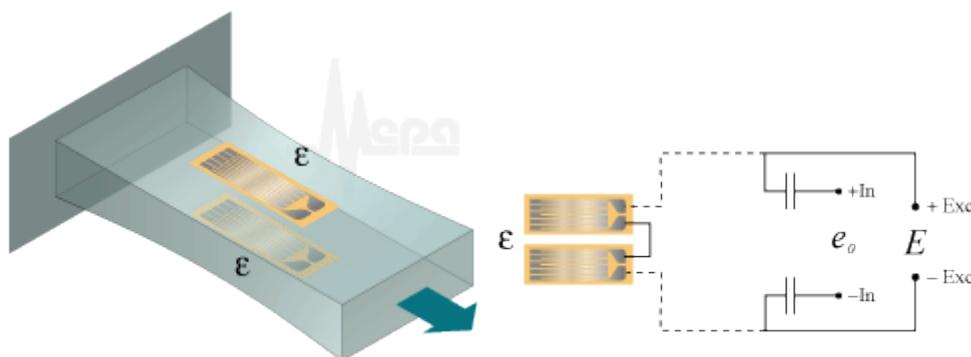


Рисунок Н-21. Схема наклейки ТР для измерения деформаций сжатия/растяжения.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций изгиба показана на рисунке Н-22. Деформации растяжения/сжатия должны быть минимальными, т.к. они вызывают искажения результатов измерений.

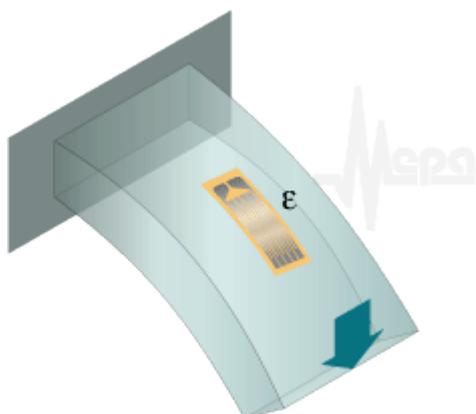


Рисунок Н-22. Схема наклейки ТР для измерения деформаций изгиба.

## Полумост с одним активным тензорезистором. Выход 1х

Полумостовые схемы с одним активным тензорезистором, приведенные на рисунках Н-23 и Н-24, могут быть применены для измерения следующих деформаций:

- одноосевая деформация (растяжение/сжатие). См. схемы наклейки на рисунках Н-25, Н-27.
- изгибная поверхностная деформация. См. схемы наклейки на рисунках Н-26, Н-28.

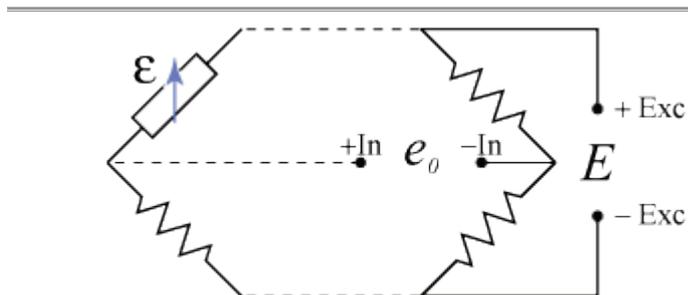


Рисунок Н-23. Трехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

При питании регулируемым напряжением, схема, представленная на рисунке Н-23, характеризуется наличием следующих погрешностей измерений.

- Погрешность коэффициента чувствительности, вызванная ненулевым сопротивлением проводящих линий.
- Дрейф коэффициента чувствительности, вызванный, температурным изменением сопротивления тензорезистора и кабельной линии (погрешность измерения динамической составляющей).
- Функция преобразования (деформация  $\rightarrow$  напряжение) имеет нелинейность (см. ниже).

При питании регулируемым током, схема, представленная на рисунке Н-23, характеризуется только наличием нелинейности функции преобразования деформация  $\rightarrow$  напряжение (см. ниже).

5-проводная схема, представленная на рисунке Н-24, предназначена для варианта питания регулируемым напряжением и характеризуется только наличием нелинейности функции преобразования деформация  $\rightarrow$  напряжение (см. ниже).

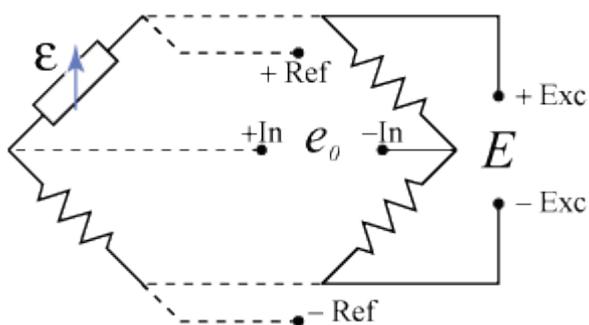


Рисунок Н-24. Пятипроводная схема подключения (питание напряжением).

Схемы отличаются от четвертьмостовых возможностью термокомпенсации (в качестве термокомпенсирующего резистора используется тензорезистор, наклеенный вблизи активного тензорезистора на недеформируемую поверхность, имеющую идентичный температурный режим). См. рисунки Н-25 и Н-26.

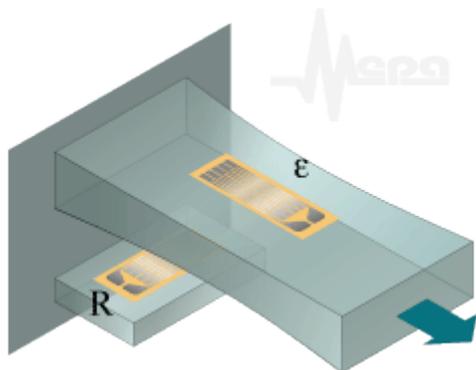


Рисунок Н-25. Схема наклейки активного и компенсационного ТР для измерения деформаций сжатия/растяжения.

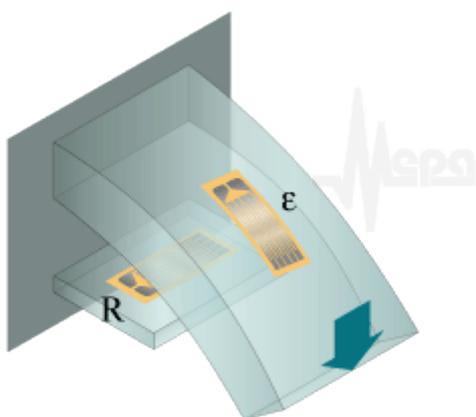


Рисунок Н-26. Схема наклейки активного и компенсационного ТР для измерения деформаций изгиба.

Другое назначение схемы - использование тензорезисторов с нестандартным номинальным сопротивлением. Включение такого ТР в четвертьмостовую схему не рекомендуется из-за превышения диапазона балансировки тензометрического усилителя. В таком случае постоянный резистор R4 подбирают равным номиналу тензорезистора. Данное применение не обеспечивает термокомпенсацию, предпочтительно, если используется [термокомпенсированный тензорезистор](#) и имеет свойства аналогичные [четвертьмостовому подключению](#).

Схема наклейки тензорезисторов, в таком применении, для измерения деформаций растяжения/сжатия показана на рисунке Н-27. Активный тензорезистор монтируется на деформируемую конструкцию вдоль оси растяжения-сжатия. Деформации изгиба должны быть минимальными, т.к. они вызывают искажения результатов измерений.

