

# Автоматизированные информационно-управляющие СИСТЕМЫ

Доц. каф. АПП

Кульчицкий Александр Александрович

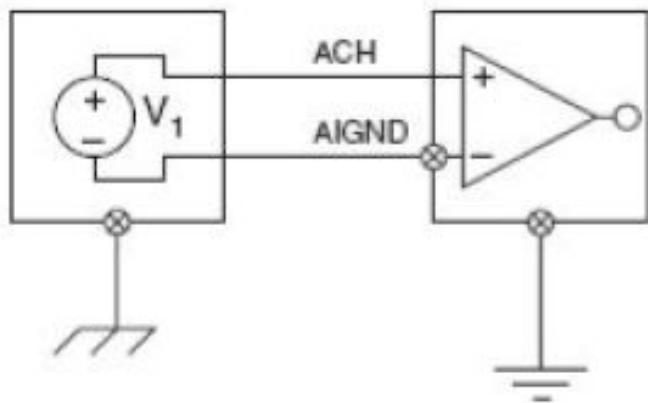
[doz-ku@rambler.ru](mailto:doz-ku@rambler.ru)

# Лекция 5

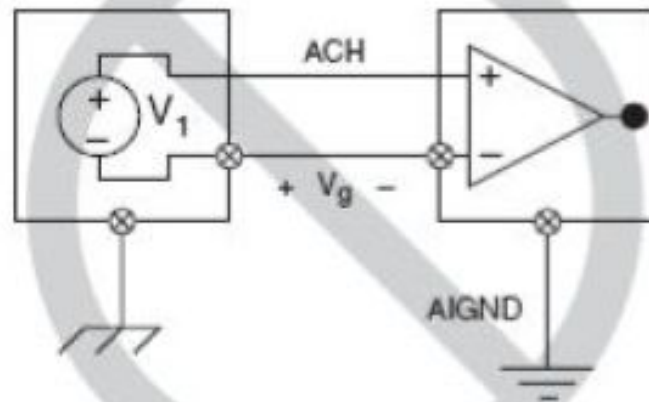
## Заземление и согласование сигналов с датчиков

<b>Тип источника сигнала</b>		
	<b>Плавающий источник сигнала (не подключенный к заземлению)</b>	<b>Заземленный источник сигнала</b>
<b>Вход</b>	<p>Примеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Незаземленные термопары</li> <li>• Устройства кондиционирования сигналов с изолированными выходами</li> <li>• Устройства с батарейным питанием</li> </ul>	<p>Примеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Встраиваемые устройства с неизолированными выходами</li> </ul>
<b>Дифференциальный (симметричный) (DIF)</b>	<p>О резисторах смещения см. текст</p>	

**Несимметричный заземленный (RSE)**



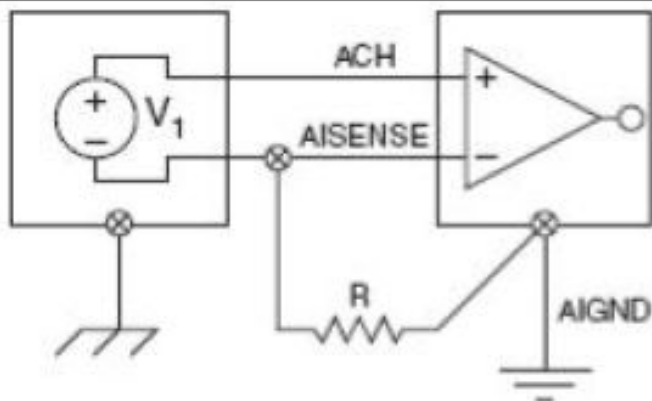
**НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ  
NOT RECOMMENDED**



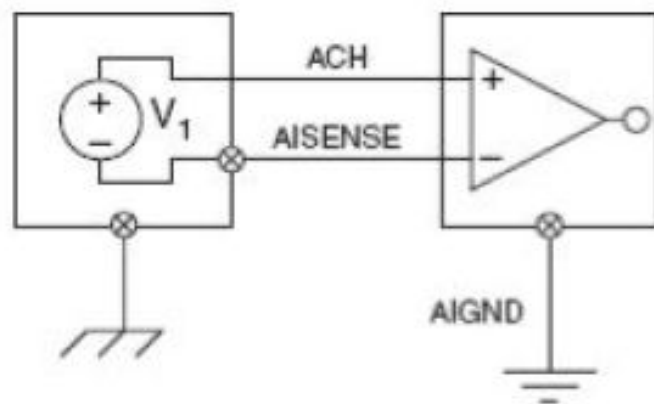
Ground-loop losses,  $V_g$ , are added to measured signal.

Разность потенциалов  $V_g$  в контуре заземления суммируется с измеряемым сигналом

**Несимметричный незаземленный (NRSE)**



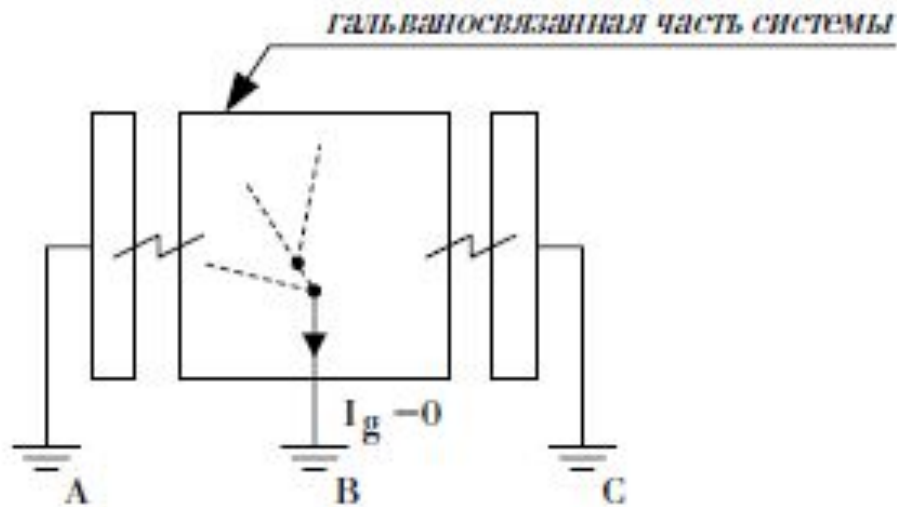
О резисторах смещения см. текст



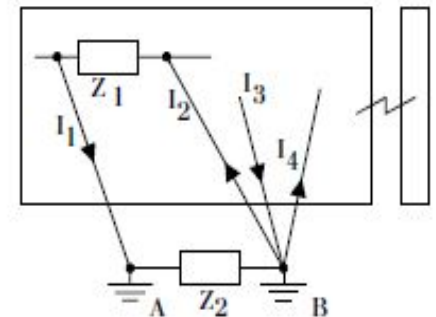
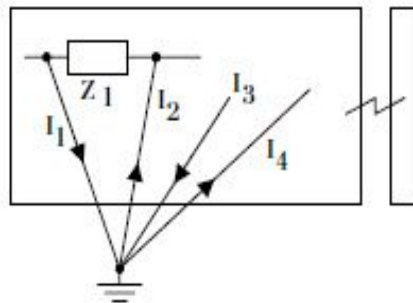


# Основные правила заземления приборов

- Правило 1
- Низкочастотный ток заземления гальваносвязанной части системы должен быть равен нулю. Ток сигнальных цепей не должен иметь контура распространения 'через землю'.

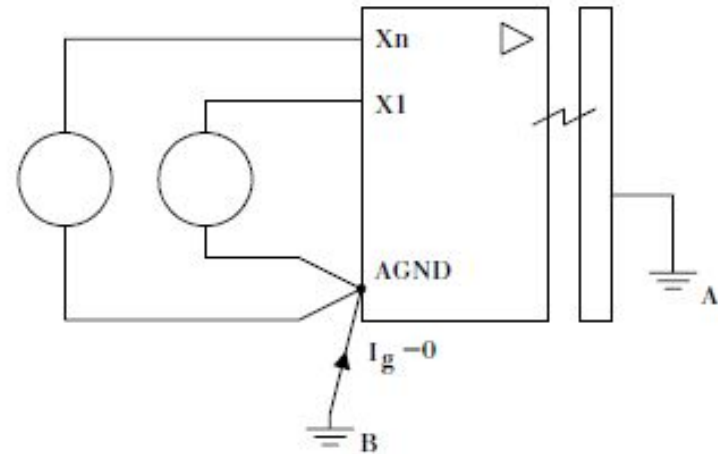


- Правило 2
- Если должны заземляться две точки общего провода сигнальной цепи, то провода к цепи заземления необходимо подсоединить в одной точке.



- Примечание 1
- Типичный случай: два прибора осциллограф и генератор, имеющие коаксиальные выход и вход, с экраном (общим проводом), соединенным с корпусами приборов. Правило Техники безопасности требует индивидуального заземления корпуса каждого прибора, а Правило 2 объясняет, как это нужно сделать правильно.
- Примечание 2
- Данные рассуждения относятся для простого случая, когда токи  $I_3$  и  $I_4$  не ответвляются в рассматриваемый общий провод  $Z_1$  по дополнительным цепям, показанным на рисунке. Но даже если это так, то соблюдая принцип заземления в одной точке. Вы значительно уменьшите взаимные влияния Ваших сигналов.

- Правило 3
- Гальваническую связь сигнальных цепей следует стремиться производить только в одной точке. При этом именно эта точка будет оптимальна для заземления всей гальваносвязанной системы с помощью единственного заземляющего проводника.



- Правило 4
- Если две локальные системы имеют разные (удаленные) точки заземления, то они должны иметь между собой гальваническую развязку сигнальных цепей (следствие из 2).



<b>Физическая величина</b>	<b>Датчик</b>
Температура	Термопары Термометры сопротивления Термисторы Микроэлектронные датчики
Свет	Электровакуумные фотодатчики Фоторезисторы
Звук	Микрофоны
Сила и давление	Датчики деформации Пьезоэлектрические датчики Тензодатчики
Координата (перемещение)	Потенциометры Линейные датчики на основе дифференциальных трансформаторов Оптические датчики положения
Расход жидкости	Манометрические расходомеры Турбинные (механические) расходомеры Ультразвуковые расходомеры
Кислотность	рН электроды

# Стандартные сигналы

ГОСТ 26.011-80 и ГОСТ Р 51841-2001

## Аналоговые сигналы:

- 0...5 В;
- 0...10 В;
- 0...20 мА
- 4...20 мА, .

## Дискретные сигналы:

- сигналы TTL-уровня с диапазоном 0...5 В;
- сигналы TTL-уровня с диапазоном 0...24 в.

# Согласование сигналов

- **Усиление/** Для достижения наибольшей точности максимальный диапазон напряжения в усиленном сигнале должен равняться максимальному входному диапазону АЦП.
- **Изоляция** Необходима по соображениям безопасности и избежания эффекта паразитного контура с замыканием через землю
- **Фильтрация** – удаление ненужных составляющих из измеряемого сигнала.
- **Питание** – питание для параметрических датчиков, таких как датчики деформаций, термисторы и терморезисторы.
- **Линеаризация** – учет нелинейности отклика
- Следует чётко понимать природу измеряемого сигнала, конфигурацию, в которой производятся измерения и воздействие, которое может оказывать окружающая среда. Основываясь на этой информации, можно определить, нужно ли использовать модули согласования сигнала в данной системе сбора данных или нет.