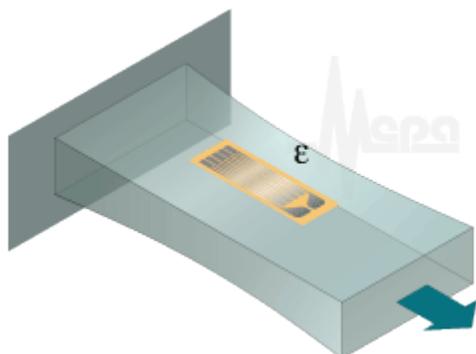


Рисунок Н-27. Схема наклейки ТР для измерения деформаций сжатия/растяжения.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций изгиба показана на рисунке Н-28. Деформации растяжения/сжатия должны быть минимальными, т.к. они вызывают искажения результатов измерений.

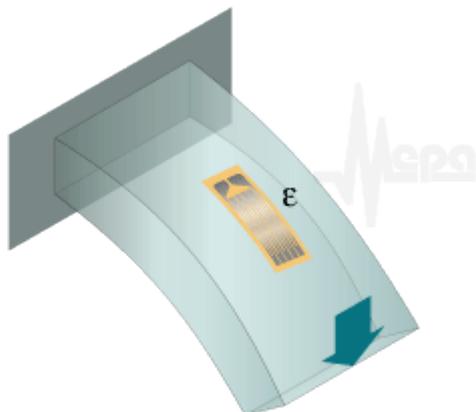


Рисунок Н-28. Схема наклейки ТР для измерения деформаций изгиба.

**Относительное выходное напряжение полумоста при питании напряжением определяется выражением**

$$\frac{e_0}{U} = -\frac{F\varepsilon \cdot 10^{-3}}{4} \cdot (1-\eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $U$  - напряжение питания тензодатчика в В,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м,  
 $\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{2 + F\varepsilon \cdot 10^{-6}}.$$

**Относительное выходное напряжение полумоста при питании током определяется выражением**

$$\frac{e_0}{I} = -\frac{RF\varepsilon \cdot 10^{-6}}{4} \cdot (1-\eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $I$  - ток питания тензодатчика в мА,  
 $R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча полумоста) в Ом,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м,  
 $\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{4 + F\varepsilon \cdot 10^{-6}}$$

### Полумост с двумя активными тензорезисторами. Выход (1+v)

Полумостовые схемы с одним активным и одним компенсационным тензорезисторами, приведенные на рисунках 29 и 30, могут быть применены для измерения деформаций:

- одноосевая деформация (растяжение/сжатие). См. схему наклейки на рисунке 31.
- изгибная поверхностная деформация. См. схему наклейки на рисунке 32.

Активный тензорезистор монтируется на деформируемую конструкцию вдоль оси растяжения-сжатия, а компенсационный - перпендикулярно активному, на той же деформируемой конструкции.

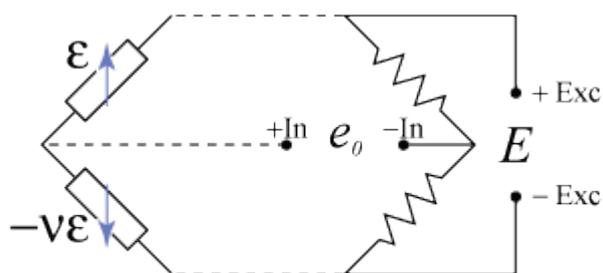


Рисунок Н-29. Трехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

При питании регулируемым напряжением, схема, представленная на рисунке Н-29, характеризуется наличием следующих погрешностей измерений.

- Погрешность коэффициента чувствительности, вызванная ненулевым сопротивлением проводящих линий.
- Дрейф коэффициента чувствительности, вызванный, температурным изменением сопротивления тензорезистора и кабельной линии (погрешность измерения динамической составляющей).
- Функция преобразования (деформация -> напряжение) имеет нелинейность (см. ниже).

При питании регулируемым током, схема, представленная на рисунке Н-29, характеризуется только наличием нелинейности функции преобразования деформация -> напряжение (см. ниже).

5-проводная схема, представленная на рисунке Н-30, предназначена для варианта питания регулируемым напряжением и характеризуется только наличием нелинейности функции преобразования деформация -> напряжение (см. ниже).

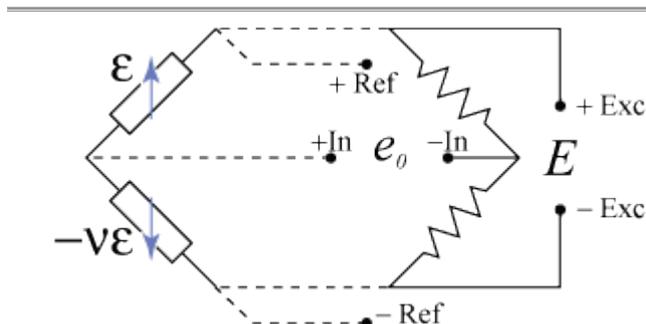


Рисунок Н-30. Пятипроводная схема подключения (питание напряжением).

Схемы отличаются от [полумоста с одним активным ТР](#) тем, что для установки термокомпенсирующего тензорезистора не требуется наличие неподвижной части изделия с идентичным температурным режимом. Схему нельзя применять, если на образец действуют усилия в поперечном направлении (вдоль главной оси термокомпенсирующего ТР) или изгибные деформации.

Компенсационный тензорезистор, наряду с температурной компенсацией, повышает чувствительность полумоста на 30% (при коэффициенте Пуассона = 0.3), по сравнению с использованием одного активного тензорезистора.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций растяжения/сжатия показана на рисунке Н-31.

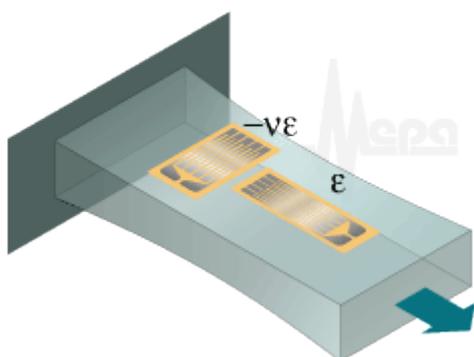


Рисунок Н-31. Схема наклейки активного и компенсационного ТР для измерения деформаций сжатия/растяжения.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций изгиба показана на рисунке Н-32.

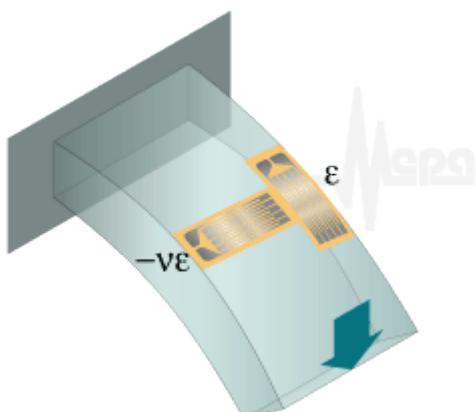


Рисунок Н-32. Схема наклейки активного и компенсационного ТР для измерения деформаций изгиба.

**Относительное выходное напряжение полумоста при питании напряжением определяется выражением**

$$\frac{e_0}{U} = - \frac{F\varepsilon(1+\nu) \cdot 10^{-3}}{4} \cdot (1-\eta)$$

, где  
 $e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $U$  - напряжение питания моста в В,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м,  
 $\nu$  - коэффициент Пуассона,  
 $\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}}{2+F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}}$$

**Относительное выходное напряжение полумоста при питании током определяется выражением**

$$\frac{e_0}{I} = - \frac{R \cdot F\varepsilon(1+\nu) \cdot 10^{-6}}{4} \cdot (1-\eta)$$

, где  
 $e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $I$  - ток питания моста в мА,  
 $R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча полумоста) в Ом,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м,  
 $\nu$  - коэффициент Пуассона,  
 $\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}}{4+F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}}$$

### **Полумост с двумя активными тензорезисторами. Выход 2х**

Полумостовые схемы с двумя активными тензорезисторами, приведенные на рисунках Н-33 и Н-34, могут быть применены для измерения следующих деформаций:

- изгибная деформация. См. схему наклейки на рисунке Н-35.
- деформация кручения. См. схему наклейки на рисунке Н-36.

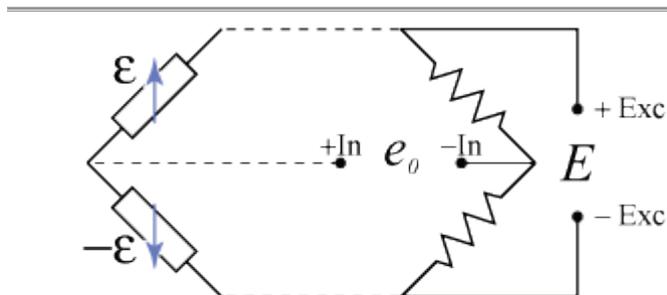


Рисунок Н-33. Трехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

При питании регулируемым напряжением, 3-проводная схема, представленная на рисунке Н-33, характеризуется наличием следующих погрешностей измерений.

- Погрешность коэффициента чувствительности, вызванная ненулевым сопротивлением проводящих линий. (погрешность измерения динамической составляющей)
- Дрейф коэффициента чувствительности, вызванный, температурным изменением сопротивления тензорезистора и кабельной линии (погрешность измерения динамической составляющей).

При питании регулируемым током, схема, представленная на рисунке Н-33, характеризуется отсутствием погрешностей связанных с температурными изменениями сопротивлений тензорезисторов и соединительных проводов.

5-проводная схема, представленная на рисунке Н-34, предназначена для варианта питания регулируемым напряжением и характеризуется отсутствием погрешностей связанных с температурными изменениями сопротивлений тензорезисторов и соединительных проводов.

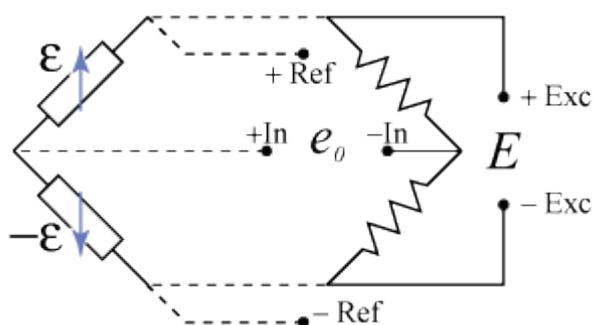


Рисунок Н-34. Пятипроводная схема подключения (питание напряжением).

Функция преобразования деформация/напряжение схем, представленных на рисунках Н-33 и Н-34, линейна.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций изгиба показана на рисунке Н-35. Активные тензорезисторы монтируются с противоположных сторон конструкции. Схема исключает влияние деформации растяжения/сжатия.

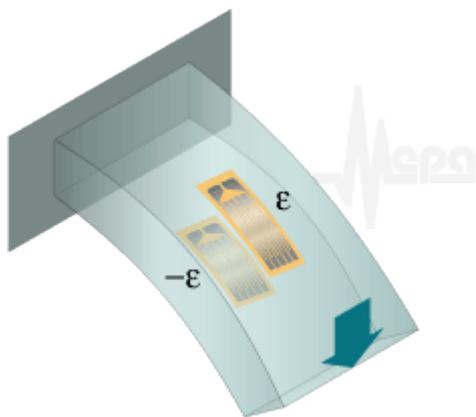


Рисунок Н-35. Схема наклейки ТР для измерения деформаций изгиба.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций кручения показана на рисунке Н-36. Схема исключает влияние деформации растяжения/сжатия.

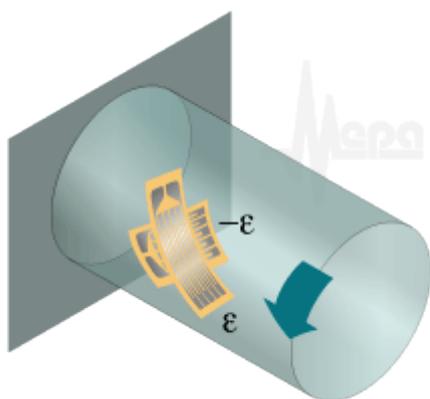


Рисунок Н-36. Схема наклейки ТР для измерения деформаций кручения.

**Относительное выходное напряжение полумоста при питании напряжением определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{U} = - \frac{F \varepsilon \cdot 10^{-3}}{2}, \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $U$  - напряжение питания тензодатчика в В,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

**Относительное выходное напряжение полумоста при питании током определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{I} = - \frac{R \cdot F \varepsilon \cdot 10^{-6}}{2}, \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $I$  - ток питания тензодатчика в мА,  
 $R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча моста) в Ом,

F - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

### Мост с одним активным тензорезистором. Выход 1х

Мостовые схемы с одним активным тензорезистором, приведенные на рисунках Н-37 и Н-38, могут быть применены для измерения следующих деформаций:  
 - одноосевая деформация (растяжение/сжатие). См. схемы наклейки на рисунках Н-25, Н-27.  
 - изгибная поверхностная деформация. См. схемы наклейки на рисунках Н-26, Н-28.

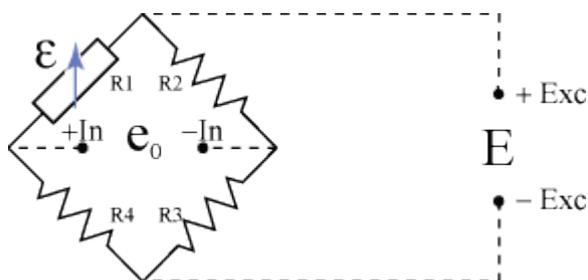


Рисунок Н-37. Четырехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

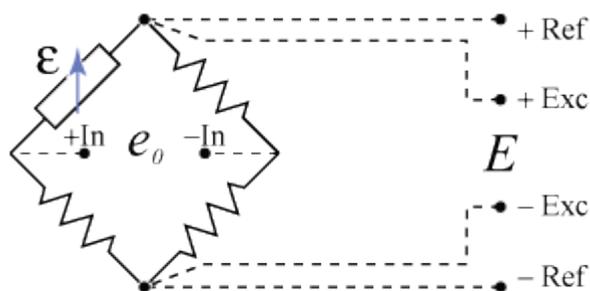


Рисунок Н-38. Шестипроводная схема подключения (питание напряжением).

Схемы Н-37 и Н-38 имеют свойства и применение аналогичные схемам [полумоста с одним активным тензорезистором](#). Различия заключаются в большей помехозащищенности мостовых схем.