# Типы датчиков, сигналов и виды кондиционирования сигналов



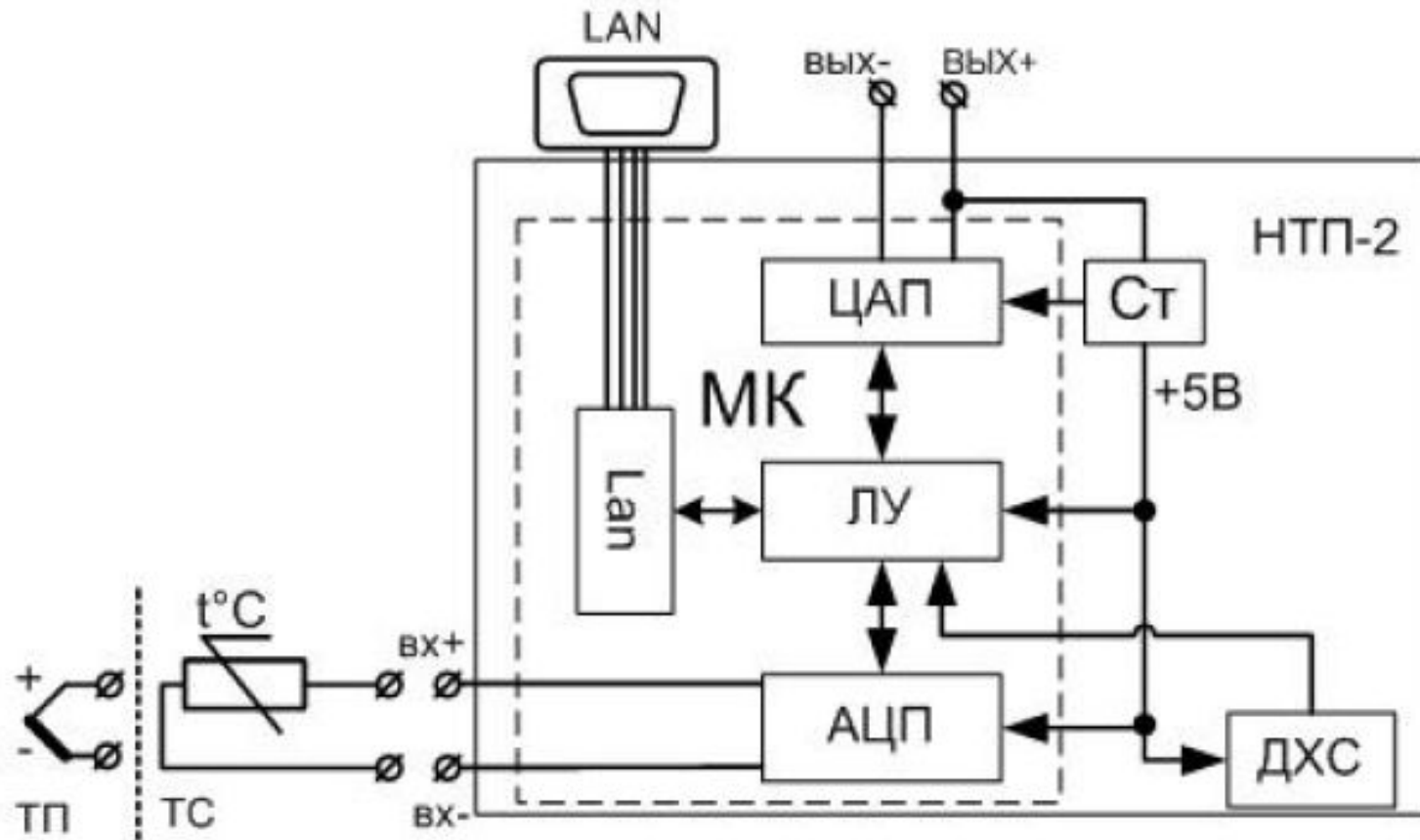


# Измерительные (нормирующие) преобразователи датчиков температуры

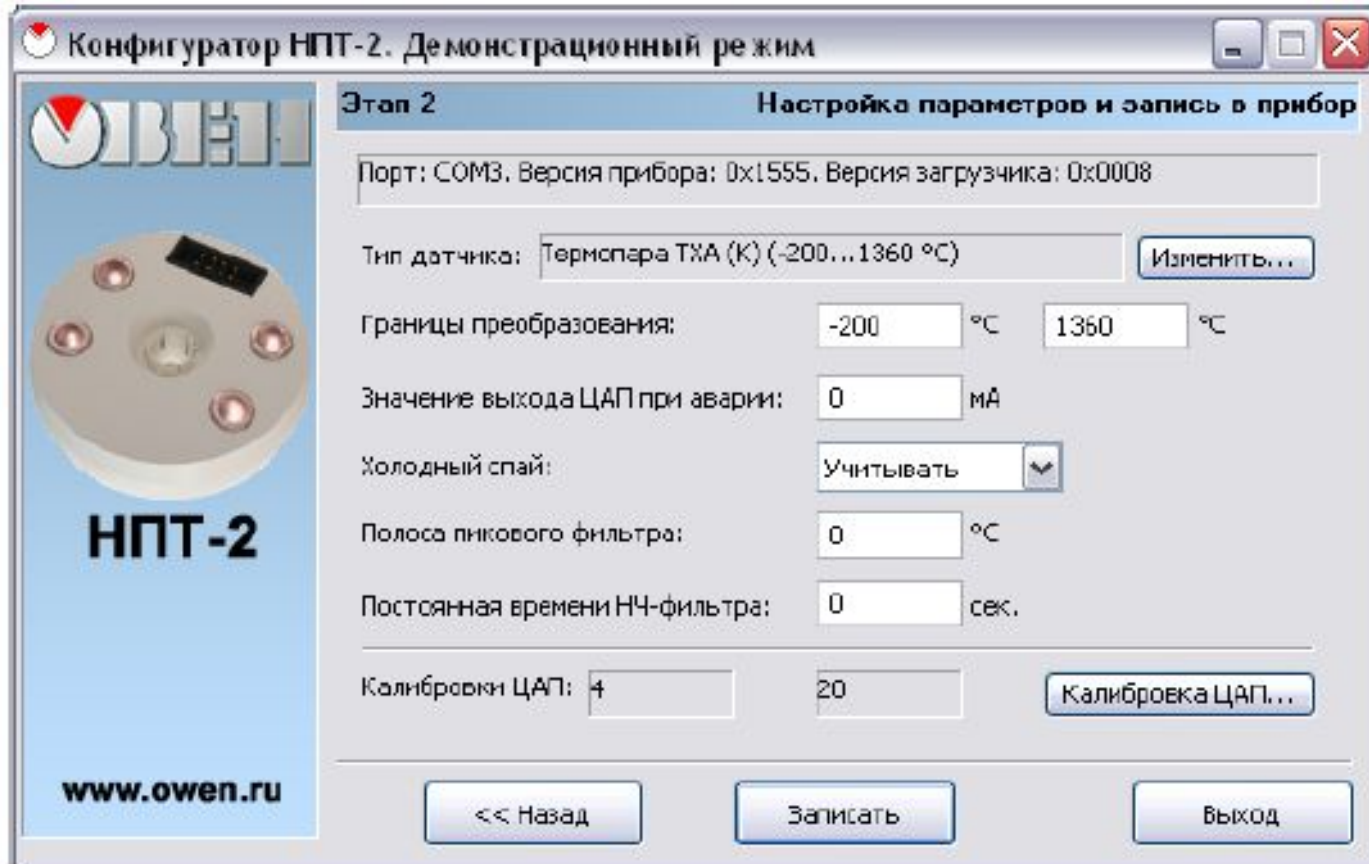
## ИП 0304



# Схема преобразователя ИП 0304

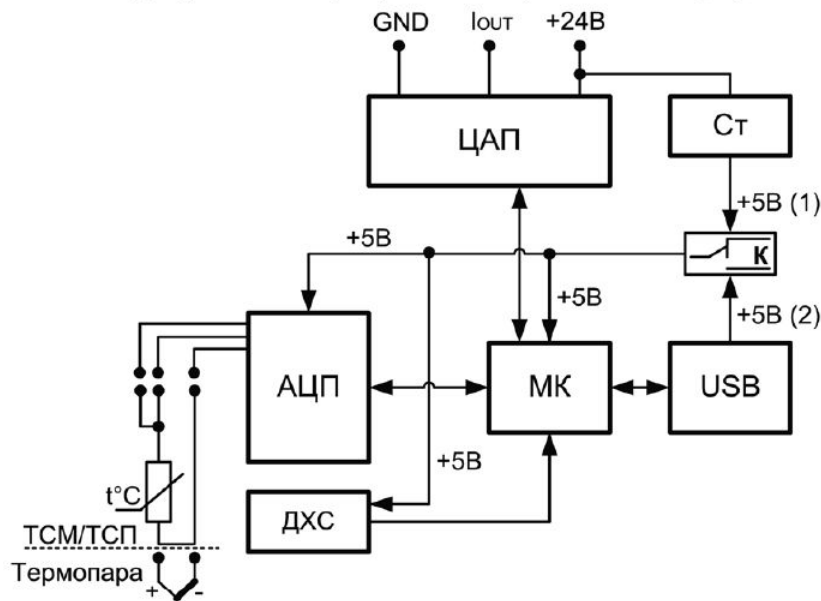


# Конфигуратор





# Универсальный нормирующий преобразователь НПТ1



- Преобразование сигналов термодатчиков в унифицированный сигнал 0(4)...20мА
- Универсальный вход
- Поддержка большинства известных типов термодатчиков
- Высокая точность преобразования
- Высокая разрешающая способность
- Настройка по интерфейсу USB 2.0
- Климатическое исполнение «-40...+85 С»