**Относительное выходное напряжение полумоста при питании напряжением определяется выражением**

$$\frac{e_0}{U} = -\frac{F\varepsilon \cdot 10^{-3}}{4} \cdot (1-\eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 U - напряжение питания тензодатчика в В,  
 F - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м,  
 $\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{2 + F\varepsilon \cdot 10^{-6}}$$

**Относительное выходное напряжение полумоста при питании током определяется выражением**

$$\frac{e_0}{I} = -\frac{RF\varepsilon \cdot 10^{-6}}{4} \cdot (1 - \eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение тензодатчика в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,

$I$  - ток питания тензодатчика в мА,

$R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча полумоста) в Ом,

$F$  - коэффициент тензочувствительности,

$\varepsilon$  - деформация в мкм/м,

$\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{4 + F\varepsilon \cdot 10^{-6}}$$

### Мост с двумя активными ТР. Выход (1+v)

Мостовые схемы с одним активным и одним компенсационным тензорезисторами, приведенные на рисунках Н-39 и Н-40, могут быть применены для измерения следующих деформаций:

- одноосевая деформация (растяжение/сжатие). См. схему наклейки на рисунке Н-31.

- изгибная поверхностная деформация. См. схему наклейки на рисунке Н-32.

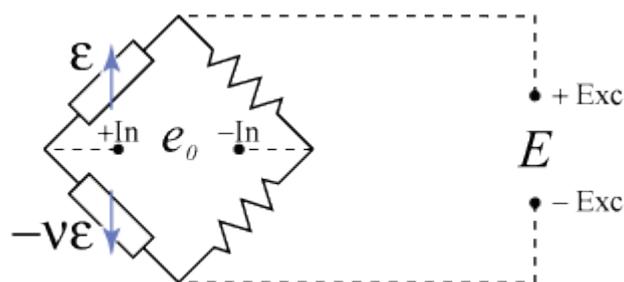


Рисунок Н-39. Четырехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

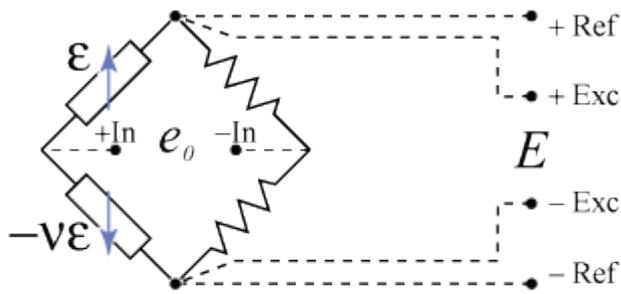


Рисунок Н-40. Шестипроводная схема подключения (питание напряжением).

Схемы Н-39 и Н-40 имеют свойства и применение аналогичные схемам полу-моста с одним активным и одним компенсационным тензорезистором. Различия заключаются в большей помехозащищенности мостовых схем.

**Относительное выходное напряжение моста при питании напряжением определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{U} = - \frac{F\varepsilon(1+\nu) \cdot 10^{-3}}{4} \cdot (1-\eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $U$  - напряжение питания моста в В,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м,  
 $\nu$  - коэффициент Пуассона,  
 $\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}}{2+F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}}.$$

**Относительное выходное напряжение моста при питании током определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{I} = - \frac{R \cdot F\varepsilon(1+\nu) \cdot 10^{-6}}{4} \cdot (1-\eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $I$  - ток питания моста в мА,  
 $R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча моста) в Ом,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м,  
 $\nu$  - коэффициент Пуассона,  
 $\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}}{4+F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}}.$$

## Мост с двумя активными ТР в точках противофазной деформации. Выход 2х

Мостовые схемы с двумя активными тензорезисторами, приведенные на рисунках Н-41 и Н-42, могут быть применены для измерения следующих деформаций:

- изгибная деформация. См. схему наклейки на рисунке Н-35.
- деформация кручения. См. схему наклейки на рисунке Н-36.

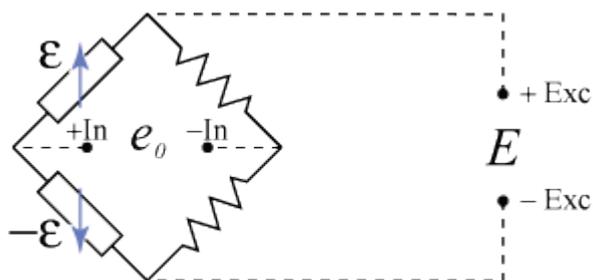


Рисунок Н-41. Четырехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

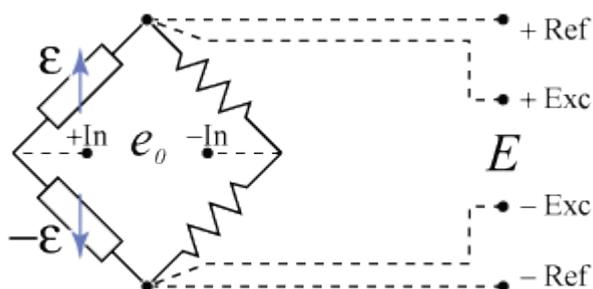


Рисунок Н-42. Шестипроводная схема подключения (питание напряжением).

Схемы, приведенные на рисунках Н-41 и Н-42 имеют свойства и применение аналогичные схемам [полумоста с двумя активными тензорезистором](#). Различия заключаются в большей помехозащищенности мостовых схем.

**Относительное выходное напряжение моста при питании напряжением определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{U} = - \frac{F \varepsilon \cdot 10^{-3}}{2}, \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,

$U$  - напряжение питания моста в В,

$F$  - коэффициент тензочувствительности,

$\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

**Относительное выходное напряжение моста при питании током определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{I} = - \frac{R \cdot F \varepsilon \cdot 10^{-6}}{2}, \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $I$  - ток питания моста в мА,  
 $R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча моста) в Ом,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

### Мост с двумя активными ТР в точках синфазной деформации. Выход 2х

Для измерения одноосевой деформации (сжатие/растяжение) можно использовать мост с двумя активными тензорезисторами, приведенный на рисунках Н-43 и Н-44.

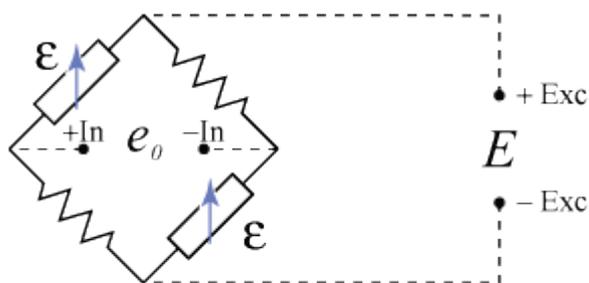


Рисунок Н-43. Четырехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

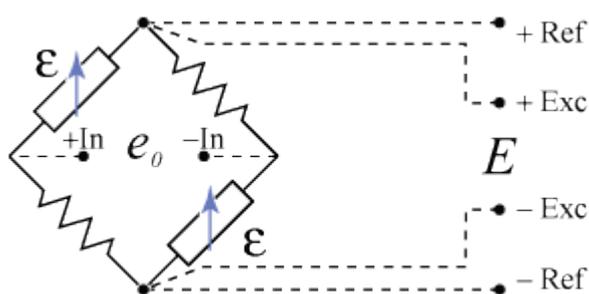


Рисунок Н-44. Шестипроводная схема подключения (питание напряжением).

Схема не обеспечивает термокомпенсацию.

Температурная погрешность кабеля исключена.

Схема наклейки, показанная на рисунке Н-45, исключает влияние деформации изгиба, но требует доступа к противоположной стороне деформируемой поверхности.

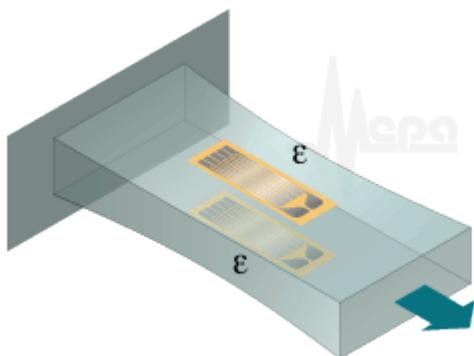


Рисунок Н-45. Схема односторонне наклейки, исключающая влияние деформации изгиба.

Схема наклейки, показанная на рисунке Н-46, не требует доступа к противоположной стороне деформируемой поверхности, но не исключает влияние деформации изгиба.

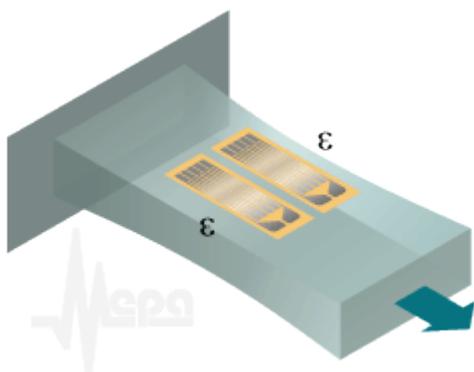


Рисунок Н-46. Схема односторонней наклейки тензодатчиков.

Схема наклейки, показанная на рисунке Н-47, имеет свойства аналогичные схеме представленной на рисунке Н-45, в дополнение к которым, обеспечивает термокомпенсацию.

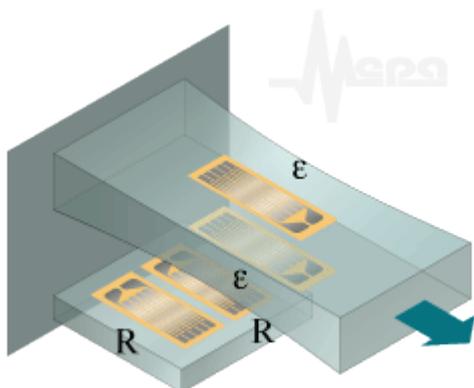


Рисунок Н-47. Схема наклейки с двумя активными и двумя термокомпенсационными ТР.

**Относительное выходное напряжение моста при питании напряжением определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{U} = - \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-3}}{2} \cdot (1-\eta), \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $U$  - напряжение питания моста в В,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м,  
 $\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{2 + F\varepsilon \cdot 10^{-6}}.$$

**Относительное выходное напряжение моста при питании током определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{I} = - \frac{R \cdot F\varepsilon \cdot 10^{-6}}{2}, \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $I$  - ток питания моста в мА,  
 $R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча моста) в Ом,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

**Мост с четырьмя активными ТР в точках синфазной деформации. Выход  $2 \cdot (1+\nu)$**

Для измерения одноосевой деформации (сжатие/растяжение) можно использовать мост с четырьмя активными тензорезисторами, приведенный на рисунках Н-48 и Н-49.

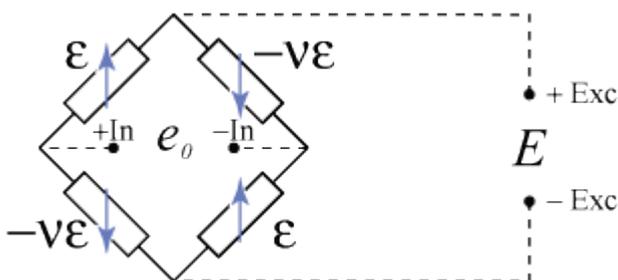


Рисунок Н-48. Четырехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

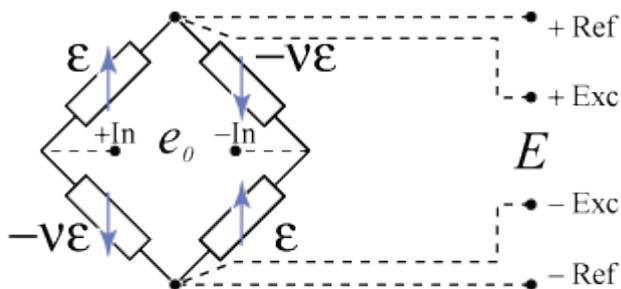


Рисунок Н-49. Шестипроводная схема подключения (питание напряжением).

Схема наклейки, показанная на рисунке Н-50, исключает влияние деформации изгиба и термокомпенсирована.

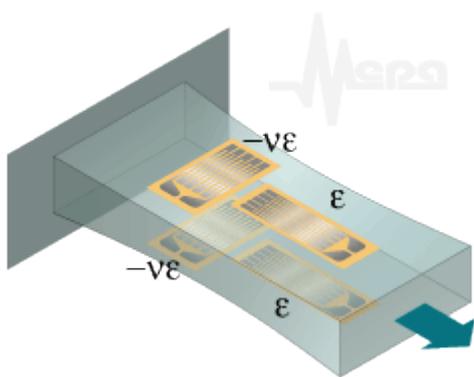


Рисунок Н-50. Схема наклейки активных и термокомпенсационных ТР для измерения деформаций растяжения/сжатия.

**Относительное выходное напряжение моста при питании напряжением определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{U} = - \frac{F\varepsilon(1+\nu) \cdot 10^{-3}}{2} \cdot (1-\eta) \quad , \text{ где}$$

- $e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,
- $U$  - напряжение питания моста в В,
- $F$  - коэффициент тензочувствительности,
- $\varepsilon$  - деформация в мкм/м,
- $\nu$  - коэффициент Пуассона,
- $\eta$  - нелинейность, задается следующей формулой

$$\eta = \frac{F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}}{2+F\varepsilon(1-\nu) \cdot 10^{-6}} .$$

**Относительное выходное напряжение моста при питании током определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{I} = - \frac{RF\varepsilon(1+\nu) \cdot 10^{-6}}{2}, \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $I$  - ток питания моста в мА,  
 $R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча моста) в Ом,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\nu$  - коэффициент Пуассона,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

### Мост с четырьмя активными ТР в точках противофазной деформации. Выход $2 \cdot (1+\nu)$

Мостовые схемы с двумя активными тензорезисторами, приведенные на рисунках Н-51 и Н-52, могут быть применены для измерения изгибных деформаций. См. схему наклейки на рисунке 53.

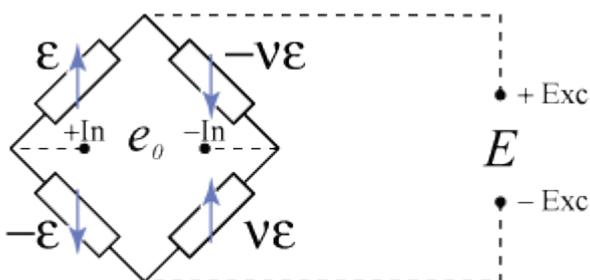


Рисунок Н-51. Четырехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

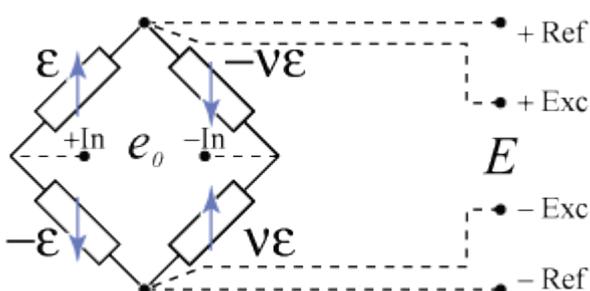


Рисунок Н-52. Шестипроводная схема подключения (питание напряжением).