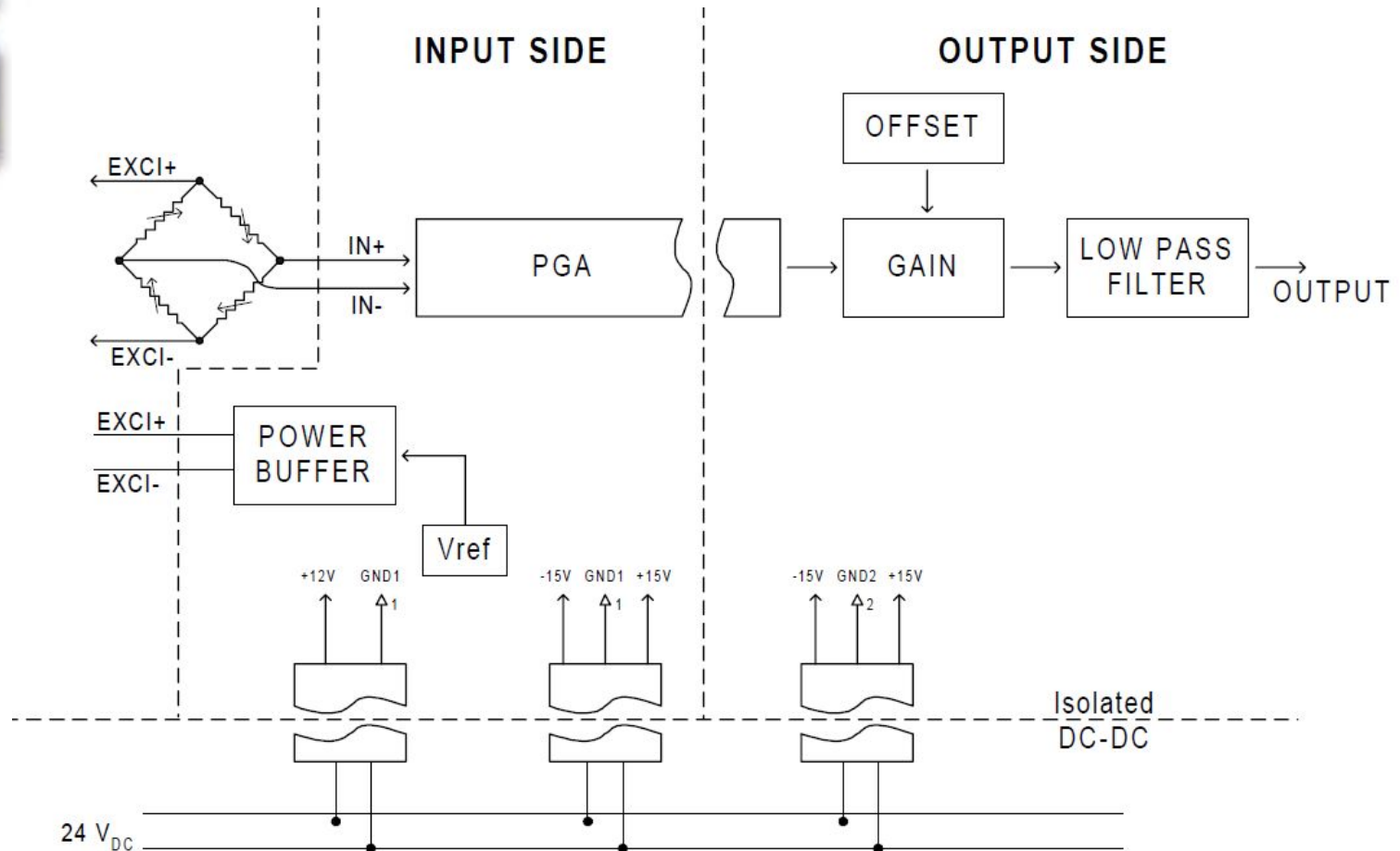
# Нормализатор сигнала тензомоста

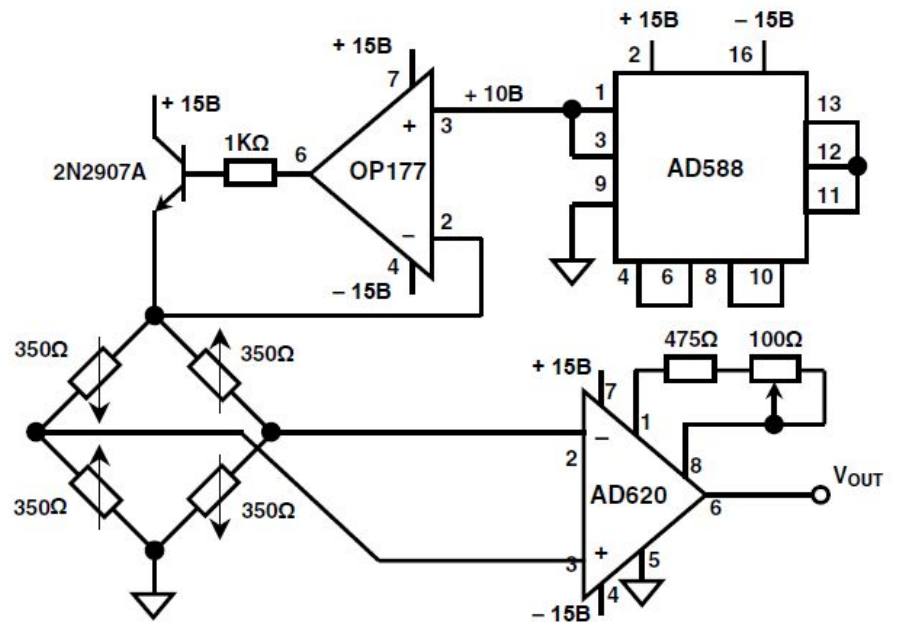
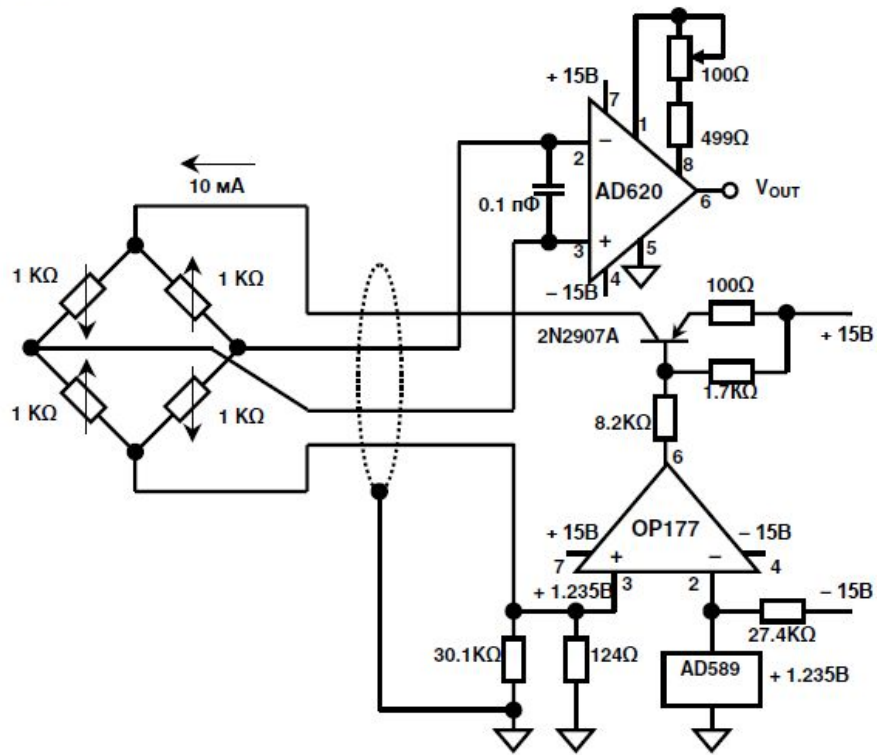
Тип входного сигнала — мост

Диапазон входного сигнала:  $\pm 15$ ,  $\pm 30$ ,  $\pm 100$  мВ

Выходной сигнал: 0-10, 0-5 В, 0-20 мА

Гальваническая изоляция 1000 В

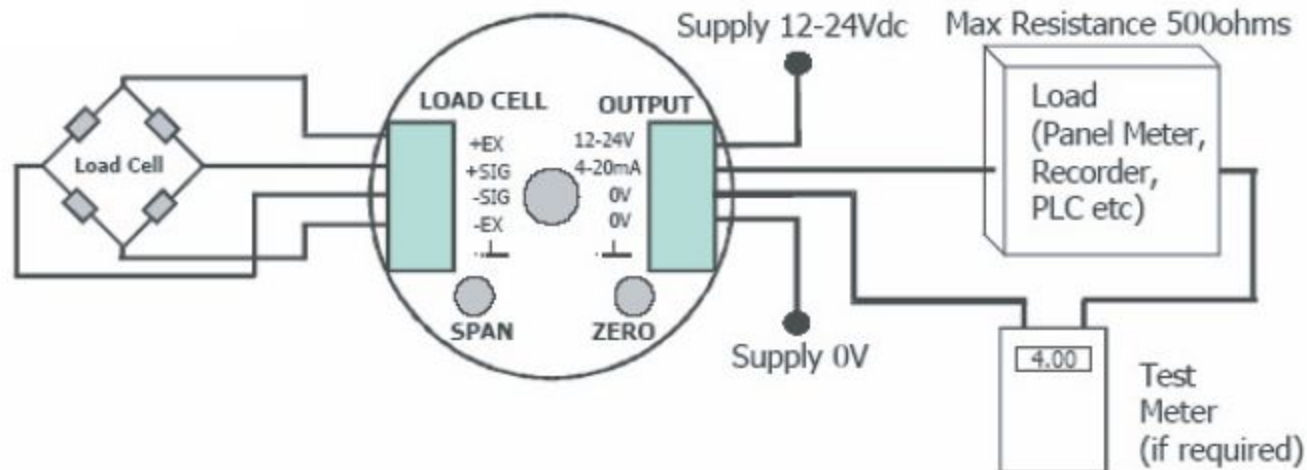




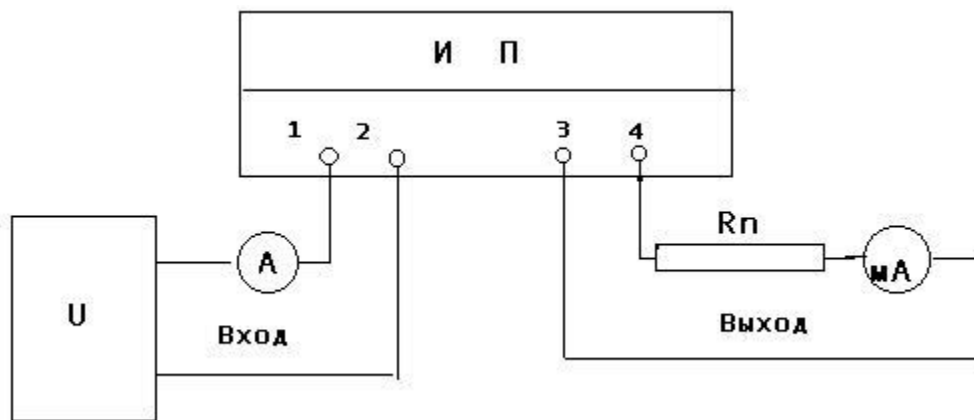
# Усилитель тензосигнала тип 131



- Сопrotивление моста от 120 до 2000 Ом
- Четырехпроводная схема подключения тензомоста
- Напряжение питания 12-24В
- Рабочая температура -20°C..+50°C
- Обеспечивает напряжение возбуждения моста 8,0В
- Линейность 1:4000