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций изгиба показана на рисунке Н-53. Активные тензорезисторы монтируются с противоположных сторон конструкции. Схема исключает влияние деформации растяжения/сжатия. Схема обеспечивает термокомпенсацию.

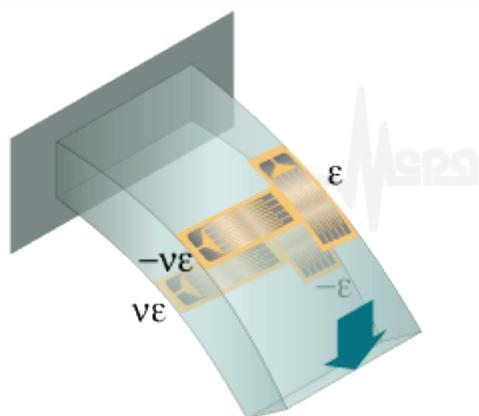


Рисунок Н-53. Схема наклейки активных и компенсационных ТР для измерения деформаций изгиба.

**Относительное выходное напряжение моста при питании напряжением определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{U} = - \frac{F\varepsilon(1+\nu) \cdot 10^{-3}}{2}, \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $U$  - напряжение питания моста в В,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\nu$  - коэффициент Пуассона,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

**Относительное выходное напряжение моста при питании током определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{I} = - \frac{RF\varepsilon(1+\nu) \cdot 10^{-6}}{2}, \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $I$  - ток питания моста в мА,  
 $R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча моста) в Ом,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\nu$  - коэффициент Пуассона,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

### Мост с четырьмя активными тензорезисторами. Выход 4х

Мостовые схемы с четырьмя активными тензорезисторами, приведенные на рисунках Н-54 и Н-55, могут быть применены для измерения следующих деформаций:

- изгибная деформация. См. схему наклейки на рисунке 56.
- деформация кручения. См. схему наклейки на рисунке 57.

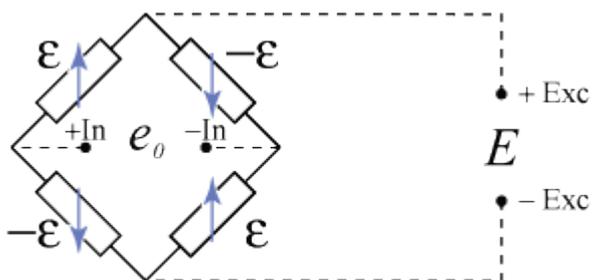


Рисунок Н-54. Четырехпроводная схема подключения (питание напряжением или током).

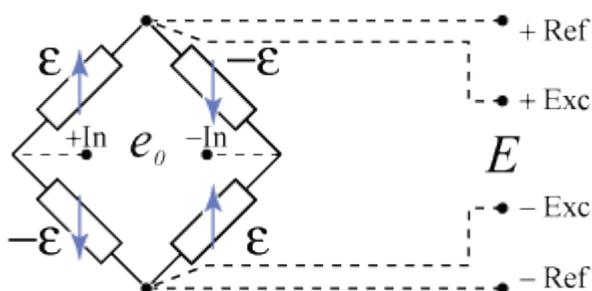


Рисунок Н-55. Шестипроводная схема подключения (питание напряжением).

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций изгиба показана на рисунке Н-56. Активные тензорезисторы монтируются с противоположных сторон конструкции. Схема исключает влияние деформации растяжения/сжатия. Схема обеспечивает термокомпенсацию.

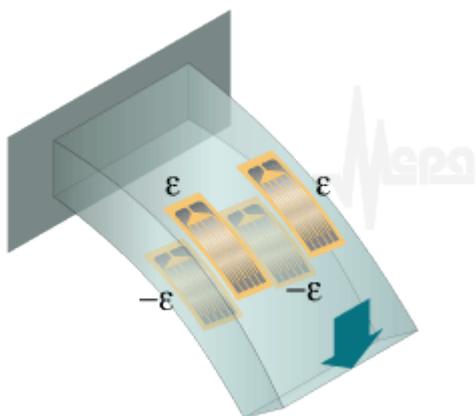


Рисунок Н-56. Схема наклейки ТР для измерения деформаций изгиба.

Схема наклейки тензорезисторов для измерения деформаций кручения показана на рисунке Н-57. Активные тензорезисторы монтируются с противоположных сторон конструкции. Схема исключает влияние деформации растяжения/сжатия. Схема обеспечивает термокомпенсацию.

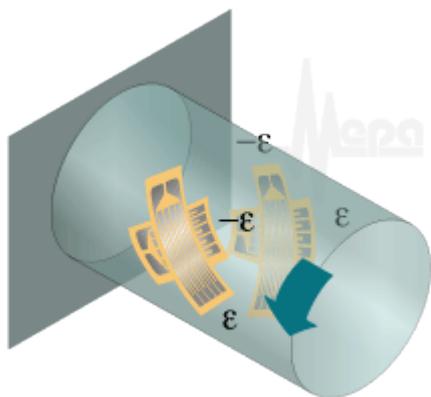


Рисунок Н-57. Схема наклейки ТР для измерения деформаций кручения

**Относительное выходное напряжение моста при питании напряжением определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{U} = - F \varepsilon \cdot 10^{-3}, \text{ где}$$

$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $U$  - напряжение питания моста в В,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

**Относительное выходное напряжение моста при питании током определяется выражением.**

$$\frac{e_0}{I} = - R F \varepsilon \cdot 10^{-6}, \text{ где}$$

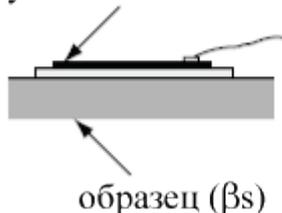
$e_0$  - выходное напряжение моста в мВ, при заданной деформации  $\varepsilon$ ,  
 $I$  - ток питания моста в мА,  
 $R$  - сопротивление тензорезистора (одного плеча моста) в Ом,  
 $F$  - коэффициент тензочувствительности,  
 $\varepsilon$  - деформация в мкм/м.

## Термокомпенсированные тензорезисторы

Термокомпенсированным является тензорезистор, у которого интервал термокомпенсации совпадает с рабочей областью температур.

Интервал термокомпенсации тензорезистора определен, как интервал в рабочей области температур, в пределах которого сопротивление тензорезистора, закрепленного на свободно расширяющемся образце с заданным коэффициентом линейного расширения, не выходит за нормированные пределы.

чувствительный элемент ( $\beta_g$ )



Предположим, что образец и чувствительный элемент тензорезистора имеют коэффициенты линейного расширения, соответственно,  $\beta_s$  и  $\beta_g$ .