# Линейное преобразование переменного тока частотой 45 - 65 Гц в выходной унифицированный сигнал постоянного ток



Класс точности

1,0

Диапазон изменения входного сигнала, тока, **А**

0-0,5; 0-1,0; 0-2,5; 0-5,0

Рабочая область частоты, **Гц**

45-65

Расширенная область частот, **Гц**

65-1000

Диапазон изменения выходного сигнала, **мА**

0-5

Диапазон изменения сопротивления нагрузки, **кОм**

0-2,5

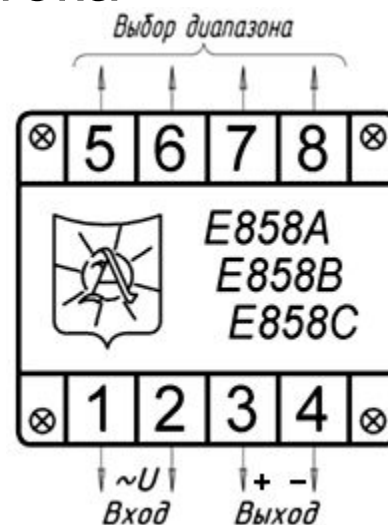
Потребляемая мощность, **В·А**

1,0 от измерительной цепи

Линейное преобразование активной мощности  
трехфазных и однофазных, четырех- и  
трехпроводных цепей переменного тока в  
унифицированный выходной сигнал постоянного тока  
или напряжения



# Преобразователи линейного преобразования частоты переменного тока в унифицированные выходные сигналы постоянного тока



Тип	Входные параметры			I <sub>ВЫХ</sub> , мА	P <sub>ВЫХ</sub> , мА	Класс точности
	f, Гц*	U <sub>ном</sub> , В	U, В			
E858A1	49...51,	100	85...115	0...5	Не более 2	0,02
E858A2	48...52,	220	187...253	0...5		
E858B1	45...55,	100	85...115	4...20		
E858B2	59...61,	220	187...253	4...20		
E858C1	58...62,	100	85...115	0...20		
E858C2	55...65	220	187...253	0...20		



# Модули ввода-вывода Mx110

- Стандарт проводной связи RS-485.
- Простые протоколы, основанные на принципе «запрос-ответ». работа по протоколам ModBus-ASCII, ModBus-RTU, DCON и OVEN.
- Модули объединяются в сеть с помощью двухпроводной линии связи и подключаются к ведущему устройству (Master). В роли мастера может выступать:
  - ПЛК,
  - персональный компьютер с установленной SCADA-системой
  - панель оператора.
- модулей (Slave), имеет уникальный адрес.
- Одновременно в одной сети может быть один мастер и до 32 модулей. Максимальная длина линии связи составляет 1200 м. Длина линии связи и количество модулей в сети могут быть увеличены с помощью повторителей интерфейса (например, OVEN AC5).

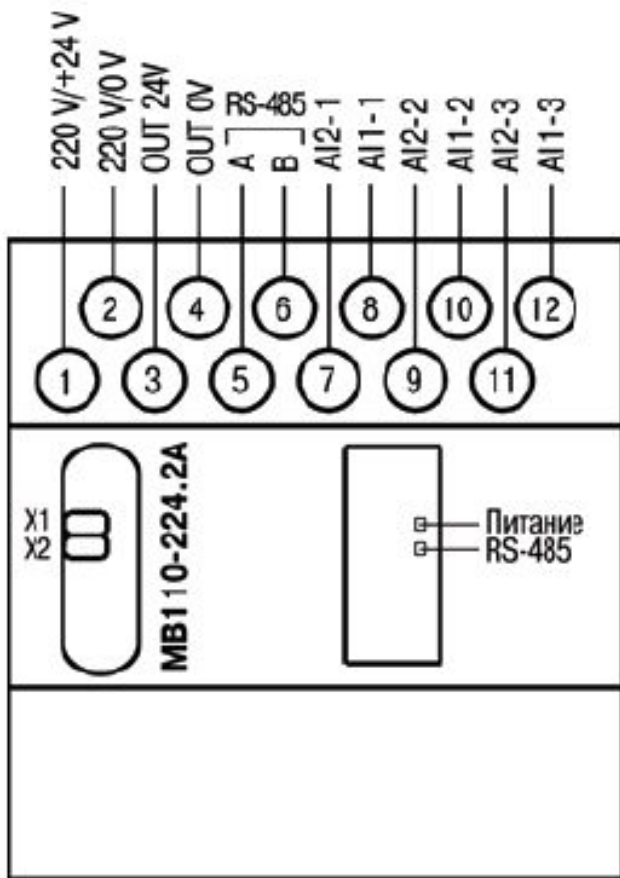


# Модификации модулей ввода вывода

## Mx110

Модуль	Основные характеристики входов/выходов	Дискретный		Аналоговый	
		вход	выход	вход	выход
<a href="#">ММВ110-224.2МВ</a> <a href="#">110-224.2А</a>	Датчики - термосопротивления, термопары, 0(4)...20 мА, 0...1В, 0...5000 Ом, класс точности 0,25	-	-	2	-
<a href="#">ММВ110-24.220.8</a> <a href="#">АС</a>	«быстрые» входы: датчики - 0(4)...20 мА, 0...5 мА 0...10В, частота измерений 200 Гц, класс точности 0,25			8	
<a href="#">ММВ110-224.16МВ1</a> <a href="#">10-224.16Д</a>	датчики типа «сухой контакт», транзисторные ключи <i>n-p-n</i> типа, частота до 1 кГц, не требует питания датчиков	16	-	-	-
<a href="#">ММВ110-224.16</a> <a href="#">ДН</a>	датчики типа «сухой контакт», транзисторные ключи <i>n-p-n</i> и <i>p-n-p</i> типа, частота до 1 кГц, питание внешнее датчиков 24 В	16		-	-
<a href="#">ММВ110-224.1ВИ</a> <a href="#">(2)</a>	датчики (дифтрансформаторы) с выходным сигналом -10...+10 мГн, класс точности 0,25			1	
<a href="#">МВ110-224.1ТД</a>	Сигналы от тензодатчиков			1	
<a href="#">МВ110-224.4ТД</a>	Сигналы от тензодатчиков			4	
<a href="#">ММВ110-224.8ДФ</a>	дискретные входы для сигналов 220В	8			
<a href="#">ММК110-224.8</a> <a href="#">Д.4Р</a>	<b>ВХОДЫ:</b> датчики типа «сухой контакт», транзисторные ключи <i>n-p-n</i> типа <b>ВЫХОДЫ:</b> э/м реле 4А 250 В	8	4	-	-
<a href="#">ММК110-220.4</a> <a href="#">ДН.4Р</a>	<b>ВХОДЫ:</b> датчики типа «сухой контакт», транзисторные ключи <i>n-p-n</i> и <i>p-n-p</i> типа, частота до 1 кГц, питание датчиков 24 В <b>ВЫХОДЫ:</b> э/м реле 4А 250 В	4	4	-	-
<a href="#">ММК110-224.8</a> <a href="#">ДН.4Р</a>	<b>ВХОДЫ:</b> датчики типа «сухой контакт», транзисторные ключи <i>n-p-n</i> и <i>p-n-p</i> типа, частота до 1 кГц, питание датчиков 24 В <b>ВЫХОДЫ:</b> э/м реле 4А 250 В	8	4	-	-