Тогда абсолютная погрешность измерения деформации, вызванная влиянием температуры (на  $1^\circ\text{C}$ ) определяется по формуле:

$$\varepsilon_t = \frac{\alpha}{F} + (\beta_s - \beta_g)$$

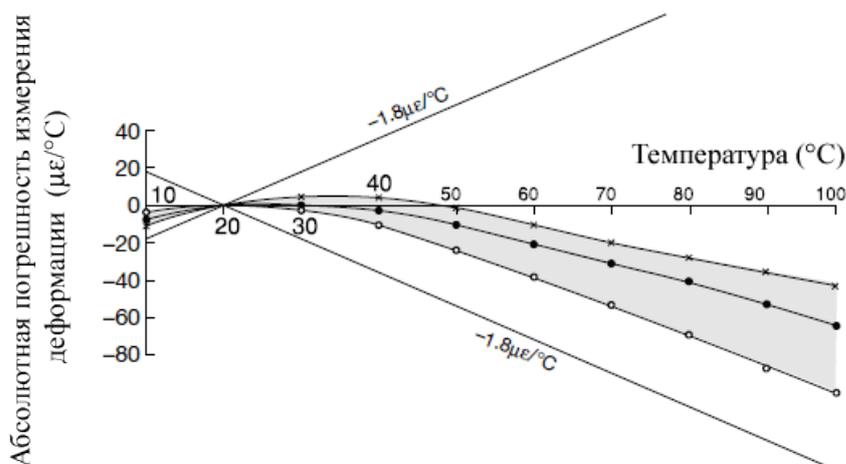
где,

$\alpha$  - температурный коэффициент сопротивления чувствительного элемента,  
 $F$  - Коэффициент тензочувствительности.

У термокомпенсированных тензорезисторов параметры  $\beta_s$ ,  $\beta_g$  и  $\alpha$  подбираются таким образом, чтобы величина погрешности  $\varepsilon_t$  была близкой к нулю.

Согласно ГОСТ 21616-91, в температурной характеристике сопротивления тензорезистора указывается материал (или коэффициент линейного расширения материала), на который должен наклеиваться ТР.

Ниже приведены типовые зависимости погрешности термокомпенсированных тензорезисторов от температуры.





## Приложение I. Форматы файлов.

### Структура файла УСМЛ

1. Информационный файл типа УСМЛ имеет следующую структуру:

Заголовок информационного файла	Таблица паспортов параметров	Информация
32 байта	58 • <кол-во парам.>	Размеры не ограничены

2. Структура заголовка файла следующая:

УСМЛ	Имя изделия	Имя испытания	Дата испытания ДД.ММ.ГГ	Кол-во параметров (характеристик)	Резервное поле
46	8 байт	8 байт	8 байт	2 байта	2 байта

3. Структура паспорта параметра, содержащегося в таблице паспортов:

Имя параметра	Имя характеристики или НЗ	Размерность	Дискретность	К0	К1	Длина массива	Формат	Тн	Тк	РЕЗЕ РВ
126	12 байт	86	46	46	46	46	16	46	46	16

4. Структура информации имеет следующий вид:

Массив значений первого параметра	Признак конца массива (FFFF)	Массив значений второго параметра	Признак конца массива (FFFF)	...	Массив значений последнего параметра	Признак конца массива (FFFF)
-----------------------------------	------------------------------	-----------------------------------	------------------------------	-----	--------------------------------------	------------------------------

#### 5. Общие замечания

5.1. В каждом отдельном файле может содержаться либо непосредственная запись информации параметров, либо характеристики параметров. Хранение НЗ и характеристик в одном файле не желательно.

5.2. В одном файле могут храниться характеристики разных параметров.

5.3. Количество параметров (характеристик) в одном файле не более 65536.

#### 6. Заголовок файла УСМЛ

6.1. В первом четырехбайтном поле должны находиться литеры "УСМЛ".

6.2. В полях "имя изделия", "имя испытания", и "дата испытания" содержатся символьные строки по 8 байт.

#### 7. Таблица паспортов параметров

7.1. Поле "имя характеристики" содержит символическое имя характеристики или строку "НЗ", если в файле содержится непосредственная запись информации параметра.

7.2. Шаг дискретизации, масштабные коэффициенты К0 и К1, а также время начала и конца информации в массиве заданы в формате с плавающей точкой.

7.3. Масштабные коэффициенты учитываются следующим образом:

$y = K1 \cdot (x - K0)$ , где  $x$  - значение параметра или характеристики в массиве,  $y$  - преобразованное значение  $x$ . Если  $K1=0.0$ , то масштабирование не используется.

7.4. Длина массива - целое без знака.

7.5. Поле Формата значений занимает 1 байт и может содержать следующие значения:

Формат	Длина	Формат	Аналог в С	Аналог в Pascal
1	1 байт	целое	unsigned char	byte
2	2 байта	целое	short	integer

3	4 байта	целое	long	longint
4	4 байта	с плавающей точкой	float	single
8	8 байт	с плавающей точкой	double	double

7.6. Значение резервного байта, равное трем указывает на то что сигнал записан с неравномерным шагом, т. е. парами Y,X, причем формат каждого значения из пары определяется полем формат. Первую половину массива значений параметра занимают значения Y, а вторую – X.

8. Массивы значений параметров (характеристик) следуют в порядке следования их паспортов в таблице паспортов. Количество байт, занимаемых каждым значением, определяется полем паспорта "формат значения".

## Структура файла МЕРА

Данный формат отличается от УСМЛ, в первую очередь, иным представлением данных на физических носителях: вместо одного файла формата УСМЛ (с расширением .usm) данные в формате МЕРА распределены по нескольким файлам (с расширениями, определяющими тип данных).

Перечень файлов по типам данных :

Имя ния.mera	испытания	- информация об испытании и список параметров
Имя pa1.dat	параметра	- двоичные данные параметра
Имя параметра1.x		- двоичные данные по оси x (при неравномерном шаге)
Имя параметра1.prt		- смещение и время начала порции при прерывистой записи
Имя параметра1.lbl		- метки, режимы, маркеры в привязке ко времени
Имя параметра1.stat		- информация о состоянии сигнала
Имя набора уставок вок.lvl		- файл, содержащий список уставок
Имя tx.tx		- файлы TX, подключаются при помощи ссылок

### 1. Файл .mera (текстовый)

Имеет синтаксис стандартного ini-файла: [раздел], поле=значение поля, ";" – комментарий. Любое поле может быть пропущено, тогда берется его значение по умолчанию. Поля раздела [МЕРА] – заголовок файла (пример с перечнем полей):

[МЕРА]	- сигнатура файла
Test=ИмяИспытания	- название испытания
Prod=ИмяИзделия	- наименование изделия
Date=03.02.01	- дата проведения испытания
Time=12:34:45.789	- время проведения испытания
;LinkAll=TRUE	- флаг, позволяющий считать все файлы *.dat данного каталога параметрами (при LinkAll=TRUE). При этом все поля для данных параметров заполняются значениями по умолчанию. Если данный флаг отсутствует, закомментирован или LinkAll=FALSE, то подключаются только параметры, перечисленные в файле .mera

Для каждого параметра в файле .mera существует секция [Имя параметра] (пример с перечнем полей):

[{16-1}-M2408]	- имя параметра
Char=N/3	- имя характеристики («НЗ», «АЧХ», «спектр»,...)

<b>Comment</b> =Тест1	- комментарий
<b>StartTime</b> =01:02:03.045	- время начала записи параметра, по умолчанию: <i>Time</i> (из заголовка) + <i>Start</i> (сек.)
<b>XUnits</b> =сек.	- размерность по оси X, по умолчанию: "сек."
<b>YUnits</b> =б/п	- размерность по оси Y
<b>ZUnits</b> =б/п	- размерность по оси Z (для 3D параметров)
<b>ZStep</b> =1	- шаг по оси Z (для 3D параметров)
<b>Start</b> =0.0	- время начала (начальное значение X), по умолчанию: 0
<b>Step</b> =3.125e-005	- дискретность, по умолчанию: 1
<b>Freq</b> =32000	- частота, по умолчанию: 1
<b>k0</b> =0	- коэффициенты линейного преобразования, если не указаны: $k_0=0$ , $k_1=1$
<b>k1</b> =0.038	
<b>XFormat</b> =R4	- формат данных по оси X, по умолчанию: I2 (см.ниже)
<b>YFormat</b> =R8	- формат данных по оси Y, по умолчанию: I2 (см.ниже)
<b>ZStep</b> =1	- шаг по оси Z (для 3D параметров)
<b>maxY</b> =11172	- максимальное значение Y
<b>minY</b> =-14358	- минимальное значение Y
<b>TX0</b> =калибровка.tx	- файлы TX (должны находиться в том же каталоге)
ⓘ	Если заданы k1 и k0, то сначала выполняется линейное преобразование. Если указаны TX1=,TX2=,...,TXN=, то тарировки применяются последовательно
<b>Lvl</b> =уставки.lv	- файл уставок (должен находиться в том же каталоге).

Возможные значения полей **YFormat** и **XFormat**. Предпочтительнее использовать строковые константы, аналогичные VARTYPE-типизации (*Вариант 1*). Пример: **YFormat**=R8

Значения.	Значения.	Описание
Вариант 1	Вариант 2	
I1	byte	- однобайтовые целые со знаком
UI1	-	- однобайтовые целые без знака
I2	int	- двухбайтовые целые со знаком
UI2	-	- двухбайтовые целые без знака
I4	int32	- четырехбайтовые целые со знаком
I8	-	- восьмибайтовые целые со знаком
R4	single	- четырехбайтовые числа с плавающей точкой (одинарная точность)
R8	double	- восьмибайтовые числа с плавающей точкой (двойная точность)

## 2. Файл **.dat** (двоичный)

Содержит двоичные данные параметра. Формат данных определяется полем **YFormat** (см. выше) файла **.mera**

## 3. Файл **.x** (двоичный)

Содержит двоичные данные оси X параметра. Формат данных определяется полем **XFormat** (см. выше) файла **.mera**

**При равномерной шкале X сигнала данный файл отсутствует!**

## 4. Файл **.prt** (текстовый)

Содержит информацию о смещении и времени начала порции при прерывистой записи или трехмерной обработке.

Каждая строка содержит информацию об одном интервале в формате:

№п оля	фор мат	описание
1	чис- ло	Начальное значение времени очередного интервала.
2	чис- ло	Смещение в файле .dat, выраженное в измерениях (индексах).

Поля отделяются символом пробела, строка завершается символами перевода строки и возврата каретки.

**Данный режим не может быть использован при неравномерной шкале X!**

#### 5. Файл .lbl (текстовый)

Содержит информацию о режимах и метках с привязкой к временной шкале сигнала.

Каждая строка содержит информацию об одном маркере в формате:

№ поля	формат	описание
1	число	Смещение по шкале абсцисс, в единицах XUnits.
2	ключевое слово, строка символов	Ключевое слово «MODE» – признак начала нового режима. Если поле пропущено, строка задает простую метку.
3	строка символов	Название режима или метки

Поля отделяются символом пробела, строка завершается символами перевода строки и возврата каретки.

Пример:

```
105.533 MODE MГ
112.178 M1
145.300 M2
```

#### 6. Файл .lvl (текстовый)

Содержит информацию о наборе уставок. Как и файл тарировок, может быть подключен (в файле .meta) к нескольким параметрам одновременно.

Каждая строка содержит информацию об одной уставке в формате:

№ поля	формат	описание
1	символ "L" или "H"	Признак верхней ("H") или нижней ("L") уставки. . Выходящими за уставку считаются значения сигнала выше верхней или ниже нижней уставки.
2	число	Уровень уставки, выраженный в единицах YUnits.
3	шестнадцатеричная константа	цвет уставки в формате RGB
4	строка символов	текстовое сообщение уставки (может отсутствовать)

Поля отделяются символом пробела, строка завершается символами перевода строки и возврата каретки.

Пример:

```
H 5.500 0xFF0000 аварийное повышение температуры
H 4.500 0xFFFF00 температура выше нормы
L -6.500 0xFFFF00 температура ниже нормы
L -7.500 0xFF0000 аварийное понижение температуры
```

#### 7. Файл .stat (двоичный)

Содержит информацию об изменении состояния сигнала привязанную к смещению. Состоит из последовательности пар двойных слов:

№п оля	формат	описание
1	двойное слово, 32бита	Смещение в файле .dat, выраженное в байтах.
2	двойное слово, 32бита	Код состояния сигнала.

Расшифровка значений отдельных битов кода состояния присутствует в файле .mega (раздел [MERA]) в формате:

st1=Зашкал

st2=Недостоверно

Здесь цифра соответствует номеру бита двойного слова статуса (1..32).

### 8. Файл .tx (текстовый)

Содержит коэффициенты полинома или узлы интерполяции (числа в строковой записи). Может быть одного из двух видов:

x0 y0

x1 y1

...

Файл, каждая строка которого содержит пару чисел, разделенных пробелом, задает кусочно-линейное преобразование.

k0

k1

k2

...

Файл, каждая строка которого содержит только одно число, определяет коэффициенты полинома.

Число коэффициентов соответствует степени полинома, т.е.

k0, k1 – линейное преобразование, k0,...k7 – полином 7ой степени и т.д.

Поля отделяются символом пробела, строка завершается символами перевода строки и возврата каретки.



## Приложение J. Возможные проблемы и методы их устранения

Проблема	Вероятная причина	Способ устранения
При запуске выдается предупреждение «сбой синхронизации»	Отсутствует электрическая связь по линии синхронизации между измерительными платами.	Отдать в сервисную службу для ремонта. Критично при измерениях фаз между сигналами на каналах разных плат. Если фазы не интересуют, то можно отключить индикацию сообщения.
При приеме сигнала возникают кратковременные сообщения о потерях.	Кратковременные задержки процесса обработки сигнала. Далее задержанные (потерянные) фрагменты сигнала вычитываются из программных кэш-буферов. Фактической потери данных не происходит.	Нормальная работа. Вмешательство не требуется.
При приеме сигнала возникает постоянное сообщение о потере.	Потеря порции сигнала по текущему измерительному каналу. Длительная работа (2-5 сек.) в состоянии перегрузки вычислительных возможностей прибора. Обращение к медленному внешнему устройству в исключительном режиме (магнитооптический дисковод, флоппи-дисковод, локальная сеть, привод CD-RW, DVD-RW и др.)	Уменьшить число задач экспресс-обработки. Например, на высокой частоте дискретизации (более 32 кГц на каждый канал) не рекомендуется рассчитывать одновременно более 8 спектров. При записи измерительных сигналов не обращаться к внешним устройствам, не запускать посторонние программы (включая WinPOS), в настройках внешних устройств должна быть включена опция автообнаружения (система периодически обращается к приводам для определения присутствия носителя).

---

Научно-производственное предприятие "МЕРА"  
Адрес: 141002, Россия, Московская область,  
г. Мытищи, ул. Колпакова, д. 2, корпус №13  
Тел.: **(495) 783-71-59**  
Факс: **(495) 745-98-93**  
[info@nppmera.ru](mailto:info@nppmera.ru)  
[www.nppmera.ru](http://www.nppmera.ru)

---