Модуль	Основные характеристики входов/выходов	Дискретный		Аналоговый	
		вход	выход	вход	выход
<a href="#">ММК110-220.4</a> <a href="#">К.4Р</a>	<b>входы:</b> кондуктометрические датчики уровня <b>выходы:</b> э/м реле 4А 250 В	4	4	-	-
<a href="#">МК110-220.4</a> <a href="#">ДН.4ТР</a>	<b>входы:</b> датчики типа «сухой контакт», транзисторные ключи <i>n-p-n</i> и <i>p-n-p</i> типа, частота до 1 кГц, питание датчиков 24 В <b>выходы:</b> твердотельные реле 250 В	4	4	-	-
<a href="#">ММУ110-224.8И</a>	ЦАП 4 ... 20 мА, осн. Приведенная погрешность 0.5 %	-	-	-	8
<a href="#">ММУ110-224.6У</a>	ЦАП 4 ... 20 мА, осн. Приведенная погрешность 0.5 %	-	-	-	6
<a href="#">ММУ110-224.8Р</a> <a href="#">(К)</a>	<b>Р:</b> э/м реле 4А 250 В <b>К:</b> транзисторная оптопара <i>n-p-n</i> типа 400 мА 60В	-	8	-	-
<a href="#">ММУ110-224.16Р</a> <a href="#">(К)</a>	<b>Р:</b> э/м реле 4А 250 В <b>К:</b> транзисторная оптопара <i>n-p-n</i> типа 400 мА 60В	-	16	-	-
<a href="#">ММВ110-224.8А</a>	Датчики - термосопротивления, термопары, 0(4)...20 мА, 0...1В, 0...5000 Ом, класс точности 0,25	-	-	-	8
<a href="#">МВ110-32ДН</a>	<b>входы:</b> датчики типа «сухой контакт», транзисторные ключи <i>n-p-n</i> и <i>p-n-p</i> типа, частота до 1 кГц, питание датчиков 24 В	32	-	-	-
<a href="#">МУ110-32Р</a>	<b>Р:</b> э/м реле 3А 250 В	-	32	-	-
<a href="#">ММВ110-224.2</a> <a href="#">АС</a>	«быстрые» входы: датчики - 0(4)...20 мА, 0...5 мА 0...10В, частота измерений 200 Гц, класс точности 0,25	-	-	2	-



# Подключение прибора

Номер контакта	Назначение
1	Питание ~ 90...264 В или, плюс питания = 20...375 В
2	Питание ~ 90...264 В или, минус питания = 20...375 В
3	24В (плюс) встроенного источника питания
4	0В (минус) встроенного источника питания
5	RS-485 линия А
6	RS-485 линия В
7	Вход 2-1 (AI2-1)
8	Вход 1-1 (AI1-1)
9	Вход 2-2 (AI2-2)
10	Вход 1-2 (AI1-2)
11	Вход 2-3 (AI2-3)
12	Вход 1-3 (AI1-3)

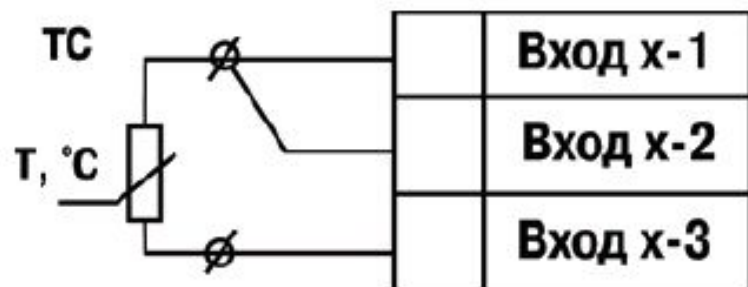


Рис. Б.2. Схема подключения термометра сопротивления

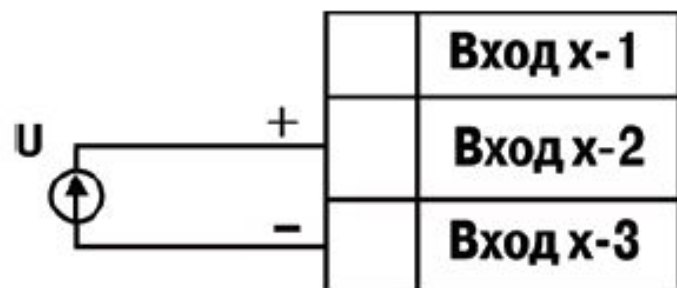


Рис. Б.4. Схема подключения активного датчика с выходом в виде напряжения -50.0...50.0 мВ или 0...1.0 В

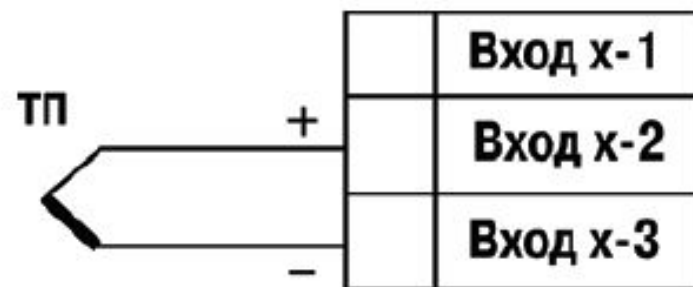
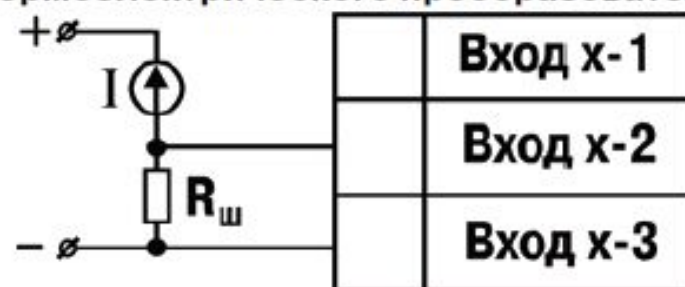






Рис. Б.3. Схема подключения термоэлектрического преобразователя



$$R_{ш} = 50,000 \pm 0,025 \text{ Ом}$$

Рис. Б.5. Схема подключения активного датчика с токовым выходом 0...5.0, 0...20.0 или 4...20.0 мА

- [Модульная система согласования сигналов SCXI](#) - высокопроизводительная многоканальная платформа согласования и коммутации из одного или нескольких промышленных шасси с установленными различными модулями согласования сигналов.
- [Портативная недорогая система согласования сигналов SCC](#) – недорогое решение для задач согласования сигналов с небольшим количеством каналов с возможностью поканальной конфигурации каналов ввода/вывода с использованием одно- и двухканальных модулей
- [SC серия – устройства сбора данных со встроенными возможностями согласования сигналов](#) - расширяют возможности платформы PXI путем интегрирования схем согласования сигналов в 16-разрядные модули PXI.
- [Высокоточные регистраторы температуры и](#)

Feature	SCXI	NI CompactDAQ	SC Series (PXI)	SCC
				
<b>Channel Count</b>				
Low (1 to 16)	○	●	●	●
Medium (16 to 256)	◐	●	◐	○
High (16 to 3,072)	●	◐	-	-
<b>Ease of Use</b>				
Portability	○	●	○	●
Signal Connectivity	●	●	◐	●
Expandability	●	◐	◐	-
<b>Cost</b>				
	◐	●	◐	●
<b>Performance</b>				
System Accuracy	●	●	●	○
Acquisition Speed	◐	●	●	◐
Rugged/Industrial	◐	●	●	○
<b>Types of Measurements (Analog I/O, Digital I/O, Switching, Isolation)</b>				
	●	◐	○	◐
<b>Other</b>				
Sensors Plug&Play Support	●	●	-	●
Real-Time OS Support	●	-	●	-
Configure Your System	<a href="#">SCXI Advisor</a>	<a href="#">NI CompactDAQ Advisor</a>	<a href="#">PXI Advisor</a>	<a href="#">SCC Advisor</a>

# Шасси

CompactDAQ на  
базе  
интерфейсов  
USB и Ethernet



Описание	Модель	Число слотов	Внешний триггер VNC	Скорость передачи данных	Описание
Ethernet шасси	NI 9188	8	Да	1 Гб/сек	8-ми слотовое шасси на базе интерфейса Ethernet
USB шасси	NI 9178	8	Да	480 Мб/сек	8-ми слотовое шасси на базе интерфейса USB
USB шасси	NI 9174	4	Нет	480 Мб/сек	4-х слотовое шасси на базе интерфейса USB

# Модули ввода вывода С-серии



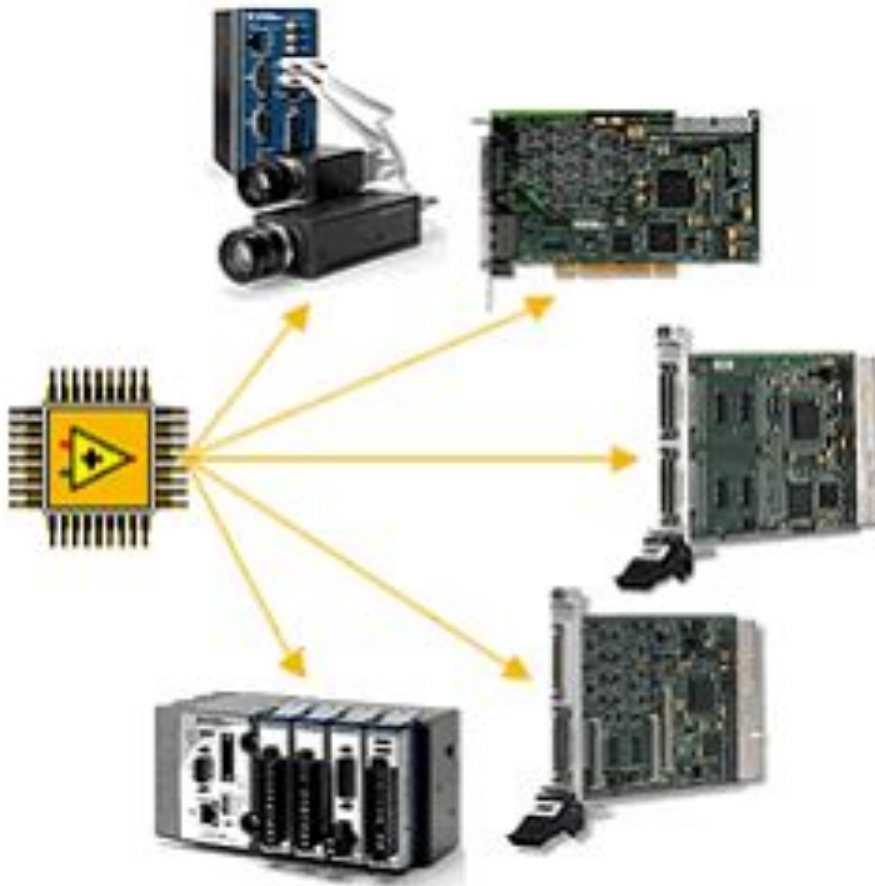
Аналоговый ввод, аналоговый вывод, цифровой ввод-вывод, реле



Описание	Модель	Число каналов	Диапазон	Разрешение АЦП/ЦАП	Описание	Частота
Аналоговый ввод	NI 9201	8	$\pm 10$ В	12-бит	Недорогой модуль	500 кГц
	NI 9203	8	$\pm 20$ мА	16-бит	Ток	200 кГц
	NI 9205	32	$\pm 10$ В	16-бит	Мультиплекс. 500 В	250 кГц
	NI 9206	16	$\pm 10$ В	16-бит	(изоляция)	250 кГц
	NI 9207	8/8	$\pm 10$ В, $\pm 21,5$ мА	24-бит	Термопарный	500 Гц
	NI 9208	16	$\pm 21,5$ мА	24-бит	Токовый вход	500 Гц
	NI 9211	4	$\pm 80$ мВ	24-бит	Термопарный	14 Гц
	NI 9215	4	$\pm 10$ В	16-бит	Одновременная оцифровка	100 кГц/кан.
	NI 9217	4	100 Ом	16-бит	Резист. датчик температуры	400 Гц
	NI 9219	4	зав. от типа измерений	24-бит	11 режимов измерений	100 Гц/кан.

Аналоговый вывод	Общего назначения	NI 9263	4 SE	16 бит, 100 кГц/канал, одновременный вывод	Винтовые терминалы
Цифровой ввод	Двунаправленный 5 В TTL	NI 9401	8	5 В TTL, высокая скорость передачи, ввод/вывод по каждой линии, защита 30 В	25 штырьковый D-Sub
	24 В цифровой сток	NI 9421	8	10 кВыб/сек, логика 24 В, защита 40 В	Винтовые терминалы или 25 штырьковый D-Sub
Цифровой вывод	Двунаправленный 5 В TTL	NI 9401	8	5 В TTL, высокая скорость передачи, ввод/вывод по каждой линии, защита 30 В	25 штырьковый D-Sub
	24 В исток	NI 9472	8	10 кВыб/сек, логика 24 В, 750 мА/канал макс., защита 30 В, защита от короткого замыкания	Винтовые терминалы или 25 штырьковый D-Sub
Реле	Электромеханическое Form A (SPST)	NI 9481	4	30 VDC (2 A), 60 VDC (1 A), 250 VAC (2 A), электромехан., Form A (SPST)	Винтовые терминалы
Счётчики, генерация импульсов	Счётчик/таймер/ШИМ/генерация импульсов (TTL)	NI 9401	8	5 В TTL, высокая скорость передачи, ввод/вывод по каждой линии, защита 30 В	25-pin D-Sub
	ШИМ/генерация импульсов (24 В)	NI 9472	8	10 кВыб/сек, логика 24 В, 750 мА/канал макс., защита 30 В, защита от короткого замыкания	Винтовые терминалы или 25 штырьковый D-Sub

# Технология реконфигурируемого ввода/вывода (RIO)



- Reconfigurable input/output – RIO) предоставляет вам возможность создания на аппаратном уровне вашей собственной контрольно-измерительной системы, используя программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) и инструментарий среды графической разработки приложений LabVIEW



# CompactRIO



**Контроллер  
реального  
времени**



**Реконфигурируемое  
шасси**



**Модули  
ввода/вывода**

# Контроллер реального времени



LabVIEW  
Real-Time

Особенности	cRIO-9002	cRIO-9004	cRIO-9012	cRIO-9014
DRAM (MB)	32	64	64	128
Объем внутренней энергонезависимой памяти (MB)	64	512	128	2000
10/100BaseT/TX Ethernet port	да	да	да	да
RS232 Serial Port	да	да	да	да
USB port	нет	нет	да	да
Число светодиодных индикаторов	4	4	4	4
Количество DIP-переключателей	5	5	5	5
Напряжение питания	9-35 В	9-35 В	9-35 В	9-35 В
Максимальное энергопотребление	7 Вт	7 Вт	7 Вт	7 Вт
Дублирующий вход для источника питания	да	да	да	да
встроенный Web-сервер	да	да	да	да

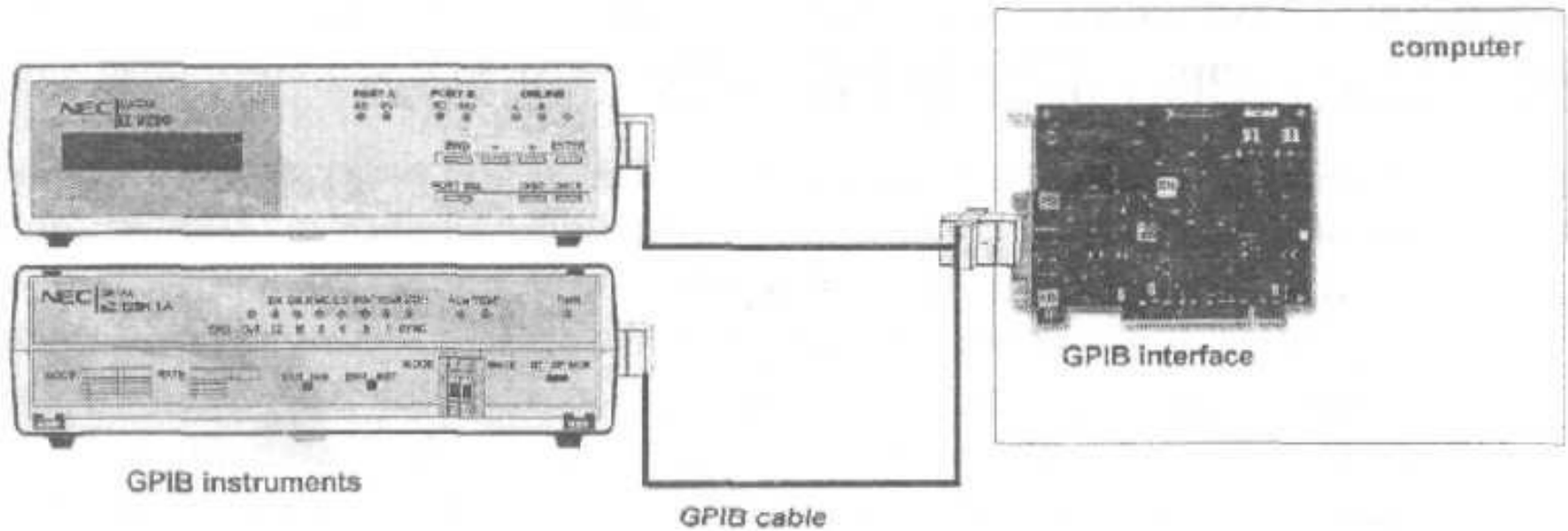
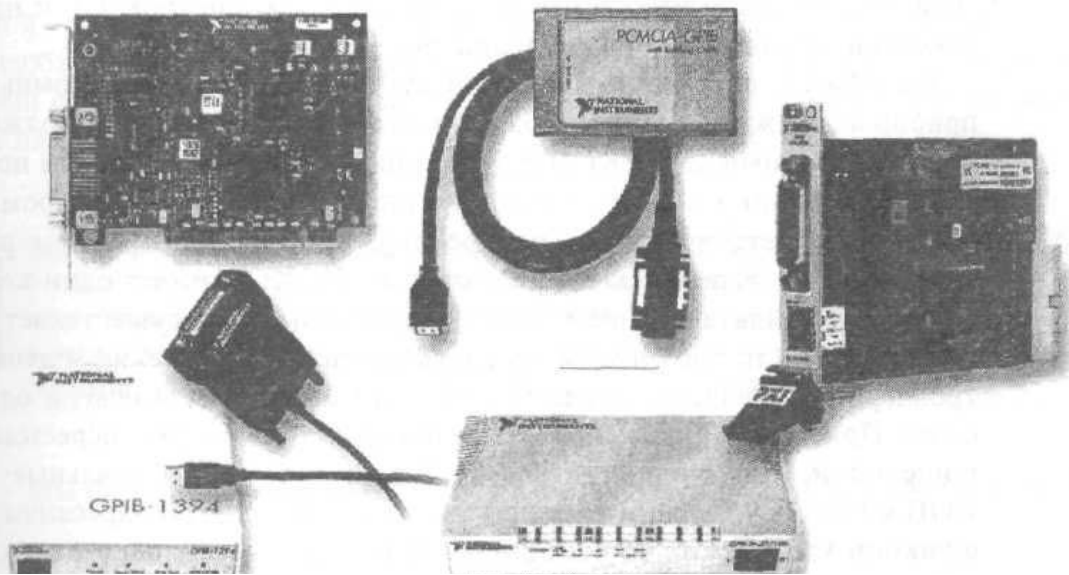


# Канал общего пользования

- *КОП (General Purpose Interface Bus - GPIB)* разработан компанией Hewlett Packard в конце 1960 года для обеспечения связи между компьютерами и измерительными приборами, известен как стандарт IEEE 488.(2.).
- КОП является цифровой 24-х разрядной параллельной шиной. Шина состоит из:
  - 8 линий данных (*data lines*),
  - 5 линий управления шиной (*bus management lines*) - ATN, EOI, LFC, REN, SRQ,
  - 3 линий квитирования (*handshaking*),
  - 8 заземленных линий.
- *сообщения (messages)* представляются в виде символов ASCII

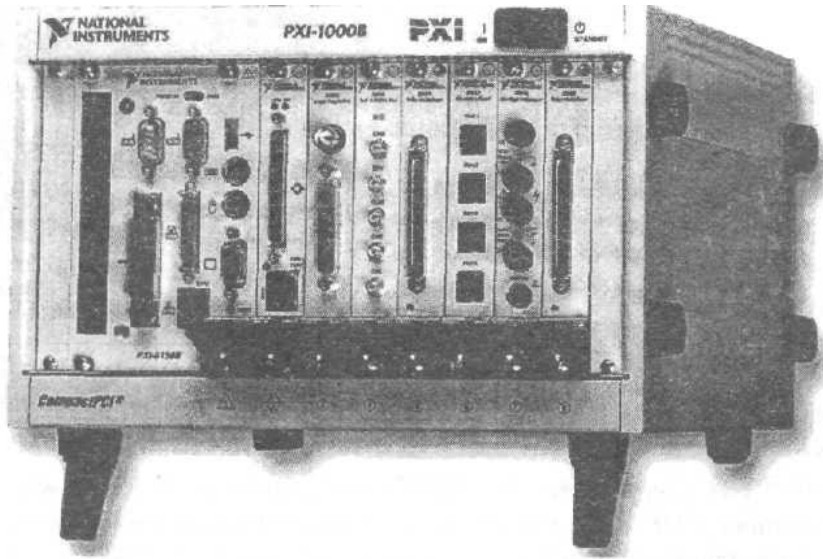


# Устройства и типичная система с КОП



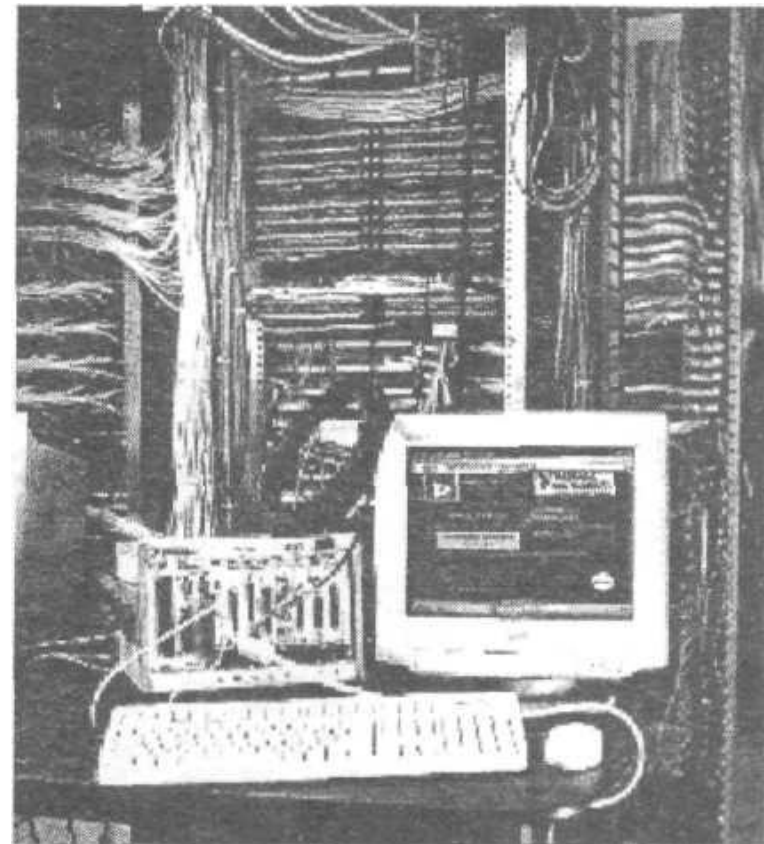
Каждое устройство, включая плату-контроллер, должно иметь свой уникальный адрес КОП в диапазоне от 0 до 30

# PXI и VXI



*PXI, сокращение от «compactPCI extension for Instrumentation» («расширение шины Compact-PCI для использования в инструментальных системах»)*

*VXI, сокращение от «VMEbus extension for Instrumentation» («расширение шины VME для использования в инструментальных системах»)*



# Вопросы

- 1. Какие основные функции могут осуществлять ИИС?
- 2. Из каких основных компонент состоит ИИС?
- 3. По каким основным классификационным признакам подразделяются ИИС?
- 4. В чем различие между системами автоматизированного контроля и телеизмерительными системами?